MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

TWMS

AHMET YESEVİ ÜNİVERSİTESİ

Halyk

Түркі әлемі математиктерінің VII Дүниежүзілік Конгресі (TWMS Congress-2023)

МАТЕРИАЛДАРЫ

(III бөлім)

MATERIALS

of the VII World Congress of Turkic World Mathematicians (TWMS Congress-2023)

(Part III)

МАТЕРИАЛЫ

VII Всемирного Конгресса математиков тюркского мира (TWMS Congress-2023)

(Часть III)

20–23 қыркүйек, 2023, Түркістан, Қазақстан

September 20–23, 2023, Turkestan, Kazakhstan

20–23 сентября, 2023, Туркестан, Казахстан

Түркі әлемі математиктерінің
VII Дүниежүзілік Конгресі
(TWMS Congress-2023)

МАТЕРИАЛДАРЫ

(III бөлім)

MATERIALS

of the VII World Congress of Turkic
World Mathematicians
(TWMS Congress-2023)
(Part III)

МАТЕРИАЛЫ

VII Всемирного Конгресса математиков
тюркского мира
(TWMS Congress-2023)
(Часть III)

20–23 қыркүйек, 2023, Түркістан, Қазақстан
September 20–23, 2023, Turkestan, Kazakhstan
20–23 сентября, 2023, Туркестан, Казахстан

КОНГРЕСС ҰЙЫМДАСТЫРУШЫЛАРЫ

Түркі әлемінің математикалық қоғамы

Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғары білім министрлігі

Түркістан облысының әкімдігі

Қазақстан Республикасының Ұлттық инженерлік академиясы

Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Қазақстан Республикасының Ұлттық Ғылым Академиясы

Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті

Қазақстан инновациялық және телекоммуникациялық жүйелер университеті

Математика және математикалық модельдеу институты

Мұхтар Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті

Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті

Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті

М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті

Халықаралық инженерлік және технология университеті

«Халық» қайырымдылық қоры

Қорқыт-Ата атындағы Қызылорда университеті

Академик Ә. Қуатбеков атындағы Халықтар достығы университеті

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ КОМИТЕТ

ТӨРАҒАЛАРЫ

Жұмағұлов Бақытжан Тұрсынұлы, ҚР ҰҒА академигі, TWMS Президенті, Қазақстан Республикасы Парламенті Сенатының депутаты, Қазақстан

Нұрбек Саясат, Қазақстан Республикасының Ғылым және жоғарғы білім министрі, Қазақстан

Сатыбалды Дархан Амангелдыулы, Түркістан облысының әкімі

ТЕҢ ТӨРАҒАЛАРЫ

Аюпов Шавкат Абдуллаұлы, Өзбекстан Ғылым академиясының академигі, Өзбекстан Ғылым академиясы В. И. Романовский атындағы математика институтының директоры, Өзбекстан

Борубаев Алтай Асылқанұлы, Қырғыз Республикасы ҰҒА академигі, Қырғыз Республикасы ҰҒА Математика институтының директоры, Қырғызстан

Әлиев Фикрет Ахмедали оглы, Әзірбайжан ҰҒА академигі, Баку мемлекеттік университетінің Қолданбалы математика институтының директоры, TWMS Journal of Pure and Applied Mathematics журналының редакторы, Әзірбайжан

Пенахов Этибар, профессор, Әзірбайжан

Темірбекова Жанар Амангелдіқызы, Х. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің ректоры, Қазақстан

Хаджисалехоглы Хилми, профессор, Түркия

Шимшек Мухиттин, Х. А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің Өкілетті кеңесінің төрағасы

МҮШЕЛЕРІ:

Аббасов Әли, Әзірбайжан ҰҒА академигі, Әзірбайжан

Азамов Абдулла Адамович, Өзбекстан Ғылым академиясының академигі, Өзбекстан

Айдазаде Камил, Әзірбайжан ҰҒА корреспондент-мүшесі, Әзірбайжан

Айсағалиев Серікбай Әбдіғалиұлы, профессор, Қазақстан

Арипов Мерсаид, профессор, М. Ұлықбек атындағы Өзбекстан ұлттық университеті, Өзбекстан

Арсланов Марат Мирзаевич, Татарстан Республикасы Ғылым академиясының академигі, Ресей

Ахмед-Заки Дархан Жұмақанұлы, ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің төрағасы, Қазақстан

Ашыралыев Аллаберен, профессор, Бахчешехир университеті, Түркия

Багиров Адил, Австралия федералды университеті, Австралия

Бадаев Серікжан Ағыбайұлы, профессор, Қазақстан

Байжанов Бектұр Сембиұлы, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан

Башар Мұстафа Тамер, Иллинойс университетінің профессоры, Жетілдірілген зерттеулер орталығының директоры, АҚШ

Бектемесов Мақтағали Әбдімажитұлы, ҚР ҰИА корреспондент-мүшесі, Қазақ ұлттық аграрлық университеті, Қазақстан

Билялов Билял, Әзірбайжан ҰҒА корреспондент-мүшесі, Әзірбайжан

Блиев Назарбай Қадырұлы, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан

Боқаев Нұржан Әділханұлы, Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің профессоры, Қазақстан

Войцик Вальдемар, профессор, Люблин техникалық университеті, Польша

Гиви Пейман, профессор, Питтсбург университеті, АҚШ

Гогатишвили Амиран, Чехия ғылым академиясы Математика институтының бас ғылыми қызметкері

Гогташ Фахретдин, профессор, Фират университетінің ректоры, Түркия

Даирбеков Нұрлан Слямханұлы, профессор, Қазақстан

Дженалиев Мувашархан Танабайұлы, профессор, Қазақстан

Ебади Сеид, профессор, Иран

Егоров Иван Егорович, профессор, Саха Республикасы, Ресей

Ергут Махмут, профессор, Түркия

Жұмаділдаев Асқар Серқұлұлы, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан

Кабанихин Сергей Игоревич, РҒА корреспондент-мүшесі, РҒА Есептеу математикасы және математикалық геофизика институты, Ресей

Кальменов Тынысбек Шәріпұлы, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан

Кангужин Балтабек Есматұлы, профессор, Қазақстан

Канетов Бекболат Эменович, профессор, Қырғызстан

Караев Мубариз, профессор, Сауд Арабиясы

Карапинар Ердал, профессор, Тайвань

Кулиев Вагиф, Әзірбайжан ҰҒА корреспондент-мүшесі, Әзірбайжан

Қалимолдаев Мақсат Нұраділұлы, ҚР ҰҒА академигі, Ақпараттық және есептеу технологиялары институты, Қазақстан

Қалтаев Айдархан Жүсіпбекұлы, ҚР ҰИА академигі, Сатпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті, Қазақстан

Маммадов Юсуф, Әзірбайжан ҰҒА академигі, Әзірбайжан

Марданов Мисир Джумаил оглы, Әзірбайжан ҰҒА корреспондент-мүшесі, Әзірбайжан ҰҒА математика және механика институтының директоры, Әзірбайжан

Матиева Гүлбадан, Қырғызстан, Қырғызстан ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қырғызстан

Милошевич Хранислав, профессор, Приштина университеті, Сербия

Мусин Олег, профессор, АҚШ

Насыров Семен Рафаилович, Татарстан Республикасы Ғылым академиясының корреспондент-мүшесі, Ресей

Нигматулин Роберт Искандерович, Ресей Ғылым академиясының академигі, Ресей

Нұрсұлтанов Ерлан Даутбекұлы, Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің профессоры, Қазақстан

Өтелбаев Мұхтарбай Өтелбайұлы, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан

Панков Павел Сергеевич, Қырғызстан ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қырғызстан

Ружанский Михаил Владимирович, профессор, Гент университеті, Бельгия

Саваш Екрем, профессор, Ушак университетінің ректоры, Түркия

Садыбеков Махмуд Әбдісаметұлы, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, ҚР ҒЖБМ математика институтының директоры, Қазақстан

Салимов Ариф, профессор, Әзірбайжан

Сұлтанаев Яудат, профессор, Башқұртстан Республикасы, Ресей

Тайманов Александр Асанович, РҒА академигі, РҒА СБ Соболев атындағы математика институты, Ресей

Тосун Мурат, Сакария университетінің профессоры, Түркия

Умирбаев Уалбай Утмахамбетович, ҚР ҰҒА академигі, профессор, АҚШ

Фазуллин Зиганур Юсупович, профессор, Башқұртстан Республикасы, Ресей

Хаджиева Назиле, Азербайджан

Харин Станислав Николаевич, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан

Хасиев Асеф, Әзірбайжан ҰҒА академигі, Әзірбайжан

Шокин Юрий Иванович, РҒА академигі, РҒА СБ Ақпараттық және есептеу технологияларының федералды зерттеу орталығы, Ресей

Шокри Әли, профессор, Иран
Эфендиев Месуд, профессор, Германия
Юксел Сердар, профессор, Канада

ҰЙЫМДАСТЫРУШЫ КОМИТЕТ

ТӨРАҒА
Темірбеков Нұрлан Мұқанұлы, ҚР ҰИА академигі, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан

МҮШЕЛЕРІ:
Адамов Әбілмәжін Әлирахымұлы, профессор, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан
Акбаров Сурхай Джаббар оглы, профессор, Йылдыз техникалық университеті, Түркия
Акин Омер, профессор, Түркия
Байгереев Досан Рақымғалиұлы, қауымдастырылған профессор, ҚР ҰИА корреспондент-мүшесі, С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Қазақстан
Байзақов Асан Байзақұлы, профессор, Б. Н. Ельцин атындағы Қырғыз-Ресей Славян университеті, Қырғызстан
Бақанов Галитдин Бақанұлы, Х.А.Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Қазақстан
Бас Эрдал, профессор, Фират университеті, Түркия
Бахтизин Рамиль Назифович, профессор, Уфа мемлекеттік мұнай техникалық университеті, Башқұртстан
Бектемесов Жоламан Мақтағалиұлы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан
Бердышев Абдумаувлен Сүлейманұлы, профессор, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан
Булут Хасан, профессор, Түркия
Гунгор Мехмет Али, профессор, Сакарья университеті, Турция
Гусейнзаде Сабир, профессор, Ресей
Ерсой Солей, профессор, Түркия
Ет Микаил, профессор, Түркия
Әбдібеков Уәлихан Сейділдайұлы, ҚР ҰИА корреспондент-мүшесі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан
Әлиев Араз Рафиг оглы, профессор, Баку мемлекеттік университеті, Әзірбайжан
Әлиев Зиятхан Сейфаддин оглы, профессор, Баку мемлекеттік университеті, Әзірбайжан
Әмірғалиев Еділхан Несіпханұлы, ҚР ҰИА академигі, Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты, Қазақстан
Жакебаев Дәурен Бақытбекұлы, ҚР ҰИА корреспондент-мүшесі, Астана IT университеті, Қазақстан
Зафер Агаджик, профессор, Таяу Шығыстағы Американдық университет, Кувейт
Ибрахимов Наби, профессор, Әзірбайжан
Иманғалиев Ернар Иманғалиұлы, ҚР ҰИА бас ғалым хатшысы, Қазақстан
Иманқұлов Тимур Сәкенұлы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан
Исахов Әлібек Әбдиашимұлы, профессор, ҚР ҰИА корреспондент-мүшесі, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан

Исгандаров Низамеддин, профессор, Баку мемлекеттік университеті, Әзірбайжан
Калантаров Варга, профессор, Коч университеті, Түркия
Қасенов Сырым Еркінұлы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан
Лакестани Мехридад, профессор, Иран
Мадияров Мұратқан Набенұлы, ҚР ҰИА академигі, С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Қазақстан
Маммадова Гамар, профессор, Баку мемлекеттік университеті, Әзірбайжан
Мукуддинов Мукаддес, профессор, Татарстан
Муталимов Муталим, профессор, Әзірбайжан
Мұхамбетжанов Салтанбек Талапеденұлы, әл-Фараби Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан
Намазова Гүлиза Өмірбекқызы, доцент, Қырғызстан
Озбай Хитай, профессор, Түркия
Озбеклер Абдуллах, профессор, Атилим университеті, Түркия
Панахов Гейлани, Әзірбайжан ҰҒА корреспондент-мүшесі, Әзірбайжан
Сабитов Иджок, профессор, Ресей
Сафарова Наргиз, профессор, Әзірбайжан
Сәрсенби Әбдіжахан Манапұлы, ҚР ҰИА корреспондент-мүшесі, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің профессоры
Сұлтанов Мұрат Әбдіқадырұлы, профессор, Х. А. Ясауи Халықаралық қазақ-түрік университеті, Қазақстан
Тамабай Динара Оразбекқызы, әл-Фараби Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан
Темірбеков Алмас Нұрланұлы, қауымдастырылған профессор, әл-Фараби Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан
Тұрметов Батырхан Құдайбергенұлы, профессор, Х. А. Ясауи Халықаралық қазақ-түрік университеті, Қазақстан
Урмашев Байдаулет Амантайұлы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан
Фараджов Араз, профессор, Әзірбайжан
Ханмаммедов Агил, профессор, Әзірбайжан
Хасаноглу Эльман, профессор, Исик университеті, Түркия
Хомпыш Хонатбек, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан
Шахин Байрам, профессор, Эге университеті, Түркия
Шәкенов Қанат Қожахметұлы, әл-Фараби Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан
Юстюнель Сүлеймен, профессор, Түркия
Ягубов Али, профессор, Әзірбайжан

CONGRESS ORGANIZERS

Turkic World Mathematical Society

Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan

Akimat of Turkestan region

National Engineering Academy of the Republic of Kazakhstan

National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan under the President of the Republic of Kazakhstan

Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University

Kazakhstan University of Innovative and Telecommunication Systems

Institute of Mathematics and Mathematical Modeling

Mukhtar Auezov South Kazakhstan University

Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University

South Kazakhstan Pedagogical University

M.H. Dulati Taraz Regional University

International University of Engineering and Technology

PF Charitable Foundation «Halyk»

Korkyt Ata Kyzylorda University

Peoples' Friendship University named after Academician A.Kuatbekov

PROGRAM COMMITTEE

CHAIRMEN

Bakytzhan T. Zhumagulov, Academician of NAS RK, President of TWMS, Deputy of the Senate of the Parliament of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan

Sayasat Nurbek, Minister of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan

Darkhan Satybaldy, Akim of the Turkestan region

CO–CHAIRS

Altai A. Borubayev, Academician of NAS of the Kyrgyz Republic, Director of the Institute of Mathematics of NAS of the Kyrgyz Republic, Kyrgyzstan

Fikret A. Aliev, Academician of NAS of Azerbaijan, Director of the Institute of Applied Mathematics of Baku State University, Editor of TWMS Journal of Pure and Applied Mathematics, Azerbaijan

Etibar Panahov, Professor, Azerbaijan

Hilmi Hacisalihoğlu, Professor, Turkey

Muhittin Şimşek, Chairman of the Board of Trustees of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University

Shavkat A. Ayupov, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Director of the V.I. Romanovsky Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

Zhanar A. Temirbekova, Rector of the Yassawi International Kazakh-Turkish University, Kazakhstan

MEMBERS:

Abdulla A. Azamov, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

Adil Bagirov, Federation University Australia, Australia

Aidarkhan Zh. Kaltayev, Academician of NEA RK, Satpayev Kazakh National Technical University, Kazakhstan

Ali Şökri, Professor, University of Maragheh

Allaberen Ashyralyev, Professor, Bahçeşehir University, Turkey

Amiran Gogatishvili, Chief Researcher at the Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences

Arif Salimov, Professor, Azerbaijan

Asaf Hacıyev, Academician of NAS of Azerbaijan, Azerbaijan

Askar S. Dzhumadildayev, Academician of NAS of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan

Ali Abbasov, Academic of NAS of Azerbaijan, Azerbaijan

Baltabek E. Kanguzhin, Professor, Kazakhstan

Bekbolat E. Kanetov, Professor, Kyrgyzstan

Bektur S. Baizhanov, Corresponding Member of NAS of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan

Bilal Bilalov, Corresponding Member of NAS of Azerbaijan, Azerbaijan

Darkhan Zh. Ahmed-Zaki, Chairman of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan

Ekrem Savaş, Professor, rector of Usak University, Turkey

Erdal Karapınar, Professor, Taiwan

Fahrettin Göktaş, Professor, rector of Fırat University, Turkey

Gulbadan Matieva, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Kyrgyzstan
Hranislav Milošević, Professor, University of Pristina, Serbia
Iskander A. Taimanov, Academician of RAS, Sobolev Institute of Mathematics RAS, Russia
Ivan E. Egorov, Professor, Sakha Republic, Russia
Kamil Aydazade, Corresponding member of NAS of Azerbaijan, Azerbaijan
Mahmud A. Sadybekov, Corresponding Member of NAS of the Republic of Kazakhstan, Director of the Institute of Mathematics of NAS of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan
Mahmut Ergüt, Professor, Turkey
Maksat N. Kalimoldayev, Academician of NAS RK, Institute of Information and Computational Technologies, Kazakhstan
Maktagali A. Bektemessov, Corresponding Member of NEA RK, Kazakh National Agrarian University, Kazakhstan
Marat M. Arslanov, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Russia
Mersaid Aripov, Professor, M. Ulugbek National University of Uzbekistan, Uzbekistan
Messoud Efendiev, Professor, Germany
Michael V. Ruzhansky, Professor, Ghent University, Belgium
Misir Mardanov, Corresponding Member of NAS of Azerbaijan, Director of the Institute of Mathematics and Mechanics of NAS of Azerbaijan, Azerbaijan
Mubariz Karaev, Professor, Saudi Arabia
Mukhtarbai O. Otelbayev, Academician of NAS of Kazakhstan, Kazakhstan
Murat Tosun, Professor at Sakarya University, Turkey
Mustafa Tamer Başar, Professor at the University of Illinois, Director of the Center for Advanced Studies, USA
Muvasharkhan T. Dzhenaliyev, Professor, Kazakhstan
Nazarbay K. Bliyev, Academician of NAS of Kazakhstan, Kazakhstan
Nazile Hajiyeva, Azerbaijan
Nurlan S. Dairbekov, Professor, Kazakhstan
Nurzhan A. Bokayev, Professor of the Gumilev Eurasian National University, Kazakhstan
Oleg Musin, Professor, USA
Pavel S. Pankov, Corresponding Member of NAS of the Kyrgyz Republic, Kyrgyzstan
Peyman Givi, Professor, University of Pittsburgh, USA
Robert I. Nigmatulin, Academician of RAS, Russia
Seid Ebadi, Professor, Iran
Semen R. Nasyrov, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Russia
Serdar Yüksel, Professor, Canada
Sergey I. Kabanikhin, Corresponding Member of RAS, Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics SB RAS, Russia
Serikbay A. Aisagaliyev, Professor, Kazakhstan
Serikzhan A. Badayev, Professor, Kazakhstan
Stanislav N. Kharin, Academician of NAN RK, Kazakhstan
Tynysbek Sh. Kalmenov, Academician of NAS RK, Kazakhstan
Ualbai U. Umirbayev, Academician of NAS RK, Professor, USA
Vaqif Quliyev, Corresponding Member of NAS of Azerbaijan, Azerbaijan
Waldemar Wójcik, Professor, Lublin Technical University, Poland
Yaudat Sultanaev, Professor, Republic of Bashkortostan, Russia
Yerlan D. Nursultanov, Professor of the Gumilev Eurasian National University, Kazakhstan
Yuri I. Shokin, Academician of RAS, Federal Research Center for Information and Computing Technologies SB RAS, Russia

Yusif Mammadov, Academician of NAS of Azerbaijan, Azerbaijan
Ziganur Yu. Fazullin, Professor, Republic of Bashkortostan, Russia

ORGANIZING COMMITTEE

CHAIRMAN
Nurlan M. Temirbekov, Academician of NEA RK, corresponding member of NAS RK, Kazakhstan

MEMBERS:
Abdizhakhan M. Sarsenbi, Corresponding member of NEA RK, Professor of M. Auezov South Kazakhstan University
Abdullah Özbekler, Professor, Atilim University, Turkey
Abdumauvlen S. Berdyshev, Professor, Abay Kazakh National Pedagogical University, Kazakhstan
Abilmazhin A. Adamov, Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan
Ağacık Zafer, Professor, American University of the Middle East, Kuwait
Ali Yaqubov, Professor, Azerbaijan
Alibek A. Issakhov, Professor, Corresponding Member of NEA RK, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
Almas N. Temirbekov, Associate Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
Aqil Khanmammadov, Professor, Azerbaijan
Araz Aliyev, Professor, Baku State University, Azerbaijan
Araz Faradzhov, Professor, Azerbaijan
Asan B. Bayzakov, Professor, Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin, Kyrgyzstan
Batyrkhan Kh. Turmetov, Professor, Yassawi International Kazakh-Turkish University, Kazakhstan
Baydaulet A. Urmashev, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
Bayram Shahin, Professor, Ege University, Turkey
Dauren B. Zhakebayev, Corresponding Member of NEA RK, Astana IT University, Kazakhstan
Dinara O. Tamabay, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
Dossan R. Baigereyev, Associate Professor, Corresponding Member of NEA RK, S. Amanzholov East Kazakhstan University, Kazakhstan
Elman Hasanoğlu, Professor, Isik University, Turkey
Erdal Bas, Professor, Firat University, Turkey
Galitdin B. Bakanov, K.A. Yassawi International Kazakh-Turkish University, Kazakhstan
Guliza O. Namazova, Associate Professor, Kyrgyzstan
Hasan Bulut, Professor, Turkey
Hitay Özbay, Professor, Turkey
İdjok Sabitov, Professor, Russia
Kanat K. Shakenov, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
Khompysh Honatbek, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
Mehmet Ali Gungor, Professor, Sakarya University, Turkey
Mehridad Lakestani, Professor, Iran
Mikail Et, Professor, Turkey
Mukaddes Mukuddinov, Professor, Tatarstan

Murat A. Sultanov, Professor, Yassawi International Kazakh-Turkish University, Kazakhstan

Muratkan N. Madiyarov, Academician of NEA RK, S. Amanzholov East Kazakhstan University, Kazakhstan

Mutallim Mutallimov, Professor, Azerbaijan

Nabi İbrahimov, Professor, Azerbaijan

Nargiz Safarova, Professor, Azerbaijan

Nizamaddin İsgandarov, Professor, Baku State University, Azerbaijan

Ömer Akın, Professor, Turkey

Panahov Geylani, Corresponding member of NAS of Azerbaijan, Azerbaijan

Qamar Mammadova, Professor, Baku State University, Azerbaijan

Ramil N. Bakhtizin, Professor, Ufa State Petroleum Technological University, Bashkortostan

Sabir Guseinzade, Professor, Russia

Saltanbek T. Mukhambetzhanov, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Soley Ersoy, Professor, Turkey

Suleyman Üstünel, Professor, Turkey

Surkhay Akbarov, Professor, Yildiz Technical University, Turkey

Syrym Ye. Kassenov, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Timur S. Imankulov, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Ualikhan S. Abdibekov, Corresponding member of NEA RK, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Varga Kalantarov, Professor, Koc University, Turkey

Yedilkhan N. Amirgaliyev, Academician of NEA RK, Institute of Information and Computational Technologies, Kazakhstan

Yernar I. Imangaliyev, Chief Scientific Secretary of NEA RK, Kazakhstan

Zholaman M. Bektemessov, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Ziyatxan Aliyev, Professor, Baku State University, Azerbaijan

ОРГАНИЗАТОРЫ КОНГРЕССА

Математическое общество тюркского мира

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан

Акимат Туркестанской области

Национальная инженерная академия Республики Казахстан

Национальная академия наук Республики Казахстан при Президенте Республики Казахстан

Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави

Казахстанский университет инновационных и телекоммуникационных систем

Институт математики и математического моделирования

Южно-Казахстанский университет имени Ауэзова

Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова

Южно-Казахстанский педагогический университет

Таразский региональный университет имени М.Х.Дулати

Международный инженерно-технологический университет

Благотворительный Фонд «Халык»

Кызылординский университет имени Коркыт-Ата

Университет дружбы народов имени академика А. Куатбекова

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛИ

Жумагулов Бакытжан Турсынович, академик НАН РК, Президент TWMS

Нурбек Саясат, Министр науки и высшего образования Республики Казахстан, Казахстан

Сатыбалды Дархан Амангелдыулы, Аким Туркестанской области

СОПРЕДСЕДАТЕЛИ

Алиев Фикрет Ахмедалиоглы, академик НАН Азербайджана, директор института прикладной математики Бакинского государственного университета, редактор журнала TWMS Journal of Pure and Applied Mathematics, Азербайджан

Аюпов Шавкат Абдуллаевич, академик АН Узбекистана, директор института математики им. В.И. Романовского АН Узбекистана, Узбекистан

Борубаев Алтай Асылканович, академик НАН Кыргызской Республики, директор Института математики НАН КР, Кыргызстан

Пенахов Этибар, профессор, Азербайджан

Темирбекова Жанар Амангельдиевна, ректор Международного казахско-турецкого университета им. Х.А. Ясави, Казахстан

Хаджисалехоглы Хилми, профессор, Турция

Шимшек Мухиттин, председатель Полномочного Совета Международного казахско-турецкого университета им. Ходжа Ахмета Яссави

ЧЛЕНЫ:

Аббасов Али, академик НАН Азербайджана, Азербайджан

Азамов Абдулла Азамович, академик АН Узбекистана, Узбекистан

Айдазаде Камил, член-корреспондент НАН Азербайджана, Азербайджан

Айсагалиев Серикбай Абдигалиевич, профессор, Казахстан

Арипов Мирсаид, профессор, Национальный университет Узбекистана им. М. Улугбека, Узбекистан

Арсланов Марат Мирзаевич, академик АН Республики Татарстан, Россия

Ахмед-Заки Дархан Жумаканович, Председатель Комитета науки Министерства науки и высшего образования РК, Казахстан

Ашыралыев Аллаберен, профессор, Бахчешехир университет, Турция

Багиров Адил, Федеративный университет Австралии, Австралия

Бадаев Серикжан Агыбаевич, профессор, Казахстан

Байжанов Бектур Сембиевич, член-корреспондент НАН РК, Казахстан

Башар Мустафа Тамер, профессор Университета Иллинойса, директор Центра перспективных исследований, США

Бектемесов Мактагали Абдимажитович, член-корреспондент НИА РК, Казахский национальный аграрный университет, Казахстан

Билялов Билял, член-корреспондент НАН Азербайджана, Азербайджан

Блиев Назарбай Кадырович, академик НАН РК, Казахстан

Бокаев Нуржан Адилханович, профессор Евразийского национального университета им. Гумилева, Казахстан

Войцик Вальдемар, профессор, Люблинский технический университет, Польша

Гиви Пейман, профессор, Университет Питтсбурга, США

Гогатишвили Амиран, главный научный сотрудник Института математики Чешской Академии наук

Гогташ Фахретдин, профессор, ректор Университета Фират, Турция

Даирбеков Нурлан Слямханович, профессор, Казахстан

Дженалиев Мувашархан Танабаевич, профессор, Казахстан

Джумадильдаев Аскар Серкулович, академик НАН РК, Казахстан

Ебади Сеид, профессор, Иран

Егоров Иван Егорович, профессор, Республика Саха, Россия

Ергут Махмут, профессор, Турция

Ефендиев Месуд, профессор, Германия

Кабанихин Сергей Игоревич, член-корреспондент РАН, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Россия

Калимолдаев Максат Нурадилович, академик НАН РК, Институт информационных и вычислительных технологий, Казахстан

Калтаев Айдархан Жусупбекович, академик НИА РК, Казахский национальный технический университет им. Сатпаева, Казахстан

Кальменов Тынысбек Шарипович, академик НАН РК, Казахстан

Кангужин Балтабек Есматович, профессор, Казахстан

Канетов Бекболат Эменович, профессор, Кыргызстан

Караев Мубариз, профессор, Саудовская Аравия

Карапинар Ердал, профессор, Тайвань

Кулиев Вагиф, член-корреспондент НАН Азербайджана, Азербайджан

Маммадов Юсуф, академик НАН Азербайджана, Азербайджан

Марданов Мисир Джумаилоглы, член-корреспондент НАН Азербайджана, директор Института математики и механики НАН Азербайджана, Азербайджан

Матиева Гульбадан, член-корреспондент НАН КР, Кыргызстан

Милошевич Хранислав, профессор, Университет Приштины, Сербия

Мусин Олег, профессор, США

Насыров Семен Рафаилович, член-корреспондент АН Республики Татарстан, Россия

Нигматулин Роберт Искандерович, академик РАН, Россия

Нурсултанов Ерлан Даутбекович, профессор Евразийского национального университета им. Гумилева, Казахстан

Отелбаев Мухтарбай Отелбаевич, академик НАН РК, Казахстан

Панков Павел Сергеевич, член-корреспондент НАН КР, Кыргызстан

Ружанский Михаил Владимирович, профессор, Университет Гент, Бельгия

Саваш Екрем, профессор, ректор Университета Ушак, Турция

Садыбеков Махмуд Абдысаметович, член-корреспондент НАН РК, директор института математики КН МНВО РК, Казахстан

Салимов Ариф, профессор, Азербайджан

Султанаев Яудат, профессор, Республика Башкортостан, Россия

Тайманов Искандер Асанович, академик РАН, Институт математики им. Соболева СО РАН, Россия

Тосун Мурат, профессор университета Сакария, Турция

Умирбаев Уалбай Утмахамбетович, академик НАН РК, профессор, США

Фазуллин Зиганур Юсупович, профессор, Республика Башкортостан, Россия

Хаджиева Назиле, Азербайджан

Харин Станислав Николаевич, академик НАН РК, Казахстан

Хасиев Асеф, академик НАН Азербайджана, Азербайджан

Шокин Юрий Иванович, академик РАН, Федеральный исследовательский центр информационных и вычислительных технологий СО РАН, Россия

Шокри Али, профессор, Иран

Юксел Сердар, профессор, Канада

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ:

Темирбеков Нурлан Муханович, академик НИА РК, член-корреспондент НАН РК, Казахстан

ЧЛЕНЫ:

Абдибеков Уалихан Сейдильдаевич, член-корреспондент НИА РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Адамов Абилмажин Алирахымович, профессор, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Казахстан

Акбаров Сурхай Джаббар оглы, профессор, Технический университет Йылдыз, Турция

Акин Омер, профессор, Турция

Алиев Араз Рафиг оглы, профессор, Бакинский государственный университет, Азербайджан

Алиев Зиятхан Сейфаддин оглы, профессор, Бакинский государственный университет, Азербайджан

Амиргалиев Едилхан Несипханович, академик НИА РК, Институт вычислительных и информационных технологий, Казахстан

Байгереев Досан Ракимгалиевич, ассоциированный профессор, член-корреспондент НИА РК, Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова, Казахстан

Байзаков Асан Байзакович, профессор, Кыргызско-Российский Славянский университет имени Б. Н. Ельцина, Кыргызстан

Баканов Галитдин Баканович, Международный казахско-турецкий университет им. Х.А. Ясави, Казахстан

Бас Эрдал, профессор, Университет Фират, Турция

Бахтизин Рамиль Назифович, профессор, Уфимский государственный нефтяной технический университет, Башкортостан

Бектемесов Жоламан Мактагалиевич, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Бердышев Абдумаувлен Сулейманович, профессор, Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Казахстан

Булут Хасан, профессор, Турция

Гунгор Мехмет Али, профессор, Университет Сакарья, Турция

Гусейнзаде Сабир, профессор, Россия

Ерсой Солей, профессор, Турция

Ет Микаил, профессор, Турция

Жакебаев Даурен Бахытбекович, член-корреспондент НИА РК, Астана IT университет, Казахстан

Зафер Агаджик, профессор, Американский университет Ближнего Востока, Кувейт

Ибрахимов Наби, профессор, Азербайджан

Имангалиев Ернар Имангалиевич, Главный Ученый секретарь НИА РК, Казахстан

Иманкулов Тимур Сакенович, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Исахов Алибек Абдиашимович, профессор, член-корреспондент НИА РК Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Исгандаров Низамеддин, профессор, Бакинский государственный университет, Азербайджан

Калантаров Варга, профессор, Коч университет, Турция

Касенов Сырым Еркинович, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Лакестани Мехридад, профессор, Иран

Мадияров Мураткан Набенович, академик НИА РК, Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова, Казахстан

Маммадова Гамар, профессор, Бакинский государственный университет, Азербайджан

Мукуддинов Мукаддес, профессор, Татарстан

Муталимов Муталим, профессор, Азербайджан

Мухамбетжанов Салтанбек Талапеденович, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Намазова Гулиза Омурбековна, доцент, Кыргызстан

Озбай Хитай, профессор, Турция

Озбеклер Абдуллах, профессор, Университет Атилим, Турция

Панахов Гейлани, член-корреспондент НАН Азербайджана, Азербайджан

Сабитов Иджок, профессор, Россия

Сарсенби Абжахан Манапулы, член-корреспондент НИА РК, профессор Южно-Казахстанского университета им. М.Ауезова

Сафарова Наргиз, профессор, Азербайджан

Султанов Мурат Абдукадырович, профессор, МКТУ им. Х.А. Ясави

Тамабай Динара Оразбекқызы, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Темирбеков Алмас Нурланович, ассоциированный профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Турметов Батырхан Худайбергенович, профессор, МКТУ им. Х. А. Ясави, Казахстан

Урмашев Байдаулет Амантаевич, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Фараджов Араз, профессор, Азербайджан

Ханмаммадов Агил, профессор, Азербайджан

Хасаноглу Елман, профессор, Ишикский университет, Турция

Хомпыш Хонатбек, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Шакенов Канат Кожахметович, Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан

Шахин Байрам, профессор, Эгейский университет, Турция

Юстюнел Сулеймен, профессор, Турция

Ягубов Али, профессор, Азербайджан

Есептеу және ақпараттық технологиялар

Computational and information technologies

Вычислительные и информационные технологии

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

CREATION AND EVOLUTION OF THE MIRAS UNIVERSITY EDUCATIONAL PROCESS AUTOMATED CONTROL SYSTEM

ALEXANDER ROGOVOY [1], YEGEMBERDI TENIZBAYEV [2], DILSHODKHON SAIDULLAYEV [1]

[1]Miras University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Central Asian Innovation University, Shymkent, Kazakhstan
e-mail: rog2005@list.ru, ukgi.olip@mail.ru

Abstract. The development of educational technologies and the education system as a whole is ongoing. Both the modernization of the already familiar and the search for new innovative teaching methods are being carried out, and all this is aimed at improving the quality of education and its effectiveness. The trend of today is the active use of computers and computer technologies in education and training. The development of automation at Miras University was started with the creation of an automated system for managing the educational process of a higher educational institution, which provides the implementation of the following functionality: the implementation of security and differentiated access rights through login and password; the availability of reference books for entering standard information; the ability to track information for each student, including passport and academic data, academic performance, the history of movement around the university by orders, automatic generation of document files, audit functions and automation of the bypass sheet, automation of academic mobility, notification of students; the ability to receive information in the context of academic groups, including lists of groups, journals, rating, examination and summary statements, as well as statements of academic history, automation of educational programs, including study schedules, a rating calculator, orders for referral to practice and contingent movements; automation of the testing process; implementation of the student portal; automation of the creation of reports. The next step was the creation of a mobile application and the corresponding information and educational portal Miras.App that provides comprehensive automation of the process of credit technology training. The system consists of a centralized database in which the processes and information of the university are presented. A so-called personal account (web page) is provided for each student and employee, which allows the university staff to automate their main tasks, students to see the necessary information, and remotely studying students to instantly get access to cases and knowledge control, communicate directly with the teacher in real time. In connection with the development of distance education, including during the pandemic, Miras University has developed and implemented its own proctoring system Miras.Proctoring, which allows checking the level of academic integrity in the online testing process by analyzing video recordings using artificial intelligence algorithms. Thus, the continuous development of software and information systems makes it possible to improve the quality and accessibility of education.

Keywords: automated control system, mobile application, proctoring, university, studying process

AMS Subject Classification: 68N19, 68M11

1. Introduction

The development of educational technologies and the education system as a whole is ongoing. Both the modernization of the already familiar and the search for new innovative teaching methods are being carried out, and all this is aimed at improving the quality of education and its effectiveness. The trend of today is the active use of computers and computer technologies

in education and training, which is reflected in a large number of scientific research in this area. In particular, the work [1] has studied a framework to understand student engagement, team dynamics and learning outcomes. The work [2] deals with design and implementation of a data visualization course in an undergraduate information systems curriculum. The research [3] is dedicated to applying an extended task-technology fit for establishing determinants of mobile learning.

If computers were originally used as a computing tool, then in recent decades, especially with the development of multimedia technologies, they have transformed and become widely used to work with information of a wide variety of properties. That is why they began to play a big role in the organization of the educational process, because their capabilities are very well applicable to work with the entire array of knowledge and skills, which is rich in the history of mankind. The role of information technology in becoming learning organization has been studied in [4].

Information systems have acquired great importance in the field of distance education. Due to the development of computer systems and networks, distance education, involving the process of learning at a distance, was able to transmit information almost instantly. This contributed to the rapid exchange of educational and methodological materials, convenient verification of knowledge and reduction of communication and transport costs. If we are talking about networks and network processes and technologies, then, of course, they always mean the Internet. The World Wide Web, connecting computers and users everywhere, contributes to the organization of the educational process remotely almost everywhere and in the shortest possible time. The use of Internet and network technologies also improves the educational virtual educational space, since educational materials and knowledge from a variety of sources can be instantly obtained on your work computer using a search engine program. This fact forms a creative approach to education, brings independent work to a new level, already in the virtual world. In particular, the work [5] is dedicated to Evaluation of a technical information systems module for distance learning during the COVID-19 pandemic.

The use of information, computer and network technologies and the organization of distance education is the same way of obtaining knowledge as traditional forms, such as correspondence and full time. At the same time, in the educational environment, it is possible to use the best methods, as well as methods and types of education involving computer and information systems. The technologies of such training use a wide variety of types of information systems, primarily new and modern. But there are some difficulties in the implementation of learning processes. Perhaps the main one is the inconsistency of various automated technologies and systems in education, their fragmentation. It is these problems that mainly represent the "bottleneck" of the application of information systems in training. In addition, an important problem is the adequacy of the level of knowledge control, the solution of security issues of the relevant databases. It is also far from ideal in the problems related to the unification of textbooks, manuals, programs, etc. It is not difficult to see that the practical significance of information technology is directly correlated with overcoming these difficulties. Difficulties of distance education have been studied in [6].

At the same time, the issues of information protection in the relevant databases are of great importance. The study and practical application of databases and software for working with them is of great theoretical and practical importance. From a theoretical point of view, database management systems are the most studied type of software, so it is more and more difficult to introduce something new into their study, and therefore valuable. From a practical point of view, work on databases is relevant due to the ever-increasing amount of data that both people and computing systems operate on. That is why competent automation of data analysis and processing processes is so important in the matter of their ordering and the very possibility of working with them. It is precisely because of the huge amounts of information and the inability to physically cover everything, not only for a person, but also for any super powerful computer, that there is a need to develop special software that allows you to systematize and

organize information. And here the distributed nature of data in information systems becomes of great importance, that is, such an organization of work with data in which each user or administrator (together with the corresponding hardware and software) works only with the segment of information that he needs or to which he has access due to his duties or security policy.

As a natural feature of these information systems, as well as in connection with the development of local and global networks, modern software in the field of working with data is unthinkable without remote access and the ability to work in the environment remotely. It should be noted that students' perception of distance education has been studied in [7].

The priority direction of the research work of Miras University is research in the field of information technologies, software, mobile applications and their use in the organization of the educational process. The university has developed and operates an automated system for managing the educational process of a higher educational institution and the corresponding mobile application Miras.App, its own proctoring system, for which author's certificates have been obtained.

The development of automation at Miras University was started in 2015 with the creation of an automated system for managing the educational process of a higher educational institution. In 2016, the author's certificate of the Republic of Kazakhstan No. 0678 dated 14.04.2016 "Automated educational process management system of a higher educational institution" (computer program) was received for it.

The next step was the creation, starting in 2018, of a mobile application and the corresponding information and educational portal Miras.App that provides comprehensive automation of the process of credit technology training. In 2019, the author's certificate of the Republic of Kazakhstan No. 5473 dated 25.09.2019 for the computer program Miras.App was received.

In connection with the development of distance education, including during the pandemic, Miras University, starting in 2020, has developed and implemented its own proctoring system Miras.Proctoring, which allows checking the level of academic integrity in the online testing process by analyzing video recordings using artificial intelligence algorithms. In 2021, the author's certificate of the Republic of Kazakhstan No. 18293 dated 02.06.2021 was also received for the computer program Miras.Proctoring.

The purpose of this work is to describe the process of automation of scientific and educational processes of the university and the creation of a comprehensive information system and a corresponding mobile application, as well as a proctoring system aimed at implementing the main information flows using the example of the Miras.App mobile application used in the activities of the Miras University.

2. Problem statement and analysis of the research object

Automated learning process management system. The automated educational process management system refers to the field of educational systems, in particular to information systems designed to automate scientific and educational processes. The credit technology, according to which the educational process is carried out in higher educational institutions of the Republic of Kazakhstan, is the most flexible and effective. It ensures academic mobility and the demand for graduates in rapidly changing labor market conditions. This is ensured by flexible planning of academic programs focused on the demands of the labor market, electivity of half of the disciplines of the curriculum, increased quality of teaching due to competition, intensification of the educational process, introduction of information systems, increasing the role of independent work of the student. The achieved technical result is automation of scientific and educational processes of higher educational institutions; implementation of computerized collection, storage, processing and output of all types of data to simplify the work of university staff; automation of forms and systems for submitting reports to the Ministry of Education and

Science, taking into account current requirements; implementation of information and notification functions for teachers and students. Access to the system is carried out using a login and password, which is created by the system administrator, while the administrator assigns access rights to each user. Every action and every entity in the system has access rights. To systematize the rights assignment scheme, roles are created, that is, a certain set of rights. By assigning roles, not entities, you can track lists of users who have any rights. Only the system administrator has full rights. The search results in the system are displayed page by page. The number of entries per page can be adjusted on the navigation bar. It is located at the top edge of the table and duplicated at the bottom. Navigation consists of buttons to move to the previous table, to the first table, to the next table and to the last table, search filters by the first letters and selection from the drop-down list. At the same time, links are highlighted in blue and underlined. In order for data to be collected in reports and analyzed, reference books have been created that eliminate manual data collection, for example, a directory of genders, languages of instruction, nationalities, educational institutions, localities, etc. Reference books not only have an informational function, but also communicate with many other reference books. When adding an applicant, his personal and educational information is indicated. The data can be entered in text format, in date format, or by the method of selection from the drop-down list that refers to the corresponding directory. The applicant's photo can be saved via a webcam or by selecting from the photos saved on the computer. From the moment the student is enrolled in the database, his history of movement around the university is kept in chronological order. It is possible to trace all movements by orders, groups and print an extract from the order. The page contains all types of documents that are necessary for the student from the moment of enrollment. All documents are automated. When forming a document, all the required information is automatically taken from the introductory, educational or contact information. All references to the place of demand are also automated. The system provides an audit function, which provides an opportunity to see who and when performed any action related to changing the data of students. This function allows you to monitor the performance of their duties by employees and will reveal the nature of the error made. A workaround sheet is also automated. It allows you to identify the presence or absence of student debt to the university without effort on the part of the student himself. The academic mobility function has been implemented. The system automatically analyzes educational programs, the difference between them, compares them with the academic certificate of the translator, selects possible educational programs and issues a permit or ban on translation. It is provided to notify students by SMS notification or sending a notification to the portal. The message can be either personal (to one student) or mass, and the created complex filter allows you to select any group of students for notification. The system automates the process of creating educational programs and study schedules based on the educational standards of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan and the internal rules of the University. The document flow on the movement of the contingent, transfer of students to the next course, expulsion, restoration, referral to practice, etc. is also automated. Academic groups are created annually. The formation of the group takes place automatically by means of an order on the distribution of groups. The corresponding tabs contain information about students, expulsions, academic performance. The journal of the group provides information about the disciplines studied by this group, in the context of semesters. This journal is divided into journals for each specific discipline. Only the teacher who teaches this discipline has access to journals and the ability to set current, milestone and exam grades. The testing module allows you to objectively evaluate the knowledge of students through test tasks. Files with test questions are uploaded in the installed form to the system and are checked for correctness of compilation. There is a system of authorization of the student in the testing center, which guarantees the passage of testing by specific students at a set time, with a certain duration and number of questions. The grades obtained in the testing module are automatically sent to the journals of groups and students' academic performance, as well

as take part in the calculation of the rating and final grades, and cannot be corrected. The system automatically calculates the student's rating and final grade based on the grades given by the teacher, as well as the grades received during testing. It is possible to compile a summary statement and calculate the GPA score in the context of the academic period. On the student's progress page, all disciplines completed earlier and those studied in the current period are displayed, as well as grades for them. Depending on the academic schedule and the educational program, each discipline may have different types of knowledge assessment, the number of ratings and the form of final control. The name of each discipline is a link that directs the group to the journal, where you can see what grades the student's rating consists of. The progress page consists of three blocks: semester disciplines, term papers, additional types of training. Each final grade has an equivalent in letters and points. The average score is also displayed, which is calculated automatically after each change in the final grades. The score is calculated for all the periods passed by the students. The data collected by the system is displayed in different types of reports: report on applicants, contingent movement, contingent movement on the date, for the period, comparative analysis, admission to the session, session results, etc. The reports not only display the available information, but also perform complex mathematical calculations to facilitate the work of university staff. The proposed automated educational process management system makes it possible to automate the scientific and educational process at a higher educational institution at a high technical level, using a local network and the global Internet, reduce the time and costs of organization, guarantee compliance with legal and regulatory documents, dramatically reduce the number of errors, increase the transparency of the educational process, make the system convenient for all users.

Automated information and educational portal and the corresponding Miras.App mobile application. Automated information and educational portal Miras.App, is an automated information system that provides comprehensive automation of the process of credit technology training. The system consists of a centralized database in which the processes and information of the university are presented. The main tasks of the information and educational portal - Miras.App: formation of a new information environment in the field of education; preservation of data of applicants, students and graduates; ensuring students' academic achievements in academic disciplines for the relevant academic period, the effectiveness of assessment and qualification of examination sessions; ensuring students' access to information necessary for the implementation of the educational process; enabling teachers to develop teaching materials, test tasks, check students' knowledge; ensuring reporting of various types; establishing a clear and two-way communication between the university and participants educational process; automation, optimization and transparency of educational, scientific and educational processes; accounting, processing and storage of personal data of the educational process; formation of direct links between employers and potential employees; increasing the availability of education; implementation of a strategic plan for the development of the university.

Automated proctoring information system Miras.Proctoring. Automated information system Miras.Proctoring allows you to check the level of academic integrity in the online testing process by analyzing video recordings using artificial intelligence algorithms.

3. Methods of research and development of the information system

Automated learning process management system. The Java software platform and Java 1.8 programming language were used using Java Server Faces, Prime Faces, Open Faces, Hibernate, Spring Framework technologies; MySQL database management system; Windows operating system versions XP and later, Mozilla Firefox or Google Chrome browsers. The programming language is an object-oriented programming language Java 1.8 and a programming language for managing MySQL - SQL databases. Type of implementing computer - server part - any type of personal computer that meets the minimum system requirements (1 GHz processor, video adapter and VGA monitor (640x480), free space on HDD 16 GB, RAM 4 GB,

user interaction device keyboard and mouse, sound card, speaker and/or headphones, mandatory presence of grounding in the outlet), the client part is a personal computer that provides the operation of a Web browser.

Automated information and educational portal and the corresponding Miras.App mobile application. The PHP software platform and PHP programming language were used using Laravel 6, Boot Strap technologies; MySQL database management system; Windows operating system versions XP and later, Mozilla Firefox or Google Chrome browsers. The programming language is an object-oriented PHP programming language and a programming language for managing MySQL - SQL databases. Type of implementing computer - server part - any type of personal computer that meets the minimum system requirements (1.6 Ghz processor, video adapter and VGA monitor (640x480), free space on HDD 40 GB, 512 GB RAM, user interaction device keyboard and mouse, sound card, speaker and/or headphones, mandatory the presence of grounding in the outlet), the client part is a personal computer that provides the operation of a Web browser.

Automated proctoring information system Miras.Proctoring. The PHP software platform and PHP programming language using Laravel 6, Boot Strap technologies; Phyton programming language; MySQL database management system; Windows operating system versions XP and later, Mozilla Firefox or Google Chrome browsers are used.

4. Research results

Automated learning process management system. The developed automated information management system of a higher educational institution provides the implementation of the following functionality: implementation of security and differentiated access rights through login and password; availability of reference books for entering standard information; the ability to track information for each student, including passport and academic data, academic performance, the history of movement around the university by orders, automatic generation of document files, audit functions and automation of the bypass sheet, automation of academic mobility, notification of students; the ability to receive information in the context of academic groups, including lists of groups, journals, rating, examination and summary statements, as well as statements of academic history, automation of educational programs, including study schedules, a rating calculator, orders for referral to practice and contingent movements; automation of the testing process; implementation of the student portal; automation of the creation of reports.

Automated information and educational portal and the corresponding Miras.App mobile application. In accordance with the requirements of modernity and the dynamic development of information technologies, the educational process at Miras University is based on the University's information and educational portal Miras.app, which is an automated information system that provides comprehensive automation of the process of credit technology training. The Miras.app information and educational portal is designed for free interaction of the university teaching staff with undergraduate and graduate students, displaying personal information and academic achievements of students, financial component, academic calendar, information about the schedule of classes, schedules of intermediate and final certification, university news and other data. With the help of Miras.App the following educational processes are automated: entering information about students; entering information about employees; registration of students and teachers for disciplines; development of individual curricula; creation of academic streams; organization of current, intermediate and final certification of students; formation of a database of educational achievements of students; introduction of teaching materials; maintaining a file of students, employees, teachers; assessment of students' knowledge by teachers; the ability to maintain an electronic log of student visits by QR; timely compilation of various reports. Each employee has a separate office that provides automation of their main tasks: input of electronic versions of educational materials, complexes of disciplines provided to students, knowledge control; interaction with the teacher in real time on the Internet. Each student using

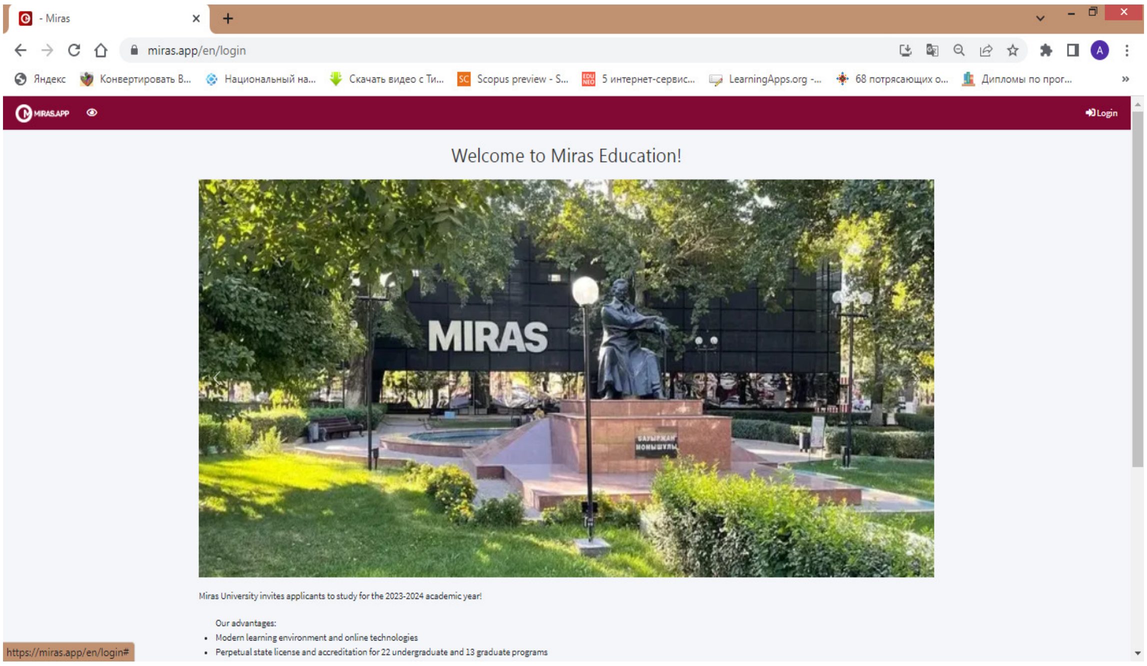


FIGURE 1. The home page of the Miras.App information system

his virtual (personal) office has the opportunity to: get acquainted with the university; visit the electronic library; take part in a questionnaire; view information about financial transactions on your virtual account; register for elective disciplines to compile your individual curriculum; get acquainted with electronic educational complexes (syllabuses) of disciplines; get timely grades for foreign controls / exam; view your academic achievements (transcript). The system also provides for the possibility of using a virtual audience (chat/forum).

Automated proctoring information system Miras.Proctoring. The system checks (evaluates) the level of suspicion of the video by the following indicators: face recognition and identification; analysis of head and body movement; determination of noise level; determination of the use of foreign objects; determination of the multiface; determination of the substitution of the student with the image; determination of the deterioration of the video stream, including exiting full-screen mode and working in other windows. The system analyzes photo frames from the video for violations by configurable indicators and the frequency period of the analyzed frames. After verification, the system issues a report on the number and nature of violations. Depending on the capabilities of the learning platform, the exam result can be approved or rejected automatically.

5. Use and interface of the Miras.App information system

The portal opens in the browser of any computer or smartphone by entering the address - Mac.App. The interface supports the use of one of three languages - Kazakh, Russian or English. Registration is carried out by using a Telegram bot (Figure 1). The portal contains 4 main sections: profile; finance; learning; dean's office. The "Finance" section provides financial information: the current account balance; information about discounts; how to top up the account; transaction history; refund. In the "Dean's Office - Notifications" section, the user receives personal notifications. The "Announcements" tab is provided for general University announcements.

After completing registration and logging in, the following features are available to the user: Profile - personal information is located, the Documents tab lists the documents submitted to the admissions committee, and the user can upload their own documents; UNT (unified

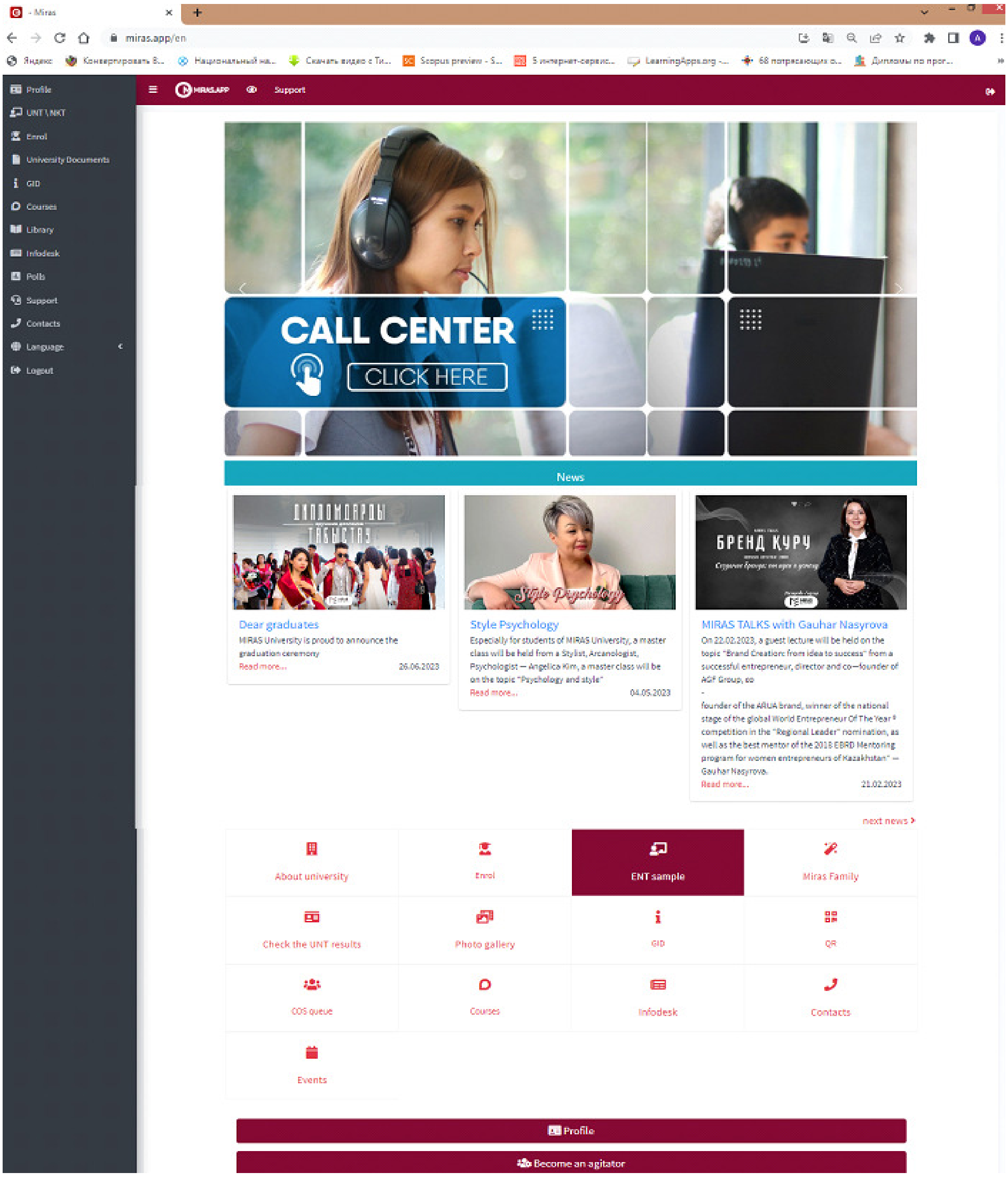


FIGURE 2. Appearance of the user's personal page

national testing) - passing a trial exam; Enroll - the option of submitting documents for training is available, and in case of admission - all actions for the formation of the curriculum, the choice of disciplines, information on the schedule of classes, passing exams and so on; University documentation - basic regulatory documents; Student's guide - guide; Courses - information about the completion of various courses; Library; Infodesk; Survey; Contacts; News and much more. The appearance of the user's personal page is shown in Figure 2.

Access to the information and educational portal for teachers is provided at t.miras.app. Registration is carried out by phone number or email address (Figure 3).

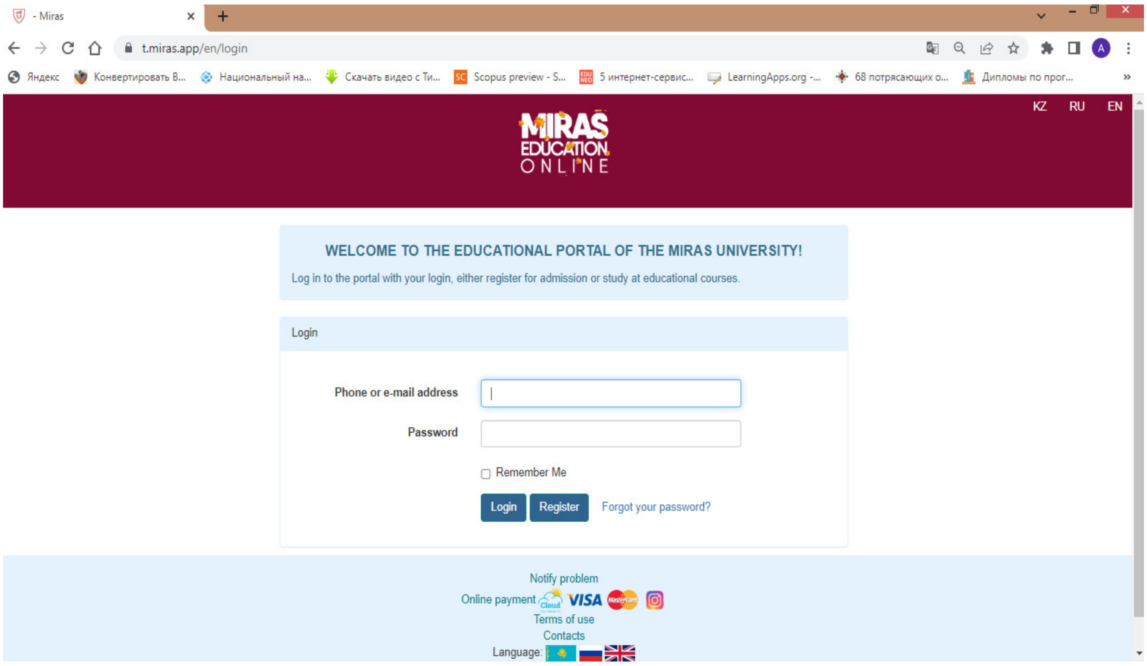


FIGURE 3. The home page of the Miras.App portal for professors and tutors

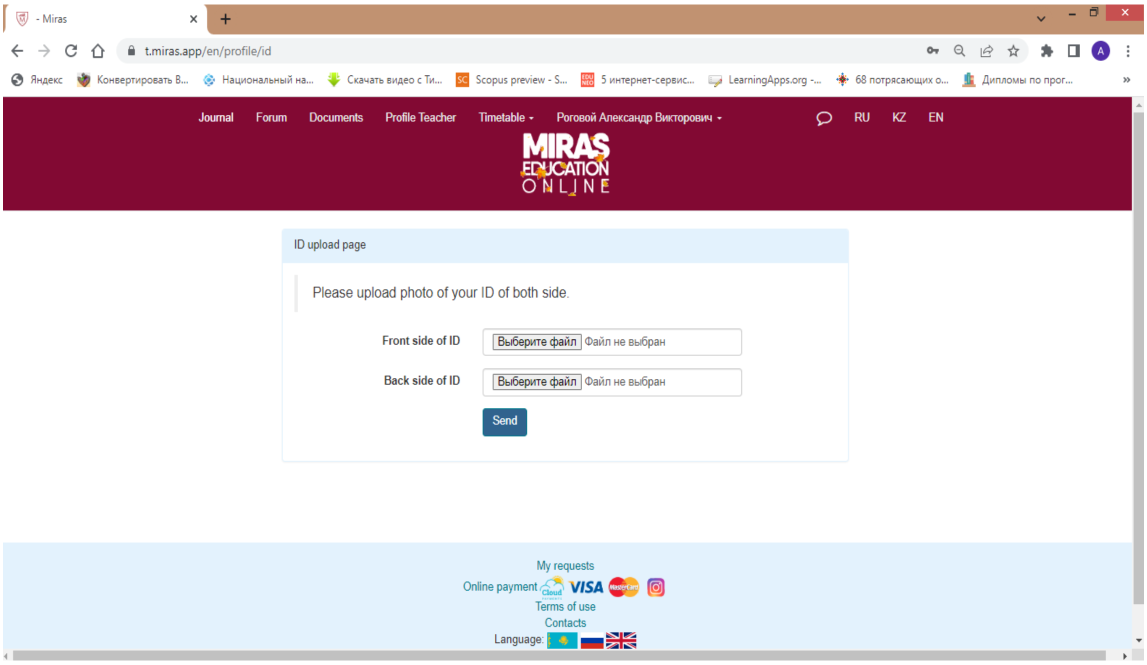


FIGURE 4. Appearance of the tutor's personal page (profile)

After logging in, the following features are available - Journal, Forum, Documents, Tutor Profile (Figure 4) and Schedule.

The Journal tab allows you to set and view students' grades by groups and streams (Figure 5).

The Documents tab contains regulatory documents, and the "Forum" tab allows you to organize interactive communication between students and tutors (Figure 6).

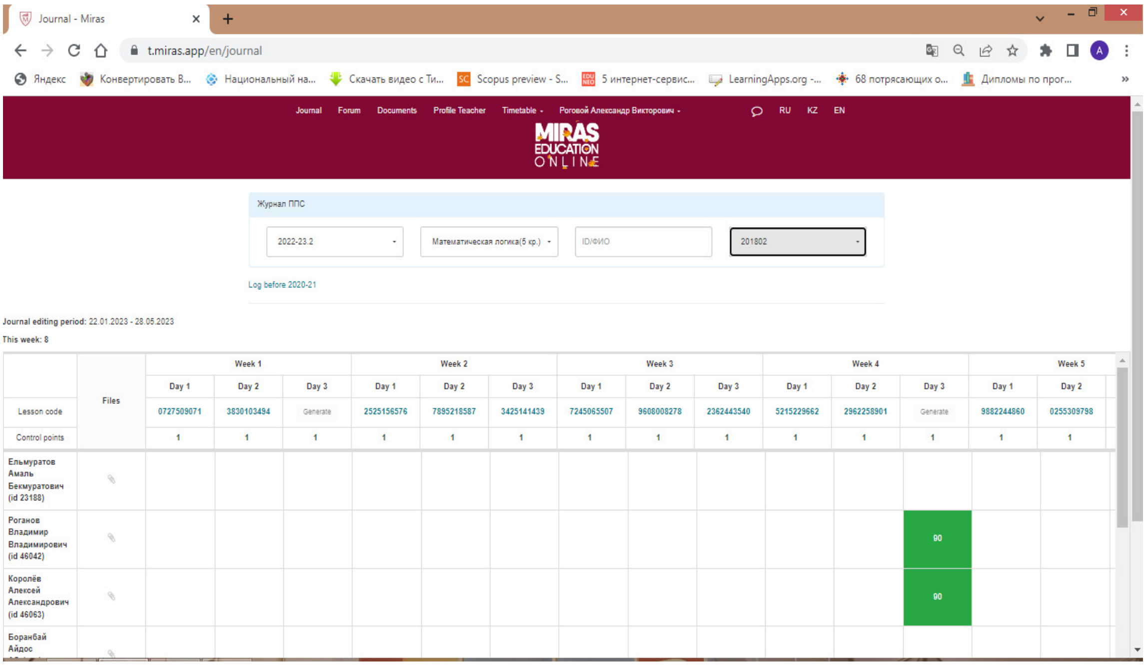


FIGURE 5. Tutor's journal

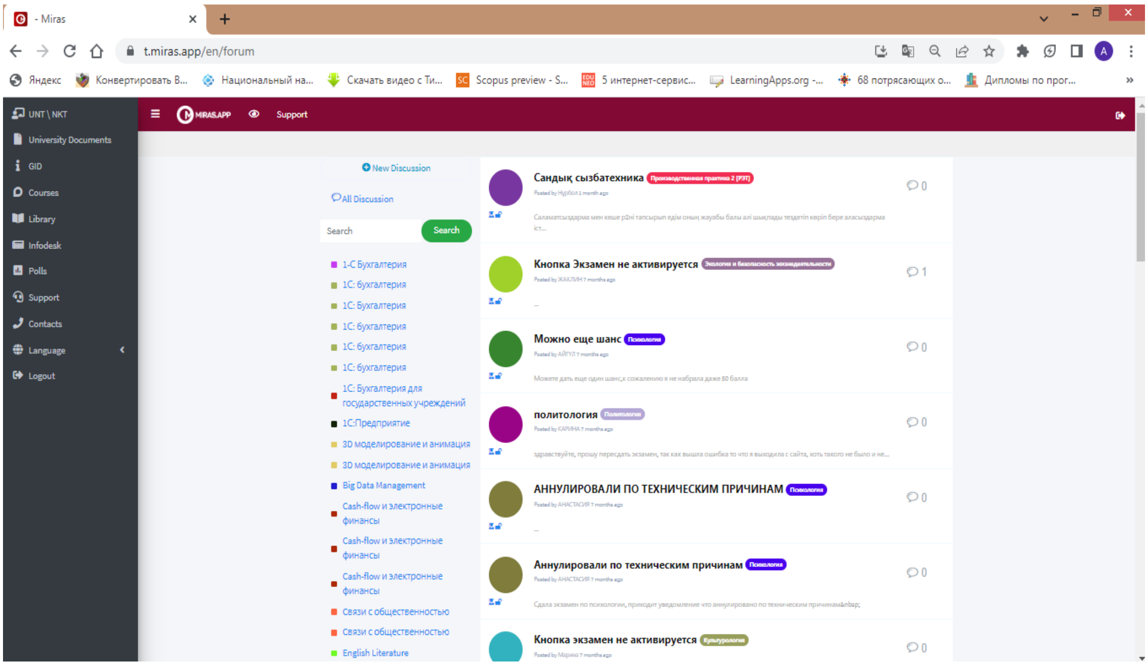


FIGURE 6. The Forum tab

The Schedule tab allows the teacher to set the time and place of classes, which is automatically displayed on students' pages, as well as view the schedule of classes (Figure 7).

Also note that the Miras.App portal provides a special mode for use by the university administration with the appropriate access rights and permissions.

Thus, the Miras.App information system allows you to automate all processes and flows of a modern university.

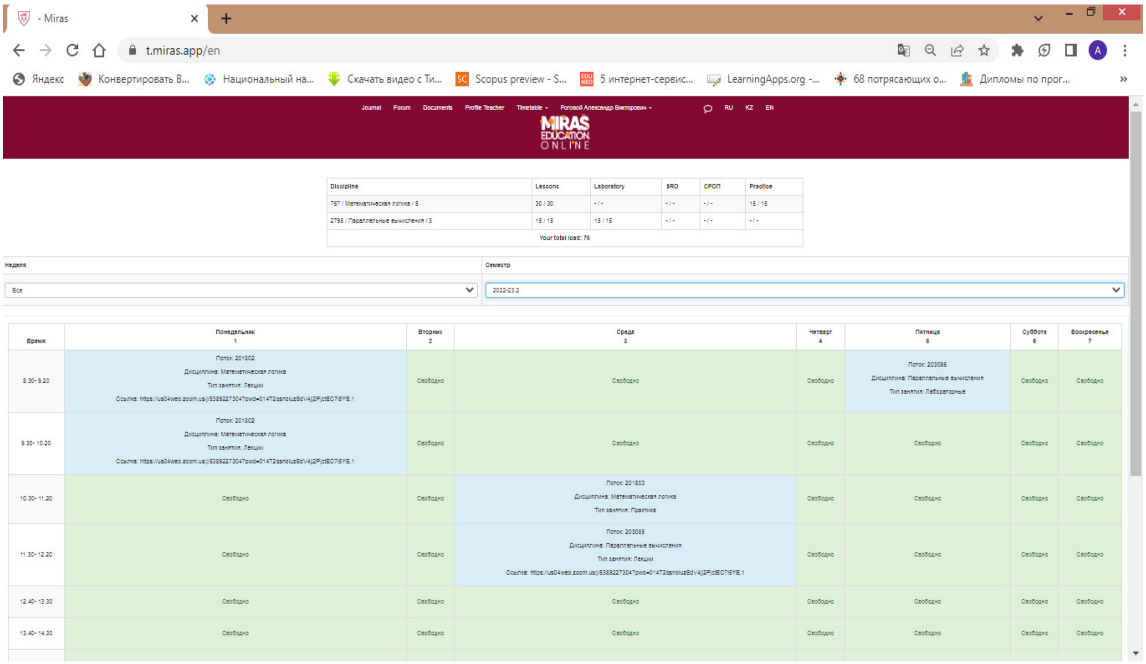


FIGURE 7. Schedule tab

6. CONCLUSION

The analysis of scientific, methodological, normative literature, international studies allows us to conclude about the relevance of the problem of creating an automated educational process management system focused on credit technology of education and regulatory legal acts of the Republic of Kazakhstan. For its successful functioning, it is necessary to systematically use high-level languages, relational databases and distributed access technology in the design process. The achieved result is the automation of scientific and educational processes of higher educational institutions; implementation of computerized collection, storage, processing and output of all types of data to simplify the work of university staff; automation of forms and systems for submitting reports to the Ministry of Science and Higher Education, taking into account current requirements; implementation of information and notification functions for teachers and students. The proposed automated educational process management system makes it possible to automate the scientific and educational process at a higher educational institution at a high technical level, using a local network and the global Internet, reduce the time and costs of organization, guarantee compliance with legal and regulatory documents, dramatically reduce the number of errors, increase the transparency of the educational process, make the system convenient for students, teachers and staff of the university.

The created mobile application and the corresponding automated Miras.App management system are oriented for use in Kazakhstani universities with distance learning and credit systems used and make it possible to comprehensively automate the flows of the distance learning system and credit technology. The environment contains a single database, which reflects all the real processes and events of the university. Each professor and student has their own page, which allows university staff to automate their basic tasks, and students to receive the necessary information, and students studying remotely can instantly get access to educational materials and modules for independent work and knowledge control, in real time directly contact the teacher via the global Internet or the internal network university.

The obtained control information systems can be used in the educational process, in the development of control algorithms and for continuous monitoring of processes. Information systems

for managing the educational process can be upgraded in the future due to the appearance of new versions of programs, new generations of computing and measuring equipment.

References

[1] Eder L.B., Antonucci Y.L., Monk E.F., Developing a Framework to Understand Student Engagement, Team Dynamics, and Learning Outcomes Using ERPsim, *Journal of Information Systems Education* , Vol.30, No.2, 2019, pp.127-140.

[2] Nestorov S., Nenad J., Rossi S., Design and Implementation of a Data Visualization Course with a Real-World Project Component in an Undergraduate Information Systems Curriculum, *Journal of Information Systems Education* , Vol.30, No.3, 2019, pp.202-211.

[3] Bere A., Applying an Extended Task-Technology Fit for Establishing Determinants of Mobile Learning: An Instant Messaging Initiative, *Journal of Information Systems Education* , Vol.29, No.4, 2018, pp.239-252.

[4] Altynay F., Dagli G., Altynay Z., The Role of Information Technology in Becoming Learning Organization, *Procedia Computer Science* , Vol.102, 2016, pp.663-667.

[5] Aryal A., Balan S., Evaluation of a technical information systems module for distance learning during the COVID-19 pandemic, *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning* , Vol.16, No.1, 2023, pp.53-66.

[6] Yeh Ching-Yi, Tsai Chin-Chung, Massive Distance Education: Barriers and Challenges in Shifting to a Complete Online Learning Environment, *Frontiers in Psychology* , Vol.13, 2022, pp.1-8.

[7] Fidalgo P., Thormann J., Kulyk O. et al., Students perceptions on distance education: A multinational study, *International Journal of Educational Technology in Higher Education* , Vol.17, 2020, pp.1-18.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

NUMERICAL SOLUTION OF THE BURGERS EQUATION BY THE CONJUGATE OPTIMIZATION METHOD

ALMAS TEMIRBEKOV[1], SYRYM KASENOV[1], LAURA TEMIRBEKOVA[2]

[1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2] Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: almas_tem@mail.ru

1. Introduction

For effective numerical solution of a wide class of mathematical physics problems in arbitrary domains, the fictitious domain [1, 2] method is successfully used.

The fictitious domain method finds its application in solving computational fluid dynamics problems, such as modeling the motion of particles in a fluid flow [3], problems on the motion of incompressible fluid [4], the two-phase Stokes problem taking into account surface tension [5], as well as in modeling the flow of moving or deformable bodies with fluid flow [6, 7, 8].

R. Glovinski, T-V. Pan, J. Perio [9, 10, 11, 12] proposed a family of area separation methods based on the use of a Lagrange multiplier defined at the actual boundary. The proposed method associated with true boundary conditions is used to simulate inviscid potential incompressible fluid flows. In this approach, the original differential problem is reformulated as an optimal control problem with a saddle point, and the numerical solution is carried out using the iterative conjugate gradient method.

This paper presents a fictitious domain method for the Burgers equation, which combines the ideas of conjugate optimization. This method makes it possible to construct a homogeneous difference scheme in an extended domain. The advantage of this method lies in its convenience for automating programming. In this context, a reasonable continuation of the coefficients of the main equation leads to the convergence of the solution in the initial domain to the desired solution, which is confirmed by both mathematical proofs and the results of numerical calculations.

2. Formulation of the auxiliary and adjoint problem

Consider a model problem for the Burgers equation

$$Au(x,t) \equiv \frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} - \mu\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x,t) \qquad (x,t) \in Q_T, \tag{2.1}$$

$$u(0,t) = g_1(t), \quad u(\xi,t) = g_2(t), \qquad t \in (0,T), \tag{2.2}$$

$$u(x,0) = v(x), \qquad x \in (0,\xi), \tag{2.3}$$

where $Q_T = (0,\xi) \times (0,T), 0 < \xi < 1$.

We will assume that the solution of this problem is also continuous, differentiable with respect to t and twice differentiable in the domain Q_T, the coefficient μ is constant, and the function $f(x,t) \in C(Q_T), g_1(t), g_2(t) \in C(0,T)$.

This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP09058430).

Let us construct an auxiliary problem of the fictitious domain method in the region $Q_T^\varepsilon = (0,1)\times(0,T)$

$$A^\varepsilon u^\varepsilon(x,t) \equiv \frac{\partial u^\varepsilon}{\partial t} + u^\varepsilon\frac{\partial u^\varepsilon}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu^\varepsilon(x)\frac{\partial u^\varepsilon}{\partial x}\right) = f^\varepsilon(x,t) \qquad (x,t)\in Q_T^\varepsilon, \tag{2.4}$$

$$u^\varepsilon(0,t) = g_1(t), \quad u^\varepsilon(1,t) = 0, \qquad t\in(0,T), \tag{2.5}$$

$$u^\varepsilon(x,0) = v^\varepsilon(x), \qquad x\in(0,1), \tag{2.6}$$

where

$$\mu^\varepsilon(x) = \begin{cases}\mu, & 0<x<\xi,\\ \dfrac{\mu}{\varepsilon}, & \xi\le x<1\end{cases}$$

$$f^\varepsilon(x,t) = \begin{cases} f(x,t), & (x,t)\in Q_T,\\ 0, & (x,t)\in Q_T^\varepsilon/Q_T.\end{cases} \tag{2.7}$$

$$v^\varepsilon(x) = \begin{cases} v(x), & 0<x<\xi,\\ 0, & \xi\le x<1\end{cases}$$

The goal is to find minimizing functional

$$I = \frac{1}{2}\int\limits_{\substack{0<t<T\\ x=\xi}} \big(u^\varepsilon - g_2(t)\big)^2 dt \tag{2.8}$$

We define the Lagrangian L for the minimization problem as

$$L = \frac{1}{2}\int\limits_{\substack{0<t<T\\ x=\xi}} \big(u^\varepsilon - g_2(t)\big)^2 dt + \int\limits_{Q_T^\varepsilon} \psi\left(\frac{\partial u^\varepsilon}{\partial t} + u^\varepsilon\frac{\partial u^\varepsilon}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu^\varepsilon(x)\frac{\partial u^\varepsilon}{\partial x}\right) - f^\varepsilon(x,t)\right)dxdt \tag{2.9}$$

where $\psi(x,t)$ is the Lagrange multiplier.

In this problem, the control is a "pointwise" control defined within a region. In many problems of continuum mechanics, the control is the domain itself („geometrical" control) [13, 14].

In [15], the solution of the adjoint Navier-Stokes equation is analyzed. The problem of flow around a cylinder is solved numerically, while the resistance of the cylinder is taken into account by the adjoint formulation.

Thus, we want to minimize some „price functional", the first term of which corresponds to the cost of the control itself, and the second corresponds to the controlled object.

For the first variation of the functional (2.9) from $\left.\dfrac{dL(u^\varepsilon + \alpha\cdot\delta u^\varepsilon)}{d\alpha}\right|_{\alpha=0}$, we obtain by formal calculations

$$\delta L = \int\limits_{\substack{0<t<T\\ x=\xi}} \big(u^\varepsilon - g_2(t)\big)\cdot\delta u^\varepsilon dt + \int\limits_{Q_T^\varepsilon} \psi\left(\frac{\partial \delta u^\varepsilon}{\partial t} + \delta u^\varepsilon\frac{\partial u^\varepsilon}{\partial x} + u^\varepsilon\frac{\partial \delta u^\varepsilon}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu^\varepsilon(x)\frac{\partial \delta u^\varepsilon}{\partial x}\right)\right)dxdt \tag{2.10}$$

and then, by Green's formula, we have

$$\delta L = \int\limits_{\substack{0<t<T\\ x=\xi}} \big(u^\varepsilon - g_2(t)\big)\cdot \delta u^\varepsilon dt + \int\limits_{Q_T^\varepsilon} \left(-\frac{\partial \psi}{\partial t} - u^\varepsilon \frac{\partial \psi}{\partial x} + \psi \frac{\partial u^\varepsilon}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu^\varepsilon(x)\frac{\partial \psi}{\partial x}\right)\right)\cdot \delta u^\varepsilon dxdt +$$

$$-\int\limits_0^T \left(\mu^\varepsilon(x)\cdot\psi(x,t)\cdot\frac{\partial \delta u^\varepsilon(x,t)}{\partial x} - \mu^\varepsilon(x)\cdot\frac{\partial\psi(x,t)}{\partial x}\cdot\delta u^\varepsilon(x,t)\right)\Bigg|_{x=0}^{x=1} dt$$

More detailed is the following expression

$$\delta L = \int\limits_{\substack{0<t<T\\ x=\xi}} \big(u^\varepsilon - g_2(t)\big)\cdot \delta u^\varepsilon dt + \int\limits_{Q_T^\varepsilon} \left(-\frac{\partial \psi}{\partial t} - u^\varepsilon \frac{\partial \psi}{\partial x} + \psi \frac{\partial u^\varepsilon}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu^\varepsilon(x)\frac{\partial \psi}{\partial x}\right)\right)\cdot \delta u^\varepsilon dxdt +$$

$$+\int\limits_0^1 \big(\psi(x,T)\cdot\delta u^\varepsilon(x,T) - \psi(x,0)\cdot\delta u^\varepsilon(x,0)\big)dx +$$

$$+\int\limits_0^T \big[\psi(1,t)\cdot g_2(t)\cdot\delta u^\varepsilon(1,t) - \psi(0,t)\cdot g_1(t)\cdot\delta u^\varepsilon(0,t)\big]dt +$$

$$+\int\limits_0^T \mu^\varepsilon(0)\cdot\psi(0,t)\cdot\frac{\partial\delta u^\varepsilon(0,t)}{\partial x}dt - \int\limits_0^T \mu^\varepsilon(0)\cdot\frac{\partial\psi(0,t)}{\partial x}\cdot\delta u^\varepsilon(0,t)dt$$

$$-\int\limits_0^T \mu^\varepsilon(1)\cdot\psi(1,t)\cdot\frac{\partial\delta u^\varepsilon(1,t)}{\partial x}dt + \int\limits_0^T \mu^\varepsilon(1)\cdot\frac{\partial\psi(1,t)}{\partial x}\cdot\delta u^\varepsilon(1,t)dt. \tag{2.11}$$

We require that the boundary expressions in (2.11) vanish and $\delta L < 0$. Therefore, we set

$$\psi(x,T) = 0 \tag{2.12}$$

and boundary conditions for $\psi(x,t)$ at $x = 0$ and $x = 1$.

$$\psi(0,t) = 0, \quad \psi(1,t) = 0. \tag{2.13}$$

All this will lead to the integration of the adjoint problem with inverse time (retrospective problem)

$$A^*\psi(x,t) = \frac{\partial\psi}{\partial t} + u^\varepsilon\frac{\partial\psi}{\partial x} - \psi\frac{\partial u^\varepsilon}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\mu^\varepsilon(x)\frac{\partial\psi}{\partial x}\right) = u^\varepsilon(\xi,t) - g_2(t) \tag{2.14}$$

back in time

$$\psi(x,T) = 0 \tag{2.15}$$

with boundary conditions (2.13) at each approximation of u^ε as a solution to problem (2.4)-(2.7). The solution of the adjoint problem is used to approximate the values of $u^\varepsilon(\xi,t)$.

3. Iterative process of approximate solution of an auxiliary problem

Let us construct a uniform grid in the region Q_T^ε

$$Q^\varepsilon_{T,h\tau} = \left\{x_i = (i-1)h, h = \frac{1}{N-1}, i = 1,2,...,N; t_n = (n-1)\tau, \tau = \frac{1}{M-1}, n = 1,2,...,M\right\} \tag{3.1}$$

Let the actual boundary of the region $x = \xi$ correspond to the node k. Then the corresponding difference scheme of problems (2.4)-(2.7) has the form

$$v_{t,i}^n + \frac{1}{2h}\Big[\big(v_i^n - |v_i^n|\big)\cdot\big(v_{i+1}^{n+1} - v_i^{n+1}\big) + \big(v_i^n + |v_i^n|\big)\cdot\big(v_i^{n+1} - v_{i-1}^{n+1}\big)\Big] - \big(\mu_i \cdot v_{\bar{x}}^{n+1}\big)_{x,i} = f_i^n, \quad (3.2)$$

$i = 1, 2, ..., N-1; \qquad n = 1, 2, ..., M-1,$

$$v_1^{n+1} = g_1(t_{n+1}), \quad v_N^{n+1} = g_2(t_{n+1}), \qquad n = 0, 1, ..., M-1, \quad (3.3)$$

$$v_i^1 = v^{\varepsilon}(x_i), \qquad i = 1, 2, ..., N.$$

For the adjoint problem, we have a difference scheme in the grid domain $Q_{T,h\tau}^{\varepsilon}$

$$\psi_{t,i}^n + \frac{1}{2h}\Big[\big(v_i^n - |v_i^n|\big)\cdot\big(\psi_{i+1}^n - \psi_i^n\big) + \big(v_i^n + |v_i^n|\big)\cdot\big(\psi_i^n - \psi_{i-1}^n\big)\Big] + \big(\mu_i \cdot \psi_{\bar{x}}^n\big)_{x,i} = v_k^n, -g_2(t^n) \quad (3.4)$$

$i = 1, 2, ..., N-1; \qquad n = 1, 2, ..., M-1,$

$$\psi_1^n = 0, \quad \psi_N^n = 0, \qquad n = M, M-1, ..., 1, \quad (3.5)$$

$$\psi_i^M = 0, \qquad i = 1, 2, ..., N.$$

The algorithm for implementing the developed method at each time layer is as follows:

(1) The difference equation (3.2), (3.3) is solved
(2) Based on the found values of v_i^n, the adjoint difference problem (3.4), (3.5) is solved
(3) An iterative process determines the value of the solution on the actual boundary

$$\big(v_k^n\big)^{l+1} = \big(v_k^n\big)^l + \alpha_l \cdot \psi_k^n, \quad (3.6)$$

where α_l is an iterative parameter.

Keywords: Fictitious domain method; Navier-Stokes equations; Burgers equations; conjugate problem; Lagrange multiplier; difference schemes; iterative process; numerical implementation.

AMS Subject Classification: 35Q30, 65M85, 65Q10, 35A15

References

[1] Vabishevich, P. N. Fictitious domain method for the problem of mathematical physics, *in Publishing House of Moscow State University*, Moscow, pp. 156, 1991

[2] Konovalov, A. N. Filtration problems of a multiphase incompressible fluid, *3rd ed. Singapore et al.: World Scientific*, 173 p.1994.

[3] Wu, M., Peters, B., Rosemann,T. and Kruggel-Emden, H., A forcing fictitious domain method to simulate fluid-particleinteraction of particles with super-quadric shape, Powder Technology, V. 360, pp. 264–277, 2020, https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.09.088.

[4] Q. He, J. Huang, X. Shi, X. Wang and C. Bi Numerical simulation of 2D unsteady shear-thinning non-Newtonian incompressible fluid in screw extruder with fictitious domain method, *Computer and Mathematics with Applications*, V. 73, pp. 109–121, 2017, https://doi.org/10.1016/j.camwa.2016.11.005.

[5] Court, S. A fictitious domain approach for a mixed finite element method solving the two-phase Stokes problem withsurface tension forces, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, V. 359, pp. 30?54, 2019, https://doi.org/10.1016/j.cam.2019.03.029.

[6] Y. Wang, P. Jimack, M. Walkley A one-field monolithic fictitious domain method for fluid?structure interactions, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, V. 317, pp. 1146–1168, 2017, https://doi.org/10.1016/j.cma.2017.01.023.

[7] M. Fournie and J.Morrison Fictitious domain for stabilization of fluid-structure interaction, *IFAC PapersOnLine*, V. 50, N. 1, pp. 12301–12306, 2017, https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.2478.

[8] Y. Wang, P. Jimack and M. Walkley Energy analysis for the one-field fictitious domain method for fluid-structure interactions, *Applied Numerical Mathematics*, V. 140. pp. 165–182, 2019, https://doi.org/10.1016/j.apnum.2019.02.003.

[9] R. Glowinski, T. Pan and J. Periaux A fictitious domain method for Dirichlet problem and applications, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, V. 111, pp.283–303, 1994, https://doi.org/10.1016/0045-7825(94)90135-X.

[10] R. Glowinski, T. Pan and J.Periaux, A fictitious domain method for external incompressible flow modeled by Navier-Stokes equations, *Computer Methods in Applied Mechanics and Enginering*, V. 112, pp. 133–148, 1994, https://doi.org/10.1016/0045-7825(94)90022-1.

[11] R. Glowinski, T. Pan and J.Periaux A Lagrange multiplier/fictitious domain method for the Dirichlet problem. Generalization to some flow problems, *Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics*, V. 12, pp. 87–108, 1995, https://doi.org/10.1007/BF03167383.

[12] R. Glowinski, T. Pan, A. Kearsley and J.Periaux Numerical simulation and optimal shape for viscous flow by a fictitious domain method, *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, V. 20, pp. 695–711, 1995, https://doi.org/10.1002/fld.1650200803.

[13] Almas Temirbekov, Zhadra Zhaksylykova, Yerzhan Malgazhdarov and Syrym Kasenov Application of the Fictitious Domain Method for Navier-Stokes Equations, *Computers,Materials and Continua* Vol.73, No.1, 2022, pp.2035-2055.

[14] Lyons J. L., The optimal control of distributed systems, *Russian Mathematical Surveys(1973)*, V. 28, issue 4(172), pp.15–46, 1973, http://dx.doi.org/10.1070/RM1973v028n04ABEH001586.

[15] Q. Wang, J. Gao The drag-adjoint field of a circular cylinder wake at Reynolds numbers 20, 100 and 500, *Journal of Fluid Mechanics*, V. 730, pp.-145–161, 2013, doi:10.1017/jfm.2013.323.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

FORMATION OF COMPETENCES FOR THE USE OF AR TECHNOLOGIES IN COMPUTER SCIENCE EDUCATION

ALTYNZER BAIGANOVA[1], AKZADA SHAUKENBAEVA[1]

[1] Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan
e-mail: altynzer_70@mail.ru, akzada_2009@mail.ru

Nowadays the use of information technology has application to teaching in various disciplines. As an example of informatization tools, augmented reality is becoming a completely new method and means of cognition of objective reality. The use of augmented reality in the educational process is already one of the most effective means of learning. For example, in computer science, AR can be both an object and a learning tool. We mean the educational application of augmented reality in computer science lessons, primarily at school. In education, immersive digital technology helps to activate thinking resources, focus attention, and assimilate material better. The overlay of an information layer on a worldview - pictures, videos, text - is used in classes of physics, chemistry, mathematics, history, and other subjects.

In school curriculum, we see two ways of using augmented reality in computer science. It will help you to master difficult questions. At the same time it becomes a separate topic for study. In addition to text data in any section, visual images imbedded in the camera image are used in laboratory work on topics such as "Fundamentals of Algorithmization and Programming" or "Computer Architecture".

Augmented reality (AR) is an environment with direct or indirect addition of the physical world with digital data in real time using computer devices - tablets, smartphones and innovative gadgets (like Google Glass), as well as software. The essence of AR is not in beautiful effects, but in the fact that it erases the boundary between material objects and computer information. Any material object in it can be made a hyperlink, and in this case the world itself turns into a giant user interface.

The term AR was first proposed by T.P. Kodel, an employee of the American company Boeing in 1992 [1-2]. T.P. Kotel named a computer and its monitor an attachment to a person's head working on the basis of special software. Such a tool gave the company's employees the opportunity to install electrical wiring in airplanes.

A typical AR system looks like this: a computer analyzes the surrounding space using a video camera, then the system tries to find objects familiar to it in the real world. For the simplicity of technical implementation, objects are often specially highlighted with a contrasting pattern, which is called a marker.

After the system has recognized a physical object, it displays certain digital information (a virtual object) on the computer screen. As a rule, this is a 3D model that is "superimposed" on a real-world object.

The system "binds" a virtual object to a real object, and when physically interacting with a real object (for example, when it rotates or moves), the user interacts immediately with the virtual object (it also rotates or moves) [3-4]. At the same time, looking at a computer screen a user gets the feeling that a virtual object exists in the real world.

The above description contains terms "real object" and "virtual object", for which there are also no well-established definitions. These concepts are ambiguous, and their interpretation depends on the field of use. For the use in the framework of research and subsequent inclusion in the computer science education system, it is necessary to develop an approach to the interpretation of the concept of "augmented reality".

Such an approach can be developed based on the analysis and comparison of existing definitions. Along with the abovementioned, there are other definitions of the concept of "augmented reality" contained in foreign publications. According to M. Wang, X and Ong, SK and Nee, AR is a visible modification of the surrounding space obtained through the introduction of information objects, such as graphic and multimedia objects modeled using a computer [5, 6].

M. Sairio defines an augmented reality system as a system that provides the ability to fill real physical space with 3D models, text, images and other virtual objects in a realistic way on a computer screen [7].

R. Azuma calls AR a system that allows you to combine virtual objects with real ones and is able to interact in real time, as well as functioning in 3D mode. From the above definitions, when describing augmented reality, it can be seen that specialists take into account the features of its technical implementation, and not its specifics and essence.

This approach does not allow the use of these or similar definitions in the development of the content of the school computer science course, among other things, focused on introducing invariant and fundamental approaches to working with information and information processes to students. In the first approach, the result of complementing reality is reality. AR is the result of adding context-dependent objects of the virtual world to the field of human sensory perception. The result obtained in this case is considered AR that cannot be considered outside the real world surrounding a person at the moment. In the framework of the second approach, only objects of the virtual world are taken into account, although connected with real objects they are interpreted by AR outside the real world surrounding a person at present. This approach is close to the details of the physical implementation. This definition defines the functionality of AR hardware.

In this case, AR technology, in fact, is a set of hardware and software computer software that provides an addition to reality and augmented reality is considered a set of context-dependent objects and processes of the virtual world included in the field of human sensory perception.

AR technology is a set of methods and means that make possible the creation a visible 3D space for a person, in which context-dependent virtual objects complement the real space surrounding a person at a given time and change when the real environment or viewing angle changes, due to which they are perceived as elements of real space.

Virtual objects in the framework of AR technology can be text, audio and video fragments, graphic and photographic images, models of real or fictional objects, including processes created and visualized using computer technology. All modern means of AR technology are a set of hardware and software operating in real time, complementing the real space surrounding a person with context-dependent virtual objects that change when the real environment or viewing angle changes. To date, the disadvantages of AR technology are due to the underdevelopment of positioning technologies in space. Such technologies currently have insufficient stability and accuracy and do not provide the opportunity to work inside buildings without the use of special equipment. In addition, there are problems with the currently used image recognition technologies.

The previously mentioned markers used in the framework of AR technology are not recognized by computer means with geometric distortions: the use of markers implies the presence of a flat surface, the correctness of marker recognition is influenced by the angles at which the reader scans the markers.

It is also advisable to include this and some other specifics of the current stage of the use and development of AR technology in the methodological system of computer science education.

At the same time, it should be borne in mind that such technology is actually a new way of accessing information. The degree of influence of AR technology on the development of society can be compared with the effect that took place with the emergence and mass use of Internet services and resources.

An important property of global computer networks is the possibility of context-dependent provision of information – the provision of information depending on the conditions surrounding a person.

The presence of a huge array of various data in the public domain makes it significant and relevant not the fact of the possibility of access to such data, but the provision of information necessary at the moment to a particular person with reference to the object of operation, location, time, etc. In this regard, the demand for AR, knowledge about it and approaches to its use in life and professional activity will increase every day.

There are several aspects that are important for learning and using AR technology. To create AR tools, first of all, the so-called "content" is needed - a virtual part (for example, a 3D model), which a computer device will imbed in the final image. The type of such a virtual part depends on the task being solved. Furthermore, tying of the virtual part to the real environment is also important. This requires various input devices. Positioning of objects and processes in the implementation of AR technologies can be carried out on the basis of several different approaches:

- an object-dependent approach in which positioning relies on physical objects or their images;

- location-dependent approach in which positioning is carried out on the basis of accurate spatial coordinates.

In the former, the computer device takes into account data about the image, in the last - data about the position of the device. Already at this stage of the study, it can be noted that for the use of AR technology in the framework of teaching schoolchildren, one of its most important parameters is noise immunity (positioning systems based on satellite technologies are ineffective in premises), accuracy and simplicity.

Such properties are characteristic of technologies based on pattern recognition which were noted above as an object-dependent approach.

At the same time, the most simple and fairly common is marker technology, which is currently the most feasible to implement in the teaching of school subjects. In this approach, special contrast images recognized by AR software are used in training. Such images are called markers. There are quite a large number of types of markers, but, as a rule, a black-and-white image consisting of a black square with thick frames and some image inside is used as a marker.

To implement AR marker technology, a computer, a video camera, specialized software and markers that are printed on paper using a conventional printer are enough.

A further development of the object-dependent approach to object positioning in the implementation of AR technology is the use of marker-free technology, in which almost any image or image (a real object) can be used as a reference image.

The interaction of computer technology with the image of objects, phenomena and processes of the real world is a distinctive feature of AR, separating it from virtual reality technology. AR has a significant potential for forming a more ergonomic relationship between people and information.

Thanks to such technologies, information is delivered to users automatically depending on the context of various situations. This has to do with education, professional activity, and everyday life. Due to such conclusions, it is possible to bring information to the understanding of schoolchildren in the process of teaching computer science that AR technology can raise human interaction with information to a fundamentally new level.

When including AR as an object of study and a means of teaching in the computer science course of the basic school, it is necessary to take into account four main components, without which it is impossible to operate with the means of the technology under study.

AR hardware – computer hardware and systems that provide technical and technological capabilities for the creation and operation of AR systems. A special example of augmAR hardware is special glasses with video cameras for capturing images and sensors for positioning objects in space.

*The ARbrowser*is a special software that combines various information layers in real time, formed by receiving information from telecommunication networks and interacting with sensors.

The recognition system is a system of hardware and software tools that, based on information about orientation in space and time, shapes, texture and other significant characteristics, allows the identification of people and objects in a real environment.

The AR system is a software and hardware complex capable of working with AR technology. It includes a recognition system, an information output system, a computing complex and augmented reality content.

AR content is content displayed using AR software. There are two main approaches for this case.

The first approach is that a special individual exchange of information is provided between an artificial object containing content and a computer program. In this capacity, objects that are common today made using the technology of barcodes, QR codes or RFID tags possible.

The second approach is that the sources of information that are in the public domain are used. In this case, AR software tools turn to specially created so-called content aggregators or brokers to promptly find and receive content designed according to special rules for each object for which information is requested.

The correct presentation of AR data and consideration of this technology in the computer science course of the basic school requires the identification of measures to systematize the relevant IT tools.

Such systematization may be based on technical and user characteristics of AR technology. The criterion for classification can be the type of interaction of the AR system with the user. In this case, autonomous and interactive systems are distinguished.

AR reality systems do not provide for interaction with users and are intended only to demonstrate data about the object.

Interactive AR systems provide for interaction with a person who has the ability to select and configure the type of additional data layer and obtain different information about the object in question.

Stationary augmented reality systems provide interaction with the user in one place, without any movement.

Mobile AR systems imply movement in space and functioning in a dynamic mode in conditions of interaction with various objects from the real environment. A typical example of AR mobile technology is marker technology used on mobile devices.

Visual search systems. The systems of this group implement navigation hints in response to human requests.

Recognition-based systems generate context-sensitive information about objects or people in the user's field of view.

The analysis of the listed publications, examples, definitions and approaches to classification in the field of creation and application of AR technology shows that such technology can have a significant impact on the effectiveness of professional and daily human activities. Mastering this technology and the techniques of its use in various fields brings a person closer to the realities of the technical development of modern society.

These and other factors indicate the expediency of teaching AR technology at the stage of general education and pre-professional training of schoolchildren. Such training may affect different school disciplines, but a computer science course can play a key integrating role here, taking into account the fact that augmented reality technology is primarily an IT.

AR technology by its nature has significant educational potential, which makes it possible to actively use appropriate computer tools as a means of teaching both computer science and most other school disciplines.

Besides the use of AR technologies in teaching schoolchildren helps to increase the level of recognition of objects and processes by students by projecting them onto the real world that students see.

It is good to demonstrate the logical structure of a hard disk using its virtual 3D model, which can be viewed from all sides, scaled or viewed in a cross-section. Thus, learning turns into an exciting form of educational activity that increases motivation, allows students and teachers to develop ICT competencies, and form universal learning activities. In these cases, students are taught with the help of IT, which helps in studying the material and self-development. This technology allows not only to attract the attention of students, but also to visually show students those things that cannot be used in the classroom due to their high cost, danger, in accessibility. The need to use and train AR technology is justified by two main reasons:

- the use of AR technology can significantly increase the effectiveness of training, since this technology has a number of unique advantages, such as increasing visibility, carrying out previously impossible practical work, as well as increasing the degree of integration of IT in the educational process;

- AR technology is beginning to enter into the daily life and professional activities of a modern person, which means that it is necessary to teach how to work with such technology as part of a general education course.

Keywords: information technology, augmented reality technologies, ICT competencies, learning tool.

AMS Subject Classification: 68 computer science

References

[1] Brian, X. Chen. If You're Not Seeing Data, You're Not Seeing . / X. Chen Brian // Wired (25 August 2009) URL: https://www.wired.com/2009/08/augmented-reality/

[2] Caudell, Thomas P; Mizell, David W (1992). "Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes". / P. Thomas Caudell, W. David. Mizell //System Sciences, 1992. Proceedings of the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on. Presence: Teleoperators and Virtual Environments. 2. IEEE. pp. 659–669

[3] Dong, Suyang and Behzadan, Amir H and Chen, Feng and Kamat, Vineet R. "Collaborative visualization of engineering processes using tabletop augmented reality". Advances in Engineering Software. Elsevier. 2013. 55: 45–55

[4] Henderson, Steven; Feiner, Steven. "Exploring the benefits of augmented reality documentation for maintenance and repair". IEEE transactions on visualization and computer graphics. IEEE. -2011. 17 (10): 1355–1368

[5] Wang, X and Ong, SK and Nee, AYC. "A comprehensive survey of augmented reality assembly research". Advances in Manufacturing. Springer. 2016. 4 (1): 1–22

[6] Yuan, M. L. Registration Using Projective Reconstruction for Augmented Reality Systems / M. L. Yuan, S. K. Ong, A. Y. C. Nee// IMST, 2004. [Electronic resource]. – URL: http://hdl.handle.net/1721.1/3919

[7] Sairio, M. Augmented Reality. [Electronic resource]. URL: www.tml.tkk.fi/Studies/.../mikko sairio.pdf

[8] Baiganova A.M., Otepova D.D. Mektep informatika kursyna "tolyqtyrylgan shyndyq" [Didactic possibilities of using the technology of "augmented reality" in the school course of informatics] Actual scientific research in the modern world Journal. - Pereiaslav, 2023. - Issue 2(94), pp. 82 – 86

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

PRIORITIES AND PROBLEMS OF STEAM EDUCATION IN CENTRAL ASIA

BARNO ABDULLAEVA[1], KAMALBEK BERKIMBAEV[2], MALIKA KARATAEVA[3]

[1]Tashkent State Pedagogical University named after Nizami, Tashkent, Uzbekistan
[2]Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan
[3] M. O. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, Kazakhstan
e-mail: barno-abdullaeva@bk.ru

Abstract. In the first decade of the 21st century, the interdisciplinary learning approach STEM that integrates the areas of science, technology, engineering, and mathematics started to be popularized as a pedagogical approach that helps students to develop skills like problem-solving, critical thinking, and creativity. And today, STEM is one of the main trends in world education. Thanks to the rapid development of technologies, new professions are emerging, and the demand for STEM specialists is increasing everywhere. STEM education is a priority in countries that focus on high-tech production and innovative technologies. The public sector and specialized IT companies are experiencing a shortage of scientific and engineering personnel who think creatively outside the norm. In many countries, mass digitization is prompting a rethinking of teaching methods.

Recently, STEAM education, where A stands for art, has been considered as an alternative approach that is used for the purpose of improving students' engagement in education and in developing students problem solving, leadership, and enterprising skills. The difference between STEAM from STEM education is that the latter considers both hard and soft skills development as a part of the educational process, unlike STEM which is more focused on technical knowledge teaching.

STEAM education is not just about pedagogical strategy, it is more about encouragement to transform the educational environment and development of the community. Therefore, the process of STEAM education integration and the challenges faced during this process can vary depending on the region where this transformation is taking place. Considering this fact, the article discusses the priorities of STEAM education, and the main challenges in applying this pedagogical approach in Central Asia, particularly in Kazakhstan and Uzbekistan.

Keywords: STEAM education, STEM education, skills, Central Asia, pedagogical approach

AMS Subject Classification: 94

1. Introduction

In the fast-changing digital era, where innovations like the Internet of Things, Artificial Intelligence, Machine Learning, and different search engines are changing the way people work and live there is a necessity for professionals to adjust to the demands of modern society by constantly evolving their skill sets. Due to this necessity, instructional strategies have been created that aim to provide students with the creative and innovative skills they will need to fill any future skill gaps [1]. STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) education, that has been first mentioned in 2001 by the National Science Foundation (NSF), and is introduced as a tool that can help with this challenge by allowing students to develop critical thinking, problem-solving, and innovation skills [2]. After the introduction of STEM in its educational framework, the US government started to realize federal-funded projects that helped to instruct teachers on

STEM education pedagogy and its approaches. The global expansion of STEM education has been fueled by this change [3].

Georgette Yakman, who had experience with both STEM education and art, realized the advantages of incorporating creativity in art into a STEM education and in 2006 proposed the term STEAM, where A stands for art [4]. Then she proposed STEAM as an education approach that can be integrated into curricula [5]. Today, there is also an opinion that STEAM gives a method to reach STEM by combining the principles of each field with art as interdisciplinary learning to important areas of math, science, and art together as a whole using new technology and design thinking with an investigative process [6]. STEAM education also serves as a paradigm to establish a new interface between theory and practice that crosses academic boundaries [7].

The most significant advantages of STEAM to the education system at schools and higher education institutions were covered in the literature. However, there is also doubt about the effectiveness of this approach considering it as "the trendy idea in the education market" [8]. This contradiction creates room for investigation of STEAM with the question "Do we need STEAM education?". In the context of this question, this paper aims to investigate the current state of STEAM education by identifying its priorities and challenges. There are essentially no statistics available for an international comparison because STEAM education is a relatively new area of study in the field of education. Therefore, this paper will consider the education framework of the Central Asian countries, particularly focusing on Kazakhstan and Uzbekistan. The following research questions were set according to the aforementioned statements:

- What are the priorities of STEAM education in Kazakhstan, Uzbekistan, and Central Asia? What are the similarities and differences?
- What are the challenges of integrating STEAM into the educational framework of Kazakhstan, Uzbekistan, and Central Asian countries? What are the possible solutions?

2. Method

A systematic literature review [9] was conducted by considering specific and predefined inclusion and exclusion criteria. The articles were selected based on the PRISMA statement [10].

The search was restricted to the articles published in 2018-2023. The search terms were "STEAM education" AND ("Kazakhstan" OR "Uzbekistan" OR "Central Asia"). The following inclusion criteria were set prior to the search:

- Journal articles or congress communications (proceedings) written in Russian, Kazakh, or English
- The terms "STEAM education" and "Kazakhstan/Uzbekistan/Central Asia" appear in the title, abstract, or keywords.
- Published after 2018
- There is information about the state of STEAM education

3. Results and Discussions

The results of the review indicated that STEAM education in Uzbekistan started to get popularized after 2019 when the Education Sector Plan by the Ministry of Education was published. This can be seen from the fact that articles about STEAM education started to be published only after 2019, refer to Table 1

It is worth noting that the work done on the topic is mostly about the concept and necessity of STEAM education. There is still a lack of research on the current state of STEAM education integration into the curriculum in Uzbekistan. Also, the issue of the priorities and challenges of integrating STEAM into the education framework of Uzbekistan is still open. Another observation is that articles mostly focus on preschool education and there is insufficient work done on the framework of the higher education system.

Table 1. The literature published about STEAM education in Uzbekistan

Author	Year	Topic
Munimov A.	2019	Meaning and Necessity of STEAM education
Hakimov N., et al.	2020	Establishment of STEAM Presidential schools
Abdullayeva N.	2021	Use of Educational Technologies to Increase the Effectiveness of Natural Education. (Integrated Integrated Education and Technological Steam).
Nigmatova M., er al.	2022	Fundamentals of using STEAM technology in the preschool education system of Uzbekistan
Tashibekova, M.	2022	The Formation of STEAM-Competencies in Teaching of Natural Sciences at Primary Schools.
Kamilova D.	2023	PEDAGOGICAL AND PSYCHOLOGICAL BENEFITS OF EVOLUTION IN STEM AND STEAM EDUCATION
Yunusova M.	2023	STEAM APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF FUTURE PRESCHOOL TEACHERS' ENGLISH LANGUAGE SKILLS
Abdumajitova S.	2023	THE NEED TO USE STEAM EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN PRESCHOOL EDUCATION

Some information about the current state of STEAM education in Uzbekistan can be found in the work of Yumi Lee written in 2021. The author devoted one section to describing the current literature on the topic of STEAM education in Uzbekistan. She also conducted a survey among 51 teachers asking about their awareness of STEAM education and asking their opinion about the purpose of STEAM education. The vast majority (40%) of the participants answered that they are not familiar with the STEAM education concept. Another important conclusion from this paper was that, according to a survey, the most problematic part of implementing STEAM education is teachers' lack of understanding of concepts and the need for the development of teaching methods for STEAM. A similar conclusion was drawn in [12], where authors claimed that STEAM education in Uzbekistan is in its infant state.

Similarly, STEAM education in Kazakhstan is in its early stage as well. According to investigation results, the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan started to fund the STEAM education development projects starting in 2020 [13]. Authors in [13] introduced the project named "Developing and Inspiring Entrepreneurial and STEAM Education in

Rural Schools of Kazakhstan" funded by the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, where the purpose was to develop a system for the formation and advancement of STEAM and entrepreneurial education in rural Kazakhstani schools. The authors claimed that there was no previous case of implementation of STEAM education in Kazakhstani schools.

A work on STEAM education implementation in the secondary education framework was done in [14]. The authors claimed that training students in the field of physics based on STEAM can be effective in developing their creativity. They proposed the following physical research activities based on STEAM education to improve the student's creativity:

- Writing abstract works on physical phenomena and patterns by STEAM
- Conducting an experiment to track physical phenomena and patterns on the basis of STEAM
- Graduation work on a topical topic related to the field of physics
- Write a scientific report, comment on the discoveries in the field of physics that are taking place in society
- etc.

Another great article was written by Janatassova D. and others in 2022 [15], where the authors presented a report based on the project "Capacity Building for innovative engineers through STEAM Education" funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. The authors conducted an extensive study of the global experience and developed strategies for integrating STEAM into the educational process at Kazakhstani universities based on multifactor SWOT analysis. The STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) Education framework for cutting-edge engineering training designed based on the best practices from around the world is presented in the article.

Kazakhstan's national model of STEAM education involves the development of standards for programs in the natural sciences for secondary general, additional, and higher education, as well as standards for the training and retraining of teaching staff. One example of such retraining of personnel will be the certification of STEAM trainers, which takes place as part of the Jana Talap project, organized by Caravan of Knowledge [16]. Similarly, the Caravan of Knowledge organizes other projects such as Zertteu Studio and School Upgrade.

Another thing worth noting is that there was launched an annual event for the professionals in the field of education and STEAM called "Education in Kazakhstan: The National STEAM Model". Participants in this conference will address current issues and potential solutions for the educational system, educational policy, local and global educational cases, cutting-edge teaching techniques, and strategies to develop and integrate STEAM into the educational process.

4. Conclusions

The investigation of the literature on the topic indicated that the STEAM education implementation process is in its infant stage both in Kazakhstan and Uzbekistan. The main challenge in integrating STEAM technology into the education framework of Uzbekistan is a lack of understanding of the concept among the teaching staff and the insufficiency of personnel training on STEAM pedagogy. Therefore, the priority path for this country can be the organization of the teachers' re-training system. On the other hand, Kazakhstan seems to start with great work on training the personnel launching different pilot projects such as Jana Talap and Upgrade School. However, further development of instructional tools to improve teaching staff skills using innovative STEAM techniques is needed.

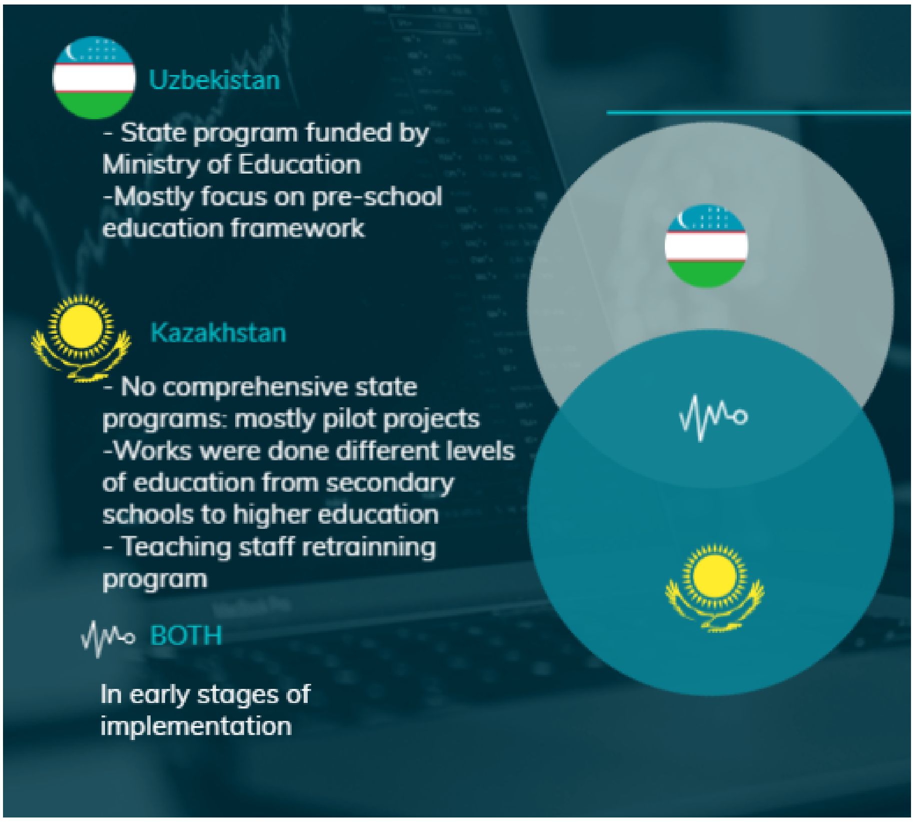


FIGURE 1. The comparison between Kazakhstan and Uzbekistan case in STEAM education implementation

REFERENCES

[1] Leavy, A., Dick, L., Meletiou-Mavrotheris, M., Paparistodemou, E., and Stylianou, E., The Prevalence and Use of Emerging Technologies in STEAM Education: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 39, no. 4, 2023, pp. 1061–1082, https://doi.org/10.1111/jcal.12806.

[2] Salmon, G. May the fourth be with you: Creating education 4.0. *Journal of Learning for Development*, Vol. 6, No. 1, pp. 95–115.

[3] Matsuura, T. and Nakamura, D. Trends in STEM/STEAM education and students' perceptions in Japan. *Asia-Pacific Science Education*, Vol.7, No.1, 2021, pp. 7–33.

[4] Yakman, G., STEAM education: An overview of creating a model of integrative education. Pupils' attitudes towards technology (PATT-19) conference: Research on technology, innovation, Design and Engineering Teaching, 2008.

[5] Yakman, G. and Lee, H., Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, Vol. 32, No. 6, 2012, pp. 1072–1086.

[6] Stroud A., and Lawrence B., Inquiry, Investigative Processes, Art, and Writing in Steam, *STEAM Education*, 2019, pp. 1–18,

[7] Quigley, C. F. and Herro, D., An educator's guide to STEAM: Engaging students using real-world problems. *Teachers College Press*, 2019.

[8] Pico,R.A. STEAM education K-8 and the role of education professionals: The school counselors' role in STEAM program design and implementation. In G. T. Eliason, M. Lepore, J. L.Samide, and J. Patrick (Eds.), Career development across the lifespan: Counseling for the community, schools, higher education, and beyond. *Information Age Publishing*, 2019, pp. 291–312

[9] Munn, Z., Peters, M. D., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., and Aromataris, E., Systematic Review or scoping review? guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, Vol. 18, No. 1, 2018. doi:10.1186/s12874-018-0611-x

[10] Sarkis-Onofre, R., Catalá-López, F., Aromataris, E., and Lockwood, C., How to properly use the Prisma statement

[11] Lee, Yumi., Examining the Impact of STEAM Education Reform on Teachers' Perceptions about Steam in Uzbekistan. *Asia-Pacific Science Education*, vol. 7, no. 1, 2021, pp. 34–63, https://doi.org/10.1163/23641177-bja10025.

[12] Chu, Hye-Eun. Editorial: STEAM Education in the Asia Pacific Region. *Asia-Pacific Science Education*, vol. 7, no. 1, 2021, pp. 1–5, https://doi.org/10.1163/23641177-bja10026.

[13] B.A. Gazdiyeva, M.V. Tavluy, Z.Ye. Gabdullina, A.A. Akhmetzhanova, G.T. Fatkiyeva, A Research on the Practice of Developing a Rural 'Magnet' School Model: Theoretical and Applied Aspects, *International Journal of Engineering Research and Technology*, Vol.13, No.4, 2020, pp. 720-724

[14] Sh. RAMANKULOV, A. CHORUH, and S. POLATULY, STEAM TECHNOLOGY AS A TOOL FOR DEVELOPING CREATIVITY OF STUDENTS: ON THE EXAMPLE OF A SCHOOL PHYSICS COURSE, *Bulletin of Yassawi University*, Vol. 4, No. 126, 2022, pp. 200-211

[15] Jantassova D, Churchill D, Shebalina O, Akhmetova D. Capacity Building for Engineering Training and Technology via STEAM Education. *Education Sciences*, Vol. 12, No. 11, 2022, pp. 737. https://doi.org/10.3390/educsci12110737

[16] "Jana Talap 2.0." Caravan of Knowledge, $caravanofknowledge.com/janatalap_2$.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

PROBLEMS OF TEACHING PROGRAMMING TO PRIMARY SCHOOL STUDENTS

DAMIRA BELESSOVA, ALMIRA IBASHOVA

South Kazakhstan State Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan
e-mail: damira.belesova@gmail.com

Abstract. Every year, the number of scientific studies investigating the impact of global information flow and universal digitization on people's cognitive abilities is increasing. The global education environment also emphasizes the process of teaching children the basics of computer science, including the basics of programming, from an early age. In many countries, programming is taught from primary school and there are tools and environments to teach children programming from a young age.

In this regard, many researchers who study computational thinking give programming a special importance and role in its development. Under the influence of these and other factors, the problem of teaching programming to children is becoming one of the most relevant topics in teaching computer science in schools.

Learning to program helps primary students understand how things work. It also contributes to the development of calculation, algorithmic thinking, and problem solving skills. In this work, based on national values, we propose a model of continuous learning of informatics, including programming, a whole system of development of computational thinking, methodologically proving that programming has an impact on the development of computational thinking.

The obtained results confirm that this approach encourages students to use the proposed tools for computational thinking and solution finding, and increases their interest and motivation to learn programming. Teacher observational data on learning outcomes achieved by the teachers participating in the study, supplemented by group discussions, reinforced these findings.

Keywords: programming, computational thinking, algorithmic thinking, primary school, information-educational environment.

AMS Subject Classification: 68

1. Introduction

The question of the impact of global digitalization on human development is one of the most discussed in the world community. The contribution of digital technologies to modern society is so significant that they determine the way of life and influence the consciousness, thinking and behavior of people. In recent years, special attention has been paid to teaching children programming from an early age. An important contributing factor to this is research that demonstrates the impact of computational thinking skills on a child's future development. In this regard, there are various accessible and simple means of teaching programming at different age levels. Programming is recognized as the most effective tool that makes the learning process interesting, fast, concrete and simple. The acquired knowledge and skills, in turn, are scientific, deep and applicable in a wide range of areas. That is why in many countries of the world, subjects teaching the basics of programming began to be actively included in the curricula of elementary schools.

Understanding computational thinking and the ability to make sense of how computers execute programs are essential skills needed in the 21st century and could have a profound impact on the future job market. In addition to technology workers, more businesses rely on computer code, making understanding the basic principles of programming an essential skill [1].

A study by the European Union's Commission on the EU's Digital Agenda found that about 90 % of existing jobs require basic information technology skills. A child with programming skills has more job opportunities in technology, finance, retail, healthcare, and other fields [2]. Therefore, planning for the further education of students without basic information and communication technology (ICT) skills and computational thinking in combination with basic education becomes uncertain [3].

Many countries are introducing programming subjects into the curricula of primary and secondary schools. For example, starting from the fall of 2014 in the UK, elementary grades began to learn the basics of programming. Using programs such as Scratch, Kodu, and Logo MIT, students learn how to create simple programs using blocks. The Koodi 2016 project in Finland and educational programs in other countries, such as Australia, France, Estonia, Cyprus, the Republic of Korea, include teaching children the basics of programming from elementary school [4].

In Slovakia, computer science is a school subject included in the national curriculum (2011), where it is taught as part of the informatics initiatives (elementary computer science) in grades 2-4 (for pupils aged 7-10) [5]. In Greece [6] and the Netherlands [7] programming is a part of primary education. In Poland, this subject is compulsory for studying in primary, secondary and high schools.

In Kazakhstan, as in many other countries of the world, there is a significant public interest in programming as an applied scientific subject and teaching children to code in school.

Although programming is not a stand-alone subject in the standard primary, secondary, and special education curricula, updated curricula for subjects such as Digital Literacy, Information and Communication Technology, and Computer Science have sections on Computational Thinking and "Robotics" [8].

The system of educational goals in the subjects "Digital Literacy" and "Information and Communication Technologies" provides for familiarity with algorithms and performers from the first grade. To achieve this goal, available tools and methods are used, such as age-appropriate robots, construction kits and open digital educational resources.

The country is implementing additional general developmental programs with a technical focus aimed at developing early education of children in algorithms, calculations and programming. There are networks such as "Computer Science", "Computer and Us", "The Group Teaches a Lot" and others that deal with this issue. However, the current and future needs of the Kazakh labor market require programming skills from every student.

The purpose of teaching the subject "Digital Literacy" in a typical program is to ensure the effective use of skills and knowledge of robotics, basic skills of working with modern information technologies in study and everyday life.

The analysis of the program makes the following requirements and tasks for graduates in the section "Computational Thinking":

1. Formation of skills for calculating, assembling and programming robots, searching, collecting, processing, storing and disseminating information using information and communication technologies.

2. Functional and creative application of knowledge, development of critical thinking, research, use of information and communication technologies, various methods of communication, the ability to work in a group and individually, solve problems and make decisions. All these skills cover a wide range of activities.

3. Development of personal qualities such as "Kazakh patriotism and civic responsibility", "respect", "cooperation", "hard work and creativity", "openness", "lifelong learning". They

are the basis for the formation of values and should be a constant personal orientation that motivates the behavior and daily activities of students [9].

2. Materials and methods

The influence of programming as a discipline on the development of human intelligence was first mentioned in the second half of the last century. Niklaus Wirth, an outstanding programmer, considered programming as the art of design and noted that it requires a wide range of activities, often associated with a complex thought process [10]. Wirth considered programming an integral part of the academic discipline. This concept formed the basis of the idea of the school of the future proposed by Seymour Papert. One of the key principles of this concept is "learning without a curriculum", which means helping the child develop his intellectual world using cultural materials.

According to Papert, "pedagogical intervention in such a model involves changing this culture, introducing new constructive elements and eliminating negative aspects" [11].

Nowadays, many popular programming tools make it possible to realize the idea that "the child is the creator of his own intellectual world", giving even the smallest children the opportunity to imagine and see their developing intellectual world through simple programming.

It is worth noting that, in accordance with this concept, approaches to the formation of physical skills in the learning process also differ from the traditional approach "train a lot - you will succeed." Seymour Papert's strategy is to make clear and accessible to children the fact that the development of physical skills is often carried out through the formulation of scientific theory. Questions about how computational thinking develops, what is needed for its development, and how to teach children about it stimulate deep and comprehensive research in this area aimed at finding answers.

In schools, lifelong programming education involves students being introduced to the basics of programming from primary school and then gradually developing their computing skills at more advanced levels of education. The main goal of teaching programming at school is to form and develop in students the skill of logical thinking and problem solving using programming. Table 1 presents the research conducted by the authors under the guidance of M.Mukasheva on the continuity of teaching programming within the framework of lifelong education [12]:

Continuing programming education in school, university or self-study offers a wide range of materials and methods that contribute to the development of computational thinking and programming. One of the important aspects is working with abstract data, process modeling, planning and automation of actions, distribution and parallelization of processes. In this context, a methodological approach based on the principles of abstraction, encapsulation, polymorphism and inheritance plays an important role in the development of computational thinking in teaching programming.

Table 1. Model of lifelong programming learning in the context of lifelong learning

Beginner level	1-4 grade
Basic level	5-9 grade
Pre-profile level	10-11 grade
Qualification level	Higher, higher education
Professional level	Experience, production and experience

Knowledge of data structures and their relationships, as well as computer-aided design and programming skills used in solving applied problems, are of great importance not only in programming, but also in other areas of activity.

One of the useful materials for teaching programming is the software Scratch and Scratch Jr, which were researched in the elementary education standard section related to numeracy and programming. Scratch is a high-level visual programming language designed for children aged 8

to 16 that provides educational tools [13]. Scratch Jr is a visual programming language designed for children aged 5 to 7 that introduces them to the basics of programming [14].

3. Results and discussion

In our country, students are admitted to the first grade at the age of 6, so the programming section taught in the fourth semester is studied by students aged 6-7. The study was conducted in the 1st grade of the primary school "Adan" in the 1st group according to the Scratch program and in the 2nd group according to the ScratchJr program. Studies have been conducted to determine the IQ of the first two groups. Questions and answers, test tasks were collected from students, and questionnaires about students were collected from their teachers (Table 2). The result showed that both groups were at the same level.

Table 2. Questions for determining the level of students

N	Quessions
1	Does the student know the poem?
2	Can the given noun be plural?
3	Does the student read even if he is syllabic?
4	Count forward and backward from 1 to 10?
5	Can the student copy expressions exactly and write simple elements in a grid notebook?
6	Does the student like to draw and color pictures?
7	Can the student work with scissors and glue? (For example, does he make an application out of paper?)
8	Can you turn an image cut into five elements into a whole video in 1 minute?
9	Does the student know domestic and wild animals?
10	Can the student draw conclusions? For example, can I say that apples and pears are "fruits"?

To conduct research using the Ispring program, an environment was created for studying the Scratch and ScratchJr programs for primary school students. Here are theoretical materials, samples of practical exercises, video tutorials, projects, tests necessary for learning. Ispring is a powerful educational software tool that can be effectively used in educational institutions of different levels of education [15, 16]. Some of the methods used in Ispring education are:

Creating Interactive Lessons: Ispring allows teachers to create interactive lessons that include multimedia elements, questions, and assignments. This makes learning interesting and fun for students as they can actively participate in the lesson and test their knowledge.

E-textbook development: Ispring allows you to create e-textbooks that students can use for self-study. This makes it easier to access the materials and allows students to explore the materials on their own.

Online Learning: With Ispring, teachers can deliver online classes and webinars, which is especially important in a distance learning environment. Students can study from anywhere in the world, and teachers can easily interact with them and provide feedback.

Creating tests and quizzes: Ispring allows you to create different types of tests and quizzes, allowing teachers to evaluate student learning and track their learning progress. It also helps to motivate students to actively participate in the learning process.

Mobile Learning Support: Ispring provides the ability to create educational content optimized for viewing on mobile devices. This allows students to study at any time and in any place convenient for them.

Interactive simulators and simulators: Ispring allows you to create interactive simulators and simulators for training in various fields of knowledge. This is especially useful for teaching practical skills and requires the active participation of students.

FIGURE 1. Examples of the information and educational environment created in the Ispring program

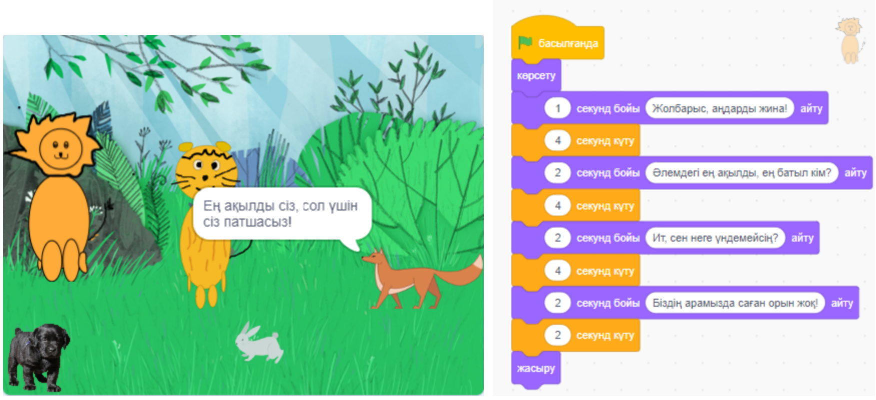


FIGURE 2. An example from a project created in Scratch

Using ispring in education promotes more effective and engaging learning, increases student engagement, and simplifies the process of assessing and monitoring progress. This innovative software provides teachers with a powerful tool to create quality learning materials and improve the overall quality of teaching. On Figure 1 shows examples of information and educational environment created using the Ispring program.

On the basis of common themes (folklore) and national values presented in the program, several topics were selected for the 1st grade. From it, both groups created a draft fairy tale “A dog is one of the seven treasures” (Fig. 2, 3).

Due to the age characteristics of students, the problems that have arisen, suggestions and thoughts about the differences between the two programs are presented in the table below (Table 3).

Table 3. Differences when using program blocks

FIGURE 3. An example from a project created in ScratchJr

Scratch program	ScratchJr program
Misunderstanding of the coordinate axis when specifying the exact location (points of origin);	The starting location does not change.
In the process of working with the movement block during the reverse movement, students do not understand the "-" sign on the coordinate axis;	There is a special block for the return.
Difficulties in working with time, face blocking, misunderstanding of seconds, counting;	The use of postcard commands in the control unit does not require time tracking.
Using the coordinate axis to indicate the destination of the sprite;	It's easy to see step numbers by setting a grid on the screen. Simplicity of the movement block.

Considering the above differences between Scratch and ScratchJr programs, the ease of ScratchJr program for 1st graders who are just learning to write and read was confirmed by observational method.

4. Funding information

This research was funded by Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Science Committee, grant financing project "Development of an information and educational environment in primary school on the courses "Scratch" and "Robotics" in the conditions of Smart-education" (IRN AR09260464) and intra-university funding by South Kazakhstan State Pedagogical University, grant financing project "The use of explanatory dictionaries in pictures on Scratch and robotics in primary school" (IRN VF0009).

5. Conclusion

In this work, an assessment was made of teaching programming (the ability to count) provided for in the educational program for primary school students. We have provided examples based on national values and common themes, allowing for progression in line with student interests. The proposed learning framework incorporates project-based learning, group work and individual

learning methods using various technological tools and educational paradigms such as the flipped classroom.

The results of the study, based on the responses of students and teachers, showed that students positively assess the created environment. They easily use the provided tools to learn programming and successfully follow the requirements of the tools. It is especially noticeable that ScratchJr is more suitable for first graders with no programming experience than Scratch.

With the provided learning environment, students can quickly learn programming by collaborating with each other in a flipped classroom and blended learning environment. Collaboration is becoming an important aspect of teaching programming, which helps to increase the interest and motivation of students to learn. Students are given the opportunity to look for their own solutions, which further stimulates their interest and activity.

In conclusion, our approach to teaching programming using the provided environment has shown to be effective and relevant for elementary grades. This allows students not only to master programming skills, but also to develop cooperation and independence in the learning process. The program provides valuable tools and opportunities for the development of future competent technology users, which is essential for their success and adaptation to a rapidly changing digital world.

References

[1] Videnovik M., Vlahu-Gjorgievska E., Trajkovik V. *To code or not to code: introducing coding in primary schools,* Computer Applications in Engineering Education, 2021, 1132-1145 p.

[2] European Commission. *Digital Agenda for Europe. 2014, http://eige.europa.eu/resources/digital_agenda_en.pdf,*

[3] Y.Tran. *TComputational thinking equity in elementary classrooms: What third-grade students know and can do,* J. Educ. Compu. Res. 57, 2019, 3-31 p.

[4] Serafini G. *Teaching programming at primary schools: Visions, experiences, and long-term research prospects,* Informatics in Schools. Contributing to 21st Century Education: 5th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives, ISSEP 2011, Bratislava, Slovakia, October 26-29, 2011, Proceedings 5. – Springer Berlin Heidelberg, 143-154 p.

[5] Kabatova M., Kalash T., Tomcsanyiova M. *Programming in Slovak primary schools,* Oliympiads in Informatics – T. 10. – N. 1., 2016, 125-159 p.

[6] E. Fokides. *Students learning to program by developing games: Results of a year-long project in primary school settings,* J. Inf. Technol. Educ.: Res. 16, 2017, 475–505 p.

[7] N. van Es and J. Jeuring. *Designing and comparing two scratch- based teaching approaches for students aged 10-12 years,* In Proc. 17th Int. Conf. Comput. Educ. Res.: Koli Calling, New York, NY, 2017, 178–182 p.

[8] State obligatory standard of primary education. *Minister of Education and Science of the Republic of Kazakhstan dated October 31, No. 604,* 2018,

[9] Model curriculum for the subject "Digital Literacy" for grades 1-4 of the primary education level. *Appendix 27 to the order of the Minister of Education of the Republic of Kazakhstan dated September 16, No. 399,* 2022,

[10] Wirth N. *Algorithms and data structures, Prentice-Hall, Inc.,* 1985.

[11] S. Papert. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. 2nd ed.–NewYork: Basic Books – 182 p.,* 1993,

[12] Mukasheva M.U., Paevskaya E.V. *TSemantic influence of programming on the development of students' thinking: background, research and perspectives, https://doi.org/10.21686/1818-4243-2020-1-45-55* Open education, 2020, 24(1) 45-55 p.

[13] Resnick M. et al. *TScratch: programming for all,* Communications of the ACM, T. 52. – No. 11., 2009, 60-67 p.

[14] Leidl K. D., Bers M. U., Mihm C. *Programming with ScratchJr: a review of the first year of user analytics,* Conference Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education, 2017, 116-121 p.

[15] Ibashova A., Belessova D. *INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT FOR SCRATCH AND ROBOTICS COURSES IN ELEMENTARY SCHOOL: FEATURES AND RELEVANCE*, Sciences of Europe, 2022, 82-89 p.

[16] Belessova D. et al. *Digital Learning Ecosystem: Current State, Prospects, and Hurdles,* Open Education Studies, T. 5. – No. 1., 2023,

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ELECTRONIC DICTIONARY IN THREE LANGUAGES, SPECIALLY DEVELOPED FOR THE ICT COURSE

ESEN BIDAIBEKOV[1], NAZIRA RAKHIMBEK[2], LYAZZAT ZHAIDAKBAEVA[2]

[1] Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
[2]South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan
e-mail: naziko_jan00@mail.ru

Abstract. The paper discusses a new dictionary technology specially designed for the digital environment on the subject of ICT. The network knowledge base is designed as a modern way of organizing explanatory dictionaries of translation. The paper describes the organization of multilingual terminology dictionaries for translation on the technology of creating a web site with the PHP programming language and presents a scheme for organizing an expert system to support the creation of terminological dictionaries based on a network knowledge base.

Keywords: Information and communication technologies, computerization, system of ICT concepts, Infozone, mobile technologies, digitization.

1. Introduction

The development of digital technologies and culture is an important historical phenomenon, comparable in its large-scale and deep influence to the publishing and industrial revolution.

The rapid development of computer lexicography and the active creation of electronic dictionaries is due to the needs of Scientific (Studied objectification, convenient for quick search of information) and technical to meet the demand of a wide range of users for adapted, objective and reliable information.

Electronic dictionaries are a relatively new phenomenon that is rapidly developing and gaining popularity among a wide range of users [1].

The theoretical and practical aspects of creating electronic dictionaries have been the subject of research by many modern scientists. Historical aspect from A. Baitursynuly to Bertin Kele, ."I Don't Know,"He Said.Abdrakhmanov, B. Kaliyev, Sh.Bilyalov, A. Alcina, V. Balog, A. Baranova, L. Belyaeva , V. Dubichinsky, E. Karpilovskaya , E. Kupriyanov, Yu.Marchuk and others are highlighted in books and scientific works authored by scientists.

Research methods. Computers began to be used in lexicography in the 1960s. One of the editors of the Random House Dictionary of the English language, L. Urdang, developed a database system for classifying and sorting units of dictionary information, which he called "Data Collection"[2]. In addition, as part of the lexicographic project of the System Development Corporation, a magnetic tape version of Webster's 7th New Collegiate Dictionary and the new Merriam-Webster Pocket Dictionary was created. At first, machine-readable dictionaries were exact copies of paper, and researchers spent a lot of time explaining typing codes. With the development of technology, publishers separated the printed components and databases of dictionaries.

Advances in technology in the 1970s contributed to the widespread use of computers in lexicographic projects. In 1978, computer compilation systems were used to sort and check entries

in Longman Dictionary of Contemporary English dictionaries. In 1979, he began writing the Collins English Dictionary, which was considered the first truly computerized dictionary.

After the computer began to be used as a tool for creating dictionaries, electronic companies began to work to create pocket gadgets for translation. The first electronic "dictionaries"with user interfaces (LK-3000 and Craig M100), technicians were descendants of portable electronic calculators and personal digital assistants. LK-3000, or Lexicon, was developed in 1976. Patented as an"electronic dictionary and language translator the screen showed the correspondence between the words of English and a number of other languages (French, German, Italian, Spanish). Despite certain lexical limitations and technical shortcomings (language translation tools were sold separately in removable cartridges), the device was chosen as an official translation tool for the Olympiad [2]. The soon-to-be-released Craig M100 had a similar design, but had a richer vocabulary and made it possible to translate in three languages at the same time.

Manufacturers began to explore additional means of storing verbal information on removable IC cards with integrated circuits. With the development of production technologies, more and more electronic products were produced, the amount of memory of portable devices increased. H. Nessie concludes that"during this period, the traditional division between a dictionary on a mobile device (intended for quick reference in a practical context) and an academic dictionary (valued for the quality of lexicographic information) began to disappear."Electrotechnical companies gradually began to purchase licenses for lexicographic goods such as Collins Cobuild, Longman and Oxford Dictionaries, adding to them the advantages of the latest technical inventions [2].

The emergence of disks has given rise to a new round of information storage. The diskam disc of the first edition of the 12-volume edition of the Oxford English Dictionary appeared in 1988, and in the 1990s, the number of dictionaries with improved tools increased. So, in the tenth edition of the Concise Oxford English Dictionary, the "quick search"tool was introduced, BOOKcase's other lexicographic tool allowed access to external programs, search engines, and also integrated individual additional electronic reference publications. One of the first dictionaries on CD for English learners was the interactive English and American dictionaries Longman (1993) and Collins KOBILD (1995), which contained not only a dictionary, but also textbooks on English Phonetics and grammar. The Kingsoft powerword bilingual English-Chinese dictionary is considered the most widely used CD dictionary in the world (expanded to eight million copies between 1997 and 2002) [2].

Subsequently, the internet became another center for the placement of many information resources. At first, publishers who invested heavily in the development of dictionaries did not want to distribute their products on the internet for free. At the same time, the researchers noted the unreliability of online dictionaries compared to paper dictionaries, since no one responded to the accuracy of the information provided by online dictionaries, and therefore, its web address and Page content were constantly changing. The increase in the number and quality of online dictionaries was partly due to changes in the policy of publishers, who began to charge for their online products or used electronic access to a book ,disc, or text (Oxford English Dictionary, line, Cambridge Dictionaries iline, etc.) as a marketing tool to call. A common practice for many publishers began to offer their own dictionaries in different formats on paper, discs, online.

In the early 2000s, the use of high-speed broadband technologies expanded access to information for many ordinary users. Another trend in the development of online dictionaries was the creation of multifunctional multilingual dictionaries of free replenishment. The first Wiktionary in English was created in 2002, according to the scheme of which dictionaries of second languages were created

So, as the researchers note, at first computers only helped in the processes of compiling dictionaries, then contributed to the transfer of paper information to computer media and finally became the basis for compiling electronic dictionaries "from scratch"[3].

V. Pastor, with A. Alcin "the development of Special industries grows with the development of Science and technology, translators are forced to solve problems related to the high level of the text profession. These market requirements explain why translators seek resources to quickly and efficiently meet their terminological needs"[4].

According to Ya.Pervanov, the fundamental difference between an electronic dictionary and paper is a new way of lexicographic interpretation of linguistic semantics, which attracts the user to virtual lexicography in the second way [6].

This idea is shared by other scientists, studying the evolution of lexicography from book dictionaries in modern multimedia databases, which increase the capabilities and size of electronic sources and bring them closer to information depositories in the form of thesaurus, in the most similar way to the way Word information is stored in a person's mental lexicon. Modern electronic dictionaries are a flexible interactive system that provides access to information of various nature beyond linguistic knowledge [3].

The electronic dictionary is a relatively new phenomenon in the modern market, which has evolved over several decades from machine-readable dictionaries, exact copies of paper editions to complex digital lexicographic systems with a powerful arsenal of functions [7; 8]. Thanks to the Advanced Search capabilities, speed, ease and convenience of Use, Accessibility and compactness, electronic dictionaries are widely used in scientific, educational, professional environments in many areas of activity. Further study of the history, theory and practice of creating electronic dictionaries forms a promising direction in computer lexicography.

The purpose of using the elektronic dictionary in our conditions is to track the dynamics of the development of electronic dictionaries in the practice of teaching a trilingual ICT course and the formation of information and communication competence of future specialists based on the use of an electronic dictionary necessary for teaching a trilingual ICT course. The study uses methods of analysis, comparison, communication and systematization of scientific sources.

Results

This work presents a new technology for creating dictionaries and introduces new principles for their organization and reduces ambiguity. The presented electronic dictionary contributes to the creation of one common dictionary, which is also suitable for combining words in the field of Information Technology.

The development of this web site consists of 6 points.

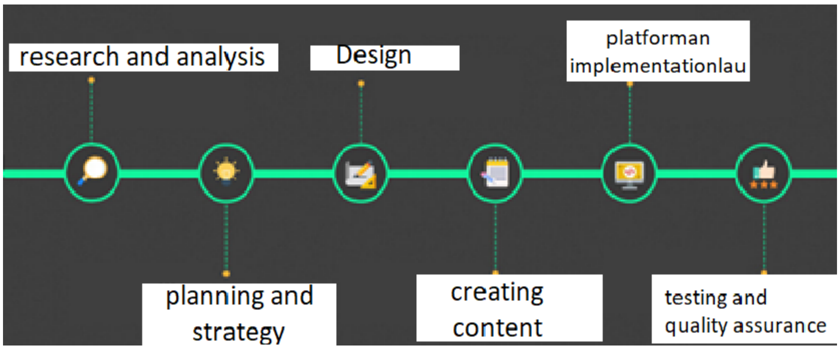


FIGURE 1. Model for creating an electronic dictionary in three languagesn

When creating this web site, the programming languages PHP, Javascript, MySQL were used in the back-end section. Development of a web site with PHP programming language:

1. setting up a local server environment:

- Local server software such as XAMPP (for Windows, Mac, Linux) or MAMP (for Mac), which includes PHP, Apache and MySQL.

2. Creating a project directory:

- Create a folder(folder) on your computer that stores website files.
3. defining the file structure:
-Create the necessary files and folders for the server website in the project directory.
- General files ' index.php' (entry point), 'config.php ' (for database configurations) and other PHP files for processing specific functions.

```php
// ** MySQL settings - You can get this info from your web host ** //
/** The name of the database for WordPress */
define('DB_NAME', 'wpssg');

/** MySQL database username */
define('DB_USER', 'wpssg_u');

/** MySQL database password */
define('DB_PASSWORD', 'mIa*bu%Kd^S{');

/** MySQL hostname */
define('DB_HOST', 'localhost');

/** Database Charset to use in creating database tables. */
define('DB_CHARSET', 'utf8mb4');

/** The Database Collate type. Don't change this if in doubt. */
define('DB_COLLATE', '');
```

FIGURE 2. Setting up a local server environment

```php
<?php

namespace Model;

/**
 * main model class
 */

use \Database;

class Model extends Database
{

    public $order = 'desc';
    public $limit = 10;
    public $offset = 0;

    protected $table = "";

    public function insert($data)
    {

        //remove unwanted columns
        if(!empty($this->allowedColumns))
        {
            foreach ($data as $key => $value) {
                if(!in_array($key, $this->allowedColumns))
                {
                    unset($data[$key]);
                }
            }
        }
```

FIGURE 3. Creating a project directory

4. start coding:
- Open a text editor or integrated development environment (IDE) and write PHP code.
-Define the logic and functionality necessary for the website.
5. processing HTTP requests:
- Use PHP to handle HTTP requests coming from the client.

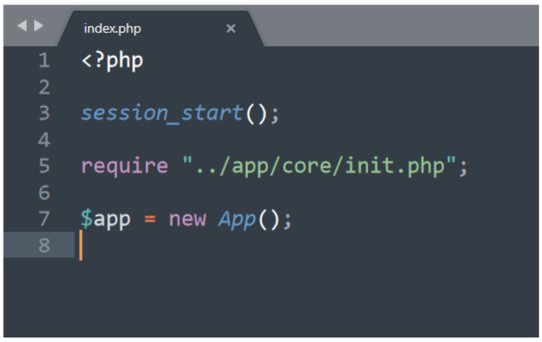


FIGURE 4. Defining the file structure

- To do this using the superglobals‘. _GET‘,‘. _POST‘,‘. _REQUEST‘ or ‘супер _SERVER‘, depending on the request type and the data to be sent.

6. connecting to the database:

- If the website requires a database, establish a connection to it using the PHP MySQLi or PDO extension.
- Write code to handle database operations such as query, insert, update and delete data.

7. implement routing and URL processing:

- Identify routes for different URLs and compare them with specific PHP files or functions.
- This can be achieved by using frameworks such as Laravel, Symfony, or by creating your own routing mechanism.

8. implementation of business logic:

-Write the necessary PHP code to implement the necessary business logic of the website.
- This includes processing form data, checking user input, performing calculations, interacting with external APIs

9. creating dynamic content:

- Use PHP to create dynamic HTML content by embedding PHP code into HTML templates.
- It allows you to display dynamic data from the database or perform conditional rendering based on certain conditions.

10. implementation of security measures:

- Validate and sterilize user input to prevent common security vulnerabilities such as SQL injection and cross-site scripting (XSS) attacks.
-Implement user authentication and authorization mechanisms to ensure access to restricted areas of the website.

11. website verification:

-Server website validation by running a local server (such as XAMPP) and combining it with a front-end client using tools such as Postman.
- Make sure that the functionality and behavior of the server work as expected.

Web application interface: the frontend part of the platform. The following programming languages were used in the development of the user interface:

- HTML.With this programming language, the structure of almost all surface Flyers on the platform was recorded;
- CSS. With the help of this programming language, it was able to arrange the original location and styles of documents with the provided video and audio and text data on the platform in accordance with the design;
- JavaScript. With the help of this programming language, all animated buttons on the platform and some logical action processes were implemented.

Basically, HTML is a collection of short codes typed into a text file. These are tags that increase the power of HTML. The text is saved as an HTML file and viewed through a web

browser. The browser reads the file and translates the text into a visible form according to the codes used by the author to write what will be the visible rendering. Writing HTML requires the correct use of tags to create an author's vision. Tags are what separates simple text from HTML code. Tags are words between angle brackets that allow you to display graphs, images, and tables on a web page. Different tags perform different functions. The most simple tags apply formatting to the text. Since web interfaces need to be dynamic, you can use Cascading Style Sheets (CSS) and JavaScript. CSS makes web pages more accessible, while JavaScript extends the power of basic HTML.

CSS is a language that allows you to change the appearance of elements on a web page by adding different styles to individual HTML tags. You can extract styles from an HTML document to another document called a style sheet. A stylesheet is a set of rules that show the browser how to display elements in an HTML document. Styles in a stylesheet can be applied to HTML tags, IDs, class names, pseudo-elements, and pseudo-classes. Styles are used in order of importance hierarchy. The browser reads the style sheet and applies the styles in order from top to bottom. Styles defined towards the end of the style sheet will take precedence over styles defined towards the beginning of the style sheet. Developers can redefine this vertical hierarchy using the following methods: as a suffix to the style name !enable the important option. The style table with this parameter will take precedence over the styles defined below it. Add a style to the HTML line. The styles defined in the row will take precedence over the styles defined in the table .

FIGURE 5. CSS is adding different styles to individual HTML tags

JavaScript is a dynamically typed, prototype-based, Object-Oriented Programming Language. Why is JavaScript important? In the past, most programmers or developers were server-oriented; JavaScript was only important when you needed to use visuals. As web development evolved and the focus was on user experience, programmers increasingly relied heavily on JavaScript in their external code. Today, many or most websites use JavaScript to receive and send data, use logic, and create HTML in browsers. JavaScript is a programming language that allows users to interact with the websites they visit, making it a very important language for web developers.

JavaScript can also communicate with data servers in the background asynchronously without interrupting user interaction in the foreground. These features make JavaScript not only an important language, but also a necessary language for modern web development. Programming languages are usually classified in semantics, by the level of abstraction they use. JavaScript opposes easy classification because it has been extended to many frameworks for many different purposes. It is an object-oriented multi-paradigm hybrid programming language with flexible, fuzzy C derivative, free-type, coding concepts. This is a great example of a very general-purpose language or a very bad example of different types of languages. It's really simple and powerful, but it leaves much to be desired in terms of security type and good design, so there are many areas like corner, reaction, and Vue that can help with this, as well as circles and libraries.. Typescript was developed by Microsoft to restrict and help developers write better code. This is a superset of javascript, which means that it includes all JavaScript except adding new material.

MySQL is where you can store your data permanently. Variables can be stored in RAM if it is large enough and, more importantly, not constant. Information can be saved in a regular text file. But storing it in databases like MySQL results in faster search and therefore faster processing.

The five main features and benefits of MySQL.We have described many of the advantages of MySQL. It is general, mature, open source and extensible. But if we had to list the five main features and benefits of MySQL, they would be as follows.

- Ease of use. MySQL is considered the easiest to use among RDBMS.It works with basic SQL and has extensive documentation, given its maturity and acceptance;

- Security. The perfection of MySQL also contributes to security.It is constantly updated, has an active developer community, and due to its widespread use in the enterprise, many CVE fixes are released before CVE is published. The combination of these factors makes MySQL a stable and secure database choice;

- Open source. The community version of MySQL is enterprise-ready and licensed under the GNU General Public License. For users who want to access MySQL equal ownership features at no additional cost, there are other options that can add similar functional levels in an ecosystem like MariaDB;

- Ability to zoom. MySQL is highly scalable for DBMS with a wide range of options not covered in this blog, allowing you to Customize, Customize, and improve your MySQL experience;

"Sure. MySQL is reliable-not only in terms of data, but also in terms of development. It is mature, it has stable releases, patches and an established developer community working on it. This makes it a safe choice for newer, less mature RDBMS options.

phpMyAdmin is a free and open source website software package written in PHP for database management in a web browser. Frequently used Operations (managing databases, tables, columns, relationships, indexes, users, permissions, etc.) can be performed through the user interface, in addition to the ability to directly execute any SQL statement.

The fact that the user interface of the phpMyAdmin web program is very light can be seen in the image below.

In this environment, it is recommended to look at the word on any ICT course. In it, if an expression is made in one of the three languages, in the other two languages, the term appears with the translation of words.

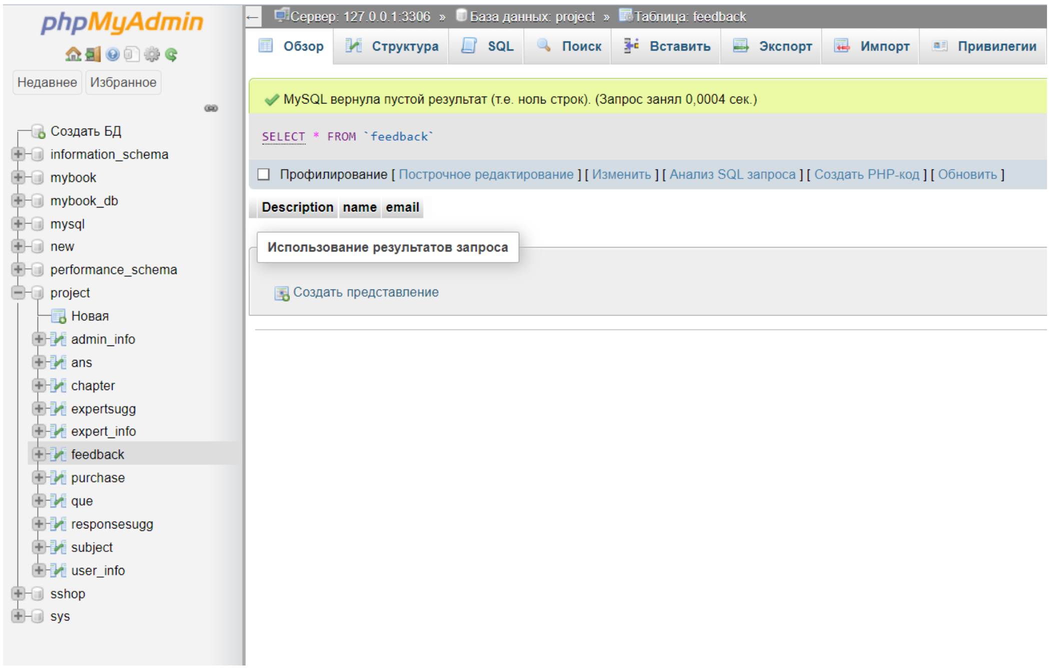


FIGURE 6. PhpMyAdmin web application user interface

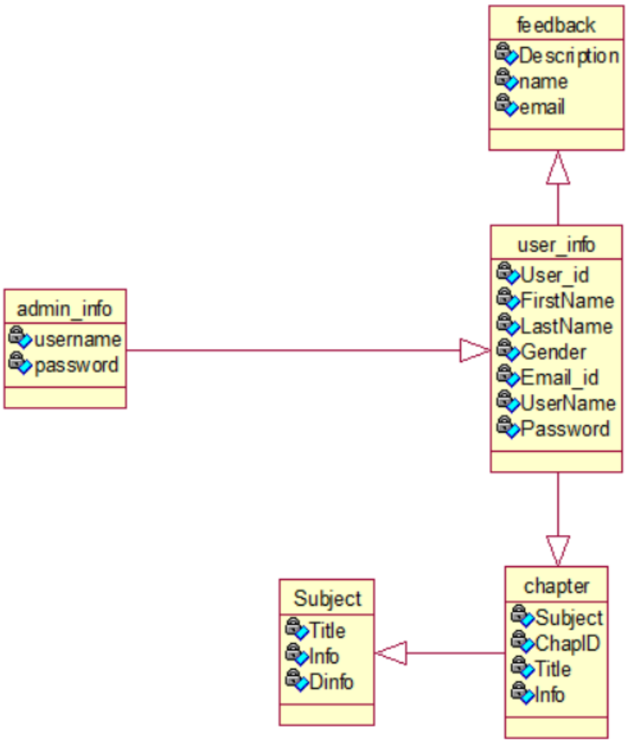


FIGURE 7. PhpMyAdmin web application user interface

Conclusion An example is the lecture lesson "multimedia technologies"in the subject of ICT. Below is an electronic conceptual and terminological dictionary used in the ICT course. Here, students used the specified term words in the course of lectures, in the CCS.

TABLE 1. Electronic used in ICT course conceptual and terminological dictionary

Мультимедиялық жүйелер-ақпаратты өңдеудің әртүрлі формаларын қолдануға мүмкіндік беретін бағдарламалар: мәтін, графика, анимация, музыка, сөйлеу, бейне жазу.	Системы мультимедиа – программы, позволяющие использовать различные формы обработки информации: текст, графику, мультипликацию, музыку, речь, видеозапись.	Multimedia systems are programs that allow using various forms of information processing: text, graphics, animation, music, speech, video recording.
Мультимедиа – әртүрлі мазмұн формаларының комбинациясын пайдаланатын медиа және мазмұн.	Мультимедиа — это медиа и контент, в которых используется комбинация различных форм контента.	Multimedia is media and content that uses a combination of different content forms.
Мультимедиялық компьютер (MPC): оңтайландырылған компьютер жоғары мультимедиа өнімділігі үшін, бай мультимедиа мүмкіндігін береді тәжірибе.	Мультимедийный компьютер (MPC): компьютер, оптимизированный для высокой производительности мультимедиа опыт.	Multimedia Computer (MPC): a computer that is optimized for high multimedia performance, enabling rich multimedia experience.
Адамдарға арналған мәтіндік деректер, аудармашыларға арналған бағдарламалық мәтін, басқа мәтіндік ақпарат болып табылатын мәтіндік медиа;	Текстовые носители, представляющие собой текстовые данные для людей, программный текст для переводчиков, другую текстовую информацию;	Text media which are text data for people, software text for interpreters, other textual information;
Анимация - қозғалыссыз фигуралар қозғалатын кескіндер болып көрінетіндей етіп өңдеу әдісі.	Анимация — это метод, с помощью которого неподвижные фигуры манипулируют так, чтобы они казались движущимися изображениями.	Animation is a method by which still figures are manipulated so that they appear to be moving images.
Аудиофайлдар, сандық дыбыс тізбектері, музыкалық аудиофайлдардың жинақтары және цифрлық дыбыстың басқа түрлері болып табылатын аудио ағындары;	аудиопотоки, представляющие собой аудиофайлы, цифровые аудиоряды, наборы музыкальных аудиофайлов и другие типы цифрового аудио;	audio streams, which are audio files, digital audio sequences, sets of music audio files and other types of digital audio;
Сызба файлдары, фотосуреттер және басқа екі өлшемді графикалық ақпарат болып табылатын графикалық медиа	Графические носители, которые представляют собой файлы чертежей, фотографии и другую двумерную графическую информацию.	graphical media which are drawing files, photos, and other two-dimensional graphic information

Интерактивті ақпарат құралдары мәтін, қозғалатын кескін, анимация, бейне және аудио сияқты мазмұнды ұсыну арқылы. Ол пайда болғаннан бері интерактивті ақпарат құралдарының әртүрлі формалары пайда болды.	Интерактивные медиа путем представления контента, такого как текст, движущееся изображение, анимация, видео и аудио. С момента своего зарождения появились различные формы интерактивных медиа.	Interactive media by presenting content such as text, moving image, animation, video and audio. Since its early conception, various forms of interactive media have emerged.
графикалық ақпараттың бейне және динамикалық қатарын көрсететін бейне ағындары;	видеопотоки, представляющие видео и динамические ряды графической информации;	video streams representing video and dynamic series of graphic information;
Аппараттық құрал – бұл өзара байланысты техникалық құрылғылар жүйесіне кіретін барлық нәрсе.	Аппаратные средства – это все, что входит в систему взаимосвязанных технических устройств.	Hardware is everything that is included in the system of interconnected technical devices.
Бағдарламалық жасақтама – компьютер жұмысын басқаратын командалар жиынтығы.	Программное обеспечение представляет собой набор команд, управляющих работой компьютера.	Software is a set of commands that controls the computer operations.
3G, 4G-соңғы UMTS технологияларына негізделген үшінші және төртінші буын ұялы байланысының белгісі. Бірінші буын телефондары-аналогтық телефондар, екінші буын.	3G, 4G – обозначение сотовой связи третьего и четвертого поколения, основанной на новейших технологиях UMTS. Телефонами первого поколения являются аналоговые телефоны, второго поколения.	3G, 4G is the designation of the third and fourth generation cellular communications based on the latest UMTS technologies. The phones of the first generation are analog phones, the second generation.

You can enter if you need to add term words to the system. Currently, a translator in three languages serves as an electronic dictionary.

The introduction of electronic versions of the conceptual and terminological dictionary and explanatory Dictionaries made it possible to organize a comparison of the content of different dictionaries. The article will allow tracking the dynamics of the development of electronic dictionaries in the practice of teaching a trilingual ICT course and the formation of information and communication competencies of future specialists based on the use of an electronic dictionary necessary for teaching a trilingual ICT course. A new technology for creating electronic dictionaries based on the use of the knowledge base of the network structure for the formation of information and communication competencies of future specialists has been proposed.

Based on the approaches of the theory of taxonomy, an algorithm for grouping term words in the course of the lecture is proposed.

References

[1] Balalaeva E. Yu. electronic dictionary: essence, structure, classification // modern pedagogy. 2014. No 4. URL: http://pedagogika.snauka.ru/2014/04/2238 (date: 12.09.2020).

[2] Baitursynuly Akhmet is a six-volume collection of works. Almaty: "El-shezhire - 2013. t. I: 384 p.

[3] Kaydarov A.T. *A new approach to Kazakh terminology.* Almaty, 2003.

[4] Aytbayuly U. A. *Baitursynov's example and the article. The Kaidar principle.* Sovereign Kazakhstan, 25.09.2017.

[5] Bektayev K. B., Musakhodzhayev S., Sadchikova P. V., Ulzhabaeva M. U. *Experience and analysis of terminological specific words//Scientific Symposium "semiotic problems of languages in science, terminology and computer science".* Ch. II. m., 1971, 715 p.

[6] Bilyalov Sh. *Actual problems of the formation of the national language of science.* Almaty, 1996. 202 P.

[7] Nesi H. *Dictionaries in electronic form // The Oxford History of English Lexicography Oxford / Cowie, A. P. (ed.).* Oxford UPress, 2008. pp. 458-478.

[8] Palkova A. *Basic concepts of electronic lexicography*, Vestnik Tvgu. Series "Philology". 2015. No. 4. pp. 88-93.

[9] Pastor V., Alcina A. *Search techniques in electronic dictionaries: a classification for translators*, International Journal of Lexicography. 2010. Vol. 23, No 3. pp. 307-354.

[10] Selegey V. *Electronic dictionary and computer lexicography. Association of lexicographers Lingvo.*, 2003. URL: http://www.lingvoda.ru/transforum/-articles/selegey_a1.asp (date: 21.10.2020).

[11] Pervanov Ya. A. *Names on electronic lexicography.*, 2011. URL: http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers / 1107/1107.1753. pdf (date: 08.10.2020).

[12] Balalaвava O. Yu. *Anal sutnosti ponyattya "Elektron navchalnik"*, Problems of a suckling pig. 2014. VIP. 14. pp. 26-33.

[13] Children O. Yu. *Z case-rozvitka elektronic words: zarubizhniy I vitchizniy dosvid*, humanitarny studyï: teacher, psychologist, philosophy. 2020. No 11 (1). pp. 6-12

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

NEUTROSOPHIC TECHNOLOGIES

FAZIKHUDDIN ABDUSHUKUROV[1]

[1]Kimyo international University in Tashkent, Tashkent, Uzbekistan
e-mail: fayz.abdushukurov@mail.ru

Abstract. In this article, the concept of neutrosoph was introduced. Some related theorems have also been established. Researchers in various fields such as medicine, economics and many other fields are daily faced with inaccurate and insufficient information when modeling uncertain data. The article discusses some problems and examples. A numerical example is given to test the practicality of the proposed strategy. A comparison of the proposed strategy with existing ones is given, with the aim of demonstrating effectiveness and practicality. Neutrosophy means the study of ideas and notions that are not true, nor false, but in between. Each field has a neutrosophic part, i.e. that part that has indeterminacy. Thus, there were born the neutrosophic logic, neutrosophic set, neutrosophic probability, neutrosophic statistics, neutrosophic measure, neutrosophic precalculus, neutrosophic calculus, etc. There exist many types of indeterminacies – thats why neutrosophy can be developed in many different ways.

Keywords: Neutrosoph, underset, neutrosophic offlogic, neutrosophic overprobability, neutrosophic underlogic.

AMS Subject Classification: 68-04.

1. Introduction

Visual observation is considered a primary focus in extensive studies of computer vision. Its task is to estimate the location of a moving object in consecutive frames of a sequential image. Visual observation is widely applied in various fields and applications, such as mechanical control of vehicles, human-computer interaction, surveillance, security, and many others. Despite the significant progress made in this field, visual tracking will always remain a crucial direction.

Computer vision models for surveillance with security cameras must be capable of processing and recognizing different individuals in video recordings. The multiplicity of video frames means that precise temporal annotation of the video requires a substantial amount of time and effort. This may lead to limitations in the development and divert valuable skills and priorities away from the main project mission.

Machine learning is considered a subclass of artificial intelligence. This type of learning is based on methods that enable a concept to learn from its own experience. For example, the system internalizes the information provided to it, explores the pattern, and reacts based on its learning at the output. In this case, the system becomes smarter over time without human intervention. The system applies statistical learning algorithms, automatically learning and improving without human support. On the other hand, in the concept of deep learning, it learns from its own experience, but on a large dataset or extensive information provided to it as input.

The term "deep" refers to the multiple layers between the input and output of a neural network, whereas in shallow neural networks, there are at most 2 layers between the input and output.

Artificial intelligence is a vast science that aims to create intelligent machines. The key activity of artificial intelligence is machine learning since intelligent behavior requires a wide range of

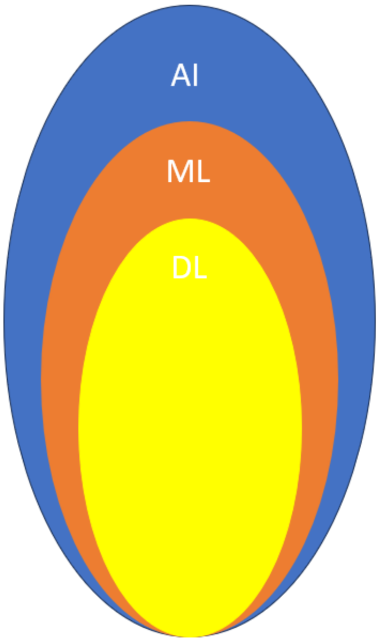


Figure 1. Correlation between AI, ML, and GO.

data and knowledge. Technological processes continuously strive to model human intelligence, making AI a subject of enormous interest today.

Approaches in machine learning can be of three types: supervised, unsupervised, and reinforcement learning.

Supervised learning involves the process of decision-making concept learning. In this case, the learning actions are based on a widely accepted decision to make the outcomes most significant at the output or in a desirable good state. However, the learner has no prior knowledge of the information. After being presented with a situation, it learns to decide which process to take in accordance with that situation. The learner's decision greatly influences the real and upcoming situation. Supervised learning relies on two main requirements: deferred outcome and experimentation through trials and errors.

In supervised learning, an external support method is applied, requiring the provided input database to be divided into sets of information for training and testing. The output variable is predicted or categorized from the training dataset. The methods attempt to explore many forms at the time of training the database and incorporate these learned patterns into the testing dataset, which provides preliminary calculations.

Unsupervised learning is a machine learning method that explores specific properties of input data. After the provision of a novel database, it applies previously learned data to identify the class of information. This is primarily desirable to reduce the number of functions and for clustering.

The development of machines was explored by Arthur Samuel in 1959, who introduced the term "machine learning" as a pioneer in AI and computer games. Prior to that, the main chess game based on a computer program was created in 1948 by Turing and Champernowne. Then, in 1951, Dietrich Prinz displayed a new gaming device for chess. The entire draft session was played at a superb pace. In the 1960s, Nilsson published a book on machine learning along with pattern classification. In 1970, Duda and Hart clarified that the interest in pattern classification remains. Then, in 1981, the neural network computer terminal began to be trained with 40

symbols. In 1985 and 1986, researchers from the field of neural networks, Hinton, Nielsen, Rumelhart, Williams-Hetsch, successively showed the idea of a multilayer perceptron (MLP) with actual learning of backpropagation. Coming to the present, a new era of neural networks called deep learning started in 2005 with researchers such as Andrew Ng, Hinton, Bengio, LeCun, and others.

Deep neural networks (DNNs) are network models with neurons having a series of characteristics and layers between the input and output. DNNs follow the layout of a neural network architecture. Similarly, they are called DNNs. DNNs ensure automatic exploration of functions and their hierarchical understanding at different levels. This powerful DNN process makes it safe compared to classical ML methods. In other words, the absolute architecture of DNN is applied for feature extraction and modification processes. The initial values perform elementary processing of input data or explore elementary functions, and these output information passes to higher levels that explore more complex functions. Therefore, DNN is suitable for tasks with massive and complex data.

Currently, DNN is used extensively in all fields, often referred to as a multi-purpose learning method. DNN is applied in numerous situations where machine intelligence can be universally useful (absence of human expert, vision, speech recognition, natural language understanding and biometrics, personalization for specific cases).

Please note that some sentences were slightly rephrased to improve clarity while maintaining the original meaning.

Multi-purpose Learning Method: The DNN method is now sometimes referred to as multi-purpose learning because it has proven its usefulness in almost all application domains.

Robust DNN Methods: Robust DNN methods do not require precise constructive distinctiveness. Instead, its process of automatic learning and representation of optimal functions for each task makes it safe.

Generalizable Approach: The approach to DNN is considered generalizable, which means the same DNN method can be applied to various types of datasets or in different applications.

Highly Scalable: DNN methods are highly scalable in terms of information and computations.

Overall, tracking methods can be divided into several stages. Understanding the desired object for visual tracking, selecting specific image features, and then modeling the shape, appearance, and motion of the object. An average person can identify familiar faces in a crowd with an accuracy of 97.53 percent. However, this is nothing compared to modern algorithms, which have achieved an accuracy of 99.8 percent. Over the last few years, modern algorithms using surveillance cameras have almost reached perfection. Face recognition technologies have been actively developing since the mid-20th century, but it is only now that they have started to work really well[1-5].

2. Introduction to Neutrosophy

Neutrosophy is a discipline that studies ideas and representations that cannot be precisely defined as true or false but exist in an intermediate state. It arises in situations where uncertainty or indeterminacy is present. Neutrosophy seeks to develop mathematical tools and logical systems to work with such vague and indefinite concepts[6].

Main Aspects of Neutrosophy Neutrosophy comprises several important aspects that form the basis for its application in various fields. Some of them include:

Neutrosophic Logic Neutrosophic logic provides a formal system for dealing with statements that can be true, false, and indeterminate simultaneously. Neutrosophic logic introduces new logical operators, such as "T" (true), "F" (false), and "I" (indeterminate).

Example of a neutrosophic logical formula:

$$A \vee T \wedge \neg B \vee I$$

Neutrosophic Sets Neutrosophic sets are used to represent fuzzy and uncertain data. Elements can belong clearly to the set, not belong clearly, or belong to an indeterminate region.

Example of a neutrosophic set: A = (x, T, 0.7), (y, F, 0.3), (z, I, 0.5)

Neutrosophic Probability Neutrosophic probability is employed to model events with uncertain outcomes. It allows considering not only the probability of an event occurring or not but also the degree of uncertainty associated with that probability.

Example of neutrosophic probability: P(A) = (0.6, 0.3, 0.1)

Neutrosophic Statistics Neutrosophic statistics is applied to analyze data containing uncertainty. It takes into account not only point estimates but also ranges of values and the degree of uncertainty in statistical parameters.

Example of neutrosophic statistics: Mean = (10, 1, 2) Standard Deviation = (3, 0, 1)

3. Application of Neutrosophy in Various Fields

Medicine In medicine, neutrosophy can be used to model uncertain diagnoses and patient prognoses. For instance, when determining the probability of a patient developing a specific disease, uncertainty in health data and test results can be taken into account.

Economics In economics, neutrosophy can be applied to model uncertain economic indicators such as inflation, unemployment, and market trends. This allows considering possible scenarios in economic events and the degree of uncertainty associated with them.

Engineering In engineering, neutrosophy can be used to analyze and optimize complex systems where data may be fuzzy or incomplete. For example, when designing avionics systems or computer networks, uncertainty in component characteristics can be considered.

Psychology In the study "Neutrosophic Approach to Modeling Ambiguity and Perceptions in Psychology," researchers explored the application of the neutrosophic approach to model fuzzy representations and perceptions in psychology. They used neutrosophic sets to analyze psychological data and account for uncertainty in patient assessments. This approach provided a more accurate understanding of various perceptions and evaluations in psychological practice.

Business and Management In the article "Neutrosophic Decision-Making in Business Management," researchers investigated the application of neutrosophic decision-making in business and management. They developed methods for analyzing uncertainty in business plans, risk assessment, and selecting optimal strategies. The neutrosophic approach enabled managers to make more informed and well-founded decisions in conditions of uncertainty and market volatility.

Practical Applications Neutrosophy can be applied to analyze data in situations where information is not precise or complete. For instance, in medicine, when diagnosing a particular illness in a patient, neutrosophic probabilities can help account for the uncertainty in test or analysis results, as well as uncertainty in symptoms.

Likewise, in economics, neutrosophic sets can be used to analyze market growth forecasts, considering potential changes in policies or external factors that may impact the outcome.

Example of Numerical Calculation:

Let's consider the neutrosophic set A:

A = (x, T, 0.6), (y, F, 0.2), (z, I, 0.4)

And the neutrosophic set B:

B = (x, I, 0.5), (y, T, 0.3), (z, F, 0.7)

Please note that each element of the set is represented by a tuple (element, membership, truth degree), where:

element - is the variable or value; membership - can take one of three values: T (True), F (False), or I (Indeterminate); truth degree - is a number from 0 to 1, representing the level of certainty or truth of the element.

For the example, let's calculate the weighted average value for each variable in the sets A and B, using their truth degrees.

Weighted average value for variable x:
For set A:
Weighted average value of x in A = (0.6 * 1) + (0.5 * 0) + (0.4 * 0) = 0.6
For set B:
Weighted average value of x in B = (0.5 * 1) + (0.3 * 0) + (0.7 * 0) = 0.5
Weighted average value for variable y:
For set A:
Weighted average value of y in A = (0.6 * 0) + (0.5 * 1) + (0.4 * 0) = 0.5
For set B:
Weighted average value of y in B = (0.5 * 0) + (0.3 * 1) + (0.7 * 0) = 0.3
Weighted average value for variable z:
For set A:
Weighted average value of z in A = (0.6 * 0) + (0.5 * 0) + (0.4 * 1) = 0.4
For set B:
Weighted average value of z in B = (0.5 * 0) + (0.3 * 0) + (0.7 * 1) = 0.7
Thus, after calculating the weighted average values for each variable in the sets A and B, we get the following results:
Weighted average value of x in A is 0.6, in B is 0.5.
Weighted average value of y in A is 0.5, in B is 0.3.
Weighted average value of z in A is 0.4, in B is 0.7.
These values indicate the degree of certainty in the truth of each variable in the respective neutrosophic sets.

4. Operations on Neutrosophic Sets

Neutrosophic sets are a mathematical framework to deal with incomplete, indeterminate, and inconsistent information. They consist of elements with three parameters: truth membership (T), false membership (F), and indeterminacy membership (I), each represented by a value in the range [0, 1].

Consider two neutrosophic sets:

$$A = \{(x, T, 0.6), (y, F, 0.2), (z, I, 0.4)\}$$
$$B = \{(x, I, 0.5), (y, T, 0.3), (z, F, 0.7)\}$$

Union. The union of two neutrosophic sets A and B, denoted by $A \cup B$, is formed by combining the elements from both sets. In case of conflicting memberships for the same element, we select the truth membership with the highest degree.

$$A \cup B = \{(x, T, 0.6), (y, T, 0.3), (z, I, 0.4)\}$$

Intersection. The intersection of two neutrosophic sets A and B, denoted by $A \cap B$, consists of elements that are common to both sets. When memberships conflict, we choose the truth membership with the lowest degree.

$$A \cap B = \{(x, I, 0.5)\}$$

Complement. The complement of a neutrosophic set A, denoted by $\overline{A}$, is obtained by negating the truth and false memberships while retaining the indeterminacy memberships.

$$\overline{A} = \{(x, F, 0.6), (y, T, 0.2), (z, I, 0.4)\}$$

Below are some examples of real-life use cases and the approximate years when these applications were employed:

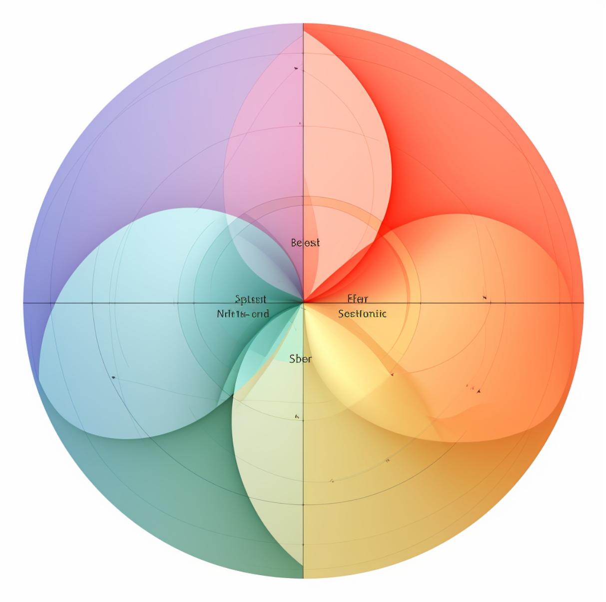


Figure 2. A Venn diagram representing the overlap and distribution of neut.

Medical Diagnosis (Year: Ongoing since 1995): In the medical field, neutrosophic sets have been used for diagnosing diseases and medical conditions. Medical experts combine data from different sources, such as patient symptoms, test results, and medical history, which often involve uncertainty and ambiguity. Neutrosophic union and intersection operations help in aggregating and analyzing this diverse and uncertain information to reach more accurate diagnoses.

Weather Forecasting (Year: Ongoing since 1995): Meteorology has benefited from the application of neutrosophic sets in weather forecasting. Weather data are inherently uncertain due to the complexity of atmospheric conditions. By using the union and intersection operations of neutrosophic sets, meteorologists can combine multiple weather models and observations to make more reliable predictions, taking into account varying degrees of truth, falsity, and indeterminacy.

Financial Risk Analysis (Year: Ongoing since 1995): In finance, the analysis of investment risk and market volatility is critical for decision-making. Neutrosophic sets can be applied to model and assess financial risk, especially in situations where market conditions are uncertain and fluctuating. By using the union, intersection, and complement operations, financial analysts can evaluate different risk scenarios and make well-informed investment choices.

Image Processing and Computer Vision (Year: Ongoing since 1995): Image processing and computer vision applications often encounter uncertain and noisy image data. Neutrosophic sets, along with union and intersection operations, are employed in tasks like image segmentation, object recognition, and pattern matching to handle uncertainties and improve the accuracy of results.

Business Decision-Making (Year: Ongoing since 1995): In business and management, decisions need to be made based on complex and uncertain information. Neutrosophic sets and their operations, such as union and intersection, assist in evaluating different factors affecting a decision. This allows decision-makers to consider multiple perspectives and uncertain variables while making informed choices.

Linguistics and Natural Language Processing (Year: Ongoing since 1995): In linguistics and natural language processing, language ambiguity poses challenges in understanding and processing textual data. Neutrosophic sets, combined with union and intersection operations, have

been used to model the degrees of truth, falsity, and indeterminacy associated with different meanings of words or phrases. This aids in more accurate language analysis and processing.

It's important to note that the use of neutrosophic sets and their operations is ongoing and continues to evolve as researchers and practitioners explore their applications in various domains. The examples mentioned above demonstrate the versatility of neutrosophic sets in handling uncertainties and making better-informed decisions in real-world scenarios.

Let's explore the concepts of "underset," "neutrosophic offlogic," "neutrosophic overprobability," and "neutrosophic underlogic" along with real-life examples and mathematical instances using programming:

Underset:

"Underset" refers to the set of true propositions in neutrosophic logic. It represents statements that are considered true with some degree of truth membership.

Real-life example:

Suppose you conduct a survey and ask participants to rate their agreement with a statement on a scale of 1 to 5. The responses can be modeled as an underset, where a rating of 4 corresponds to a high degree of truth membership, indicating strong agreement.

Mathematical example (Python):

Underset (True Propositions) Example

ratings = [4, 5, 3, 4, 2, 5, 3]

underset = [1 if r ¿= 4 else 0 for r in ratings]

print(underset) - Output: [1, 1, 0, 1, 0, 1, 0]

Neutrosophic Offlogic:

"Neutrosophic offlogic" deals with the concept of "off-truth," "off-falsity," and "off-indeterminacy." It considers the cases when truth, falsity, or indeterminacy are not well-defined, and there is a level of "offness" associated with them.

Real-life example:

In weather forecasting, meteorologists often face situations where multiple weather models provide varying predictions. Neutrosophic offlogic can be used to model the offness of truth, falsity, or indeterminacy in each weather forecast.

Mathematical example (Python): Neutrosophic offlogic is an advanced topic, and representing it mathematically requires more complex structures like matrices. Here's a simple illustration of offness in weather forecasts using Python's NumPy library:

import numpy as np

Weather forecast predictions: [truth, falsity, indeterminacy]

forecast1 = [0.8, 0.1, 0.1] - High truth, low falsity, low indeterminacy

forecast2 = [0.3, 0.6, 0.1] - Low truth, high falsity, low indeterminacy

forecast3 = [0.5, 0.2, 0.3] - Moderate truth, low falsity, moderate indeterminacy

forecasts = np.array([forecast1, forecast2, forecast3]) offness = 1 - np.max(forecasts, axis=1) - Compute offness for each forecast

print(offness) - Output: [0.2, 0.7, 0.5]

Neutrosophic Overprobability: "Neutrosophic overprobability" deals with scenarios where there is an abundance of indeterminate or uncertain information. It represents the extent of indeterminacy or ambiguity in a given context[6].

Real-life example:

In a market research survey, respondents may provide diverse opinions on a product's satisfaction level. Neutrosophic overprobability can model the abundance of indeterminacy regarding satisfaction levels.

Mathematical example (Python): Let's consider survey data for satisfaction levels from multiple respondents:

Satisfaction levels: [truth, falsity, indeterminacy]

satisfaction1 = [0.9, 0.05, 0.05] - High satisfaction, low dissatisfaction, low indeterminacy

satisfaction2 = [0.3, 0.6, 0.1] - Low satisfaction, high dissatisfaction, low indeterminacy

satisfaction3 = [0.5, 0.2, 0.3] - Moderate satisfaction, low dissatisfaction, moderate indeterminacy

satisfactionlevels = np.array([satisfaction1, satisfaction2, satisfaction3])

overprobability = np.sum(satisfactionlevels[:, 2]) / len(satisfactionlevels)

print(overprobability) - Output: 0.2

Neutrosophic Underlogic: "Neutrosophic underlogic" represents the set of determinate propositions in neutrosophic logic. It refers to statements that can be classified as either true or false with some degree of certainty[7].

Real-life example:

In a survey asking respondents if they prefer coffee or tea, some may have strong preferences, while others may be unsure. Neutrosophic underlogic can be used to model the certainty of preferences.

Mathematical example (Python): Let's consider a dataset of coffee and tea preferences:

Coffee or Tea preferences: [truth, falsity, indeterminacy]

preference1 = [0.9, 0.05, 0.05] - High preference for Coffee, low preference for Tea, low indeterminacy

preference2 = [0.1, 0.85, 0.05] - Low preference for Coffee, high preference for Tea, low indeterminacy

preference3 = [0.5, 0.2, 0.3] - Moderate preference for Coffee, low preference for Tea, moderate indeterminacy

preferences = np.array([preference1, preference2, preference3])

underlogic = np.sum(preferences[:, :2]) / len(preferences)

print(underlogic) - Output: 0.85

These examples illustrate the concepts of "underset," "neutrosophic offlogic," "neutrosophic overprobability," and "neutrosophic underlogic" with real-life scenarios and corresponding mathematical examples using programming concepts. Neutrosophic logic provides a valuable framework for handling uncertainty and indeterminacy in various fields, promoting a deeper understanding of complex phenomena.

Neutrosophic Intersection and Neutrosophic Union:

Neutrosophic sets allow for the extension of traditional set operations to handle uncertainty and indeterminacy. Neutrosophic intersection and neutrosophic union are two such operations used to combine neutrosophic sets. **Neutrosophic Intersection:**

The neutrosophic intersection of two sets A and B, is a new neutrosophic set resulting from the intersection of their individual components. The truth membership in the neutrosophic intersection is the minimum of the truth memberships of corresponding elements in A and B. The falsity and indeterminacy memberships are determined similarly. Mathematical example (Python): Let's consider two neutrosophic sets A and B:

Neutrosophic sets A and B: [(truth, falsity, indeterminacy)]

A = [(0.7, 0.1, 0.2), (0.4, 0.5, 0.1), (0.2, 0.3, 0.5)]

B = [(0.6, 0.3, 0.1), (0.3, 0.2, 0.5), (0.4, 0.1, 0.5)]

To compute the neutrosophic intersection, we take the minimum of the truth, falsity, and indeterminacy memberships for each corresponding element in A and B:

intersection = [(min(a[0], b[0]), min(a[1], b[1]), min(a[2], b[2])) for a, b in zip(A, B)]

print(intersection) - Output: [(0.6, 0.1, 0.1), (0.3, 0.2, 0.1), (0.2, 0.1, 0.5)]

Neutrosophic Union:

The neutrosophic union of two sets A and B, is a new neutrosophic set resulting from the union of their individual components. The truth membership in the neutrosophic union is the maximum of the truth memberships of corresponding elements in A and B. The falsity and indeterminacy memberships are determined similarly. Mathematical example (Python):

Continuing with the sets A and B from the previous example, let's compute the neutrosophic union:

union = [(max(a[0], b[0]), max(a[1], b[1]), max(a[2], b[2])) for a, b in zip(A, B)]

print(union) - Output: [(0.7, 0.3, 0.2), (0.4, 0.5, 0.5), (0.4, 0.3, 0.5)]

The neutrosophic intersection and union operations allow us to combine neutrosophic sets while preserving the indeterminacy and uncertainty inherent in the individual sets.

Neutrosophic sets and their operations find applications in various fields where uncertainty, ambiguity, and indeterminacy need to be considered for more accurate modeling and decision-making.

Advantages of Neutrosophy:

Consideration of Uncertainty: Neutrosophy allows for the consideration of uncertainty in data and provides flexible tools for analyzing such data.

Precision in Decision-Making: By accounting for the degree of uncertainty and vagueness, neutrosophic methods can lead to more accurate and well-founded decisions.

5. Conclusion

Neutrosophy represents a powerful tool for dealing with uncertain and fuzzy data in various fields such as medicine, economics, and engineering. It enables the consideration of the degree of uncertainty and fuzziness in the data, making it an effective means of analysis and decision-making.

The utilization of neutrosophy can lead to more realistic and precise results, allowing for the consideration of not only probabilities but also the degree of uncertainty in different situations. However, when applying neutrosophic methods, it is essential to consider the specifics of the data and tasks to obtain the most accurate and useful outcomes[8-10].

References

[1] Visweswaraiah, M., Somashekar, K. and Babu, N.V., 2017, January. Test mode power computation and IR drop analysis of application specific integrated circuits implementing face detection algorithms. *In 2017 4th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems (ICACCS)* (pp. 1-4). IEEE.

[2] Kotsiantis S.B. Supervised Machine Learning: A Review of Classification Techniques. Informatica 31 (2007) 249-268.

[3] Sutton R. S. Introduction: The Challenge of Reinforcement Learning. Machine Learning, 8, Page 225-227, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1992.

[4] McCulloch, W.S., Pitts, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bull. *Mathematical Biophysics.* 1943, 5, 115–133.

[5] Gaurav A, Jeffrey Ch. Design patterns for C sharp and the platform.NET Core. "Publishing House ""Peter""", 2021. Page 352.Rob Miles. The C# Programming Yellow Book. Independently published. 2018. P.222.(in russian)

[6] Smarandache F, "Neutrosophy: Neutrosophic Probability, Set, and Logic" - 2003.

[7] Smarandache F, "Introduction to the Neutrosophic Logic" - 2014.

[8] Patricia Melin, Oscar Castillo, Janusz Kacprzyk, "Neutrosophic Image Analysis and Applications" - 2019.

[9] Smarandache F, "Neutrosophic Logic, Wave Mechanics, and Other Stories" - 2015.

[10] Muhammad Akram, et al., "Introduction to Neutrosophic Logic" - 2019.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

THE ROLE OF THE PROJECT METHOD IN THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE NEEDS OF SCHOOLCHILDREN

GULNUR ABDIMANAPOVA[1], SAPARGALI ALDESHOV[1], LYAZZAT ZHAYDAKBAEVA[2]

[1]South Kazakhstan State Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Mukhtar Auezov South Kazakhstan University , Shymkent, Kazakhstan
e-mail: abdimanapova_gulnur@mail.ru

Abstract. The article considers project activity as an effective way of developing the cognitive interest of schoolchildren, forming the ability of students to independently acquire new knowledge, work with information, draw conclusions and conclusions. In modern education, an important task is the development of educational competencies and student activity. The project method is an effective approach that allows stimulating the cognitive interests of students and developing their critical thinking and creative potential. The purpose of this work is to identify the effectiveness of the project method in educational practice and its impact on the development of cognitive needs of schoolchildren. In the course of the study, scientific articles, publications and practical research were analyzed. The results of the study confirm that the project method is an effective tool for the development of students' cognitive needs. Participation in projects encourages students to actively study, allows them to choose topics of interest and explore them independently. This approach promotes the development of critical thinking and the ability to analyze information. In addition, the project method contributes to the development of students' creative potential. Working on projects allows students to show their talents and ideas, as well as realize their creative ideas. This approach to learning makes the learning process more interesting and motivating for students. In conclusion, the results of the study confirm that the project method plays an important role in the development of the cognitive needs of schoolchildren. Its use contributes to the activation of cognitive activity of students, the development of critical thinking and creative potential. It is recommended to introduce this method into educational practice in order to improve the quality of education and develop students' learning skills.

Keywords: project method, project activity, cognitive interest, independence, new knowledge, working with information, effective way of development, schoolchildren.

1. Introduction

Modern education faces challenges related to the development of a competence-based approach to learning, stimulating the activity of students and supporting their cognitive needs. In this context, the project method is becoming an increasingly relevant and effective learning tool that allows not only to deepen knowledge in various subject areas, but also to develop critical thinking, independence, communication skills and creative potential of students.

The topic becomes relevant, as it is aimed at studying the impact of the project method on the active and purposeful satisfaction of the cognitive needs of schoolchildren. Cognitive needs are an important factor determining the motivation and interest of students in the educational process. Each child has their own individual interests and preferences in learning, and effective education should support and develop these needs.

The project method provides students with the opportunity to choose a research topic, work independently, and implement their ideas within the curriculum. This approach contributes to the active cognitive activity of students, allows them to develop their creative potential and

independent thinking. In addition, the project method promotes the development of universal learning skills, such as goal setting, work planning, time management, and results analysis.

It is important to note that the project method can be applied in various subject areas and levels of education. From simple research projects in elementary grades to more complex and large-scale projects at senior levels of education, the project method offers many opportunities to develop students' cognitive needs.

2. Research methods

One of the priorities of the modern school is to create the necessary and full-fledged conditions for the personal development of each child, the formation of an active position, subjectivity of students in the educational process.

Based on the theory of L.S. Vygotsky, the development of a student as a person is determined by the learning process [1]. Therefore, it is necessary to look for new ways to introduce modern technologies into the educational process.

One of the effective methods, in comparison with the traditional ones of a reproductive nature, is project-based learning, which has a high degree of independence, initiative of students to their cognitive motivation; development of social skills of schoolchildren in the process of group interactions; acquisition of research and creative activity by children, interdisciplinary integration of knowledge, skills and abilities.

In general, as V. Guzeev emphasizes, "project-based learning encourages and strengthens true teaching on the part of students, expands the sphere of subjectivity in the process of self-determination, creativity and concrete participation" [2].

A significant contribution to the development of project training was made by one of the founders of the unified Labor Polytechnic school P.P. Blonsky (1884-1941). The teacher saw the folk school primarily as industrial, because he believed that "in the age of progress" technical illiteracy is becoming a serious problem [3, p. 18]. In teaching schoolchildren to implement projects, P.P. Blonsky identified the following methodological approaches:

- focus on the moral development of students, the preservation of the cultural integrity of their spiritual world, the formation of a "creator of a new, better life";
- project training is the main tool for the formation of an active converter, a researcher of the surrounding world, a kind of "exercise in creativity";
- the key to successful professional activity in the conditions of industrialization of society, the development of science and technology – the formation of skills for independent implementation of educational projects;
- the project method is the main means of cognition and transformation of the reality surrounding a person, therefore, "methods of cognition and work should become the main subjects in school" [4, p. 9].

The project method is a set of techniques, various operations that are aimed at solving the task. He is always focused on the independent activity of students. By itself, this activity can be individual, group or pair. The method of projects can be a research, creative, search activity. The role of project methods lies in the fact that when one or another scientific activity is carried out, students develop their competence, namely: intellectual, sociable, informational. And one of the main tasks of the school is to instill the basic personality qualities that will allow you to socialize in modern society. In another way, it is called "key competence". The key competence is the willingness of the student to solve the set goals. In turn, students' project and research activities serve as a means of solving problems, such as upbringing, education, and personal development in society. The essence of the project method is to stimulate students' interest in their independent activities, setting goals and problems for them, the solution of which leads to the emergence of new knowledge and skills. The methods that are used in project activities are divided into: research, search, scientific, reflexive. But to complete a project, you need to have intellectual skills, namely:

- be able to analyze, search for information, evaluate your capabilities – critical thinking;
- be able to work in a team;
- subject area skill.

Whenever a student is about to start doing a project, the teacher should:

- help him to ensure that the project is within his power of execution;
- create favorable conditions so that the student can successfully complete the project;
- help with advice in case of difficulties;
- help the student with the presentation of the project.

For successful project activity, the teacher needs to create the conditions:

- compliance of the project task with the individual capabilities of children;
- the relationship between student and teacher;
- necessary material and technical means;
- compliance of the implemented project with environmental and economic requirements.

The most important thing is not only the implementation of all the principles of the organization of project activities, but also the interaction between teacher and student. Since an individual approach is necessary, it is important to push the student to make independent decisions in the process of work. And if the principles of the organization of project activities are observed, a high result can be obtained as a result. But the success of the project activity largely depends on the student. It is characterized by the fact that:

- The student has a clear understanding of the result, that is, he knows the purpose and objectives of his project;
- In his project, the student sets real goals that solve social problems;
- The student shows his research through the final product.

Work on the project is carried out in stages:

(1) Need;
(2) The problem;
(3) Research;
(4) Initial ideas;
(5) Evaluation of the idea;
(6) Developing an idea;
(7) Planning;
(8) Manufacturing;
(9) Testing;
(10) Evaluation.

When developing a project, not only the student's abilities are important, but also his interaction with the teacher. Therefore, the role of the teacher in project activities:

- Motivating: during the work, the teacher should be able to motivate the student to the result;
- Consulting: when working on a project, the teacher provokes questions, reflections, independent evaluation of activities;
- Supervisor: when a teacher observes the work on a project, he can receive information in order to use it in consultations in the future and thereby educate the necessary competencies in the student;
- Facilitating: the teacher does not point out shortcomings or mistakes in the student's actions, he provokes questions, reflections, independent evaluation of activities, modeling various situations [5].

The role of the student in project activities:

- Makes a decision: the student must fix in his mind what choice he made and take responsibility for the result;

- Establishing relationships with people: when a student starts working on a project, he takes on new role positions. He is looking for information through communication with adults, peers;
- Evaluative: when working on a project, a student is faced with the fact that he evaluates not only his own product of activity, but also someone else's.

When working on projects, various creative methods are used. They are divided into groups:

(1) Methods used in the revision of the task in the design: a leading task - analog, a change in the formulation of the task, leading questions, a list of shortcomings, free expression of the function.
(2) Design methods: analogies, associations, neologies, heuristic combination, anthropotechnics, use of advanced technologies [6].

The advantages of the project method include:

- the ability to organize not only educational activities, but also to maintain a balance between theory and practice;
- easily fits into the learning process, that is, it allows you to achieve your goals in any curriculum;
- intellectual and moral development of children, their independence, goodwill towards the teacher and each other;
- thanks to projects, students communicate with each other, which is why they develop sociability, the ability to work in a team, responsibility for teamwork [7].

In the design process, students achieve their own results by their own efforts. He sets tasks, plans actions, changes the stages of work, learns to evaluate not only his own project, but also someone else's, speaks to the public. By performing all these actions, the student forms in himself the basic competencies that will help him to socialize in society in the future.

3. Results and discussions

The use of project activities in working with schoolchildren is one of the most effective ways to develop cognitive interest, since children of this age have a sufficient level of formation of mental processes. They are characterized by cognitive and creative activity, and such a level of stability of interests and attention that makes it possible to use elements of project activity as a means of forming work experience. The organization of students' project activities can be considered as a process of bringing students' activities from differentiated parts into a certain integral structure that will ensure the achievement of the maximum possible beneficial effect from the implementation of this activity, taking into account specific conditions.

For the organization of project activities of students and the formation of their cognitive interest in secondary school No. 79, a program for extracurricular activities "Learning, exploring, creating" has been prepared. The program is offered for the implementation of psychological and pedagogical support of the educational process. When developing the program, we were aimed at diagnosing the level of development of cognitive interest of students for further development of a program to increase the level of cognitive interest based on the project method. We have identified the main criteria and indicators of the development of cognitive interest in schoolchildren (Table 1).

Based on the selected criteria, three levels of formation of cognitive interest in schoolchildren were identified: low, medium and high.

Low level – they do not show independence in the process of completing tasks, lose interest in them when difficulties arise and showed negative emotions (upset, irritation), do not ask cognitive questions; they need a step-by-step explanation of the conditions for completing the task, showing the way to use one or another ready-made model, in the help of an adult.

The average level is a large degree of independence in accepting a task and finding a way to complete it. Experiencing difficulties in solving the problem, children do not lose their emotional

Table 1. Meaningful characteristics of criteria and indicators of the level of development of cognitive interest in schoolchildren

Criteria	Indicators
Cognitive activity	Intensity of questions; concentration of attention; focus on the question; positive emotional experiences and feelings; the need for intellectual achievements; shares opinions with classmates, teacher
Cognitive independence	Interest in the performance of activities; manifestation of initiative and independence in setting tasks and choosing a way to implement the plan; concentration of attention; reference to additional literature.
Interest in learning activities	Interest in this activity; interest in the process of actions; attractiveness of facts and phenomena; gets acquainted with additional literature; shares new impressions with classmates, comrades.

attitude to them, but turn to the educator for help, ask questions to clarify the conditions for its implementation and, having received a hint, complete the task to the end, which indicates the child's interest in this activity and the desire to look for ways to solve the problem, but together with an adult.

A high level is a manifestation of initiative, independence, interest and desire to solve cognitive tasks. In case of difficulties, children do not get distracted, showed perseverance and perseverance in achieving a result that brings them satisfaction, joy and pride in achievements [8].

Analysis of the results of diagnostics of the formation of cognitive interest in students showed that very few students have a high level of formation of cognitive interest, most are characterized by the presence of medium and low levels of formation of cognitive interest. Moreover, there is a decrease in the interest of students in school education. In addition, during the pilot work, we encountered a number of problems:

- low level of independence of students in the educational process;
- inability to follow the instructions read, pronounced in the inability to carefully read the text and determine the sequence of actions, as well as to perform the work from beginning to end in accordance with the task;

- the gap between the search and research activities of students and practical exercises during which skills are practiced;
- lack of skills to transfer knowledge from one educational field to another, from an educational situation to a life situation.

Many of these problems are a consequence of the low level of formation of cognitive interest of schoolchildren, and, as a result, lack of motivation to study. All this suggests the need to organize experimental research work on the development of cognitive interest in schoolchildren by means of project activities [9].

4. Conclusion

In the course of this research work, the role of the project method in the development of the cognitive needs of schoolchildren was considered. The main goal was to identify the effectiveness of this method in stimulating the cognitive activity of students, developing their critical thinking and creative potential.

Based on the analysis of literature and practical research, it was found that the project method is indeed an effective tool for the development of students' cognitive needs. Project-research activity activates students, allows them to choose topics of interest, research and analyze information, make decisions and present the results of their work. This approach encourages students to actively and independently study, forms their critical thinking and problem-solving skills [10].

In addition, the project method promotes the development of students' creative potential. Participation in projects allows students to show their talents, ideas and creativity, as well as to realize their creative ideas. This form of education allows you to diversify the learning process and makes it more attractive to students.

The results of the study confirm that the project method contributes to improving student academic performance and increasing their motivation for learning activities. Students using the project method show a higher interest in the subject, participate more actively in the learning process and demonstrate higher learning outcomes.

Teaching staff are advised to pay special attention to the development of interesting and exciting projects, taking into account the interests and needs of their students. It is also important to provide students with enough freedom and support to work independently on projects in order to maximize their creativity and learning competencies. The application of the project method can become a key factor for the formation of a deep understanding of the subject and the development of learning skills that will be useful to students in their further educational and professional life.

References

[1] Bukharkina M.Yu. *Development of the educational project* - M., 2003, - p. 57.

[2] Guzeev V.V. *"Project method" as a special case of integrative learning technology* The headmaster of the school. -1995. - No.6. - pp. 39-48.

[3] Poddubsky, V. *Project training: a 300-year path* Minsk school today. - 2008. — No. 1. — pp. 16-25.

[4] Piskunov, A.I. *History of pedagogy and education. From the origin of education in primitive society to the end of the XX century.: studies. manual for pedagogical educational institutions* Moscow: shopping center "Sphere", 2001. – 304 p.

[5] Tarasova E.O. *Project activity as a technology for the development of key competencies of future specialists* Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Psychological and pedagogical sciences. - 2009. - No. 1. - pp. 99-106.

[6] Andreeva S.B. *Designing as a creative method* Bulletin of the Kemerovo State University of Culture and Arts. Journal of Theoretical and Applied Research. - 2011. - No. 17. - pp. 19-22.

[7] Alypova O. V. *Project and research activity in primary school* Scientific and methodological electronic journal "Concept". - 2016. – Vol. 4. – pp. 36-40.

[8] Shchukina G.I. *Methods of studying and forming cognitive interests of students* Moscow: Pedagogy, 2007. – pp. 352-358.

[9] Zair - Bek, Sergey Izmailovich. *The development of critical thinking in the classroom: a manual for teachers of general education institutions* Moscow: Prosveshchenie, - 2011. – p. 222.
[10] Zhylkybay G., Magzhan S. *The Effectiveness of Using the Project Method in the Teaching Process* Procedia - Social and Behavioral Sciences, -2014. – 143. – pp. 621 – 624.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A MOBILE GAMING APPLICATION FOR STUDYING THE HISTORY OF KAZAKHSTAN

LYUDMILA IGNASHOVA [1], TATYANA ZHUKOVA [1], YEGEMBERDI TENIZBAYEV [1], ALEXANDER ROGOVOY [2]

[1] Central Asian Innovation University, Shymkent, Kazakhstan
[2]Miras University, Shymkent, Kazakhstan

e-mail: ignashova-lyudmi@mail.ru, zhukovazz_77@mail.ru, ukgi.olip@mail.ru, rog2005@list.ru

Abstract. Gamification is gaining wide popularity in modern education, where the game becomes the main method of teaching and preparing didactic materials. Educational and gaming mobile applications have already become one of the optimal means of learning, in particular, means of control and self-control, verification, consolidation of learned material. They help to increase the motivation of students to study the subject. In addition, it becomes possible to optimize the learning process by ensuring the implementation of some of its components through modern information and communication technologies, namely, ensuring that tasks are completed in a playful way with automatic control, which can be applied during classes, during extracurricular hours or with mixed learning - at the request of the teacher. In this regard, the purpose of our research is to analyze the prospects for using mobile educational and gaming applications as learning tools, to develop a mobile application for Android OS on the Unity platform for the purpose of fascinating study, consolidation and control of the assimilation of material on the history of Kazakhstan and knowledge diagnostics. The subject of the research described in this paper is the development of a mobile educational and gaming application for an interesting and fascinating journey through the history of Kazakhstan. Overcoming the challenges of the virtual world here is connected with the ability to use the knowledge that was obtained during the course of the plot. To achieve this goal, we have solved the following tasks:

1) a review of game development software for mobile OS;
2) existing gaming applications have been studied;
3) the architecture of the mobile application has been designed and developed;
4) the implementation of the game application has been implemented;
5) the developed game application is being tested.

The main expected results of using such an application are the optimization of the educational process, including extracurricular training, both for students and teachers; increasing the motivation of students to study the history of Kazakhstan; reducing the negative psychological effect of students' perception of the educational process.

Keywords: mobile gaming application, learning tool, game development software, Android operating system, Unity platform.

AMS Subject Classification: 68U05, 68N19

Currently, the mobile games market is not standing still and is actively developing. Motivation remains an urgent problem of learning. The introduction of interactive teaching methods is one of the areas that contribute to solving this problem. The involvement of game resources gives the learning process an emotional coloring, makes it brighter and more interesting. Standard education is aimed at obtaining knowledge with great difficulty. Gamification, on the other hand, tries to give a serious matter lightness and playfulness. The introduction of the game in teaching leads to the fact that students become interested in acquiring knowledge. The problems

of learning in digital video games are studied in [1]. Very important for game learning is the feedback mechanism, which is constantly used in various video games. Participants are captured and involved in the game when they are unexpectedly presented with their own achievements and given rewards that they did not expect.

Thus, our goal is to develop an educational game to study the history of Kazakhstan for Android OS on the Unity platform.

The theoretical and methodological basis of our work was the materials of modern works devoted to the study of the practice of using electronic gaming technologies, including those based on computer modeling of three-dimensional interactive space, mobile technologies, computer games and applications in training [2-4]. The expansion of the practice of using such electronic educational systems will open up new prospects in teaching and self-learning the history of Kazakhstan.

The expected results from the use of the developed mobile application are, first of all, of practical importance, as they will optimize the learning process (including extracurricular learning) for both students and teachers, to increase the motivation of students to study the history of Kazakhstan, to reduce the negative psychological effects of students' perception of the educational process.

Game learning methods are defined as a set of ways of game activity of a teacher and students aimed at achieving the goals of education, upbringing and development of students. One of the ways of such activity is the use of gaming computer programs, software scripts and applications. The effectiveness of gaming methods, due to the high degree of cognitive activity of students in the process of gaming activity, predetermined the development of a separate approach to learning, called gamification or gamification.

The basic principle of gamification is to ensure the receipt of constant measurable feedback from the user, providing the possibility of dynamic adjustment of user behavior. For gamification, it is important to create a story, a plot that will be the basis of the application. This allows the user to create a sense of belonging, interest in achieving any goals. Another important aspect of gamification is the gradual change and complication of goals and objectives, as users acquire new skills and competencies. The main aspects of gamification:

- dynamic plot - the use of scenarios that require the user's attention and reaction in real time;

- interaction - a wide range of techniques that provide interactive communication of the user with the application, inter-user interaction characteristic of games;

- the use of scenario elements characteristic of gameplay, such as virtual rewards, statuses, points, virtual goods; aesthetic design - creating a general impression that promotes emotional involvement [5].

There are a number of Internet resources that allow you to study certain disciplines, sections, programming languages in a playful way, for example: nodeacademy.com - an electronic resource aimed at learning programming in JavaScript, HTML, Python; Lingualeo, Duolingo - for learning foreign languages, web 2.0 resource applications learningapps.org etc. These Internet resources can be used both in classroom classes and for self-study of the subject or individual sections of the discipline.

The communicative orientation of mobile applications for studying history increases the motivation of students to the process of mastering history. The communicative-oriented method, modeling the process of communication and the closest to real conditions, is today the methodological standard for teaching the history of Kazakhstan.

Until recently, it was very difficult to provide opportunities that will contribute to the implementation of this method at the university, but with the introduction and widespread use of various mobile devices and special applications for them, new and more effective ways to solve the above tasks have appeared.

Thanks to the progress in the field of electronics, information and communication technologies and networks, as well as in the interactive entertainment industry, today educational games and applications for computers and mobile devices occupy a worthy place among electronic learning and self-education tools, serving the successful implementation of gaming methods and technologies in training.

The challenges of modern education are the Internet generation of students, the cyber generation, or online students. They master the technical side of using Internet resources early enough and are motivated to work with computer tools. According to researchers [4], the cognitive system of a modern young person has changed: for example, educational materials attract attention primarily due to the format of knowledge transfer - through displays and bright images with sound effects.

The general concept of the application being developed is a 2D game that will be implemented in the adventure genre with a focus on history. The meaning of the game is to playfully study a certain part of the history of Kazakhstan, immerse yourself in history, feel history on your own skin. The player will fully immerse himself in the gameplay, thereby learning more about the past of his country.

The main character of the game will not affect the story in any way, but will move through the story in chronological order year after year. In addition, during the game the player will be pushed to the correct answers. That is, the game is built in such a way that even if the player wants to somehow distort the story, he will not succeed. The game demonstrates only the most important events that, one way or another, influenced the course of the history of the formation of Kazakhstan. In addition to getting acquainted with the main historical events of the History of Kazakhstan, the player will be able to fully immerse himself in the culture and traditions of our people, thereby enriching his horizons.

After analyzing the subject area, we found out that the currently existing applications for studying the history of Kazakhstan are mainly reference and information systems developed for tourists. For example, the mobile application "Kazakhstan - the country of the Great Steppe" is an information and reference system containing a variety of information about our country. It covers a wide range of topics - from geography, history and culture to economics, tourism and international relations. The program contains hundreds of unique photos, as well as videos, 3D objects, panoramic tours, infographics and interactive maps in Kazakh, Russian, English and Chinese. The application is an indispensable assistant for foreign citizens who are going to visit Kazakhstan, as well as for a wide range of people - tourists, students, researchers, journalists and representatives of the business community.

There are also applications for testing knowledge on the history of Kazakhstan, for example, the Tarikh simulator application, which contains an up-to-date database of questions on the history of Kazakhstan for preparation for the UNT.

But applications that would help to study the history of the Republic of Kazakhstan in a playful way, in the genre of action, designed to increase interest in the native land, its history and culture, have not been developed to date. This determined the purpose of our work.

Before starting development, it was necessary to choose a platform for game development that would meet the following requirements:

1) the ability to develop for mobile devices;
2) the ability to develop 2D games;
3) ease of use;
4) availability of high-quality documentation;
5) freely distributed.

Based on these requirements, Unity 5 was chosen - a cross-platform tool for developing two-dimensional and three-dimensional applications and games running under Windows and OS X operating systems. Allows you to develop for all the most famous platforms, such as: PC, Linux, Mac, IOS, Android, Xbox One, PS4, etc.

Unity has a very simple interface that is divided into several windows:

- Hierarchy, where are the names of all objects on the scene that can be grouped;
- Scene, where you can view the playing field from the desired angle; Inspector, which contains all the properties of the selected object and its components;
- Project, where all the project materials are located;
- Toolbar, where the menu with tools is located.

A project in Unity is divided into scenes - separate files containing its own set of objects, scripts and settings. The main object of game logic is a game object - an entity that includes components. Unity also provides integrated services to engage, retain and monetize players. Thus, the choice in favor of Unity was associated with its following advantages [6, 7]:

1) ease of use and ease of mastering;
2) high-quality documentation;
3) a large community of developers using Unity;
4) the ability to customize and refine the development environment for the desired project;
5) integrated monetization and analytics services;
6) cross-platform.

Having made this choice, we have developed a prototype of the main menu with control buttons: Settings, Start, Exit (from left to right, Figure 1).

To create the graphics of the game, you need a graphic editor capable of working with high-resolution raster graphics. The best solution on the market for creating bitmaps for games is Adobe Photoshop, but it is not free, so you need to find a free analogue of this software product that is most similar in functionality. There were several of them, let us consider those that will be used.

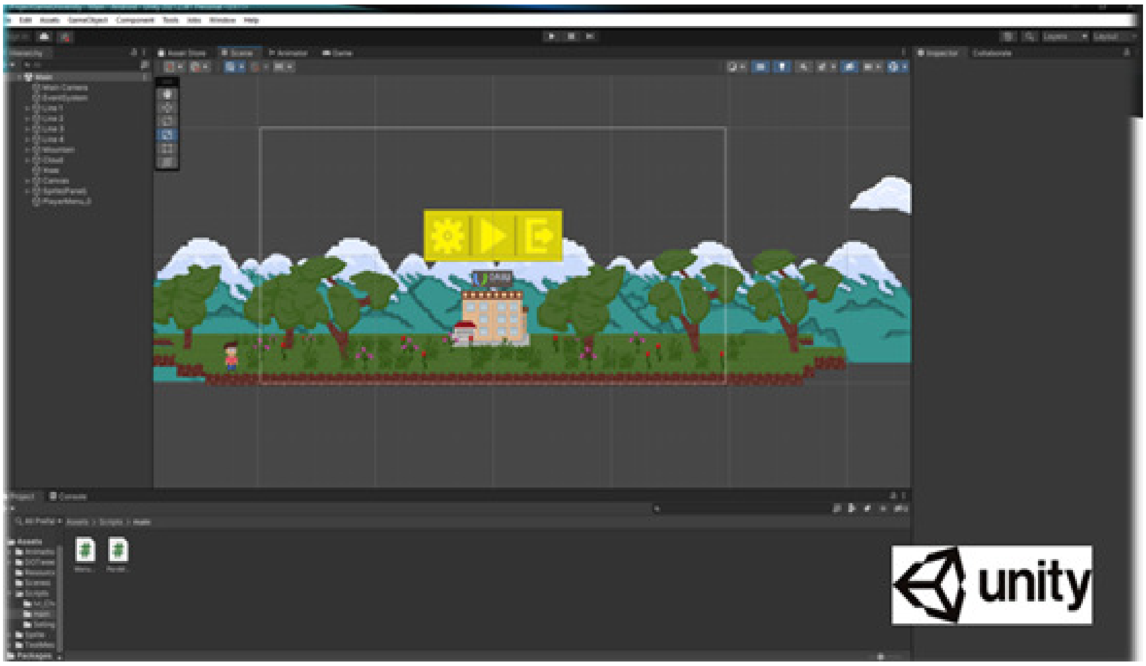


Figure 1. Prototype of the main menu created using Unity 5

GIMP is a freely distributed raster graphics editor, a program for creating and processing raster images. One of the best analogues of Adobe Photoshop. It implements most of its functions. GIMP works well with layers and transparency, and you can also set one of several layer blending modes. This editor has many functions for working with color, levels and curves. The set of tools includes such tools as: brushes, stamps, eyedropper, various types of selection,

changing the position of the canvas, gradient, pen, etc. Of the disadvantages, it is worth noting the inconvenience of the interface.

Aseprite is a program for editing and creating raster graphics. This is an editor for animation in the style of pixel graphics. Simple and convenient, does not require a lot of time to master. Works with frames, each of which can be adjusted in time and transparency. There is a timeline. There are layers. The animation is exported to GIF or WEBP. The animation can be looped. You can edit "gifs" created in other programs. The program so immerses the user in the world of pixels that even the interface is made in the style of Pixel art (Figure 2).

Dignities:

1. It is easy to understand, besides there are many training "guides" (tips, instructions).
2. There is a russifier.
3. It is convenient to work with the palette, you can also create it yourself, including copying the palette from the inserted image.
4. A decent and understandable set of tools.
5. Beautiful, atmospheric design in Pixel art style.
6. You can create high-quality animations.
7. A wide selection of templates and convenient work with files.
8. Low cost.

Of the disadvantages, maybe a couple of functions are missing and there are minor inconveniences with the working panel (for example, you can't drag the panel with layers) - but this is not critical.

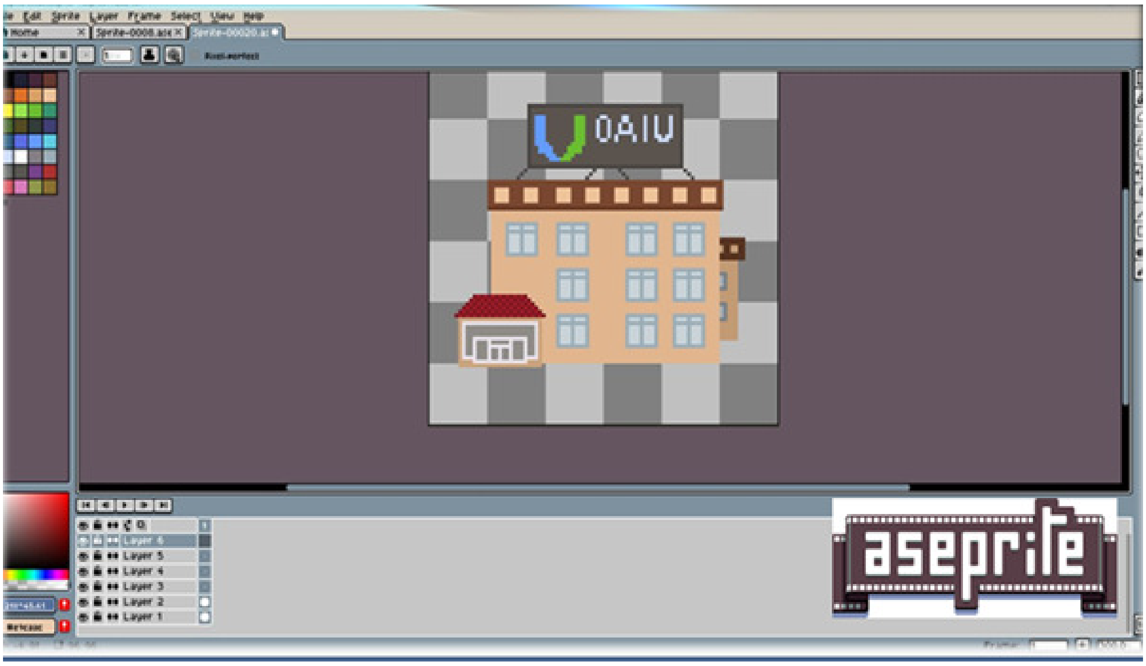


Figure 2. The interface of the Aseprite program with the drawing of the main screen of the application

The application program code itself is created in *C#*. This language is rightfully included in the top of the best languages that are intensively developing and in great demand in the IT market. *C#* is used, ranging from the simplest programs to huge web services, through which millions of customers pass every day. In its modern form, *C#* is capable of a lot of things. Today, it is not for nothing that it occupies a leading position in the lists of popular languages, since on its basis you can build almost any projects you like.

Suppose if you need to write a program to read data from the site and output it to the console - no problem. You need to make a website, create an application for Windows, write a neural network, make a game or write a mobile application - all this can be done using different libraries and frameworks that are available for this language. Having studied the basic syntax of the language, and then having studied its various additions (in other words, libraries), you can do almost anything you want.

In addition, after the appearance of the Unity game engine, this language has gained additional power in the market. Now, on its basis, in conjunction with the mega-popular Unity engine, you can easily and quickly create games of any genre and any complexity.

Thus, we need to design and implement a single-user gaming application designed for long-term gameplay. The application must meet the following requirements and provide the user with the following features:

1) when launching the game application, the user must immediately be involved in the gameplay;

2) the user must have access to information about the number of resources and the inflow of resources per second;

3) all functional buttons for accessing actions with the user interface should be located at the bottom of the screen, since the application is designed for mobile devices, and this is due to the convenience of using them in a horizontal orientation;

4) the main playing field should be implemented in an isometric projection;

5) the application must function on the Android operating system with a version not lower than 2.3.

The Unity platform uses the Entity Component System (ECS) architectural pattern, in which each game object is an entity consisting of one or more components. Components, in turn, add additional behavior or functionality [8].

Thus, the behavior of an entity can be changed at runtime by adding or removing components. This makes it possible to solve the problems of ambiguity of a deep and wide inheritance hierarchy, difficult to perceive and inconvenient to support and expand.

This design pattern is great for beginners and small projects, but a different approach is needed for large projects. The general principles of ECS are well compatible with other architectural patterns and allow you to make add-ons on top of ECS. Several patterns were considered, from which the following were selected: Model-View-Controller, State, Singleton.

Model-View-Controller (MVC) was chosen as an architectural pattern for creating an add-in - the concept of dividing application data into three separate components: model, view, controller.

1) Model - stores data and responds to controller commands by changing the stored data;

2) View - User interface and data model display;

3) Controller - the control logic of the application.

In the game, each MVC component will be implemented as a separate game object that will not be displayed on the game stage, and will be in a single instance, and the View component will be controlled using the State pattern.

The State pattern will be used to control the behavioral user interface (UI), which responds to changes in states that are switched using the State Machine object. To switch states, the controller sends a message to the State Machine.

To link scripts, a generative Singleton design pattern is used. It provides a global access point to MVC objects and the State Machine class. This pattern provides controlled access to a single instance of the desired object.

As a result, an architecture based on the MVC pattern was designed (Figure 3), which allows making well-scalable single-user projects on the Unity platform.

The user interface is implemented using the Unity UI system, which allows you to create and configure user interfaces directly in the editor. All UI objects are game objects, but they are

located in the plane of the camera rectangle. The main object is the Canvas, which is responsible for rendering all the objects of the user interface, the other objects are children of it.

User interface objects include the RectTransform component, which is responsible for the position and scaling of the object in the rectangular plane of the camera.

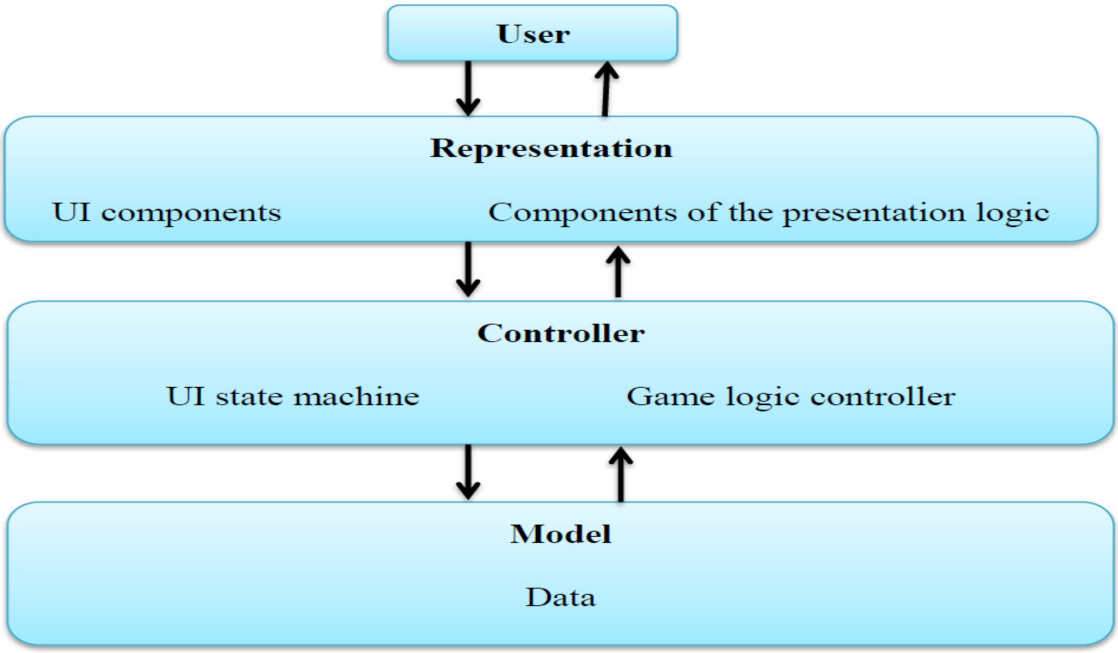


Figure 3. Architecture diagram of the game application

The main types of objects that were used in the implementation of the user interface:

1) UI.Button - a standard button, when clicked, the specified events are executed;
2) UI.Image - used to display sprites in the Unity UI system;
3) UI.Text - used for displaying text and font settings in the Unity UI system.

The user interface consists of such parts as: control buttons, key characters (student, teacher), historical objects, historical objects (key hints) (Figures 4-6). The game consists of 8 levels, each of which describes certain historical periods of the history of Kazakhstan, arranged in chronological order. During the passage of each level, the main character (student) solves puzzles, performs tasks, exploring various objects of the past, for example, tools, household items, weapons, etc.

Figure 4. Key characters

The control buttons (Figure 5) are responsible for switching states and launching the menu. Execute the method that is in the State Machine script. Are UI.Button elements.

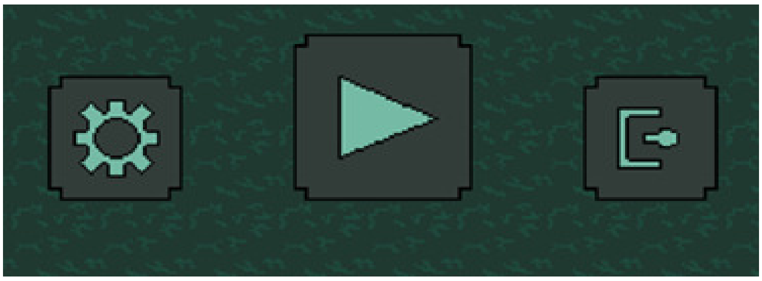


Figure 5. Control buttons

Thus, the main menu of the application being developed will look like this (Figure 6).

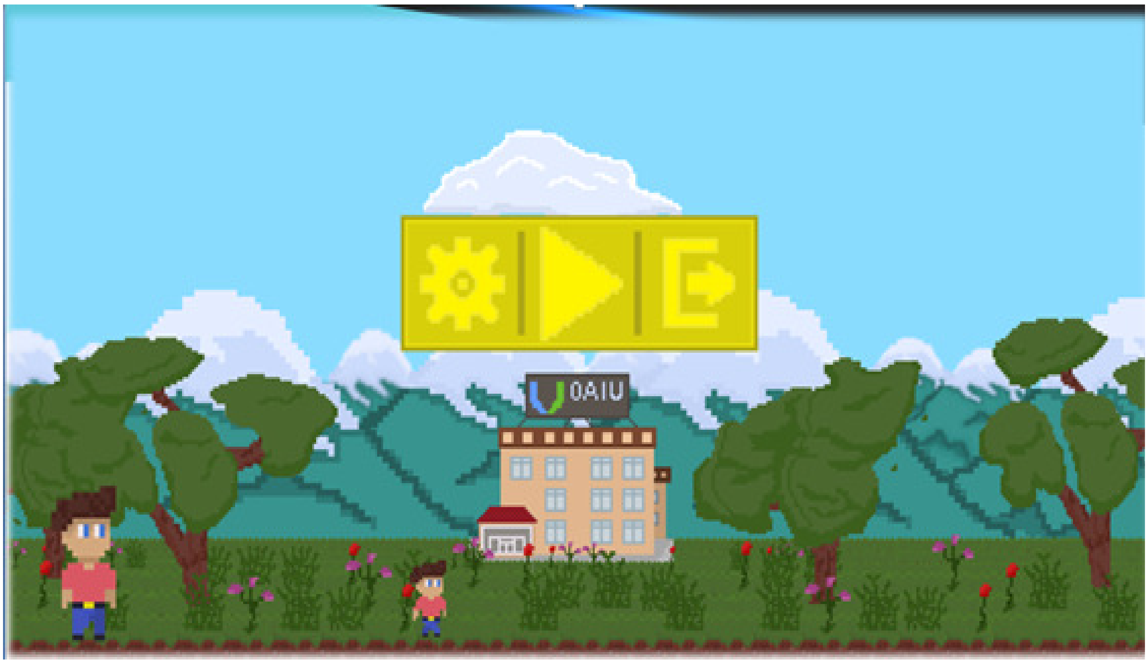


Figure 6. The main menu of the game

In conclusion, it should be noted that overcoming the challenges of the virtual world here is associated with the ability to use the knowledge that was obtained in the course of the plot. It is extremely important to develop electronic educational environments that allow students to receive additional information, as well as independently and (or) with the help of a teacher to master part of the educational program.

Thus, educational and gaming mobile applications can become one of the optimal means of learning (in particular, means of control / self-control, verification, consolidation of the acquired material), allowing to increase the motivation of students to study the history of their country, on the one hand, and, on the other hand, to optimize the learning process by ensuring the implementation of some of its components through modern information and communication technologies, namely - ensuring that history tasks are completed in a playful way with automatic control, which can be applied during the lesson, during extracurricular hours or with mixed learning - at the request of the teacher.

References

[1] Toh W., Lim, F.V., Learning in digital play: a dual case study of video gamers? independent play, *Research and Practice in Technology Enhanced Learning* , Vol.17, 2022, pp.1-17.

[2] Ishak, Shahrul Affendi, Umi Azmah Hasran, and Rosseni Din, Media Education through Digital Games: A Review on Design and Factors Influencing Learning Performance, *Education Sciences* , Vol.13, No.2, 2023, pp.1-20.

[3] Schofield D., A virtual education: Guidelines for using games technology, *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice* , Vol.13, 2014, pp.25-43.

[4] Paraskeva F., Mysirlaki S., Papagianni A., Multiplayer Online Games as Educational Tools: Facing New Challenges in Learning, *Computer Education* , Vol.54, 2010, pp.498-505.

[5] Wong Y.S, Maizatul H.M.Y., Computer Game as Learning and Teaching Tool for Object Oriented Programming in Higher Education Institution, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* , Vol.123, 2014, pp.215-224.

[6] Pa.Megha L.Nachammai, T.M.Senthil Ganesan, 3D Game Development Using Unity Game Engine, *SSRG International Journal of Computer Science and Engineering* , Vol.5, No.4, 2015, pp.15-18.

[7] Afzal Hussain, Haad Shakeel, Faizan Hussain, Nasir Uddin, Turab Latif Ghouri, Unity Game Development Engine: A Technical Survey, *University of Sindh Journal of Information and Communication Technology (USJICT)*, Vol.4, No.2, 2020, pp.73-81.

[8] David Baron, *Game Development Patterns with Unity 2021 - Second Edition. Explore practical game development using software design patterns and best practices in Unity and C#*, London: Packet Publishing, 2021, 246 p.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ANALYSIS OF CRM-SYSTEM APPLICATION

MEERIMKAN RAIMKULOVA, ZAMIRGUL KAZAKBAEVA

Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyz Republic
2151Y01001@manas.edu.kg, zamira.kazakbaeva@manas.edu.kg

Abstract. The article analyzes the problem of increasing the efficiency of online stores [1]. The paper identifies and substantiates the advantages and disadvantages of implementing a CRM system. The aspects influencing its successful functioning are singled out and described. The research task of the authors is to assess the feasibility of implementing a CRM system[2-4]. Based on the analysis of statistical data, as well as the involvement of expert opinions, the authors substantiate the idea that companies considering the implementation of CRM need to carefully weigh its advantages, disadvantages and clearly define the required functionality [5].

Keywords: CRM-system, implementation CRM-system, advantages and disadvantages of CRM-system, sales analysis post-imlementation CRM-system

Currently, 1/3 of the world's population (2 billion people) have access to the World Wide Web (WorldWideWeb). Considering such popularity, there are about 500 million web portals in the Global Network, most of which are online stores (IM). The main goal of the latter is to sell their services to as many people as possible and as efficiently as possible. To do this, IMs collect all possible information about the actions of users. By collecting the history of purchases, the history of viewed products, the history of transitions through the web portal (where they came from, where they left), you can predict user actions and offer the latter relevant products in the form of contextual advertising or emails. Some of this data can be processed by third-party corporations, such as Google Analytics and Yandex. Metrics". The rest of the data processing is taken over by Customer Relationships Management, literally translated as "customer relationship management" (hereinafter referred to as CRM). CRM is a business strategy for attracting and managing customers. This is a system that at the input has information about the client, and at the output - information about how the company as a whole or its divisions, including personnel, should act. Prototypes of modern CRM-systems are granaries and debt books, which kept track of customer relationships. Modern such systems began to appear in 1987, along with a computer program for managing contacts [6].

The main advantages of a CRM system include

(1) Increasing the speed of decision making. By combining disparate customer data, data processing and analysis is accelerated. As a result, those responsible for interacting with customers can see the entire history of contacts, more quickly respond to requests and make decisions on them.
(2) Improving the efficiency of using working time. CRM systems allow you to automatically track important events related to customers and issue notifications.Personnel do not need to search for this information in disparate sources.
(3) Increasing the return on marketing activities. Since CRM systems store all information about the client and the history of interaction, marketing actions become more client-oriented.

(4) Increasing the reliability of reports. Systematization of information increases the reliability of reports and the accuracy of sales forecasts.
(5) Determining the value of each customer. Allows an organization to identify and plan resource requirements for a particular customer. CRM systems allow you to set the priority of attracting resources depending on the value of the client.
(6) Reducing paperwork. By automating the process of interaction with the client, all documents can be converted into electronic form.
(7) Reducing customer churn. Through the use of a CRM system, the staff has access to all the details of interaction with the client. This improves the quality and efficiency of servicing consumer requests.
(8) Eliminate duplication of tasks. CRM systems can be integrated with other activity management systems, which eliminates the double work of transferring and processing data.
(9) Ordering processes. CRM systems allow you to combine all the processes of interaction with customers into a single system. Process inputs and outputs are made available to different processes, making it easier to manage contracts, projects, events, products, and more that are associated with each individual client.
(10) Data protection and safety. Through the use of a CRM system, you can centrally manage access to customer data and ensure their safety.

Of course, every medal has a downside. In this case, it consists in preparing for implementation and in the implementation itself. In the stage of preparation for implementation: everything is not obvious. Managers do not understand how to use the system (difficulties are caused by data entry, wasting working time on driving in existing, used information), management, not seeing the data in the system for a long time, begins to wonder about the meaning of implementation. At this stage, the use of the system is in jeopardy, and only those who know what they are doing will lead the way to the end.

It is also likely that outside specialists will be hired to prepare a standard program that implements CRM for the conditions of this company (or simply the staff will be increased for these purposes). These people will need to understand the entire work of the organization in record time and develop business processes, according to which, as a result of implementation, the work of the entire company will be carried out. The more correctly they are developed, the work of the employees of the enterprise will be simplified and its efficiency will increase.

Another disadvantage of the CRM system is the lack of certainty on the part of the enterprise. The fact that no customer can make an absolutely correct TOR has already become a byword, but in the case of CRM, everything gets much worse. Few leaders imagine where they ultimately want to go with the use of CRM. Not everyone even knows for which stage it is worth writing a business plan, and where it will do without it. Therefore, the programmer needs to independently go through each stage of the work of employees, taking into account all the cycles, cancellations and returns that may occur as a result of their work. In the case of CRM, he creates something global that controls all stages and automates them [7].

It should be noted that according to Fortune Business Insights, the global customer relationship management (CRM) market size in 2029 is projected to reach $145.79 billionataCAGRof 12.5\%$ over the forecast period.

The CRM system is in great demand. So, the TAdviser information portal mentions the Ministry of Finance of the Kamchatka Territory, whose product is Norbit: State order, executed in CRM technology - customer relationship management.

The proposed CRM system reduces the extra functionality for which the client does not need to pay. The algorithm of actions of this system is as follows:

(1) Establishment of accounts for managers and sellers.
(2) Setting up fields for customers, deals, goods, orders.
(3) Employee access control.

(4) Entering initial information about customers (phone numbers, full name, email, etc.).
(5) Setting up business processes, analytics, statistics.

In this work, a CRM system was developed and analyzed that helps in the production and wholesale trade of the Hazal factory. The analysis was carried out in two directions: usability and accessibility. Convenience tests were conducted using both a technical usability approach and an end-user assessment perspective. After optimization, the performance score was increased to 78 out of 100. Tests for end users were prepared based on the ToR. In tests for end users, the most difficult tasks for participants were multilingualism and the lack of regulations and instructions for using this CRM system. The accessibility test was conducted because the system should be convenient for all users. According to the results, no (known and probable) errors were found.

Further research will be carried out to add modules for useful reports in the program for accounting for goods using collected customer information and merging data into one database

References

[1]] Ephraim T. F *New dictionary of Russian language. Sensible-word-formation* , T. F. Efremova – Moscow: : Russian language, 2000, 1233 p.

[2] Zelinsky, S. E., *Automation of enterprise management: tutorial*, S. C. Zelinsky – K. Condor, 2016, 518 p.

[3] Egan, J., *Relationship Marketing. Analysis of marketing strategies based on the relationship*, D. Egan – Moscow: unity, 2017, 376 p.

[4] Korablev O. V, *Methodology of implementation CRM system in the enterprise*, Modern problems of science and education, 2017, No. 4.

[5]] Kudinov, A. *Key selection criteria CRM systems* , Electron. text. Dan. – Moscow: 2015

[6] Leshchev, V. A., *The effectiveness of the CRM-system*, Young scientist, 2016, N 12, 165-168 p

[7] Ageeva, S. P., *Problems of CRM Implementation*, Young scientist, 2013, N 11, 37-38 p

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF RESULT-ORIENTED ASSESSMENT TOOLS IN PHYSICS AND MATHEMATICS EDUCATION

MEILIKAN ALTYBAEVA[1], KAUKHAR SOORONBAEVA[1]

[1]Osh State University, Osh, Kyrgyzstan
e-mail: kasooronbaeva@gmail.com

Abstract. The implementation of the competence approach to education is characterized by the achievement of learning outcomes. A student's or graduate's achievement of the specified learning outcomes of the educational program and disciplines is assessed using outcome-oriented means. The analysis of scientific-methodical, scientific-pedagogical literature and practice shows that the organization of comprehensive assessment of students' teaching results is not feasible, and the prevalence of traditional assessment systems in real pedagogical practice. The traditional system has limited ability to assess students' professional competencies. Competencies have an integrated, complex nature, so it is necessary to take it into account when developing assessment tools. The need to develop evaluation tools according to the types of evaluation and its goals was also noted. In the study, the state educational standards of the "Physical-mathematical education" programs, the basic educational program, the teaching-methodical complexes of the disciplines (work programs, fund of assessment tools) were analyzed. The quality of assessment tools was described. In order to improve the quality of assessment tools, the "Enlightenment Academy" laboratory under the Department of Mathematics, Informatics Teaching Technology and Management in Education of Osh State University has developed a training-seminar program for teachers under the name "Development of a fund of assessment tools". In 2022-2023, a training was organized, as a result of which teachers made corrections to the evaluation tools of disciplines and educational programs, and their quality improved. Specific examples of the evaluation of the results of training in the "Physical-Mathematical Education" program were given for daily, mid-term examinations and in the final attestation. A scheme for the development of tools for evaluating the teaching results of a specific discipline in the educational program was proposed.

Keywords: assessment, assessment tools, teaching results, physical-mathematical education, assessment criteria.

1. Introduction

Important documents at the state level aimed at increasing the possibility of quality education in the competency education system , bringing the education system to a level that meets the needs of society and every citizen, are being adopted, and changes are being made to some of them. In particular, in order to implement the National Strategy for the Development of the Kyrgyz Republic for 2018-2040 [1], the National Qualification Framework [2] was approved by the Resolution of the Government of the Kyrgyz Republic dated September 18, 2020 [1]491. Based on it, the curriculum was updated.

Competence is demonstrated by performance. Competence formation takes place through the development of knowledge, skills and personal qualities necessary to perform a certain type of work in the educational process. Therefore, it is necessary to develop tasks for students in a competency-based education in a practical and activity-based manner, i.e. a competency approach to teaching is based on learning outcomes.

The development of the program's learning outcomes are focused on the additional competencies specified in the standard and required by the labor market. Competencies are measured through learning outcomes.

On the basis of the aforementioned activities, education is directed to the competence approach, that is, to the expected result, and the issue of training competent specialists who will meet the requirements of the labor market, changing the content, methods and means of training accordingly. Orientation of the training process to the expected result of training or to the training result puts in the foreground that this training result is monitored at all stages of the training process. Prior to the implementation of the curriculum, the learning outcome of the program should be defined in the core education program. After that, it is necessary to develop the level of components (knowledge, skills, abilities, competences) included as a result of training and appropriate means of measuring and evaluating them. Therefore, the achievement of the specified learning outcomes by the graduate is determined by means of evaluation.

The application of the principles of the Bologna process to the education system led to the use of the concept of "learning outcomes". In particular, the educational paradigm focused on the results of learning has shown that this concept is an important issue in the implementation of the requirements of the state educational standard. Within the framework of the Bologna process, in 2012, in the communique of the European Ministers of Education (Bucharest, Romania), the concept of "learning outcomes" was given an important role [3]. Learning outcomes are defined as "a tool for reforming and innovating curricula, ... to ensure an outcomes-based educational process." The concept of "learning outcomes" was used in 2005 by the working group on the development of the European Framework of Qualifications, which was clearly defined in the Guide for ECTS users [4]: learning outcomes are "the formulation of what the learner is expected to know, understand and/or be able to demonstrate at the end of the educational period".

Learning outcomes are formulations of what the learner is expected to know, understand and/or be able to demonstrate at the end of the learning period [5].

Let's go back to the works of domestic and foreign researchers on the development of assessment tools oriented to learning outcomes. Organization of state certifications using complex tasks N.V. Shestakova's [6] it is noted in the research that it creates an opportunity to assess the level of formation of the graduate's professional competence. And with the help of exam tickets prepared by the traditional method, it is possible to evaluate only knowledge, he notes that the principle of student-centered teaching is also taken into account when creating complex tasks.

Comprehensive assessment of the results of master's students' education, principles, goals, forms, methods, means, subjects and tools of its implementation A. D. Karimova's [7] based on scientific work.

The problem of creating and using evaluation tools in a modern university is a problem of quality management of higher education. Modern teaching technologies push university teachers to look for new technologies to evaluate the knowledge, abilities, skills and mastered competencies of students and graduates that meet modern requirements. In this regard, the transfer of the level of formation of knowledge, skills, and competencies to practical situations serves as a basis for assessment [8] .

The development of a fund of assessment tools is considered as a branch of the activity of the university teacher in the implementation of the competence approach [9].

In the work of A.D. Fedotova, as a tool for evaluating the formation of competencies, the design of the fund of assessment tools for the extra-disciplinary module, the technology for evaluating the educational results of the masters obtained during the assimilation of the extra-disciplinary module included in the context-modular educational program is presented; indicators, criteria, forms, methods and means of assessment are defined [10]. Educational outcomes are the main concept of BEP and are an important structural element of the transparency of the higher education system, which requires solving three main issues: 1. Accurate definition of educational

outcomes. 2. Selection of teaching methods that ensure achievement of specified educational results. 3. Evaluation of educational outcomes and verification of compliance with the planned LO.

The main elements and structure of the systematic plan of evaluation in secondary professional education programs in the field of medicine, the evaluation of students' learning results at the end of the program [11], the place of evaluation and evaluation methods in the evaluation system, the interrelationships between the evaluation of students' learning results and institutional evaluation, definitions of learning results, goals and competencies are given and their differences are shown. [12].

The results of a reliable and valid assessment allow to see in reality the achievements and shortcomings of the student in mastering the educational program, discipline and practice.

The communique of the Ninth Conference of Ministers of Education of the European Area of Higher Education places special importance on the development of a reliable assessment system [13] and presented at the Fourth Bologna Political Forum [14] in Yerevan in 2015 . The purpose of this forum was the recognition of diplomas in the European area of higher education.

And in Bolotov's research, it is noted that it is an important task to obtain objective information about the state of the quality of teaching using assessment tools and its compatibility with the changing conceptual foundations of teaching, practical methods of control, and the educational needs of the individual [15].

One of such mechanisms is the BKF, which is being developed at the university. The new conceptual model of pedagogical measurements considers not only the determination of the external appearance of knowledge and skills, but also the assessment of hidden (latent) processes of mental activity.

A special difficulty in evaluating the results of mastering BEP is the level of formation of competencies that combine learning outcomes and personal development of students into a single whole, according to the planned competency model of the future specialist.

From the above studies, it appears that only when an outcome-oriented evaluation is conducted, it is possible to determine the extent to which education program has been implemented. And evaluation is carried out only through result-oriented means.

In the state educational standard (SES) of higher professional education of the Kyrgyz Republic [16-17] The general requirements for the conditions of the implementation of the basic education program (BEP) are described as follows: *should include their daily, intermediate and final state certification. To certify the students and graduates of their individual achievements in accordance with the staged or final requirements of the relevant BEP, assessment tools include typical assignments, tests, tests, etc. Databases will be created that allow to assess the level of knowledge, skills and acquired competences. Databases of assessment tools are developed and approved by the Higher Education Institution.*

Evaluation tools - a set of control tasks, as well as a description of the forms and procedures that serve to determine the quality of the student's mastery of the learning material - an integral part of the university.

2. Materials and methods

In accordance with the requirements of the SES, the assessment of the BEP's students at the Osh State University is carried out in the current, intermediate and final state certifications. Some components of competencies are checked and evaluated in the current certification. Intermediate certification is carried out at the end of the semester, and the formation of a large set of knowledge, skills, and sometimes professional competences is evaluated in the form of an exam. And in the final state certification, the teaching results of education program are completely, i.e. the set of general and professional competencies mastered by the student is evaluated.

Emphasis is placed on the effective use of acquired knowledge in the competency approach. The quality of the educational organization and educational process, the qualifications of the

teaching staff, the content of the programs, the used teaching methods, and the conditions for the organization of independent study are closely related to the result of teaching. The competence approach is aimed at teaching students to make independent decisions in unfamiliar situations, rather than providing voluminous information from various fields of knowledge. Therefore, the use of the competency model in education has shown fundamental changes in the organization, management, and evaluation of training results in the activity of the teaching staff. The main value of education is not the sum of knowledge, but students' mastery of goal-setting, decision-making skills in typical and atypical situations.

Competencies are integrated, complex and latent (hidden) in nature, so they appear only in the process of activity. It is appropriate to evaluate the results of educational work taking into account these features. Depending on the goals, level, stage or type of educational program, the tasks included in the system of assessment tools are designed at different levels of complexity and uncertainty. For example, from those with one important decision to those with multiple decisions or those with no decision yet.

Competencies are developed through multiple disciplines and complex questions are created from those disciplines to assess them. The learning result of a discipline is fully formed after completing a discipline and is measured by means of its assessment. On the other hand, the LOs of the BEP are expressed through the competencies specified in the SES, the competencies added by the BEP, and their initial assessment is carried out in the state certification. After that, the graduate's activity in the industry is monitored by the graduate, employer, etc. External evaluation is also carried out by special organizations. This study examines internal assessment, namely assessment by the school.

Internal evaluation of LO is needed at all stages of education - from primary education to higher professional education. It provides an opportunity to objectively assess the quality of all structural elements of the educational process . Structural elements include management organization, teaching, learning content, technology, and student achievement. Currently, the main trend in the assessment system is to move from assessment for verification to assessment for development [18-19] .

There are diagnostic, formative and summative types of assessment regarding the function. Evaluation tools are developed according to the type of evaluation and verification (Table 1).

Table 1 Correlation of assessment types with inspection types

Diagnostic evaluation	**Formative assessment**	**Summative assessment**
the discipline, topic or chapter (section) of the discipline, where the students are in relation to the learning goals at the beginning of teaching	- Improving the activity of the teacher and the student in the learning process; - Monitoring the student's level of achieving the goals set at each stage of learning; It is based on evaluation according to established criteria and requires feedback.	To determine the student's mastery of knowledge, the level of formation of knowledge, skills and competencies in relation to the defined goal of the time and to determine the conformity of the obtained results with the requirements of MBBS
Daily (current) check	**Daily (current) check**	**Intermediate, result check**

Of the SES, BEP of Physics and mathematics education (PME) programs, educational-methodical complexes of subjects in its curriculum (work programs, fund of assessment tools), activities conducted with interested parties was carried out.

As a result, it was determined that the requirement to organize a comprehensive evaluation of students' learning results was not fulfilled, and the predominance of traditional evaluation systems in real pedagogical practice was determined. In particular, it became known that

evaluation tools are used that do not allow to evaluate the professional competences of graduate students. In order to solve it, the following measures were taken.

The "Enlightenment Academy" laboratory established under the department of Teaching Technology in Mathematics, Informatics and Management in Education of Osh State University provided consultations to the teaching staff on the development of means of evaluation of LO.

In 2022-2023, a 36-hour training-seminar program was developed for the teaching staff under the name **"Development of the fund of assessment tools"**. In the period of 2022-2023, 72 teachers of Osh State University and 12 teachers of Osh State Pedagogical University participated in the training, a total of 89 teachers. At this event, each participant of the training seminar performed practical tasks on the subjects taught by them, the education programs they worked in, according to the topics of evaluation of learning results, types and functions of evaluation , development of fund of assessment tools in relation to learning results expected from BEP for daily, intermediate inspections and final attestation, assessment by criteria. As a result, corrections were made to the evaluation tools in the disciplines taught by teachers, that is, the evaluation tools are used in accordance with the evaluation of teaching results. Currently, in the development of assessment tools, the practice of creating questions according to the levels of thinking according to Bloom's taxonomy (Figure 1) is being used.

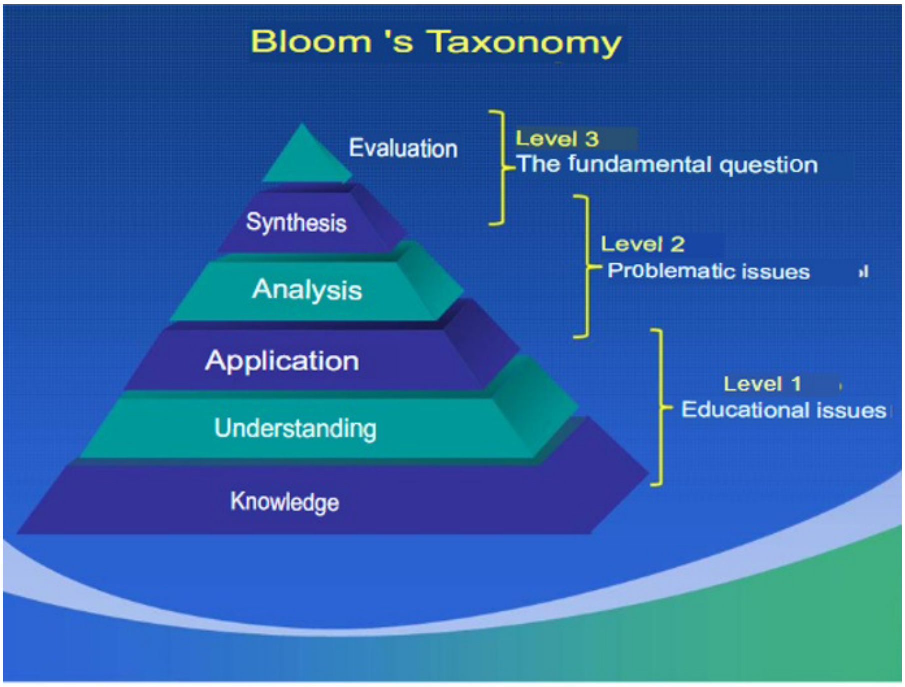


Figure 1 - Bloom's Taxonomy: levels of inquiry

3. Results and discussion

In Figure 1, high-level **fundamental questions** are more general questions - a very general idea (crossing multiple fields, specialties).

- a fundamental question is a more general, abstract, philosophical, high-level question in a list of questions that does not have a definite answer.

- the underlying question covers general ideas and may be relevant to a wide range of areas and multiple specialties.

For example, it is possible to create the following assessment tool for the discipline of mathematics teaching methods in the PME program:

1. Designing the activities of teachers and students in the lesson on the topic "Methodology of teaching the topic "Function"" in accordance with the principles of person-oriented education and education for sustainable development.

2. Demonstrating the stage of motivation, application of methods and methods of training in the implementation of the principles of person-oriented training and education for sustainable development;

At level 2, problematic questions are general problem questions related to a specific domain, containing a larger idea. Even a problematic question may not have a clear answer. However, it will be aimed at learning a separate aspect of the problem under consideration. A problematic question helps to find answers to basic research questions.

For example,

1. Provesti for a lesson on the topic of logical and mathematical analysis.

2. Compose a fragment of the lesson to consolidate the educational material.

At the 1st level, special individual questions, called subject questions, are created that are **related to the discipline** and contain multiple correct answers.

For example,

1. Determine the purpose of the lesson in accordance with the subject standard in mathematics of the 8th grade.

2. What methods and techniques are effective in teaching the "function" topic?

Let's give an example of questions on a specific discipline according to 6 levels of thinking (table 2).

Table 2 - Examples of questions on Bloom's taxonomy of the discipline "Creating a safe education environment" in the physics-mathematics education program

Level	A question	An example
To know	Simple questions: What? where to? when are? (relating to the facts)	What period is the implementation of the SDG planned for?
To understand	Clarifying questions	The concept of global citizenship refers to which SDG?
Use up	Practical questions: how? What to do?	Which SDGs are relevant to the content of your discipline?
Analysis	Interpretive Questions: Why?	Why is it necessary to achieve the SDGs?
Synthesis	Creative questions: ... what if?	What would happen if the implementation of SDGs was set for 2040?
To assess	Evaluative and prognostic questions	Predict which goals of the SDGs will be fulfilled in the KR by the specified period.

4. Results and discussion

While learning objectives determine what knowledge and competencies students will acquire, learning objectives indicate how to work toward the goal.

In a competency-based approach to learning, goals are reflected in students' readiness to demonstrate action. Achievement of learning objectives is demonstrated through measurable and observable assessment criteria. Criterion-based assessment excludes comparison and dependence on the achievements of other students, and focuses on awareness of the level of competence of each learner.

An active verb is a measure of cognitive process in Bloom's taxonomy. An object is often expressed as a noun and describes the knowledge that the student must acquire or create. Resources - shows how students used the resource and what they did with it. A product is a material object, a result that students have to create.

As a result, teachers are developing results-oriented assessment tools (Table 3), let's analyze it on the example of the discipline of Methodology and methods of scientific research (MMSR) of the PME master's program.

Table 3 - teaching results of the discipline "Methodology and methods of scientific research".

BEPs LO code and the his formulation	Competencies of PME BEP in SES	MMSR discipline LO
LO7 - Conducts research activities and reports research results	**KK7** - Able to use scientific methods, including information and innovative technologies, to solve research problems **KK8** - To be able to systematize and generalize the results of scientific research, highlight the actual problems of the development of the modern education system **KK9** - Able to conduct independent scientific research using the latest research methods **KK11** - Able to provide scientific research achievements in the form of scientific articles, reports, and multimedia presentations in accordance with accepted standards and formats of the professional community.	**DLO1** - can use the methods of preparation and organization of scientific research works **DLO2** - Can analyze Scientific Research results and use them to solve specific problems **DLO3** - Strives to develop personal professional and personal qualities for organizing and conducting experimental work.

Table 3 shows the results that the Research Methods and Methodology discipline can achieve at the program level and at the discipline level. Oral questions and written work are used to evaluate the topic "Pedagogical experiment, its content, tasks, conditions" of this discipline. Their questions and assignments can be presented as follows:

- Oral question:

1. What is the role of a pedagogue in conducting research?
2. What stages does the pedexperiment consist of? What is the purpose of each stage?
3. According to what characteristics are the participants of the pedexperiment selected?

- Writing assignment: Determine the approximate stages, design and categories of participants, number and tasks of the experiment on the topic of your master's thesis.

And during the mid-term examination, questionnaires are prepared for the assessment of LO on several topics. For example,

1. Determine which category of respondents should be surveyed in the experiment according to the topic of the scientific research. Determine the questions (minimum 5 questions) and their sequence to be included in the survey page (questionnaire). Questions should be made in open and closed forms.

2. Show with examples the specific possibilities of conversation, interview, questionnaire.

3. What do you mean by Analyzing, Summarizing and Disseminating Good Pedagogical Practice? What best practices are you familiar with? Briefly describe this experience (title, purpose, conditions, teaching and training issues, results). Here summative assessment is carried out.

After completing the study of the discipline, 4 competencies and tasks will be created so that the discipline LO can be evaluated. For example,

1. Describe the stages of conducting a pedagogical experiment on the example of your master's dissertation research.

2. Show the use of survey, interview, testing methods in the example of your own research.

3. What is the meaning of mathematical processing of data? When is it used?

4. Give a concrete example of the use of quantitative and qualitative methods in the development of pedagogical research results.

5. What documents are the basis for organizing educational activities at school? How do these documents relate to pedagogical research? etc. Summative assessment is also carried out here.

Comprehensive questions of state certification will be developed for the assessment of the 7th grade of the PME program. These questions must be of an interdisciplinary nature in the curriculum that forms the seventh learning outcome.

1. How do you choose research methods when conducting scientific research? Give specific examples.

2. Explain the procedure for publishing research results using the example of your own published research work. What did you pay attention to?

3. Identify current pressing issues in mathematics education and create topics for research.

4. Describe the main components of the proposed scientific article on mathematics education (relevance, purpose, problem, subject, results of the research), etc. tasks are prepared.

From this, it became known that the assessment of teaching results of BEP will be carried out at 3 levels: - At the topic level;

- At the level of discipline;
- At the program level.

5. Conclusion

Therefore, in developing outcome-oriented assessment tools:

1. It is necessary to pay attention to which learning outcome (educational program, discipline, a section of a discipline or a specific topic) the assessment tool evaluates.

2. it is necessary to take into account what type of examination (diagnostic, formative and summative) the evaluation tool is created.

3. It is necessary to develop evaluation tools depending on the level of inspections (daily, interval, result).

In order for the evaluation to be objective, it is also appropriate to specify the criteria of each evaluation tool.

In previous studies [20], a scheme for developing evaluation tools according to the i-learning result of the BEP was presented, based on which the scheme for developing the fund of assessment tools of a specific discipline in the curriculum can be given as follows (Figure 2):

The fund of assessment tools of the Dij discipline of the educational program is a set of tools for daily, intermediate and final tests.

References

[1] B2018-2040-zhyldarga Kyrgyz Respublikasyn înukturuunun Uluttuk strategiyasy [The National Strategy for the Development of the Kyrgyz Republic for 2018-2040] https://www.gov.kg/ky/programs/8 (accessed 27.10.2022).

[2] Kyrgyz Respublikasynyn Uluttuk kvalifikatsiya alkagy [The National Qualification Framework Kyrgyz Republic] https://edu.gov.kg/media/uploads/2021/07/29/myktcp.pdf (accessed 27.10.2022).

[3] Communique of the Conference of ministers of European Higher Education Area, Bucharest, Rumania, April 26-27, 2012], available at https://www.ehea.info/page-ministerial-conference-bucharest-2012 (accessed 17.06.2023).

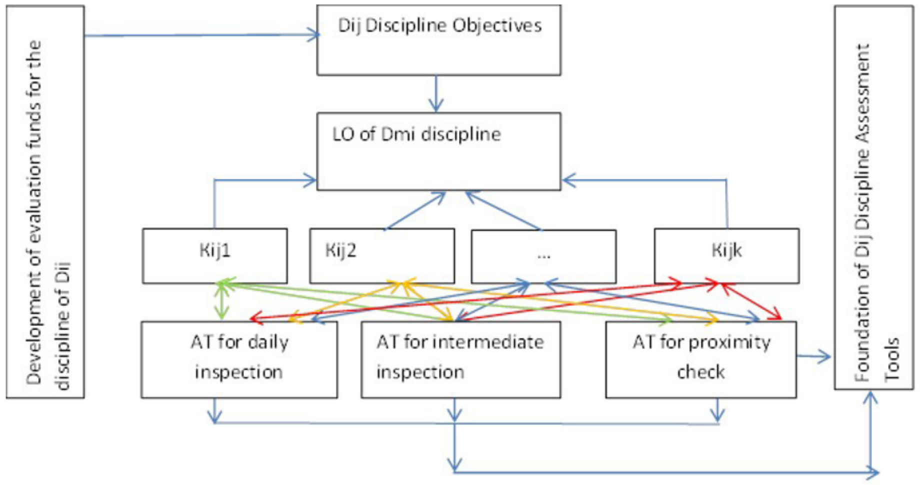


Figure 2 - The scheme for developing the fund of assessment tools of a specific discipline

[4] European Commission ECTS Users Guide Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, Brussels, 2009, 60 p.

[5] Altybaeva M. Kesiptik bilim beruudo okutuunun natyyzhalaryn dolboorloo maseleleri [Designing the results of training in vocational education] Osh, 2018, 224 p.

[6] Shestakova L. A. Mezhdistsiplinarnaya integratsiya kak metodologicheskaya osnova sovremennogo obrazovatelnogo protsessa [Interdisciplinary integration as a methodological basis of the modern educational process] Educational resources and technologies, 2013. No. 1(2). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdistsiplinarnaya-integratsiya-kak-metodologicheskaya-osnova-sovremennogo-obrazovatelnogo-protsessa (accessed 12.07.2023).

[7] Karimova A. D. Kompleksnaya otsenka obrazovatelnykh rezultatov studentov magistratury [Comprehensive evaluation of educational results of students' master's degree] dissertation candidate of pedagogical sciences: 13.00.08 Omsk, 2013, 266 p.

[8] Jashyalykova K. J. Osobennosti razrabotki fonda otsenochnykh sredstv dlya ustanovleniya urovnya sformirovannosti kompetentsiy obuchayushchikhsya i vypusknikov [Special development foundation of assessment tools for establishment of the level of sformirovannosti competence of students and graduates] Izvestia Kyrgyzskoy akademii obrazovanie, 2016, No. 1. P. 126-132.

[9] Barpybaev T. R., Kaldybaev S. K., Toktomambetova J. S. Zhogorku kesiptik bilim beruu mekemelerinde kompetenttuuluk mamileni ishke ashyruu boyuncha mugalimderdin ish-araketteri [Activities of teachers of the competence approach implementation in higher vocational education] Izvestia VUZov Kyrgyzstan, 2020. No 1. - P. 129-133.

[10] Fedotova A. D. Naddisciplinarnyy modul obrazovatelnoy programmy professionalnoy podgotovki magistrov v usloviyah kentextnogo obuchenia [Supradisciplinary module of the educational program for the professional training of masters in the context of contextual learning] Chita, 2015, dissertation candidate of pedagogical sciences: 13.00.08.

[11] Sharon F. Beasley, Suzette Farmer, Nell Ard, Keri Nunn-Ellison, Systematic Plan of Evaluation Part I: Assessment of End-of-Program Student Learning Outcomes, Teaching and Learning in Nursing, Volume 13, Issue 1, 2018, P. 3-8, (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1557308717301920.

[12] Anderson, Heidi M.; Moore, Deborah L.; Anaya, Guadalupe; Bird, Eleanora Student Learning Outcomes Assessment:A Component of Program Assessment. American Journal of Pharmaceutical Education . May 2005, Vol. 69 Issue 2, P. 256-268.

[13] 9th Conference of the Council of Europe of Ministers Responsible for Spatial Planning https://www.coe.int/en/web/conference-ministers-spatial-planning/9th-cemat.

[14] Yerevan Communique Ministerial Conference and Declaration to the Fourth Bologna Political Forum. Yerevan, 2015. https://www.ehea.info/cid105279/bologna-policy-forum-yerevan-2015.html.

[15] Bolotov V. A. Nauchno-pedagogicheskoye obespecheniye otsenki kachestva obrazovaniya [Scientific-pedagogical support for evaluation of the quality of education] Pedagogy, 2010, No. 1. P. 6-11.

[16] Gosudarstvennyy obrazovatelnyy standart vysshego professionalnogo obrazovaniya: napravleniye "Fiziko-matematicheskoye obrazovaniye" (kvalifikatsiya: bakalavr) [State educational standard of higher professional education: direction "Physical-mathematical education" (qualification: bachelor)] Bishkek, 2021.

[17] Gosudarstvennyy obrazovatelnyy standart vysshego professionalnogo obrazovaniya: napravleniye "Fiziko-matematicheskoye obrazovaniye" (kvalifikatsiya: magistr) [State educational standard of higher professional education: direction "Physical-mathematical education" (qualification: master)]. Bishkek, 2021.
[18] Efremova N. F. Kriterialnyye trebovaniya k fondam otsenochnykh sredstv [Criterion requirements for funds of assessment tools] Pedagogical measurements / Educational measurements 1. 2016, P. 25-31.
[19] Efremova N. F. Problemy otsenivaniya kompetentsiy studentov pri realizatsii kompetentnostno-oriyentirovannykh OOP VPO [The problem of assessing the competence of students during the implementation of competence-oriented OOP VPO]. Presentation at the seminar "Features of the formation and use of measuring materials for the assessment of the quality of higher professional education taking into account the introduction of FGOS VPO". URL: http://www.fgosvpo.ru/uploadfiles/ presentations/48/20120427232625.ppt (äàòà îáðàùåíèÿ: 05.10.2022).
[20] Altybaeva M. A., Sooronbaeva K. A. Razrabotka otsenochnykh sredstv obrazovatelnykh programm [Development of assessment tools of educational programs] Scientific review. Pedagogical Sciences. 2022, No. 5. P. 15-19. URL: https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=2444.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

BASIC CONCEPTS OF STEM EDUCATION FORMATION AT SCHOOL

MERUERT YEREKECHEVA[1], ALTYNZER BAIGANOVA[1],
ALTYNSHASH BEKBAUOVA[1], NURSHAT NAURYZOVA[1]

[1] Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan
e-mail: e_meruert@mail.ru, altynzer_70@mail.ru, mirra478@mail.ru, nnauryzova@mail.ru

In Kazakhstan, the abbreviation STEM has been spreading for several years. STEM comes from the English terms "science, technology, engineering, mathematics" and is an Education combining Science, Technology, Engineering and Mathematics, is almost a method aimed at developing competencies in the field of Science and Technology to prepare students for a successful career in the modern Information Society. This is an integrated approach to education and research that combines these four areas of knowledge to solve complex problems and develop new technologies. The main goal of STEM education is to prepare students for future challenges related to technological development, scientific research, and engineering solutions. This approach fosters the development of critical thinking, problem-solving skills, communication, collaboration, and creative thinking among students.

STEM education has received widespread support and has become a crucial element of the modern educational process, as it helps prepare the new generation for the challenges and opportunities presented by contemporary science and technology.

STEM education has garnered broad support and has become a crucial element of the modern educational process, as it helps prepare the new generation for the challenges and opportunities presented by contemporary science and technology [1].

Kazakhstan, as a country striving for innovative development, also places special emphasis on the advancement of STEM education in schools. In recent years, Kazakhstan has been actively showing interest in the development of STEM education in schools, acknowledging the importance of preparing the younger generation for modern challenges. In Kazakhstan, STEM education has been actively developing since 2014. Since 2015-2016 academic year, every first-grader studied the subject "Natural Sciences," which served as the foundation for the study of natural sciences in higher grades. Starting from the 2016-2017 academic year, there were plans to equip all schools with ICT (Information and Communication Technologies), digital educational resources, and internet access, all of which were implemented according to the rules. In 2019, Natural Science and Mathematics were taught in English in the higher grades. Over 1000 schools have opened Robotics laboratories, and Robotics clubs are available in 1700 schools, attended by more than 32,000 students. With the support of the Eurasian Group, 10 STEM laboratories have been established in schools across Kazakhstan. In cities where ERG enterprises are located - Astana, Aktobe, Pavlodar, Aksu, Khromtau, Lisakov, Rudny, and Ekibastuz, high school students have been given the opportunity to master the basics of Engineering, Robotics, 3D modeling, and Programming. In Kazakhstan, experimental schools are being established where new teaching methods are developed and tested [2].

In addition to that, the government of Kazakhstan actively supports various events and competitions related to STEM disciplines to stimulate students' interest in scientific and technical knowledge. Such events may include scientific contests, engineering competitions, mathematics and technical science Olympiads, and more. Indeed, despite the achievements and efforts in

developing STEM education in Kazakhstan, there are still many challenges ahead for the country. It is necessary to continue working on enhancing the qualifications of teachers in STEM disciplines, providing access to modern equipment and laboratories, and stimulating students' interest in studying these subjects.

The methods of STEM, including the use of scientific projects and solving real-world problems, are successfully implemented in several schools in Kazakhstan and are applied in the modern educational process.

It is much more effective to link examples to real-life situations when using the STEM method in Mathematics, Computer science, and physics lessons. Tasks that are connected to real-life situations pique children's interest and desire to solve the problem because such skills can be useful in real life later on.

STEM technologies can help foster interest in mathematics. During lessons, it is essential to solve problems that visually demonstrate the connection between mathematics and history, physics, and computer science.

It is crucial for the teacher to formulate a comprehensive understanding of the given task and explain how the knowledge, skills, and abilities acquired in one lesson can be transferred to another discipline.

For example, a lesson on pyramids can be conducted to showcase its connections with history, biology, and computer science. Invite teachers from these disciplines to give presentations. The history teacher can talk about the history of the pyramid, how and for what purposes it was used in different eras. The biologist can create a presentation about ecological pyramids commonly found in biology. The computer science teacher offers the opportunity to try describing the parameters of the pyramid in three-dimensional space or can demonstrate presentations on shapes inscribed within and circumscribed around the pyramid.

In physics lessons, students can not only study formulas and theories but also apply the acquired knowledge to construct various models. For example, in building a model of a roller coaster, one can integrate elements from mathematics and history. During the construction process, the child will be able to test their calculations in real life. Testing and conducting experiments contribute to the development of engineering skills. In the same way, computer science lessons can be connected to subjects like mathematics and physics. For example, if you need to create a sketch of a basketball court, you can calculate the necessary parameters using mathematics (width, length, radius, etc.). With knowledge of physics, you can consider concepts such as speed, acceleration, and resistance.

Using such examples, one can explain the importance of implementing STEM technologies in education. Therefore, students not only study theory but also start testing it in real projects. This increases students' interest and reinforces their knowledge. However, such methods are currently used only in some schools in Kazakhstan.

Teaching programming within the framework of STEM education is an important component, as programming plays a crucial role in the modern world and influences the development of technologies. Here are some recommendations for teaching programming in schools within the framework of STEM education:

- Start with the basics: Begin with fundamental programming concepts, such as variables, conditions, loops, functions, etc. Ensure that students have a good grasp of these concepts before moving on to more complex tasks.
- Interactivity: Use interactive resources and platforms that allow students to see immediate results of their code. This may include online tools or development environments where they can instantly visualize how their programs work.
- Project-based learning: Offer students real projects they can work on individually or in groups. This could involve game development, website creation, app development, or programs to solve specific tasks.

- Collaboration: Encourage collaboration among students as working in teams fosters knowledge exchange and better understanding of concepts.

- Visualization: Utilize visual programming tools, especially for younger students. Visual programming with blocks can help them better envision and structure their code.

- Real-world examples: Provide real-world examples of programming applications in various industries like medicine, science, art, and technology.

- Foster a creative approach: Encourage students to take a creative approach to problem-solving. Allow them to experiment with code and find unique ways to tackle challenges.

- Continuous learning: Sustain students' interest in programming by offering new challenges and projects over time. This helps them develop and improve their skills.

- Engage professionals: Invite professional programmers or representatives from the IT industry to give lectures or workshops. This allows students to see how programming is applied in practice and the opportunities it offers.

- Encourage patience and perseverance: Programming can be challenging, and students may need time to grasp new concepts. Encourage their patience and perseverance to keep their interest alive and continue to grow.

Teaching programming can be a fun and engaging process that helps students develop essential skills in logical thinking, problem-solving, and creativity. W2Remember that each student is unique, so it is crucial to create a suitable environment for their individual growth [3].

The main obstacles to the implementation of the STEM system are the lack of necessary modern equipment and laboratories, the absence of developed educational and methodological materials and programs, insufficient numbers of specialists and qualified teachers, particularly the lack of readiness and competence among teachers to provide comprehensive education, as well as financial constraints. Additionally, gender stereotypes play a role, meaning that in some cases, girls may feel pressure from social stereotypes and biases, negatively impacting their interest in STEM subjects. It is necessary to overcome gender barriers and increase girls' interest in science and technology. Sometimes, students, parents, and even teachers may not fully understand the importance of STEM education and its role in students' future careers. This can diminish the interest in subjects related to science and technology.

To address these challenges, it is necessary to pay special attention to the training of qualified educators, providing access to modern equipment, and developing relevant educational and methodological resources. Additionally, it is essential to raise awareness about the importance of STEM education and conduct informative and awareness-raising events aimed at increasing girls' interest in science and technology.

Compared to the traditional school system, STEM education is based on combining theory and practice with an emphasis on conducting experiments, creating models, performing creative work independently and turning your ideas into reality. In addition, STEM education allows you to identify gifted children and create the necessary conditions for their further development, creates conditions for the development and improvement of analytical and creative abilities of students.

Summing up, there are three main characteristics that distinguish STEM education from the traditional education system. Firstly, with the help of STEM, students have more time and opportunities for independent preparation; secondly, by participating in teamwork, students get the opportunity to make creative discoveries; thirdly, within the framework of STEM education, mutual assistance in solving educational problems will be developed and digital literacy skills will be formed.

There are numerous methods and approaches for STEM education that help students develop skills and competencies in science, technology, engineering, and mathematics. Below are some of the most popular methods for STEM education:

- Project-Based Learning: It is based on organizing learning through hands-on projects that allow students to put their theoretical knowledge into practice, solve real-world problems, and

develop the skills needed to succeed in STEM fields. Students engage in practical projects that require the application of STEM knowledge and skills to create a product, model, application, or solution for real-world problems.

- Problem teaching. Students are given specific or contextual problems to solve using knowledge from various STEM disciplines. This method contributes to the development of critical thinking, analytical skills and practical application of knowledge.

- Research teaching. Students conduct research and experiments to gain new knowledge and understanding about STEM subject areas. This method allows you to develop skills of observation, data analysis and hypothesis generation.

- Case method. Students are presented with real-life situations related to STEM subject areas. They should study, analyze and propose solutions to these situations that promote critical thinking and practical application of knowledge.

- Cooperative Learning (Collaborative Learning): Students work in groups or teams to solve STEM problems and challenges. Cooperation promotes the exchange of ideas, mutual assistance and the development of communication skills.

- Flipped learning. Students explore STEM subject areas independently or outside of the classroom, and class time is used for discussion, problem solving, and hands-on activities to deepen understanding and apply knowledge.

- Virtual training. Using modern technology and online resources for STEM education allows students to learn from anywhere in the world and learn new knowledge and skills interactively.

These methods can be combined and adapted according to the age of the students, the subject of study and the goals of STEM education.

The main concepts of STEM education formation at school include the following aspects:

- Integration of Disciplines: STEM education focuses on integrating scientific disciplines such as mathematics, physics, computer science, chemistry, and biology to demonstrate their interconnectedness and application in real-life situations. Students study these subjects not in isolation but in the context of solving specific problems and projects.

- Learning Environment and Equipment: Successful implementation of STEM education in schools requires a conducive learning environment and accessible equipment. This can include laboratories, computers, software, robotics tools, electronics, and other materials that allow students to apply their knowledge in practice.

- Project-Based Activities: STEM education emphasizes the practical application of knowledge through project-based activities. Students work in groups to solve specific problems or create particular products. This develops their problem-solving, critical thinking, creativity, and collaboration skills. During project activities, students acquire initial design and programming skills.

- Teamwork: Collaboration and teamwork play a vital role in STEM education. Students learn to work in groups, exchange ideas, resolve disagreements, and communicate effectively with each other.

- Use of Technology: STEM education involves the use of modern technologies such as computer modeling, programming, robotics, 3D printing, and other tools. Students understand practical technological skills, their importance, and ways to solve problems.

- Practical Application of Knowledge: STEM education aims to apply students' knowledge not only on paper but in practical scenarios. Projects, lab work, and experiments allow them to see how scientific and engineering concepts are applied in real life.

- Skill Development: STEM education aims to develop skills necessary for successful adaptation to a rapidly changing world. This includes critical thinking, problem-solving, communication, collaboration, creativity, self-management, and learning.

- Critical Thinking Development: STEM education fosters the development of critical thinking in students. They learn to analyze information, find problem solutions, evaluate possible alternatives, and make informed conclusions.

- Career Development Support: STEM education prepares students for future careers in scientific, technical, engineering, or mathematical fields. This includes introducing and encouraging students to pursue STEM-related careers.

- Career Exploration: STEM education helps students explore their interests and abilities in science, technology, and engineering fields. Schools can provide opportunities to meet professionals in these areas, organize tours, and internships, allowing students to understand how to apply their knowledge and skills in their future careers [4].

In conclusion, STEM education in Kazakhstani schools is a priority direction that contributes to the country's development and prepares the younger generation for successful careers in the future. The integration of the aforementioned concepts provides a more engaging, practical, and applicable learning experience that prepares students for the challenges of the modern world and develops skills that will be in demand in future professions.

Keywords: STEM education, skill development, professional orientation, integration of subjects.

References

[1] Baiganova A.M., Zijaddinova Zh.A, Guidelines for organizing and conducting STEM lessons, Pereiaslav, No.2(94), 2023, pp. 49-53.

[2] Bekbauova A.U., Turebaeva K.Zh. Use of STEM technology to increase the student's passion for the subject / BULLETIN of Abai KazNPU, "Pedagogical Sciences" series, No. 4(76), -2022. p. 227-239.ors and Virtual Environments. 2. IEEE. pp. 659–669

[3] Methodological recommendations for introduction of STEM knowledge - Astana: Y. National Academy of Education named after Altynsarin, 2017. - 160 p.

[4] Nogaibaeva G., Zhumazhanova S. Development of STEM education in the world and Kazakhstan - "Bilimdi el - An educated country" No. 20 (57) dated October 25, 2016

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ANALYSIS OF THE TEACHER ASSESSMENT SYSTEM

MERUERT YEREKESHEVA, A.K. TASHIMOVA, A.A. RAMANKULOV

K. Zhubanov Aktobe Regional University, Aktobe, Kazakhstan
e-mail: e_meruert@mail.ru

Abstract. The personnel potential of the University reflects not only the readiness of teachers to perform their functions at the moment, but also the totality of their capabilities in the long term, taking into account scientific and pedagogical qualifications, practical experience, professional mobility and quality of service, including its effectiveness and innovation. Modern technologies are currently used to collect data in the fund, group and analyze it according to the characteristics. The article analyzes the system of evaluation of the results of the teaching activity of the teacher its functions and principles, the point-rating system for evaluating the teaching activity of teachers, the methodology for monitoring and evaluating the quality of teaching work of teachers and the mechanism for evaluating the teaching activity of teachers. Data analysis is implemented in the Python programming language (version 3.9.7) in the Anaconda(Jupiter notebook) environment. The libraries Numpy, Scipy, Pandas, sklearn, matplotlib, seaborn are used.

Keywords: analysis, average value, visualization, critical value, deviation.

1. Introduction

Today, one of the main tasks of the state is the modernization of education, the result of which is to achieve a modern quality of education in accordance with the changing requirements of society and socio-economic conditions. International studies analyzing leading teaching systems in higher education have proven that "the quality of the education system cannot be higher than the quality of the teachers working in it".

First of all, it is necessary to proceed from the relationships identified in the professional space in the preparation of systems for assessing the activities of a teacher: "teacher" (subject of pedagogical activity) - "professional pedagogical activity" - "object of pedagogical activity (changes, achievements, etc.)". One can select the most important criteria, avoid bias in the assessment and determine the correct ratio of criteria for pedagogical activity in accordance with a particular moment only with this conceptual approach [1].

One of the most practical problems is the study of a rating and assessment system for university teachers and the digitalization of this process. The human resource potential of a university reflects not only the ability of its faculty members to perform their duties at the present time, but also the totality of their long-term capabilities, taking into account their scientific and pedagogical qualities, work experience, business activity, professional mobility, and quality of service (including its effectiveness and innovation). Currently, modern technologies are being used to collect, group, and analyze the fund's data according to its characteristics. One of these is machine learning algorithms.

2. Research methodology

An analysis of pedagogical theory and practice on the issues of assessing the work of a teacher shows that it is necessary to move from assessing his individual pedagogical skills to assessing

his professionalism as a whole. The professionalism of the teacher should be based on the ability to interact with the family, the pedagogical community, and public organizations. An integral part of training quality management systems are rating systems for assessing the activities of teaching staff. They are designed to form an information fund that objectifies the evaluation function in the processes of managing the effectiveness of the teacher's activities, which directly affects the quality of Education.

One of the most important aspects of activities for the organization of educational work in higher educational institutions is the control over the conduct of classes, which is carried out by employees of the educational and methodological department, head of the faculty and department. It is known that the quality of the organization of the educational process, in principle, the quality of knowledge of students at the university largely depends on how systematically and deeply such control is carried out.

In the scientific and pedagogical literature, the value of the teacher rating is presented as an assessment of the activities of a teacher of a higher educational institution by public recognition for the reporting year, indicators of scientific, educational, methodological and educational activities. The teacher's rating is an individual quantitative-level result of assessing the teacher's scientific and pedagogical achievements in educational, research, methodological, educational work, which allows us to draw conclusions about its place, level, category [2].

Teacher rating-pedagogical qualification category. This is a productive indicator of the educational, methodological, scientific and educational activity of the teacher, reflecting the productivity and quality of his work in terms of training specialists, conducting scientific research and making a contribution to the development of the University.

The purpose of assessing the quality of the teacher's activities is aimed at:

- strengthening the interest of teachers in improving their professional skills, mastering the best pedagogical experience, and developing a creative approach to teaching;
- increasing the objectivity of assessing the quality of the activities of teachers, departments and faculties by expanding the system of indicators and information reliability;
- improving the quality of training as an important factor in improving the process of training graduates.

The main tasks of the rating system for evaluating the activities of teachers:

- introduction of uniform criteria for assessing and monitoring the quality of education and the effectiveness of teachers' work;
- stimulation of improving the qualifications, professionalism, productivity of scientific and educational work, development of creative initiative of scientific and pedagogical workers aimed at innovative development of the University and improving the quality of its activities;
- creation of an information database that comprehensively reflects the activities of the university as a whole, as well as its faculties, departments and scientific and pedagogical workers.

Differentiation of the teacher's performance assessment:

- develop the motivation of teachers to stimulate their professional and personal growth;
- development of creative initiative of teachers, productivity of their educational, methodological, research, educational and social activities;
- improvement and development of the University's activities through a critical analysis of the effectiveness of the teaching staff's own work;
- promotion of the most important activities that contribute to increasing the rating of the university as a whole;
- promotion of achievements and experience of the best teachers of the University;
- improving the quality of the educational process at the University;
- obtaining unified comprehensive criteria for assessing and monitoring the level and effectiveness of the work of faculties, departments, teachers.

The main advantages of the teacher's rating assessment:

- ability to carry out current control over the activities of the teacher;

- a detailed procedure for evaluating the results of educational, methodological, educational, research activities of the teaching staff;
- development of the teacher's skills of self-assessment and self-analysis of his work;
- objectivity-the absence of the ability to arbitrarily raise or lower the assessment.

Principles of rating assessment of the teacher's activities:
- unified methodological basis;
- integrated approach;
- centralization of creation and management;
- transparency-awareness of teachers about the purpose and content of the rating assessment;
- modularity-assessment of the teacher's activities depending on the objectives of the assessment;
- promotion-involvement of teachers in the process at all stages of the introduction of rating assessments, promotion of best practices, removal of organizational barriers.

Rating assessment of the activities of teachers of structural divisions of the university should provide:
- assessment of teachers' compliance with official qualification requirements, as well as their personal contribution to solving the tasks of the department, faculty and the university as a whole;
- identification of leaders in certain types of activities (educational, methodological, scientific and educational);
- creation of conditions for increasing the activity of scientific and pedagogical workers in educational, methodological, scientific and educational work;
- simplification of the procedure for nominating candidates for scientific and pedagogical positions;
- management of the scientific and pedagogical potential of the University of the department, faculty when changing the priorities of the tasks being solved [3].

Assessment of the activities of teachers is carried out according to the following indicators:
- level of proficiency in the discipline;
- quality of lesson organization;
- compliance of the course program with the goals and objectives of training;
- applied training methods;
- use of technical means;
- the effectiveness of knowledge assessment tools and methods;
- student performance;
- participation in faculty events to improve the educational process.

When assessing the research activities and creative activity of teachers, the effectiveness of scientific research, the ability to attract funds from external sources for their conduct, the effectiveness of work with undergraduates, as well as the number and quality of scientific and educational publications are taken into account. The citation index for works in national and foreign scientific sources is also taken into account.

The process of evaluating the performance of teachers is complex. One of the parameters is to conduct a survey of students. In assessing the activities of teachers, this method is the most common. According to the researchers, a survey aimed at increasing the degree of accountability of universities to society, as well as a number of consumers of higher education, is no indispensable tool in assessing the work of teachers.

The methodology for assessing the quality of teachers 'activities in most cases takes into account the opinions expressed, the importance of students, managers, experienced colleagues, and the graduates' union's comprehension of the teacher.

3. Results and analysis

To analyze the rating assessment system of university teachers, the data of the appendix to the competition "The best teacher of a higher educational institution" were used. Data analysis is implemented in the Python programming language (version 3.9.7) in the Anaconda(Jupiter notebook) environment. The libraries Numpy, Scipy, Pandas, sklearn, matplotlib, seaborn are used. A database was collected for each item in the table in the appendix according to their respective points. The database consists of 150 records and 21 fields.

According to the indicator of the academic title of the teacher, out of 150 teachers, 92 teachers are awarded the title of "Professor" or "associate professor".

In the results of last year's "Teachers through the Eyes of Students" voluntary survey (average score of 10), 150 teachers received a score of 7.1 to 10.0, or 100%.

In the "Development and Publication of Electronic Materials" indicator, 13 teachers earned 30 points, 21 earned 25 points, 22 earned 20 points, 17 earned 15 points, 24 earned 10 points, 35 earned 5 points, and 18 teachers did not earn a single point. There were 18 teachers who did not score a single point. 60.4% of the teachers who did an internship abroad for more than one month visited European countries, 13.2% visited the United States, and the remaining 26.4% visited other countries.

In addition, 22 teachers were found to be working on projects within the framework of loans targeted at their programs. This represents 15% of the total number of teachers. For the purpose of analyzing the data obtained during the survey, the age groups were divided into four categories.

The average age of the teachers working on the project within the framework of the programmatic loans is 60.5 years. Drawing conclusions from this analysis, it was found that teachers are engaged in scientific projects from the age of 50 and above.

The indicators of teachers' pedagogical and methodological activity were combined into one parameter, and the indicator of scientific research activity was combined into another parameter, and the teachers' contributions were compared in these two sections. The results showed an average difference of 3 to 5 percentage points.

4. Conclusion

This study analyzed the functions and principles of a system for evaluating the results of teachers' educational activities, a methodology for monitoring and evaluating the quality of teachers' educational activities, and a score evaluation system for assessing teachers' educational activities. The Python library was used to analyze the evaluation systems [4-7].

In many countries, rigorous procedures are in place for the appointment of faculty candidates, especially associate professors as a form of educational quality control. At the same time, in foreign approaches to assessing the quality of the teacher's activities, participation in research work and the effectiveness of training are considered as system-forming, not only the components.

The developed system of evaluation of teaching activities allows the selection of priorities and thus the concentration of the efforts of both individual and departmental staff on the effective implementation of the tasks most relevant to the university. An evaluation system for the professional activities of higher education faculty members can motivate them to improve their personal qualities in a variety of ways, to participate actively in all areas of departmental and university life, and to perform their professional duties responsibly.

In conclusion, modern developments in the socio-economic and other spheres of social life require the development and implementation in each higher education institution of a system of evaluating the work of faculty members based on modern and relevant criteria, interconnected by the principles of a quality management system and proposed by all participants in the educational process.

This system of assessment of teaching activities, more specifically, should contribute to improving the quality of the educational services offered, improving the wage system and the methods of the educational institution.

References

[1] Abdigaliyev M. E. System of evaluation of the activities of teachers in US universities //Collection of materials of the VIII Republican scientific and practical conference "Youth, Science and innovation" for young scientists, Ph. D. undergraduates and students (Volume II) . - 2022, - 2-P.162-164.

[2] Vorontsov A.M., Zhidkov A.A., Gordeev K.S., Dubrovin N.A., Gridina G.A. Analysis of the rating assessment of the teacher's activity on the example of foreign practice // Modern scientific research and innovation. - 2021, - 2- P. 106-108.

[3] Bondarenko E.N. Evaluation systems of professional and pedagogical activity of teachers and trainee students in European countries // Bulletin of MU. Pedagogical Education series. - Moscow, 2019, - . 4, P. 80-90.

[4] Gujjar, J. P., Kumar, H. R. P., &Chiplunkar, N. N. Image classification and prediction using transfer learning in colab notebook // Global Transitions Proceedings. - 2021. - P. 382-385.

[5] Janardhanan, P. S. Project repositories for machine learning with TensorFlow // Procedia Computer Science. - 2020. - 171. - P. 188-196.

[6] Ebrakhim P. Portfolio Optimization with Python: using SciPy Optimize & Monte Carlo Method // Data Driven Investor. - 2023. - 1. - P. 31-35.

[7] 7. Ariane, H. Visualizing Multidimensional Categorical Data using Plotly // Towards Data Sciense. - 2022. - 3. - P. 31-34.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

SOFT TO CONDUCT COMPETITIONS AND EXAMINATIONS IN MATHEMATICS

PAVEL PANKOV[1], ELENA BUROVA[2]

[1]Institute of Mathematics of NAS of KR, Bishkek, Kyrgyzstan
[2]American University of Central Asia, Bishkek, Kyrgyzstan
e-mail: math18pps@gmail.com, burova_e@auca.kg

Abstract. The paper contains both well-known and the authors' demands and techniques to develop complex multimedia interactive soft to teach and to check understanding, knowledge, and skills in academic subjects connected with mathematics. Various examples in mathematics, physics, chemistry, geography, and astronomy are given.

Keywords: soft, mathematics, competition, examination, generativity, option, and parameterized task.

AMS Subject Classification: 97D60

1. Introduction

We tried to gather and systematize both well-known and proposed by us demands and techniques to develop complex multimedia interactive soft to teach and to check understanding, knowledge, and skills in academic subjects connected with mathematics.

Remark. It is impossible to prove the novelty of any item in this field. Besides numerous publications:

creative teachers invent their techniques and types of tasks, consider it as a constituent of their job and do not think on publications;

creative graduate and postgraduate students issue interesting qualification works that are not published;

most existing soft in various subjects uses the only multiple the choice method which is the easiest to be implemented but is unsuccessful pedagogically, nevertheless, there are soft in circulation with interesting ideas and it is impossible to review all them.

Nevertheless, we hope that some of our statements would be useful for teachers and programmers. Moreover, we hope that while solving some tasks of proposed types of gifted pupils would invent independently some mathematical notions and find theorems as well as our pupils have done.

Section 2 contains general demands to soft providing its convenient, versatile and confidential use.

Section 3 contains general demands for tasks based on Generativity (parameterizing of tasks) and Uniqueness.

Section 4 lists various types of tasks within the proposed method.

Section 5 contains examples of arithmetical and algebraic tasks including "tasks for teams" and a task for an examination in a language.

Section 6 contains examples of geometrical tasks including independent proof of the Pythagorean theorem.

Section 7 proposes independent deriving of the notion of "Arrangements" in combinatorics.

Section 8 contains examples of tasks on analysis without an idea of infinity which can be unpleasant to some independently thinking students.

Section 9 describes ideas of tasks with controlled motion including geometrical transformations.

Section 10 presents (partially implemented by us) tasks in non-Euclidean and 4D-Euclidean spaces.

Section 13 contains examples of tasks in physics, chemistry and geography with mathematical content.

2. General demands to soft

Denote jury or teacher as Organizer, contestant, or examinee as Student, competition, or examination as an Event.

(1) Soft must have Event and Study modes.

In Study mode, the pupil inputs initial data for a task solves a task and compares their result with the true ones. I.e. Soft is a kind of text-book.

In Event mode with the additional option "confident" nobody (including authors of tasks and Organizer) knows correct answers to tasks until end of the Event.

(2) Texts in Soft must be written in several languages (with Student's option in Study mode to switch mode: Soft is a kind of dictionary). This will promote the Bologna process and wide use of Soft.

(3) Soft must provide the Setting option for Organizer:

select a language;

select a scope of tasks for the Event from the general list of tasks;

set time;

is it possible to retry if the answer is wrong?;

are marks shown immediately (current examinations) or after the Event (confident option for official Events)?;

etc.

(4) Soft must provide forming a file with Student's name, marks, date, time, and other information in ciphered form.

(5) Soft must provide a capacity for Student's remote participation in Event (online or offline with sending (4) to Organizer).

(6) Soft must provide replenishing with new tasks, to involve creative teachers and students into mutual work.

3. General demands to tasks

(1) *Generativity* or *parameterized tasks*: Task does not exist before the Event and is generated randomly (not only numerical data, the content of the task may vary too, under demand "of the same difficulty level").

(2) As a consequence, *Uniqueness*: all Students are given different Tasks, and *Confidentiality* is guaranteed.

(3) Presentation of Task in various forms: text, drawing, picture, short video clip, sound (earphones are necessary).

(4) Students respond in various forms: integer number(s), "real" number(s) with prescribed accuracy, word, and action by a computer mouse.

Earlier, we introduced [1] a definition of an independent computer presentation of an object (without reference to similar objects). Particularly, it means that the user can master foundations of the subject by using corresponding software (with interactive actions with feedback) without any preliminary knowledge, regardless or with minimal use of their native language.

(5) Presentation of Task in such form promotes the following type of tasks based on Socrates' method (dialogue "Meno").

Hypothesis [2]. By using suitable tasks and questions, proposing to conduct experiments the teacher can drive a student (or, more effectively, a group of students) at independent discovery of many facts of elementary mathematics, discrete mathematics, some facts of analysis and physics.

(6*) The task which can be solved without corresponding knowledge in the area by means of possible discovery.

(7) Before such a task, it is appropriate to give a simple task to make acquaintance with a subject area.

(8) Nowadays Students use artificial intellect (for instance [3]) during Event and it is almost impossible to be prevented. Hence, more complex tasks must be checked through [3].

4. Various types of tasks

The following items overlap.

(1) The simplest type of Student's response: "Give integer number ..." (or the fact that the response is integer is obvious).

Remark. There is a common mistake: Demands such as "give (real) number" or "give the approximate answer" is incorrect.

The following techniques are possible:

(2) "Round the answer to the nearest integer" (but the answer must be far from integer-with-half).

(3) "Round the answer up/down to integer" (but the answer must be far from integer).

(4) They use "corrected reality": "Let the free fall constant on the surface of the Earth be (exactly) $9.8 meter/second^2$; "let all atomic weights be integer numbers"; "let $\pi = 22/7$".

(5) "Give approximate answer in a short time (20 seconds)", see (12*) below.

(6) We propose to include tasks with simple calculations but demanding deep knowledge of the language in examinations on languages such as well-known TOEFL.

(7) Tasks "point an object" (meeting some conditions).

(8) Tasks "form the task having the given solution (give numbers in condition of a task)".

9) Interactive tasks: "If you find the answer in less than 10 attempts you will get full score".

(10) Tasks "from outside" with real or virtual objects to check skills too. For example, the real object (a sheet with many details) must be printed before the Event. But the number of (random) combinations of details is too large to be solved before the Event.

(11) Tasks "correct the mistake" without explanation but the answer is obvious (6*).

(12*) Tasks on measuring imagery or "intellectual eye measurer" [1]. A task with exact or almost exact answer X_0 (positive real number or other continuous object) is given but the time to respond (to answer X) is short (20 seconds) and does not give the capability to make calculations or use any tool (calculator, drawing).

If $|X/X_0 - 1| < 0.1$ then the mark is "A"; otherwise if $|X/X_0 - 1| < 0.2$ then the mark is "B"; otherwise if $|X/X_0 - 1| < 0.3$ then the mark is "C".

Remark. Certainly, such an ability was known earlier. A kind of it is "spatial imagery". We proposed a way of objective estimation of such ability.

As a real example, we considered the activity of air controllers before involving computers. The human heard numbers from the pilots, constructed a dynamic process in mind promptly, transformed it into numbers (without any calculations), and communicated them to the pilots. All these numbers within conversations were saved (on a tape) and (almost) exact calculations could be made with them. The difference between the calculated result and the air controllers could be an objective numerical measure of the ability.

Remark. In our experience, such tasks have a humanitarian effect too. Pupils who are considered weak in mathematics demonstrate results better than ones by "strong in mathematics" pupils because "strong" try to calculate but in vain.

(13) In [4] the four pillars of education were announced: *Learning to know; Learning to do; Learning to live together; Learning to live with others.*

We united these goals in one: *Learning to do together.* To implement this idea we proposed necessary-collective tasks for competitions (with spatially separated teammates).

(14*) For example, a team consists of two teammates. Each first teammate is given a random object X and is to solve a task (make transformation) T, their result TX is sent by Organizer to the second teammate to solve an inverse task T^{-1} with it.

The result $T^{-1}TX = X$ means that the team has successfully completed the task.

To avoid using gadgets Organizer chooses a simple transformation J commutative with T and applies it to the result of the first teammate, JTX is given to the second teammate. Further, Organizer applies J^{-1} to the result of the second teammate.

It must be $J^{-1}T^{-1}JTX = J^{-1}T^{-1}TJX = J^{-1}(T^{-1}T)JX = J^{-1}JX = X$.

(15) Simple tasks on physics, chemistry, geography, and astronomy with strict mathematical solutions (see (4)).

5. Examples of arithmetical and algebraic tasks

All tasks below are supposed to be parameterized. Both traditional and our tasks are presented.

Task 5.1 Counting(6*). Given "slightly organized" pseudo-graphic (more complex than):

****
***** *****
****
*****

"How many asterisks are here? Write in a binary system".

Under time pressure, each Student would invent their way of quick counting. Someone will invent two ways and compare results.

Task 5.2 Sequence(6*).

a) "Count the sum $1 + 3 + 5 + ... + 17$".

b) "Count the sum $5 + 7 + 9 + ... + 39$".

c) "Count the sum $100 + 97 + 94 + 91 + ... + 4$"

Version for Task 5.2c (14*).

The task for the second teammate:

"The sum $100+97+94+91+... =< the\ first\ teammate's\ respond >$. Find the last member of the sequence".

Task 5.3 Inverse equation(6*).

a) "$AX + B = 105; X = 26/5$. Find any natural numbers A and B."

b) "$AX(X + B) = D; X = 9 + \sqrt{5}$. Find any integer numbers $A \neq 0, B, D$."

Version for Task 5.3 (14*).

The task for the second teammate with numbers given by the first teammate:

a) "$< A > X+ < B >= 1050$. Round X up to an integer."

b) "$< A > X(X + B) =< D >$. Round up the greater root of the equation to integer."

For an examination in a language:

Task 5.4 Zoology.

"How many legs (paws) have a calf, a bee, two kittens, a spider, a snake, a worm, and three geese together?"

Students' ignorance of at least one of these words will be detected.

Task 5.5 Hidden algebra.

"Calculate in 15 seconds ..."

For examples:

$99923456 + 2000 - 99923455$

$999234^2 - 999232 * 999236$

6. Examples of geometrical tasks

Task 6.1 Diagonal(12*). "What is the length of the diagonal of a rectangle with sides 23 and 10 (approximately)? You have 15 seconds".

Remark. Knowledge of the Pythagorean theorem will not help to solve this task. On the contrary, this task would promote an independent search for a way to find the length of a diagonal.

Task 6.2 Square.

On checkered white background: green rectangle $(0;0)-(4;0)-(4;3)-(0;3)$; yellow triangle $(4;0)-(7;4)-(4;4)$; blue triangle $(3;4)-(7;4)-(3;7)$; purple triangle $(3;3)-(3;7)-(4;4)$; black segment $(4;0)-(7;4)$ are shown.

a) "What is the green area (number of green cells)?"

After Student's proper response the green triangle $(0;0)-(4;0)-(0;3)$ disappears.

b) "What is the green area now?

What is a yellow area?

What is the blue area?

What is the purple area?"

c) "What is the area of the square?"

d) "What is the black length?"

Task 6.3 Symmetry.

a) "Fill in:"

$$WTFkTWTFkTWTFkTWTF_TTWTFkT$$

b) "Fill in:"

$$WTH**TWT**H_W$$

c) "Fill in:"

$$:IHHX\mid \#\#IN_N$$
$$IOI$$
$$NONI\#\# \mid XHHI:$$

Task 6.4 Ball (12).*

"How much pro cent of volume, at least, is to be cut off a solid cube to obtain a ball?"

Remark. This task is disposable but it is suitable for any group of people because of formulation without numbers.

The experience of its application yielded the following results:

- distribution of answers is not Gaussian: it used to have a peak at 10..15%, a large peak at 25..30% (mark C), and a little peak at the exact result 45..50% (mark A);
- people's answers do not depend on knowledge of mathematics; it proves that "knowledge" and "understanding" are quite different notions.

Remark. This methodic refutes the well-known division of the cerebral hemispheres into emotional ones and logical ones.

7. Examples of combinatorial tasks

Knowledge of combinatorics is not necessary!

Traditional interactive

Task 7.1 Binary search.

" There is a natural number in 1..1000. You may input any natural number. You will be given responses 'Give more' / 'Give less' / 'Exact'.

If you find the hidden number in less than 11 attempts you will be given a full score. Begin!"

Task 7.2 Arrangements.

a) "How many numbers-with-odd-digits are in 10..20?"

"How many numbers-with-odd-digits are in 30..40?"

b) "How many numbers-with-odd-digits are in 10..100?"

c) "How many numbers-with-odd-digits are in 100..1000?"

Task 7.3 Arrangements without repetitions.

a) "How many numbers-with-different-odd-digits are in 10..20?"

"How many numbers-with-different-odd-digits are in 30..40?"

b) "How many numbers-with-different-odd-digits are in 10..100?"

c) "How many numbers-with-different-odd-digits are in 100..1000?"

Task 7.4 Polyhedra

a) How many faces, edges, and vertices does a 9-sided pyramid have?

b) A convex polyhedron has 11 faces and 21 edges. How many vertices does it have?

c) A convex polyhedron has 12 faces and 22 edges. How many vertices does it have?

From our experience, gifted students can derive Euler's formula independently in ten-twenty minutes.

8. Examples of tasks on analysis

Some students do not share the idea of infinity and the teacher ought to respect their opinion.

Task 8.1 Sum.

a) "$b_1 = 40$; $b_2 = 20$; $b_3 = 10$.... Find the sum

$b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + ... + b_{999} + b_{1000}$

with an accuracy of 0.001.

a) "$p_1 = 54$; $p_2 = 18$; $p_3 = 6$; $p_4 = 2$.... Find the sum

$p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + ... + p_{999} + p_{1000}$

with an accuracy of 0.001.

Traditional interactive

Task 8.2 Binary or advanced search.

" There is a strictly decreasing smooth continuous function $F(x); F(1) = 20; F(30) = -50$.

You are to find such x_0 that $F(x_0) = 0$ with an accuracy of 0.01. You may input any real number x. You will be given the number $F(x)$; if $|x - x_0| < 0.01$ then you will be given 'Yes'.

If you solve the task in less than 6 attempts then you will be given a full score. Begin!"

9. Tasks with controlled motion

Before the Event Students are to read the following information on denotations:

Background is in the spectrum from white till black; sometimes chess color (light grey and dark grey) for 2D spaces is used. The Drag-and-Drop object, or Avatar object is green and is denoted as A-object. Function, or result of A-object is red and is denoted as F-object. The target for F-object is yellow and is denoted as T-object. Approaching the T-object is accompanied by the music of the "hot-cold" type too. Tracks of A-object (light green) and F-object (light red) can also stay while 2D-motion

and solve a simple task within this system (it is a custom on International Olympiads).

Task 9.1 Solving of the equation.

The equation is $F(x) = 0$. A-point x can move along the abscissa axis only. F-object is $(0; F(x))$. T-object is the abscissa axis.

Task 9.2 Searching for minimum-1.

The goal is to find $minF(x)$. A-point x can move along the abscissa axis only. F-object is $(0; F(x))$. T-object is a gradient of yellow color down.

Task 9.3 Solving of the system of equations, geometrical transformations.

The system is $F(x, y) = p, G(x, y) = q$.

A-point is (x, y), F-point is $(u = F(x, y), v = G(x, y))$. T-point is (p, q).

Firstly, Student guesses meaning of functions $F(x, y), G(x, y)$ by arbitrary motions of A-point.

a) (shift) $F(x, y) = x, G(x, y) = y + const$.

b) (mirror reflection) $F(x, y) = -x, G(x, y) = y$.

c) (compression) $F(x, y) = 0.5x, G(x, y) = y$.

d) (stretching) $F(x, y) = 2x, G(x, y) = y$.

e) (homothety-compression) $F(x, y) = 0.5x, G(x, y) = 0.5y$.

f)(homothety-stretching) $F(x, y) = 2x, G(x, y) = 2y$.

g) (central reflection) $F(x, y) = -x, G(x, y) = -y$.

h) (rotation) $F(x, y) = -y, G(x, y) = x$.

i) The $F(x, y), G(x, y)$ are linear.

j) The functions $F(x, y), G(x, y)$ are monotonic in their variables.

Task 9.4 Searching for minimum-2.

The goal is to find $minF(x, y)$.

The value of F and T-object as the gradient of yellow color down is on a separate part of a display.

Measures as invariants.

Task 9.4 Length of a curve.

A-object with F-object is a red curve with the leading green endpoint. While pulling its length preserves. T-objects are several curves of various lengths.

The student is to detect the T-object with the corresponding length and pull A-object on this T-object.

Task 9.5 Area of a figure.

A-object with F-object is a red rounded figure with a green boundary. While pulling its area preserves. T-objects are several figures of various areas.

The student is to detect the T-object with the corresponding area and pull A-object on this T-object.

Task 9.6 Square root of a complex number.

Solve the equation $\sqrt{z} = w \neq 0$ for complex numbers. The origin of coordinates $z = 0$ repels A-point.

Student discovers the following: to reach T-point going around the origin is necessary.

Remark. This task is an introduction to Riemann surfaces (see the next section).

10. Tasks in non-euclidean spaces

We [5] enlarged the notion of virtual reality.

The Galileo-Einstein principle of relativity in dual form is the following: if a human watches the uniform motion of an object, they will not be able to notice that either themself or the object is moving uniformly.

But in virtual spaces, the restriction on uniform speed is missing and we obtained the computer principle of relativity: If Student watches the motion of an object on display then it can be interpreted either the motion of the Student or of the object. The first interpretation is used in computer games in our soft for motion in kinematical spaces and the second one is used in mathematical software such as *Excel, MathCad.*

We initiated [5] presentations of non-Euclidean spaces filled with T-objects and brown Obstacles. The Student drives a green car, with additional capabilities to put marks, etc. The screen is the windshield of the car. The task is to find and erase T-objects without breaking Obstacles.

Task 10.1 Möbius band.

Additional task. Students must put a "right boot" on a "street" and find it as a "left boot" after passing half of the "street".

Task 10.2 Topological torus.

The topological torus is a square with opposite sides glued.

Students must make sure that motion in arbitrary direction will be led to the initial position someday.

Remark. This space used to be discovered by many programmers independently "if anything disappears while motioning beyond the left edge of a display it appears from the right side of a display."

We presented it in natural form, without edges.

Task 10.3 Riemann surface-1.

Student must move and search in the Riemann surface of the function $\sqrt{z}$, with the third coordinate up presented as 720^0 circle.

Task 10.4 Riemann surface-2.

Student must move and search in the Riemann surface of the function $\sqrt{z^2 - a^2}$, with the third coordinate up. Passing between two unbreakable pillars only leads to another part of the space.

Task 10.5 4D-space-1.

In this presentation, the 3D coordinates are presented, as usual, the fourth coordinate (”deep”) is denoted by the continuous darkening of the environment. The student looks at the space through the 3D slit and can ”deep” and ”undeep”. The task is to detect 4D solids.

Task 10.6 4D-space-2.

Denote coordinates as X, Y, Z, W. Students can choose each of 2D-subspaces
XY, XZ, XW, YZ, YW, ZW, see projections of 4D-solids and rotate them around the chosen plane.

The task: to extract a ”right boot” from 3D space, make some rotations and return it to the same 3D space as a ”left boot”.

Remark. Our experience demonstrated that children (10-15 years old) are more successful in non-Euclidean spaces than adults. This means that ”understanding” is possible without ”knowledge”.

11. Various tasks with mathematical content

Task 11.1 Physics, gravitation

a) Given a horizontal ruler with its weight and a heavy point with its weight at the endpoint of the ruler.

”Calculate where must a support be put for equilibrium”

b) (12*) Given a simple figure with a horizontal base.

”Where must a support be put for equilibrium (approximately)?”

Traditional

Task 11.2 Chemistry, molecules.

All numbers are natural. Given P kg of the element Kk with atomic weight K and Q kg of the element Ll with atomic weight L, and numbers m, n. How many kg of substance with chemical formula $Kk_m Ll_n$ can be obtained?

Remark. Many chemists cannot solve this task because one of elements is in excess.

Task 11.3 Geography, coordinates.

Let the circumference of the Earth be 40000 km exactly.

Given latitudes and longitudes (in degrees) of two points either on one meridian or on opposite meridians or on the equator. Calculate the distance between these points along the surface of the Earth.

12. Conclusion

We hope that this paper would promote the super-task: creating a soft issuing such a variety of tasks that the solution of one of them do not give a specific hint for other tasks. Such soft for official Events should not be kept secret and would be used both for current Events and as a textbook.

References

[1] Pankov P.S. Independent learning for Open society. *Collection of papers as results of seminars conducted within the frames of the program "High Education Support"*. Foundation "Soros-Kyrgyzstan", Bishkek, 1996, issue 3, pp. 27-38.

[2] https://www.wolframalpha.com

[3] Pankov P., Janalieva J., Naimanova A. Inductive and experimental studying of mathematical subjects (mathematical facts and notions which can be discovered independently) (in Russian), LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken.

[4] Delore J. Learning: the treasure within; report to UNESCO of the International Commission on Education for the Twenty-first Century (highlights) https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590

[5] Borubaev A.A., Pankov P.S. *Computer presentation of kinematical topological spaces (in Russian)*. Kyrgyz State National University, Bishkek, 1999.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS IN THE FRAMEWORK OF EDUCATIONAL DIALOGUES IN LEARNING PROCESS

SOFYA I. DREYTSER[1]

[1]Moscow City University
e-mail: dreitsersi562@mgpu.ru

Abstract. The process of technological development based on artificial intelligence is advancing rapidly, and many educational organizations are already trying to integrate systems based on artificial intelligence into the learning process.[1] The relevance of the study is related to the lack of scientific information about artificial intelligence systems application in education.

The educational process can be schematically represented as three components: goal setting, direct learning, feedback and assessment.[2] At the same time, there are different approaches to the organization of the educational process, which differ in the level of student autonomy. The traditional school class system based on the works of J.A. Comenius assumes a minimum level of student autonomy. On the other hand models of student-centered education, such as the approach based on the ideas of free education L.N. Tolstoy or A.S Neill suggest a high level of student autonomy.[3]

The research explores the use of artificial intelligence systems in education. The traditional approach to learning using semantic analysis models for students with low and high levels of learning autonomy is used. As a result of the study, it was confirmed that the use of artificial intelligence systems using semantic analysis models in educational dialogues without the introduction of additional functions allows achieving high learning outcomes for students with a low level of learning autonomy. While for students with a high level of learning autonomy, additional functions or the use of other artificial intelligence models are required.

Keywords: Artificial intelligence, student-centered learning, self-determination level, generative AI, semantic analysis AI.

AMS Subject Classification: 97B40

1. Introduction

The use of artificial intelligence-based tools in education is becoming increasingly relevant. The development of technologies and access to information lead to changes in the educational system, requiring new approaches to learning. AI tools provide unique opportunities for personalizing education, adapting to the needs of each student and creating individual educational programs. In addition, the use of artificial intelligence-based tools allows you to effectively assess the knowledge and skills of students, as well as provide feedback to them, contributing to their further development.

Since the very concept of artificial intelligence is complicated and implies a whole group of technologies, it is necessary to specify which tools based on artificial intelligence are meant in this study. Scientists indicate the following areas of technology development based on artificial intelligence as the most popular: computer vision, speech analysis and synthesis, machine translation, natural language dialogue, expert and recommend systems, knowledge storage: representation, interpretation, learning.[4] In the last year, generative artificial intelligence has been added to these technologies. It allows you to create texts or pictures based on existing text descriptions.[5]

This study considers natural language processing technologies, namely speech analysis and synthesis, natural language dialogue, because these technologies can be directly integrated into the learning process. That is, these technologies are not just tools or assistants to the teacher, but can partially perform the functions of a teacher or a classmate by simulating a dialogue in natural language. However, the question arises, for what types and formats of training, tools based on artificial intelligence technologies are really applicable. That means they allow obtaining subject-matter and meta-cognitive results of at least the same or better quality than the educational process without the use of artificial intelligence tools.

This issue is complex and large-scale, it involves a research series of application using artificial intelligence technologies, and the impact of using these tools on the knowledge, skills, subject-matter and meta-cognitive competencies gained. In addition, various components of the educational process presumably require different tools using artificial intelligence. In this regard, it is necessary first of all to consider which components of the educational process can be identified, and subsequently to investigate for which of them informatization using artificial intelligence tools is possible and appropriate.

There are various models of the educational process. Some scientists distinguish nine stages of the educational process: motivation for learning, learning interest, concentration of attention, acquisition of knowledge, understanding and inclusion of knowledge in one's picture of the world, assimilation of knowledge and its inclusion in the system of attitude to the world, transfer of knowledge from known situations to new ones, evaluation of the results obtained.[6]

The famous scientist David Kolb proposed to consider the learning process as consisting of four stages: obtaining concrete experience, observation and reflection, conceptualization and generalization, testing assumptions and concepts in a new situation.[7] This concept can be viewed as a direct process of acquiring knowledge, not affecting the formation of motivation for learning as the first stage and the assessment or self-assessment of the educational result as the final stage. Also, a description of the process of acquiring knowledge can be found in the inquiry-based learning approach. In this approach, the acquisition of knowledge consists of five stages: orientation, conceptualization (formation of hypotheses), research (testing of hypotheses), formation of conclusions and their discussion.[8]

In the problem-based learning approach, the educational process is described as consisting of three main stages: the preparatory stage, where students get an idea of the result, motivation for learning, and the concept of future learning tasks; the stage of direct problem solving; assessment stage aimed at identifying the achievement of the learning process and the competence of students. In turn, the stages are further differentiated into more specific steps, namely: the formulation of expected learning outcomes, a general understanding of the topic being studied, training the necessary skill, choosing a project topic, creating a project, completing project tasks and evaluating the result.[9]

From the point of view of the developmental learning approach, D.B. Elkonin - V.V. Davydov, we can talk about four main components of learning activities: motivation and learning interests, goals and goal setting, learning activities and their control, evaluation of results and achievements.[10] The composition of educational actions includes the formulation or re-formulation of a specific educational task, the search for a way to solve a specific task or a general cognitive task, and a series of tests to identify such a method.[11]

Thus, in this study, it can be argued that the educational process consists of three fundamentally different components: the stage of formation of motivation, clarification of educational interest and goal setting (setting the task); stage of solving educational problems, control and regulation of this process; the stage of assessing the educational result and educational achievements of the student.

The next question is what artificial intelligence technologies in the field of natural language processing can be applied at each stage. In order to reproduce some partial functions of a teacher or classmate in the educational process, it is necessary to simulate natural language dialogue using artificial intelligence tools in the field of natural language processing. Based on the previous analysis, different types of learning dialogues can be expected at the three stages of the educational process, depending on the task of this stage and depending on the characteristics of the student.

As characteristics of a student that affect the quality, content and type of educational dialogue, it is proposed to take the level of student autonomy in the educational process. Depending on the degree of autonomy of the student, the content of communications in the educational process will differ significantly.[12] Learning autonomy is a concept that was developed by the scientific school of D.B. Elkonin and V.V. Davydov. "The learning autonomy of a student is a personal quality of a student, characterized by cognitive initiative, anticipation of the content of educational activities, the ability to independently carry out educational activities, monitor and evaluate them.[13] To distinguish between levels of learning autonomy, the method of G.V. Repkina and E.V. Zaika is used.[11]

Accordingly, the educational dialogue between the student and the teacher or between students will perform different tasks at different stages of the educational process and depending on the different level of learning autonomy. It is planned to implement the following tasks at each of the stages:

Table 1. Tasks of the educational dialogue at different stages of the educational process, depending on the level of autonomy of the student

	Motivation and task setting	Problem solving and control of the solution process	Feedback and evaluation
High level of learning autonomy	The formation of motivation is carried out by the student himself. The educational task is set by the student to himself and possibly slightly adjusted by the teacher, there is a precisely formulated educational request	Self-directed research and problem solving individually or in a group. Self-directed organization of individual or group work. Call the teacher for verification or in case of difficulties. Control over the solution of the problem is entirely on the side of the student	Self-assessment in accordance with the criteria, checklist, development of own criteria for effectiveness and measurement of the results of the educational process
Medium level of learning autonomy	There is a direction of the student's interests, the request is discussed, and a learning task is formed from it together with the teacher. The formation of motivation is a separate stage in the organization of the educational process, expectations and learning outcomes are discussed separately with students	The solution of the problem occurs in cooperation with the teacher or the group. The group tries, looks for solutions, tries and defends different points of view and arguments. The teacher is the holder of the "correct" way and controls the process of solving the problem	Feedback and evaluation is the subject of discussion, peer-review, self-evaluation with analysis of mistakes and control by the teacher are used
Low level of learning autonomy	The learning task is set by the teacher. The formation of motivation is a separate complex task and is often not the focus of the teacher's attention	Translation of ready-made knowledge, patterns, method of solving a problem. Control over the solution of the problem gradually passes from the teacher to the student as the method of solving the problem is mastered and worked out	Feedback is provided in the form of a mark and fixation of the mistakes made. Mistakes are often not discussed with the student, the essence of the mistake is not spelled out

Table 2. Artificial intelligence technologies used for various types of educational dialogues in the educational process

Task / type of learning dialogue	Artificial intelligence technology in the field of natural language processing
Directive statement of the learning task	Linear dialogue using speech analysis and synthesis technologies, semantic analysis
Translation of ready-made knowledge	Linear dialogue using speech analysis and synthesis technologies, semantic analysis
Marking and fixing mistakes	Linear dialogue using speech analysis and synthesis technologies, semantic analysis
Formation of educational request	Variable dialogue using generative artificial intelligence technologies
Joint trial and search for a solution to the problem	Variable dialogue with a free answer function and various directions of dialogue movement using speech analysis and synthesis technologies, dialogue in natural language
Peer-review and feedback discussion	Variable dialogue with a free answer function and various directions of dialogue movement using speech analysis and synthesis technologies, dialogue in natural language
Correction of the educational request	Variable dialogue using generative artificial intelligence technologies
Expert advice to resolve difficulties in solving the problem	Existing technologies will not be effective
Expert Feedback	Existing technologies will not be effective

Shortly it can be illustrated with the following picture

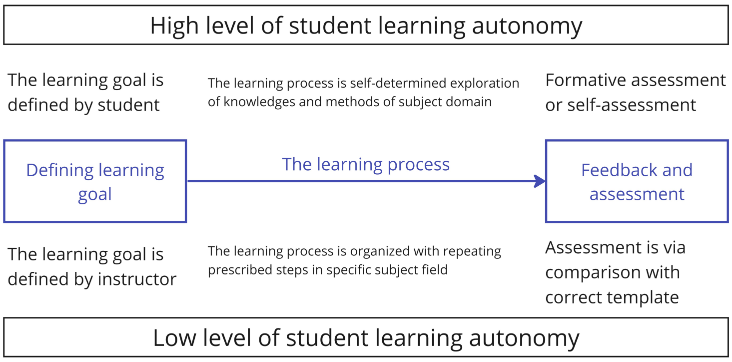


Figure 1. Description of educational process

The following artificial intelligence technologies can be assumed in the field of natural language processing for each of the tasks of the educational dialogue:

Thus, the main assumption is that the above-mentioned natural language processing technologies will be adequate for various stages of the educational process, provided that the student has a different level of learning autonomy.

This research suggests that a linear dialogue using speech analysis and synthesis technologies, semantic analysis will indeed be effective for students with a low level of learning autonomy and is not effective for students with a high level of learning autonomy at the stage of solving a problem and controlling the solution process.

2. Materials and methods

In this study, the following question is posed: is a linear dialogue using speech analysis and synthesis technologies, semantic analysis really effective for students with a low level of learning autonomy and

will not be effective for students with a high and medium level of learning autonomy. In other words, is there a correlation between the use of these artificial intelligence technologies in the educational process and the results of students, in particular, their own assessment of the results achieved.

In this study, the following hypotheses were put forward:

1. There will be a correlation between the use of speech analysis and synthesis technologies, semantic analysis in educational dialogues for students with a low level of learning autonomy and their subject-matter results.

2. An inverse correlation will be observed between the use of speech analysis and synthesis technologies, semantic analysis in educational dialogues for students with a high level of learning autonomy and self-evaluation of the level of achievement of the set educational tasks. That is, it is assumed that students with a high level of learning autonomy can also get high formal results, but they will evaluate their own result according to other criteria and will consider that they have not solved the tasks set.

3. Students with a high level of learning autonomy will give low reviews to the online tool for the implementation of educational dialogues using speech analysis and synthesis technologies, semantic analysis.

Exploration description

During the experiment, an educational process was organized to teach adults the communicative technique of non-violent communication using an online simulator with application of artificial intelligence technologies, speech analysis and synthesis technologies, semantic analysis in educational dialogues. The educational process included three stages described in the previous section of the article: motivation and setting goals, solving a learning problem and monitoring the solution process, feedback and evaluation. Of the three stages, only the second (solving a learning problem) contained online tools using artificial intelligence technologies.

The first stage (motivation and goal setting) was organized as open questions, where the participant had to write answers.

The second stage (solving the learning problem and monitoring the solution process) was organized using the online simulator https://dailo.co, which was implemented in the form of educational dialogues using speech analysis and synthesis technologies, semantic analysis.[14][15] The tool is an interactive simulator where the user can "talk" to the character to learn some communication practice. As a result of studying the topic, participants need to apply the studied methodology in a new communicative situation. The more accurately the participants reproduce the correct phrases, the more points they receive. The points obtained are considered the formal assessment of the simulator.

The third stage (feedback and evaluation) was also implemented with the help of open questions, where the assimilation of the material was checked (distinguishing violent and non-violent communication in the format of choosing an answer option in a case situation), as well as a feedback questionnaire, where the participant was asked to evaluate the simulator and answer whether they managed to solve the learning task set at the beginning.

The level of learning autonomy in this study is determined by the method of G.V. Repkina and E.V. Zaika[11] according to the criteria of goal-setting and evaluation and contains the following characteristics:

- can answer what he or she needs (or what he or she wants) to know before starting to solve the problem;
- can formulate what he or she had to learn, and what he or she learned new after solving the problem;
- when solving a cognitive problem, seeks to discover the general principle of action in problems of a given class;
- is able to evaluate by himself their actions and justify the correctness or incorrectness of the result;
- starting to solve a new problem, can evaluate by himself his or her capabilities in solving similar problems, taking into account possible changes in the methods of action.

The characteristics of autonomy in goal-setting were measured using the following questions:

- What exactly do you want to achieve or get as a result of studying the topic of non-violent communication?
- What do you want to learn first of all in the process of studying the topic of non-violent communication? What questions to answer? What situations can be resolved?
- How can you be sure that you have achieved this? By what criteria will you understand that the result is obtained?

Table 3. Experimental data

Participant number	The result of measuring learning autonomy (yes or not)	The result of applying the communicative technique in the simulator (max. 100 points)	Evaluation of the simulator (positive or negative)
1	1	40	0
2	0	93	1
3	0	100	1
4	1	66	1
5	1	87	0
6	0	90	1
7	0	80	1
8	1	87	0
9	0	67	1
10	1	70	0
11	1	80	0
12	0	87	1
13	0	87	1
14	1	87	0

The characteristics of autonomy while evaluation were measured using the following questions:

- To what extent do you consider this training format effective for yourself personally for teaching communications?
- For what tasks do you think this tool would be most effective?
- How do you assess whether the goals you set before the training were achieved? In what degree? What results did you come up with?

The study assumed that the level of learning autonomy demonstrated when setting a learning task and evaluating its solution can be considered high if the participant, on the one hand, set a meaningful learning task (for example, consisting in understanding, clarifying or sorting out some of his situation), and then was able to present his own criteria for evaluation progress, different from the formal number of points received. The working hypotheses of the study were the following hypotheses:

H1: Participants who present learning autonomy in goal setting and evaluation will rate the simulator as an inappropriate tool for them to learn the topic, while participants who do not exhibit learning autonomy in goal setting and evaluation will rate the simulator as appropriate for them.

H2: The achievement scores of participants who present learning autonomy in goal setting and evaluation will be different from the formal assessment obtained with the simulator, while the achievement scores of participants who do not show learning autonomy in goal setting and evaluation will be the same as the simulator score.

H0: There is no correlation between the learning autonomy characteristics presentation and the evaluation of the simulator by the participants.

The following methods were used in the study:

Criteria analysis of participants' answers in accordance with the characteristics of learning autonomy presented above Statistical processing of data by the Pearson criterion The study involved 14 participants aged 25 to 40 years old, specialists in the field of school education and adult learning.

3. Results and discussion

As a result of the experiment, the following data were obtained

To confirm the hypotheses, Pearson's statistical test was applied. Regarding the first hypothesis, we can say that the correlation coefficient (r) is -0.866 The relationship between the studied traits is inverse, the tightness (strength) of the relationship on the Chaddock scale is high, the dependence of the traits is statistically significant (p=0.000089). Regarding the second hypothesis, we can say that the correlation coefficient (r) is -0.362 The relationship between the studied traits is inverse, the

tightness (strength) of the relationship on the Chaddock scale is moderate, the dependence of signs is not statistically significant (p=0.205795).

Thus, we can conclude that hypothesis No.1 was confirmed, and hypothesis No.2 was not confirmed. That is, it can be argued that participants who present characteristics of learning autonomy in goal setting and evaluation rated the simulator as an inappropriate tool for them to study this topic. However, at the same time, it cannot be argued that the achievement evaluation of the set goals by participants who show characteristics of learning autonomy in setting goals and evaluation differs from the formal assessment obtained using the simulator.

The results obtained allow us to draw the following conclusions. On the one hand, it cannot be said that the characteristic of learning autonomy "justification for achieving or not achieving the goal" is associated with the formal results that participants receive as a result of studying the topic. Perhaps this is due to the fact that this criterion is just one of the characteristics of learning autonomy, and one characteristic is not enough to get accurate results about the participant's learning autonomy.

On the other hand, the assumption was confirmed that the level of learning autonomy does affect the type of learning dialogue required in the educational process, and the applications of artificial intelligence technologies in the field of natural language processing, which can be applied to implement learning dialogues online. This allows us to conclude that linear dialogues based on speech analysis and synthesis technologies and semantic analysis are really adequate for participants with a low level of learning autonomy.

These results are consistent with previous studies in which the practice of forming students' project thinking was developed, where it was shown how students with different levels of autonomy and the level of reflection unfold their own project action in different ways.[16] Namely, students with a low level of academic autonomy were able to act at the reproductive level on the basis of instructions, while students with a high level of academic autonomy choose the principle of open, search, dialogical trial action.

4. Conclusion

As a result of the study, the following can be stated:

1. According to available data, the level of learning autonomy does affect the type of learning dialogue required in the educational process, and is associated with the use of artificial intelligence technologies in the field of natural language processing, which can be applied to implement learning dialogues online. However, this study was conducted on a very small sample and further confirmation is needed.

2. In accordance with the results of the study, it can be expected that this type of educational dialogue and artificial intelligence technologies in the field of natural language processing will be applicable to other stages of the educational process for students with a low level of educational autonomy.

It should be emphasized that this study is part of a series of studies on the use of tools based on artificial intelligence technologies in the educational process for participants with different levels of learning autonomy. For more comprehensive and complete conclusions, it is necessary to test a number of hypotheses about the use of artificial intelligence technologies for participants with different levels of educational autonomy at all stages of the educational process.

Acknowledgements

I would like to thank V. Grinshkun for useful discussions and constructive guidance

References

[1] Zawacki-Richter, O., Marín, V.I., Bond, M. et al. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. Int J Educ Technol High Educ 16, 39 (2019). https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0

[2] Rosemary K., Lorne O., Terry R., Evren E. (2014) Leveraging a personalized system to improve self-directed learning in online educational environments, Computers Education, 70, 150-160, https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.08.006

[3] Noskova T.A. A retrospective pedagogical analysis of various approaches to the concept of student autonomy in learning. Chio. 2015. No. 4 (45)

[4] Gurtov V.A., Averyanov A.O., Korzun D.Zh., Smirnov N.V. Technology classification system in the field of artificial intelligence for personnel forecasting // Economic and social changes: facts, trends, forecast. 2022. №3.

[5] Konstantinova L. V., Vorozhikhin V. V., Petrov A. M., Titova E. S., and Shtykhno D. A. Generative artificial intelligence in education: discussions and forecasts // Open Education, vol. 27, no. 2, 2023, pp. 36-48.

[6] Yánez, P., Loaiza-Ramírez, B. (2023). The learning process: key phases and elements. 10.56238/devopinterscie-061.

[7] Vince, R. (1998). Behind and Beyond Kolb's Learning Cycle. Journal of Management Education. 22. 304-319. 10.1177/105256299802200304.

[8] Manoli C.C., Pedaste M., Mäeots M., Siiman L., de Jong T., et al. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, 2015.

[9] Jalinus N., Nabawi R., Mardin A. (2017). The Seven Steps of Project Based Learning Model to Enhance Productive Competences of Vocational Students. 10.2991/ictvt-17.2017.43.

[10] Smagina T.I. (2015). Theory of learning activity as the basic basis for the formation of the readiness of a bachelor of the future teacher for the developmental education of younger students. Scientific notes of the Oryol State University. Series: Humanities and Social Sciences, (3), 354-359.

[11] Repkina G.V., Zaika E.V. Evaluation of the level of formation of educational activity. Tomsk "Peleng". 1993

[12] Abuhassna H., Busalim A. H., Mamman B., Yahaya N., Megat Zakaria M. A. Z., Al-Maatouk Q., Awae F. (2022). From Student's Experience: Does E-learning Course Structure Influenced by learner's Prior Experience, Background Knowledge, Autonomy, and Dialogue. Contemporary Educational Technology, 14(1), ep338. https://doi.org/10.30935/cedtech/11386

[13] Kosikova S.V. On the essence of the educational autonomy of schoolchildren and the levels of its development. Problems of modern education, no. 4, 2018, pp. 143-150.

[14] Kuratov, Y., Arkhipov, M. (2019). Adaptation of deep bidirectional multilingual transformers for Russian language. arXiv preprint arXiv:1905.07213.

[15] Reimers, N., Gurevych, I. (2019). Sentence-bert: Sentence embeddings using siamese bert-networks. arXiv preprint arXiv:1908.10084.

[16] Yudina Yu.G., Dreytser, S.I. Students building reflexive action in open, variable and redundant educational situations // Development practices: ideas, technologies, contexts: Proceedings of the XXV scientific and practical conference, Krasnoyarsk, April 19–21, 2018. - Krasnoyarsk: Autonomous non-profit educational organization "Institute of Psychology of Development Practices", 2019. - P. 60-68.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

MATHEMATICAL MODELS OF SPATIAL NOTIONS IN TURKIC LANGUAGES FOR INDEPENDENT COMPUTER PRESENTATION

SONUNBUBU KARABAEVA

[1]Institute of Mathematics of NAS of KR, Bishkek, Kyrgyzstan
e-mail: sonun2008@mail.ru

Abstract. The article describes generative and analytical or analyzing models of cognitive activity, i.e. the language of topology is considered, a set of descriptions and a set of schemes having a one-to-one correspondence is obtained. On this basis, a linguistic experiment and a team competition of students are carried out.

Keywords: mathematical model, language, computer model, independent presentation, and learning.

AMS Subject Classification: 97D80

1. Introduction

In recent years, there has been rapid growth in the field of natural language processing, especially in the field of artificial intelligence. However, there are still many challenges that need to be addressed. One of these challenges is the automatic recognition and understanding of spatial notions in Turkic languages. Spatial expressions refer to linguistic forms that describe the position or location of objects in a given space. These expressions can be used to convey important information about the spatial layout of a scene. However, they are often complex and difficult to process for both humans and machines.

2. Representation of space in the language

Changing ideas about space and expanding knowledge about it in a particular science is often reflected in the study of space in linguistics. Space is one of the main forms of existence of matter, and it is quite natural that interest in its study increases with the study of artificial intelligence.

The sequence of the interaction of objects and the varieties of their localization forms the structure of space. Each of the types of space is reflected in the language in one form or another. So, for example, evolutionary changes in the understanding of space in mathematics (from Euclidean space to multidimensional space and topology [4], and then to the theory of relativity) are reflected in linguistic studies, in particular, in changing approaches to the interpretation of the content of spatial concepts (geometric, topological, functional approaches) [5]. Topological zones in linguistics are visual images or symbols of words that are formed by intersections of lines or, in other words, linear configurations in the space of the topological matrix of the language, and therefore images can be considered as linguistic signs or codes. The spatial arrangement and movement of objects can be specified both by linguistic and mathematical means, in various ways. At the same time, it is necessary to take into account the natural ambiguity of language means, including the topological one, identified by L. Zadeh [3] mainly for adjectives. With

the help of experiments, we have revealed this ambiguity for other parts of speech. We also discovered another ambiguity arising from the different subconscious use of the logical quantifiers of existence and universality.

Abstract concepts can be set using symbols, and the names of real objects and objects cannot be set by symbols, since in the minds of people they are connected by mental associations, i.e. images of abstract words can be perceived by consciousness as symbols, or in other words, perceived as visual images. Ideas about space begin to form based on primitive sensations and subconscious reactions of human thinking to the environment and are reflected in the language. According to our point of view, the process of formation of human ideas about the surrounding space are the process of creating a the mental representation of the spatial organization of the environment in linguistic topology and has spatial coordinates: içi, sırtı, canı determine the location of individual perceived objects. We also discovered another ambiguity arising from the different subconscious use of the logical quantifiers of existence and universality.

According to our point of view, the process of formation of human ideas about the surrounding space is the process of creating a mental representation of the spatial organization of the environment in linguistic topology and has spatial coordinates: $\ddot{u}st\ddot{u} - ast$ (in connection with gravity), *oñ-sol* (here it is already more difficult - either in relation to the observer, or in relation to the observed object, or in relation to movement) or $jak\bar{i}n - alis$, it determines the location of individual perceived objects.

We also believe that the meaning and application of individual terms is based on a few (few) examples heard by a person (child) and the human property of extrapolation, which is carried out informally and therefore cannot cover all possible cases. We also note that there are errors in the translation of spatial concepts from one language to another. We have found examples of the lack of adequate translation (namely, translation, not explanation) from one language to another. The article considers examples showing the insufficiency of ordinary terms, presents the results of our experiments, and reveals the specificity of spatial concepts in the Kyrgyz language.

3. Examples of using concepts related to direction

EXAMPLE 1. Because of the ambiguity of linking the terms *right-left* to the direction, sometimes the words "*right (left) in the direction of movement*" are added (here it is already more difficult - either in relation to the observer or in relation to the observed object, or in relation to movement).

EXAMPLE 2. The language has ideas about the direction and movement of an object as a whole, but there is no term showing a change in the direction of the object's components (Meaning the rotation of each soldier in his place). It's obvious that one of the most important aspects of understanding space is the idea of relationships between objects in the surrounding world. Among the various linguistic means of implementing spatial relations in the Russian language, the adverb occupies a special place as a circumstance of the place of action. It is these lexical units that implement relational spatial concepts and carry out linguistic actions in space.

We have established that, unlike some other languages, including English, German, Russian, in the Kyrgyz language, spatial concepts are presented mainly not in the form of "relations" of objects, but in the creation of virtual spatial regions based on the object (objects) in connection with both gravity and the relative position and movement of objects and the subject. These areas are denoted by nouns used according to the general rules. This is where mathematical models come in handy. These models use a combination of statistical analysis and computational algorithms to identify patterns and regularities in linguistic data. They can be trained on large amounts of data to develop a deep understanding of how different spatial expressions are used in natural language.

EXAMPLE 3. Consider the phrase in Kyrgyz language "kuş taktanın *üstünön* uçup ketti" .

It can be translated word-by-word into other Turkic languages but cannot be translated into English (a computer translation "The bird flew over the board" is wrong), because its sense is

"the bird had flown away from the *upper space* of the board"

and the word "*üst*" and corresponding words in other Turkic languages are nouns, they are inflected by Genitive, Dative, Locative, Ablative cases. Also, they have subspaces:

"kuş taktanın *üstünün sol cagında*

- "the bird is in *the left part* of the *upper space* of the board".

We will call such words as *spatial nouns.*

Before developing mathematical models (Definition 3) for the following spatial nouns

"*üst*" (upper space);

"*ast*" (lower space);

"*sırt*" (outer space, "exterior" in English);

"*iç*" (inner space, "interior" in English);

"*sol, oñ cak*" (left, right space);

"*ald*" (before space);

"*art*" (behind space);

"*ara*" (space between);

"*orto*" (spot at approximately equal distances from some objects or from boundaries of a single object);

"*can*" (neighborhood)

we conducted experiments with native speakers [2].

(Experiments on witnesses' actual meaning of words were conducted in courts but we did not find ones in philological publications).

We discovered that human's "models in mind" vary sufficiently.

Denote a point and a solid in space or in plane as $P = (x, y, z)$ or $P = (x, y)$ and S, a space of interviewees' responds as V.

The space for "*can*" can be presented as

$V = \{P|dist(P, S) < (0.2..0.4)S\}$,

thus it is a fuzzy set by L.Zadeh.

The space for "*üst*": if S is a horizontal segment $\{0 \leq x \leq 1; y = 0\}$ then responds are evident:

$V = \{(x, y)|0 < x < 1, y > 0\}$;

if S is a vertical segment $\{x = 0; -1 \leq y \leq 0\}$ then $V = \{(x, y)|y > 0; |x| < (0.1..3.0)y\}$ is a very fuzzy set;

for S be an inclined segment $\{0 \leq x \leq 1; y = x\}$ we discovered the alternation:

$V = \{(x, y)|0 < x < 1; (y > 1)\, or\, (y > x)\}$.

It can be explained by the alternation of notions $\forall, \exists$ in mind.

Some interviewees included "*can*" into "*sol cak*" and into "*oñ cak*", other ones do not do it.

The lowers know that testimonies of honest witnesses can vary significantly. Our experiments confirmed it.

4. Types of models

Models of cognitive activity are not the only possible type of linguistic models. The model of cognitive activity is one of the types of linguistic models in the language system. In other words, a model is a specific object created for the purpose of obtaining and (or) storing information, reflecting the properties, characteristics, and connections of the original object of an arbitrary nature, essential for the task solved by the subject. In order for speech cognitive activity to be carried out, it is necessary to have a language system, i.e. modeling is needed. When generating a model, the necessary meaning is "encoded" using the elements and rules that the language system has. Any model is built on the basis of a hypothesis about the possible structure of the original and is a functional analog of the original, which allows you to transfer knowledge from the model to the original. The criterion for the adequacy of the model is a practical experiment.

In this paper, we use the following definitions and constructions [1].

Definition 1. If low energetic outer influences can cause sufficiently various reactions and changing in the inner state of the object (by means of the inner energy of the object or of outer energy entering into the object besides such influences) at any time then such (permanently unstable) object is an affectable object, or a subject and such outer influences are commands.

Definition 2. A system of commands such that any subject can achieve desired efficiently various consequences from other one is a language.

Hypothesis 1. A human's genuine understanding of a text in a natural language can be clarified by means of observing human's actions in real-life situations corresponding to the text.

Definition 3. Mathematical models consist of

- a formalized subset of a natural language;

- statements describing the environment:

entities and relations among them including fixed (F_i) and movable (M_j) sets and temporal sequence of conditions of types

($M_j \subset F_i$), ($M_j \cap F_i = \emptyset$),

($M_j \cap F_i \neq \emptyset$), M_j overlaps F_i. ;

- statements describing the user's opportunities;

- statements describing objects' opportunities (possible actions);

- statements describing conditions to meet a statement in the natural language (in temporal order).

The following Entities were implemented.

Time (as a sequence of necessary actions); Future; Past;

Space;

(Single) Cursor (moved by mouse); Grasping Cursor (moved by mouse with the left button pressed).

According to Windows software customs, Grasping Cursor implements the parallel shift of Thing;

Avatar;

Thing (a Thing itself is an object moved by the user (with Grasping Cursor); a Thing with other Entities is an object affected by the user);

Place;

Gravitation (some verbs and prepositions demand it);

Irreducible Adjectives such as Colors.

Three techniques are proposed for the user's guessing:

G1) uniqueness of the action (or the sequence of actions) which subdues the command and the situation naturally;

G2) similarity (some objects have the same property and this property is mentioned twice);

G3) alternation (new Notion and new word appear together as an alternative to preceding Notions).

Kinematical mathematical models also include self-moving objects. For example, "Where WILL be the [slow-moving] turtle?" Multi-media mathematical models also include sounds etc. For example, "Give the nut to the SINGING bird!"

Transformation mathematical models also include transforming objects (tools) and transformable objects. For example, "*Cut* the needle *with* the knife!" Computer interactive presentations are built on the base of mathematical models.

Definition 4. Let any notion (word of a language) be given. If an algorithm acting at a computer: generates (randomly) a sufficiently a large amount of instances covering all essential aspects of the the notion to the user gives a command involving this notion in each situation perceives the user's actions, and performs their results clearly on a display, detects whether a result fits the command, then such an algorithm is said to be a computer interactive presentation of the notion. Certainly, commands are to contain other words too. But these words must not give any definitions or explanations of the notion.

Definition 5. If all words being used in Definition 4 are unknown to the user nevertheless s/he is able to fulfill the meant action (because it is the only natural one in this situation) then the notion (word of a language) is said to be the primary. If the user has to know supplementary words to complete the action then the notion is said to be secondary. Thus, there arises a natural hierarchy of notions.

5. Conducting experiments

Experiment 1. Scope of applicability of verbs.

Let's consider an arc of a circle on a plane, depicting a ”yard” (in Kyrgyz - ”koroo”). With a central angle of 270^0, all native speakers agreed with the command ”*Koroogo kir*!” - ”*Come into the yard!*”. With a central angle of 60^0, all native speakers did not agree with such a command, but said that the command ”*iyri dubalga kel*!” - ”Go to (no longer to the courtyard, but to another object, for example, to a curved wall).” At intermediate values of the central angle, the opinions of native speakers diverged, with variations, according to [3].

Experiment 2. It was required to show or to count the points corresponding to the statement ”point under the object”. When the object was a rectangle, the responses were close, with variations according to [3]. But when the object was a segment inclined at 45^0, there were two fundamentally different types of answers corresponding to the statements ”a point under all points of the object”, ”a point under some point of the object”.

Experiment 3. ”How many asterisks are to the right of the segment?”

```
.       /    * * * *           * * * * * **
.      / *
.     / *
.    / *
```

The answers used to be 4, 7, 11, 14 ...

Experiment 4. The concept of ”a point over a point” or ”a point over a vertical segment” also varied in the form of an angle directed upward from the top point, containing, according to the participant in the experiment, all points ”over” it.

”How many asterisks are over the segment?”

```
.    * * * * * * * * * * * * * **
.        * * * * * * * * * * **
.          * * * * * * * *
.              * **
.               *
.               |
.               |
.               |
```

The answers varied from 9 till 38.

6. Organization of team competitions on objective assessment of knowledge of spatial notions

For this purpose we suggest team competition ”with remotely separated team members”. We conducted an experiment with native speakers to describe an image with geometric shapes using spatial elements. The participants were divided into pairs. The first teammate tried to describe the geometric image in words, and the second one tried to decode the description of the first teammate and create a geometric model.

It makes sense to distinguish between models that generate text and models that produce text perception. The first model can be called generative, the second model is analyzing, or analytical. Both of these types of models can be combined into one functional class of cognitive models.

Remark 6.1. *Certainly, while the first teammate is working, the "second one" is not idle.*

By our method, both teammates are given images. In 20 minutes they are to hand in their texts. And a computer or an assistant transfers a text to another teammate, and in 15 minutes they are to hand in drawing images.

Illustrative example. The image

. $\cup \cup \cup \cup\cup$

. $* **$

. $\cup$

Text: "Five cups in a row. Down three asterisks in a row. Down and left cup."

Drawing:

. $\cup \cup \cup \cup\cup$

. $* **$

. $\cup$

Jury's assessment: four points of five.

It is difficult for a team to reach the full score (10 points of 10).

Such competitions showed, both to the organizers and the participants themselves, the difficulties in adequately matching the text and the geometric image. Finally, we might also consider using rule-based systems for modeling spatial expressions in Turkic languages. These systems rely on sets of predefined rules and patterns to identify and process spatial expressions. While rule-based systems can be less flexible than machine learning models, they can be more transparent and easier to interpret.

7. Organization of team competitions on objective assessment of translation of spatial notions

Stating the problem. The survey of literature and opinions of experts witnesses that before our works there did not exist methods of objective checking of the adequacy of translation: check-ups of "less qualified" translators were reduced to performing the same work by "more qualified" translators. Except for the subjectivity, such check-ups is very complex, high-priced, and preserves mistrust of the adequacy of translation, especially that of orders, reports, and instructions on executing actions in which any error can bring damage or a danger for health and life.

Definitions and proposal. We mean the following under "objectivity": several teams of translators participate in the competition being in equal conditions and executing the same task; the result of performing a task is "real" (not verbal) and can be measured by any watcher person or computer (discrete: done - not done or continuous: the distance between the exact answer and one given by a participant). The running time of tasks shows a place, taken by each team.

We offer the following. Observation of the action or situation and (textual) describing it (by the first person) - a translation of text (another person) - performing a required action or restoring a situation (third person). If the last "action" or "situation" is coincide (close) to the initial one then the full running time of such "action-information-action" or "situation-information-situation" transformations should be an objective evaluation of the quality of work of a translators' team.

The scenario of a competition supported by proposed software (translation from Language1 to Language2). There must be some teams each of three persons. All are sitting separately at computers connected to a local or global network.

1st step.

The first teammate ("watcher") is shown a certain situation and/or a simple action (moving) in it; or a the sequence of (five-six-seven) similar drawings by the first computer and must describe it (what s/he sees) in Language1. If all Language1 words are correct (their correlation is not checked by the computer) then this text is sent by means of the computer to the the second class to the second teammate.

2nd step.

The second teammate (”translator”) is shown this Language1 text and translates it into Language2. If all Language2 words are correct then the Language2 text is sent to the third class to the third teammate.

3rd step.

The third teammate (”performer”) is shown the Language2 text and

If the task was to execute an initial situation; or the same drawings in another order (permutated) and tries to execute the required action; or to arrange drawings in the initial order.

Having done is fixed by the computer, together with a moment of the time.

Remark 7.1. *(See Remark 6.1). 20 minutes for ”watching and writing”, 20 minutes for translation and 15 minutes for ”reading and performing”.*

.

8. Mathematical models of spatial nouns

Firstly, we introduce

Verb *cıldır (move)* (G1).

Entities: Colored1 Place; Colored2 Place; Movable Thing.

Example of Order:

Kitepti ak oturguiçtan caşıl oturguiçka *cıldır!*

(Move the book from the white chair to the green chair!).

All space nouns can be introduced by the following scheme (G2):

Examples of Order:

”(Kuştu | Kitepti) (taktanın | üydün) *üstünön* (oturguçtun | dubaldın) *üstünö* cıldır!”

(Move (the bird | the book) from *the upper space* of (the board | the house) to *the upper space* of (the chair | the wall) !)

Further, the series of scenes with repetition-reinforcement.

Example of Order:

”Drondu üydün sol cagınan daraktın üstünö cıldır!”

(Move the drone from the left space of the house to the upper space of the tree !)

9. Conclusion

These results can be used for further development of such computer presentations and learning languages. Overall, mathematical models offer a promising approach to understanding and processing spatial expressions in Turkic languages. By developing robust and effective models, we can improve machine translation and other natural language processing tasks, leading to more accurate and reliable communication across language barriers.

These results can be used for further development of such computer presentations and learning languages.

References

[1] Pankov P.S., Bayachorova B.J., Juraev M. Mathematical Models for Independent Computer Presentation of Turkic Languages *TWMS Journal of Pure and Applied Mathematics*, Volume 3, No.1, 2012, pp. 92-102.

[2] Karabaeva A. *Algorithm of word-formation and spatial notions in Kyrgyz language (in Russian)*. Lap Lambert Academic Publising, Saarbrüken, 2017.

[3] Zadeh L.A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. *Information Sciences*, 1975, Vol. 8, pp. 199-249, 301-357; Vol. 9, pp. 43-80.

[4] Golev N.D. On the objectivity and legitimacy of sources of linguistic expertise (in Russian) *Problems of juridical-linguistic expertise*. Barnaul, 2002.

[5] Borubaev A.A., Pankov P.S. *Computer presentation of kinematical topological spaces (in Russian)*. Kyrgyz State National University, Bishkek, 1999.

[6] Borozdina I.S. *Categorization, conceptualization and verbalization of spatial relations and objects*. Kursk State University, Kursk, 197 p.
[7] Karabaeva S., Dolmatova P. Mathematical and computer models of spatial re-lations in Kyrgyz language. *Proceedings of V Congress of the Turkic World Mathematicians*. Kyrgyz Mathematical Society, Bishkek, 2014.
[8] Karabaeva S. Peculiarities of spatial relations in Kyrgyz language. *Abstracts of the Issyk-Kul International Mathematical Forum* . Kyrgyz Mathematical Society, Bishkek, 2015.
[9] Pankov P.S., Karabaeva S.J. Mathematical and computer models of spatial concepts in Kyrgyz language Internet-journal of Highest Attestation Commission of Kyrgyz Republic, 2016, No. 3.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ALGORITHM FOR ASSESSING THE CREDITWORTHINESS OF ENTERPRISE USING THE METHOD BASED ON FUZZY LOGIC

ULZHAN MAKHAZHANOVA[1,a)], SEYIT KERIMKHULLE[1,b)], AINUR SALIYEVA[1,c)], AISLU KASSEKEYEVA[1,d)], ALIBEK ADALBEK[1,e)], ROMAN TABERKHAN[1,f)]

[1]Department of Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University,
2, Satpayev Street, Astana, 010008, Kazakhstan

[a)]Corresponding author: makhazhan.ut@gmail.com; [b)]kerimkhulle@gmail.com; [c)]ainur.s.saliyeva@gmail.com;
[d)]aibike2903@gmail.com; [e)]alibek.adalbek@gmail.com; [f)]roman.tn82@gmail.com.

Abstract. This article considers the peculiarities of lending to small businesses. To define the expediency of small business crediting we considered the set of evaluation indexes: branch and regional specifics, activity of small business and financial-economic indexes, peculiar for service and trade sphere.

An approach to assessing creditworthiness using fuzzy logic mathematical apparatus is proposed, which allows taking into account approximate qualitative information about the characteristics of the borrower. The theory of fuzzy sets and fuzzy logic are an effective tool for formalizing qualitative and approximate concepts based on linguistic models and representing knowledge in the form of production rules "If ... then ...". In this case, knowledge-based inference is based on fuzzy inference.

The indicators take on rather arbitrary values. More precisely, each parameter changes in a certain interval inherent in it. Further, we assume that the parameters have been unified, i.e. the corresponding intervals are mapped onto the interval [0,1].

The rules on the basis of which decisions are made have the form $\phi(x_1, \ldots, x_n) \to \psi(y_1, \ldots, y_m)$. Parameters $x_1, \ldots, x_n$ are obtained as a result of the analysis of the enterprise. These are the indicators mentioned in section 1. Parameters $y_1, \ldots, y_m$ are predicted. These are indicators such as: loan amount, interest rate, loan duration. In its most general form, one parameter is predicted called the credit index, varying from 0 to 1 and having a natural interpretation. Preference is given to enterprises with a higher credit rating.

Keywords: SME lending, fuzzy logic, linguistic variable.

1. Introduction

This article discusses the features of lending to small businesses. The assessment of the creditworthiness of borrowers - small businesses should be more thorough, it is necessary to take into account the level of development of a small enterprise, the specifics of the activity, as well as the uncertainty factor when obtaining one or another financial result. Obviously, when analyzing the creditworthiness of enterprises, industry analysis plays a huge role. For an effective assessment of creditworthiness, it is necessary to use a comprehensive method that takes into account not only internal reporting and the quality of enterprise management, but also the specifics of the industry to which the enterprise belongs.

The use of the apparatus of the theory of fuzzy sets, and, in particular, fuzzy conditional rules, makes it possible to design decision support models for analyzing the feasibility of lending to small businesses that provide a correct assessment of a potential borrower, taking into account

This publication has been supported by the Science Committee of the Ministry of Science and of Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP09259435).

the above limitations, which is their undeniable advantage over most of the currently used methods.

An approach is proposed for assessing creditworthiness using the mathematical apparatus of fuzzy logic, which allows taking into account approximately qualitative information about the characteristics of the borrower. Algorithm for solving the problem of assessing creditworthiness based on fuzzy modeling. Fuzzy set theory and fuzzy logic are an effective tool for formalizing qualitative and approximate concepts based on linguistic models and representing knowledge in the form of production rules "If ..., then ..." [1], [2]. Knowledge inference in this case is carried out on the basis of fuzzy logical inference.

2. The process of unification of indicators

This section details how similar scores are mapped to the interval [0,1], i.e. how indicators are unified. The case is considered when each parameter (indicator) is associated with one linguistic variable "the degree of favorableness of this indicator" [3]. To determine the feasibility of lending to a small business, a set of groups of assessment indicators was considered: industry and regional specifics ($K_1 - K_6$), small business activities ($K_{16} - K_{22}$), and financial and economic ($K_7 - K_{15}$), typical for small businesses.

The set of estimated parameters is given below [4]:

K_1 – Dynamics of the industry development,
K_2 – Prospects for the development of the industry,
K_3 – The need of the market (industry) for this kind of product (work, services).
K_4 – Dynamics of development of the region's economy,
K_5 – Prospects for the development of the region's economy,
K_6 – The need of the market (region) for this kind of products (work, services),
K_7 – current liquidity ratio,
K_8 - Financial independence ratio,
K_{10} – Debt coverage ratio,
K_{11} – Accounts receivable turnover,
K_{12} – Accounts payable turnover,
K_{13} – Inventory turnover,
K_{14} – The ratio of own and borrowed funds,
K_{15} – Product profitability ratio (sales),
K_{16} – Assessment of the professional level of personnel,
K_{17} – Evaluation of the moral and psychological atmosphere at the enterprise,
K_{18} – Sufficiency of the period of stay of the enterprise on the market,
K_{19} – Economic policy of the enterprise,
K_{20} – Technical policy of the enterprise,
K_{21} – Personnel policy of the enterprise,
K_{22} – Borrower's credit history (none).

Raw indicators are mapped to the interval [0,1]. That is, the set of parameters is represented as a set of linguistic variables. A lot of useful information is contained in the literature [5].

In the general case, we assume that any parameter takes values on a certain interval of real numbers. The simplest case is when each parameter is associated with one linguistic parameter, which can be called "the degree of favorableness of the indicator". In an explicit form, it is necessary to set the mapping of the interval of real numbers that this parameter can take into the segment [0,1]. This process is called the process of unification of indicators.

Taking the composition of "favorability" with the functions below, we obtain respectively new linguistic variables: "parameter value is low" (L); "mean parameter value" (M); "parameter value is high" (H). Note that such linguistic variables are often used in technical systems. Often even more gradations are considered: below average, above average, close to zero, etc.

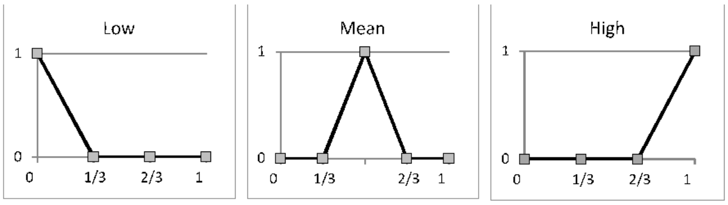


FIGURE 1. Membership function

№	Result indicators
1	Lending volume
2	Interest rate
3	Loan terms

TABLE 1. Characteristics of the loan provided

Each linguistic variable has its own membership function associated with it. One of the possible ways to define membership functions was proposed in [6].

Ultimately, the choice of the type of membership functions, both the alternatives themselves and the criteria being evaluated, is determined based on expert preferences.

It is obvious that the expert's uncertainty in the assessment grows with the increase in the deviation of the value of the estimated parameter from the optimal value. Moreover, in most cases, this uncertainty does not grow linearly. However, the use of nonlinear membership functions entails a significant complication of mathematical calculations and graphical constructions [7].

For these reasons, in this paper, triangular and trapezoidal membership functions are used as initial membership functions, which is primarily due to the simplicity of performing subsequent calculations and graphical constructions. We can say that the membership functions are piecewise linear.

Determination of the degree of compliance of the selected set of evaluated criteria with one or another alternative is a key factor in the subsequent selection of the most appropriate lending scheme, which has an optimally selected set of conditions for subsequent lending.

3. DECISION-MAKING METHODOLOGY

It was noted above that the parameters (indicators) take rather arbitrary values. More precisely, each parameter changes in a certain interval inherent in it. Further, we assume that the parameters have been unified, i.e. the corresponding intervals are mapped onto the interval [0,1].

Each i-th indicator can be associated with one "universal" predicate $P^i_j(x)$ or $P^i_L(x)$,$P^i_M(x)$, $P^i_H(x)$ three one-place predicates that naturally arise through composition with the functions below.

For simplicity, formula-definable predicates are also usually introduced:

$$P^i_{LM}(x) = P^i_L(x) \vee P^i_M(x);$$
$$P^i_{HM}(x) = P^i_H(x) \vee P^i_M(x).$$

Similarly with each financial indicator, i.e. characteristic of the loan provided, we associate the predicate $Q^i_D \cdot D \in \{L, M, H, LM, HM\}$

The rules on the basis of which decisions are made have the form

$$\phi(x_1, \dots, x_n) \to \psi(y_1, \dots, y_m)$$

Usually $\phi(x_1, \dots, x_n) \to \wedge^n_{j=1} Q_j(x_j)$, i.e. we have a conjunction of one-place predicates of the above signature. Moreover, each Q_j has the form $Q^i_D \cdot D \in \{L, M, H, LM, HM\}$.

As a result, we get the following rule:

$$P^1_{LM}(x_1) \wedge P^2_{LM}(x_2) \wedge P^3_M(x_3) \wedge P^4_M(x_4) \wedge P^5_{HM}(x_5) \wedge P^6_M(x_6) \wedge P^7_{LM}(x_{16}) \wedge P^8_M(x_{17}) \wedge P^9_{HM}(x_{18}) \wedge P^{10}_M(x_{19}) \wedge P^{11}_{LM}(x_{20}) \wedge P^{12}_{LM}(x_{21}) \wedge P^{13}_L(x_{22}) \wedge P^{14}_{LM}(x_7) \wedge P^{15}_M(x_8) \wedge P^{16}_L(x_9) \wedge P^{17}_L(x_{10}) \wedge P^{18}_H(x_{11}) \wedge P^{19}_M(x_{12}) \wedge P^{20}_L(x_{13}) \wedge P^{21}_{LM}(x_{14}) \wedge P^{22}_{LM}(x_{15}) \rightarrow Q^1_M(y_1)$$

Multiple rules can be used

$$R_i : \phi_i(x_1, \ldots, x_n) \rightarrow \psi_i(y_1, \ldots, y_n), i = 1, \ldots, N$$

For brevity, we write $R_i = R_i(x_1, \ldots, x_n, y_1, \ldots, y_m)$.

In most cases it is natural to consider their disjunction

$$R = \vee_i R_i$$

Parameters $x_1, \ldots, x_n$ are obtained as a result of the analysis of the enterprise's activities. These are the indicators mentioned in section 1. The parameters $y_1, \ldots, y_m$ are predicted. These are indicators such as: the amount of the loan, the interest rate, the duration of the loan. In the most general form, one parameter is predicted called the creditworthiness index, which varies from 0 to 1 and has a natural interpretation. Preference is given to enterprises with a higher creditworthiness index [8], [9].

4. Building indicator mappings

Making a decision on lending (refusing to lend) to the borrower is the construction of mappings of indicators x_i from the set X according to the criteria a_j of the set A. As a result, for each indicator xi, taking into account the set of criteria, it becomes possible to find its own value of creditworthiness X^*_j

The procedure for determining the value is carried out for all indicators of the set X, and the obtained ratings are summed up, forming the final output Q. The numerical value of Q allows you to make a decision on lending or refusing it, and based on the value of the final Q, the optimal lending scheme is selected $S*$ $(S* \in S)$.

To obtain the final output Q_j, we summarize the values of the indicators, taking into account the influence of the weight:

$$Q_j = \sum_{i=1}^{n} w_i X^*_i$$

W_i – the weight of importance of the i-th indicator. Importance weights were found based on the hierarchy analysis method.

According to fuzzy set theory, Q: the larger Q, the higher the credit rating of a small business.

Of the presented alternatives, the maximum capacity (creditworthiness level) for each alternative should be: low, below average, average, above average, high.

Each final rating has its own lending scheme, that is, after calculating the value of the final rating, the optimal lending scheme is determined and a loan is issued to the borrower.

5. Conclusion

A method for assessing the creditworthiness of small businesses based on the use of the mathematical apparatus of the theory of fuzzy sets is proposed. 22 parameters are analyzed, indicators of industry and regional specifics, performance indicators of small businesses and financial and economic indicators specific to each industry. In the general case, it is assumed that any parameter takes values on a certain interval of real numbers. Further, the values of the initial indicators are mapped to the interval [0,1]. This process is called data unification. The rules on the basis of which decisions are made are formed in the form of logical formulas containing parameters. Some parameters are obtained as a result of the analysis of the enterprise. Other parameters are predicted based on fuzzy set theory. These are indicators such as: the amount of the loan, the interest rate, the duration of the loan. In the most general form, one parameter is predicted called the creditworthiness index, which varies from 0 to 1 and has a natural interpretation.

References

[1] Keisler H.J., Chang C.C. Continuous Model Theory. – New Jersey; Princeton: Princeton University Press, 1966 – 165 p.

[2] Zadeh L. The concept of linguistic non-belt and its application for making approximate decisions. – M.: Mir, 1976. – 165 p. (in Russian).

[3] Makhazhanova U.T., Mukhanova A.A., Abdikerimova G.B. Forming a set of indicators for assessing the creditworthiness of a small (medium) business enterprise based on Zade fuzzy logic // Vestnik KazNITU. – 2020. – No. 5(141). - pp. 395-402. (in Russian).

[4] Makhazhanova U.T., Murzin F.A., Mukhanova A.A., Abramov E.P. Fuzzy logic of Zadeh and decision-making in the field of loan. Journal of theoretical and applied Information Technology. – 2020. – Vol. 98, №06. – pp. 1076-1086.

[5] Sinyanskaya E.R., Bazhenov O.V. Fundamentals of accounting and analysis. – Yekaterinburg: Publishing House of the Ural University, 2014. – 270 p. (in Russian).

[6] Pivkin V.Ya., Bakulin E.P., Korenkov D.I. Fuzzy sets in control systems. - Novosibirsk: Publishing House of NGU, 1997. – 52 p. (in Russian).

[7] Mahazhanova U.T., Mukhanova A.A. Decision-making methodology in the field of lending based on fuzzy logic Zadeh // Mater. 20th All-Russian. conf. young scientists in mathematical modeling and information technology. - Novosibirsk, 2019. - C. 69-70.

[8] Makhazhanova, U. T., Murzin, F. A., Mukhanova, A. A., Abramov, E. P. Fuzzy logic of Zadeh and decision-making in the field of loan. Journal of theoretical and applied Information Technology, 2020. vol.98. (6).

[9] Makhazhanova, U., Kerimkhulle, S., Mukhanova, A., Bayegizova, A., Aitkozha, Z., Mukhiyadin, A., Tassuov, B., Saliyeva, A., Taberkhan, R., Azieva, G. The Evaluation of Creditworthiness of Trade and Enterprises of Service Using the Method Based on Fuzzy Logic. Appl. Sci. 2022, 12, 11515. https://doi.org/10.3390/app122211515.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

A NEW APPROACH TO THE APPROXIMATE SOLUTION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

UMURDIN DALABAEV

University of World Ecomonyand Diplomacy, Tashkent, Uzbekistan
e-mail:udalabaev@mail.ru

Abstract. Analytical methods have a relatively low degree of universality, i.e. focused on solving rather narrow classes of problems. Approximate analytical methods (projection, variational methods, small parameter method, operational methods, various iterative methods [1-5]) are more universal than analytical ones. Numerical methods (finite difference method, method of lines, control volume method, finite element method, etc) [5-10] are very universal methods.

Probabilistic methods (Monte Carlo methods) [11-12] are highly versatile. Can be used to calculate discontinuous solutions. However, they require large amounts of calculations and, as a rule, lose with the computational complexity of the above methods when solving such problems to which these methods are applicable.

The proposed method of moving nodes combines numerical and analytical methods [13-15]. In this case, we can obtain, on the one hand, an approximately analytical solution of the problem. On the other hand, this method allows one to obtain compact discrete approximations of the original problem for simple cases. The aim of the study is to develop a computing technology based on the proposed method of moving nodes and develop some applications.

Applications of the method of moving nodes include: 1) approximate-analytical solution of initial and initial-boundary problems of differential equations; 2) construction of compact discrete circuits on their basis.

Keywords: moving node. differential equation, approximate, boundary value problem.

AMS Subject Classification: 65L05, 65N06

1. Introduction

The solution of differential equations (DE) by the finite difference method is based on the finite difference approximation of derivatives. To solve the DE, a grid of "nodal points" is introduced. For nodal points, a system of algebraic equations is formed [6].

Often in the equations of mathematical physics, contain only partial derivatives of the first and second orders. To approximate the derivatives, they try to use no more than three nodes of the difference grid (in the case of conventional DE)). Let the nodes W and E be considered fixed, and the node x moves to segments(W, E). The node x is called mobile.

2. Analytical Solution with One Moving Node

Let us consider the boundary value problem of DE in a domain with the corresponding boundary conditions. Take an arbitrary point inside the region (x). We have three nodes: boundary nodes (W, E) and inner node (x). The difference equation is written for an arbitrary node. When approximating differential operators, the first derivatives at the moving node are approximated by difference relations:

$$\frac{d\phi(x)}{dx} = \frac{U(x) - U(W)}{x - W}, \tag{1}$$

$$\frac{d\phi(x)}{dx} = \frac{U(E) - U(x)}{E - x}, \tag{2}$$

$$\frac{d\phi(x)}{dx} = \frac{U(E) - U(W)}{E - W}, \tag{3}$$

The second derivative on node (x) is approximated as follows [6]

$$\frac{d^2\phi(x)}{dx^2} = \frac{2}{E - W}\left[\frac{U(E) - U(x)}{E - x} - \frac{U(x) - U(W)}{x - W}\right], \tag{4}$$

Let's consider simple problems.

1. The method of moving nodes for the convection-diffusion equation. Consider equation

$$\frac{d\phi}{dx} = \frac{1}{Pe}\frac{d^2\phi}{dx^2} + S(x), \tag{5}$$

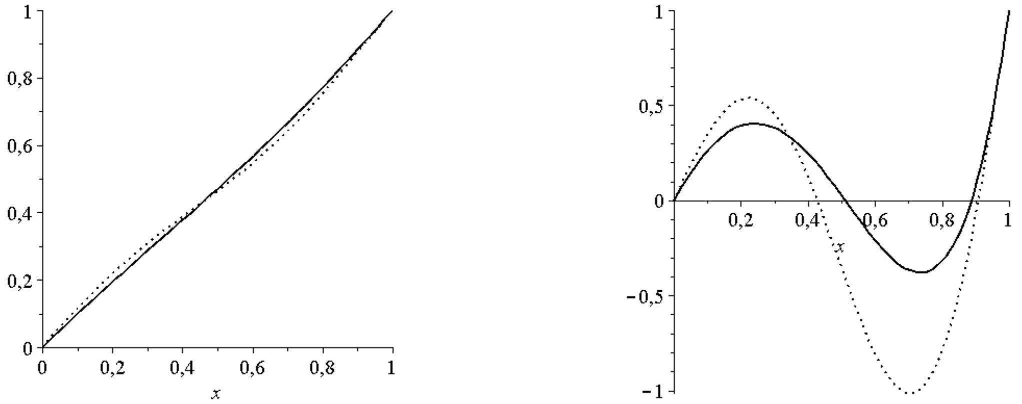
Here, ϕ the unknown function, $S(x)$ the source, Pe is the Peclet number. Consider (5) into segments with boundary conditions $\phi(0) = 0$, $\phi(1) = 1$ and $S(x) = 5\cos 4x$. A difference equation for (5) is:

$$\frac{U(x)}{x} = \frac{2}{Pe}\left(\frac{1 - U(x)}{1 - x} - \frac{U(x)}{x}\right) \tag{6}$$

From here,

$$U(x) = \frac{2x}{2 + Pe\,(1 - x)} \tag{7}$$

Comparision of the exact and approximate solutions are shown in Fig. 1.



Pe=1 Pe=5

FIGURE 1. Comparison of exact and approximate solutions.

On fig. 1 solid lines are exact, while dotted lines are approximate solutions.

2. Equation with variable coefficient.Consider the equation.

$$\varepsilon u''(x) + 2xu'(x) = 0, \tag{8}$$

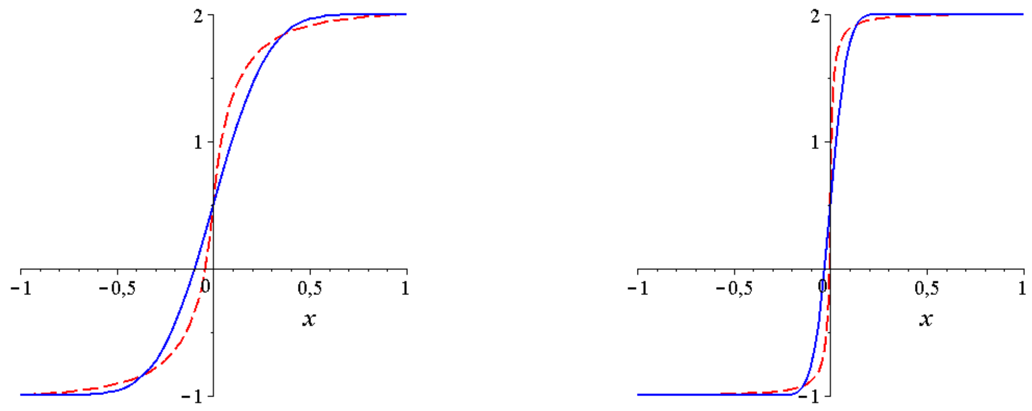
into segments (-1,1) with boundary $u(-1) = -1$, $u(1) = 2$ conditions. The exact solution is determined through the error functions:

$$u(x) = \frac{erf\,(1/\sqrt{\varepsilon}) + 3erf\,(x/\sqrt{\varepsilon})}{2erf\,(1/\sqrt{\varepsilon})}. \tag{9}$$

The difference scheme with a moving node for (8) has the form (upwind scheme):

$$\varepsilon\left[\frac{2-U(x)}{1-x} - \frac{U(x)+1}{x+1}\right] + \frac{1}{2}\,(2x-|2x|)\,\frac{U(x)+1}{1+x} + \frac{1}{2}\,(2x+|2x|)\,\frac{2-U(x)}{1+x} = 0. \tag{10}$$

Solving this equation with respect to $U(x)$ we obtain an approximate analytical solution. Figure 2 compares the solutions of the exact and approximate analytical solution; the solid line corresponds to the exact solution, and the dotted line corresponds to the approximate one.



$\varepsilon = 0.1$ $\varepsilon = 0.01$

FIGURE 2. Comparison solutions.

3. AN ANALYTICAL SOLUTION WITH SEVERAL MOVING NODES

Consider the multipoint approach of moving nodes for the equation of convection and diffusion (5) Let's take an arbitrary one node inside the segment $x \in (W, E)$). Let us consider a difference analog of equation (5),

$$Pe\frac{U^1 - U_W^1}{x - W} = \frac{2}{(E-W)}\left(\frac{U_E^1 - U^1}{E-x} - \frac{U^1 - U_W^1}{x-W}\right) + Pe \cdot S(x). \tag{11}$$

From here:

$$a_P^1 U^1 = a_E^1 U_E^1 + a_W^1 U_W^1 + F^1(x), \tag{12}$$

Here

$$a_E^1 = \frac{2}{(E-W)(E-x)},\; a_W^1 = \frac{Pe}{(x-W)} + \frac{2}{(E-W)(x-W)},\; a_P^1 = a_E^1 + a_W^1,$$
$$F^1(x) = Pe \cdot S(x)$$

Hence, we have

$$U^1 = \frac{2\,(x-W)\,U_E^1 + (E-x)\,(2+Pe\,(E-W))\,U_W^1}{(E-W)\,(2+Pe\,(E-x))} + \frac{(x-W)\,(E-x)}{2+Pe\,(E-x)}Pe \cdot S(x) \tag{13}$$

Adding new additional moving nodes

$$x_1 = \frac{x+W}{2},\; x_2 = \frac{x+E}{2}.$$

So, we have tree moving nodes: $[x,\ x_1,\ x_2$.

Let's write the corresponding scheme for each moved node and as a result we have three algebraic equations and the solution of which we get

$$a_P^3 U^3 = a_E^3 U_E^3 + a_W^3 U_W^3 + F^3(x), \tag{14}$$

where

$$a_E^3 = \frac{8}{(E-W)(E-x)(1+\gamma_1)},\ a_W^3 = \frac{2Pe}{(x-W)(1+\tau_1)} + \frac{8}{(E-W)(x-W)(1+\tau_1)},$$

$$a_P^3 = a_W^3 + a_E^3.$$

Continuing in this way, we can get a scheme with $2^k - 1$ moving nodes

$$a_P^{(2^k-1)} U^{(2^k-1)} = a_E^{(2^k-1)} U_E^{(2^k-1)} + a_W^{(2^k-1)} U_W^{(2^k-1)} + F^{(2^k-1)}(x), \tag{15}$$

where

$$a_E^{(2^k-1)} = \frac{2^{2k+1}(1-\gamma_k)}{(E-W)(E-x)(1-\gamma_k^{2^k})},\ a_W^{(2^k-1)} = \frac{2^{2k+1}Pe\,(1-\tau_k)}{(x-W)(1-\tau_k^{2^k})} + \frac{2^{2k+1}(1-\tau_k)}{(E-W)(x-W)(1-\tau_k^{2^k})},$$

$$a_P^{(2-1)} = a_W^{(2-1)} + a_E^{(2-1)}.$$

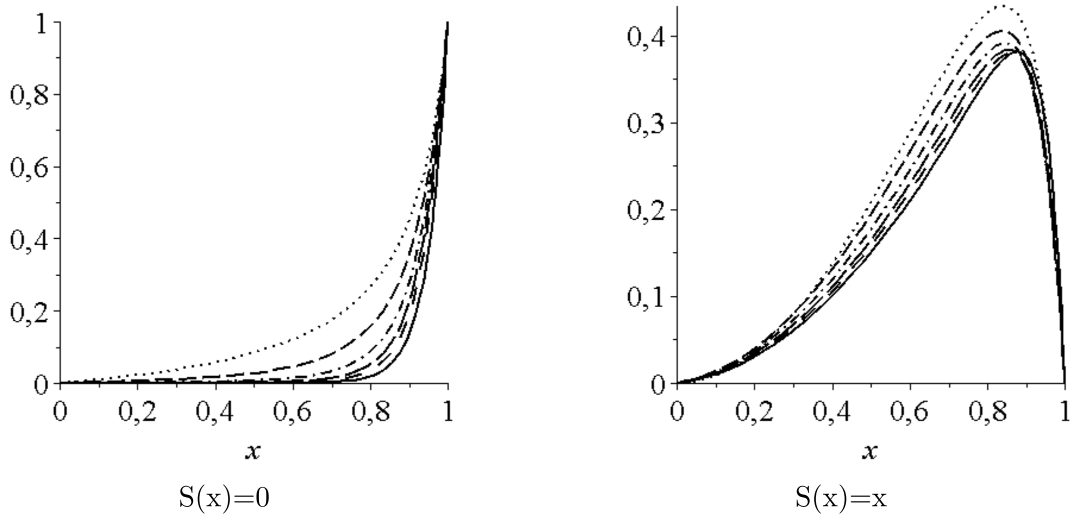
$$\tau_k = 2^k/(2^k+\sigma),\ \gamma_k = (2^k+\theta)/2^k$$

,

$$F^{(2^k-1)}(x) = Pe\cdot S(x) + \frac{2^{k+1} + Pe\cdot(E-W)}{E-W}\frac{(1-\tau_k)^2}{1-\tau_k^{2^k}}\sum_{j=1}^{2^k-1}\sum_{i=1}^{j}\tau_k^{i-1}\cdot S\left(x + j\frac{x-W}{2^k}\right) -$$

$$\frac{2^{k+1}}{E-W}\frac{(1-\gamma_k)^2}{1-\gamma_k^{2^k}}\sum_{j=1}^{2^k-1}\sum_{i=1}^{j}\gamma_k^{i-1}\cdot S\left(x + \left(2^k - j\right)\frac{E-x}{2^k}\right).$$

Figures 3 show graphs of approximate solutions to problem (5), obtained by (15) for $W = 0$, $E = 1$, with different moving nodes. The input parameters in fig. 3a $Pe = 20, \phi_W = 0, \phi_E = 1$, for fig.3b $Pe = 20, \phi_W = 0, \phi_E = 0$. Dotted - at $k = 1$, dotted - $k = 2$, dotted-dotted - $k = 3$, long dotted - $k = 4$, rarely dotted -$k = 5$. The solid line is the exact solution.



S(x)=0　　S(x)=x

Figure 3. Approximate solutions.

4. Moved node method for non-stationary problems

The problem is to find soluttion $U(x,t)$ in the region $\omega = (x,t)|W \le x \le E, 0 \le t \le T$ satisfying the equation

$$\frac{\partial U}{\partial t} = A\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + f(x,t), \qquad A > 0, \tag{16}$$

with initial

$$U(x,0) = U^0(x)$$

and boundary conditions of the first kind

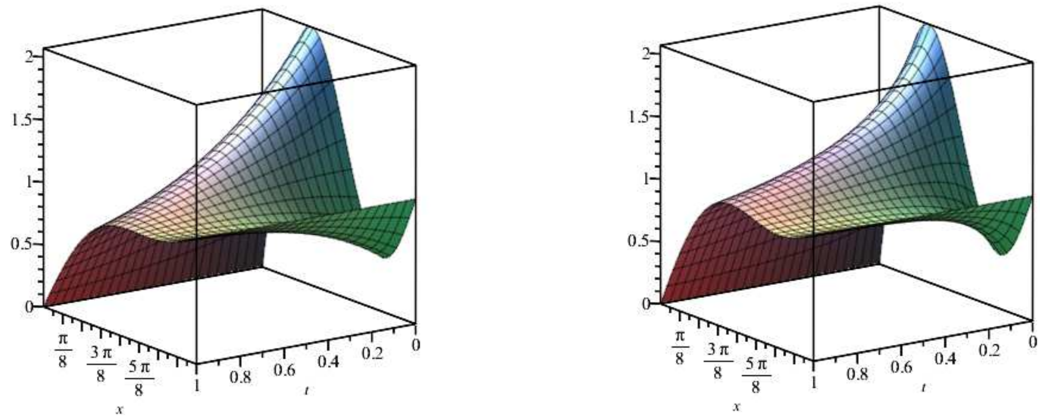
$$U(W,t) = U_W(t); \quad U(E,t) = U_E(t).$$

$(x,t) \in \omega$ is an arbitrary point ω . We will accept this point as moving. We approximate the equation as follows

$$\frac{Y(x,t) - U^0(t)}{t} = A\frac{2}{E-W}\left(\frac{U_E(t) - Y(x,t)}{E-x} - \frac{Y(x,t) - U_W(t)}{x-W}\right) + f(x,t), \tag{17}$$

In (17) $Y(x,t)$ is an approximate analytical solution. From (17) we get

$$\begin{aligned} Y(x,t) = {} & \frac{(E-x)(x-W)}{2At + (E-x)(x-W)}U^0(t) + \frac{2At\left[U_E(t)(x-W) + U_W(t)(E-x)\right]}{2At + (E-x)(x-W)} + \\ & \frac{(E-x)(x-W)t}{2At + (E-x)(x-W)}f(x,t). \end{aligned} \tag{18}$$



Exact solution   Approximate Solution

Figure 4. Graphical representation of the exact and approximate solution of problem.

The figures 4 show the solution to the problem: $U^0(x) = \sin(x) + \sin(2x)$, $U_W(t) = 0$, $U_E(t) = 1$.

5. Moving Node Method for two-dimensional boundary value problems

Consider a convex closed two-dimensional region. P point inside area [17]. If P changes position inside the region, the boundary points[E, N, W, S change their positions while being on the border of the region. Consider the two-dimensional Poisson equation in a rectangle $(x,y) \in [W,E] \times [S,N]$.

$$\Delta U(x,y) = f(x,y), \tag{19}$$

with boundary conditions

$$U(W,y) = U_W(y),\ U(E,y) = U_E(y),\ U(x,S) = U_S(x),\ U(x,N) = U_N(x). \tag{20}$$

Take an arbitrary point in the rectangle. Approximation of second-order partial derivatives:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} \approx \frac{2}{E-W}\left[\frac{U_E(y)-u(x,y)}{E-x} + \frac{u(x,y)-U_W(y)}{x-W}\right],) \tag{21}$$

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} \approx \frac{2}{N-S}\left[\frac{U_N(x)-u(x,y)}{N-y} + \frac{u(x,y)-U_S(x)}{y-S}\right]. \tag{22}$$

We can find an approximately analytical solution

$$u(x,y) = \frac{1}{(E-x)(x-W)+(N-y)(y-S)} \cdot \left[\frac{(N-y)(y-S)}{E-W}\left((x-W)U_E + (E-x)U_W\right) + \right.$$
$$\left. + \frac{(E-x)(x-W)}{N-S}\left((y-S)U_N + (N-y)U_S\right)\right] + \frac{(E-x)(x-W)(N-y)(y-S)}{2\left((E-x)(x-W)+(N-y)(y-S)\right)} f(x,y) \tag{23}$$

The resulting analytical solution satisfies the boundary conditions. (23) gives an approximate solution of many practical problems.

1. Flow in an ellipsoidal pipe. The equation describing the one-dimensional flow in an ellipsoidal tube of a viscous fluid has the form:

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = -\frac{\Delta p}{\mu\, l} \tag{24}$$

Here u is the flow rate, μ is the flow viscosity, $\Delta p/l(\Delta p/l = const$ is the pressure drop. Equation (24) is considered in the area $\frac{y^2}{a^2} + \frac{z^2}{b^2} \leq 1$ (section of an ellipsoidal pipe), the boundary condition is the no-slip conditions (U=0).

Using the approximation of the second derivatives and taking into account the no-slip condition, it is easy to obtain an approximate solution.

$$u = \frac{a^2 b^2}{2(a^2+b^2)}\left(1 - \frac{y^2}{a^2} - \frac{z^2}{b^2}\right)\frac{\Delta p}{\mu l}$$

This approximate solution coincides with the exact one.

2. Flow in a rectangular pipe. Equation (24) also describes the flow of an incompressible viscous fluid in a rectangular pipe. Let us denote the height of the rectangle parallel to the axis Oz as $2h$, and the base parallel to the axis Oy as –$2\sigma h$, where σ is any positive constant. We draw the axis through the center of the rectangle and direct it downstream. Let us transform equation (24) to a dimensionless form. For the scale of lengths, we take the height, h, and for the scale of speeds - the value $h^2/\mu \cdot \Delta p/l$. We introduce the following dimensionless quantities:

$$Y = y/h, \quad Z = z/h, \quad V = U\mu\, l/(h^2 \Delta p)$$

Substituting into (24), we obtain

$$\frac{\partial^2 V}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial Z^2} = -1 \tag{25}$$

Boundary conditions for (25)

$$V(Y,-1) = 0, \quad V(Y,1) = 0, \quad V(-\sigma,Z) = 0, \quad V(\sigma,Z) = 0 \tag{26}$$

Similarly to the previous one, it is easy to obtain

$$V = \frac{1}{2}\frac{(\sigma^2 - Y^2)(1-Z^2)}{1 - Z^2 + \sigma^2 - y^2} \tag{27}$$

The exact solution of the problem has the form:

$$u = \frac{16\sigma^2}{\pi^3} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{(2n+1)^3} \left[1 - \frac{ch\left(\frac{2n+1}{2}\frac{\pi}{\sigma}Y\right)}{ch\left(\frac{2n+1}{2}\frac{\pi}{\sigma}\right)} \right] \cos\left(\frac{2n+1}{2}\frac{\pi}{\sigma} Z \right)$$

On fig. Figure 5a compares the exact and approximate solutions on the cross section $x = 0$ for $\sigma = 1$. The maximum absolute difference between the exact and approximate solutions is 0.045.

In order to increase the accuracy of the approximate solution in equation (24), we approximate only one of the terms. We approximate equation (24) as follows:

$$\frac{2}{2\sigma}\left(\frac{-V}{\sigma - Y} - \frac{V}{Y + \sigma} \right) + \frac{\partial^2 V}{\partial Z^2} = -1 \tag{28}$$

We got an ordinary differential equation, we consider the variable Y in equation (28) as a parameter. We solve equation (28) with constant coefficients, considering the boundary conditions, we find an approximate solution

$$V = C_1 \exp\left(\sqrt{k}Z\right) + C_2 \exp\left(-\sqrt{k}Z\right) + \frac{1}{k}. \tag{29}$$

Here $k = 2/\left((\sigma - Y)(Y + \sigma)\right)$, $C_2 = -\frac{1}{k}\frac{\exp(\sqrt{k})-\exp(-\sqrt{k})}{\exp(2\sqrt{k})-\exp(-2\sqrt{k})}$, , $C_1 = -C_2 - \exp(2\sqrt{k}) - \frac{1}{k}\exp(-\sqrt{k})$.

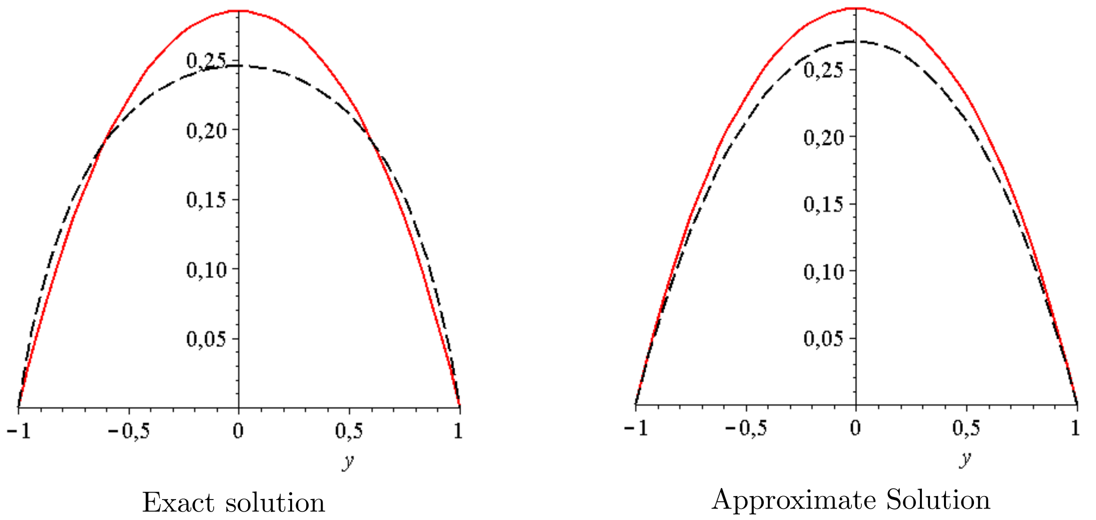


FIGURE 5. Graphical representation of the exact and approximate solution of problem.

Figure 5b shows a comparison of the exact and approximate solution obtained on the basis of (29) on the cross section $x = 0$ at $\sigma = 1$. Comparison of Fig.5a and Fig.5b0 shows that the calculation by formula (29) gives a more accurate result. The maximum absolute difference between the exact and approximate solutions is equal to that obtained by (29) and equals 0.024. On fig.5 solid curves are the exact solution.

6. CONCLUSIONS

Using the method of moving nodes, it is possible to obtain approximate analytical solutions to boundary and initial-boundary problems of mathematical physics. The moving node method is especially useful in engineering calculations because of its simplicity. Improvements in solving differential equations can be made by adding the number of nodes to be moved. The moving nodes method allows the construction of compact circuits with high resolution.

References

[1] Tikhonov A.N., Samarskiy A.A. *Uravneniya matematicheskoy fiziki*, Uchebnoye posobiye dlya vuzov. — 5-ye izd., stereotip. — M.: Nauka, 1977. — 735 s

[2] Mikhlin S.G. *Course of mathematical physics*, 2nd ed., ster. - St. Petersburg: Lan, 2002. - 575 p. ISBN 5-8114-0468-9

[3] Mikhlin S.G. *Variational methods in mathematical physics.* M.: Fizmatgiz, 1970. - 512 p.

[4] NaTS. *Vychislitel'nyye metody resheniya prikladnykh granichnykh zadach.* M.: Mir, 1982, 294 s.

[5] Berezin I.S., Zhidkov N.P. *Computational methods (vol. 2)*, Publishing House of Physical and Mathematical Literature, 1959, Moscow., 620 s

[6] Samarskiy, A.A. *Vvedeniye v teoriyu raznostnykh skhem* – M.: Nauka, 1971.

[7] Anderson D., Tannekhil J., Pletcher R. *Computational fluid mechanics and heat transfer.* T. 1, 2. - M .: Mir, 1990

[8] A. A. Samarskii and V. B. Andreev, *Difference Methods for Elliptic Equations.* Moscow: Nauka, 1976.

[9] A. A. Samarskii and P. N. Vabishchevich, *Numerical methods for solving convection-diffusion problems.* Ed. stereotype. -M.: Book house "LIBROKOM", 2015. -248 p.

[10] Patankar S. V. and Spolding D. B. *Heat and Mass Transfer in Boundary Layers.* 1970. 255 pp. Published online by Cambridge University Press: 29 March 2006

[11] Dirk P. Kroese, Thomas Taimre, Zdravko I. Botev. *Handbook of Monte Carlo Methods*, Copyright © 2011 John Wiley Sons, Inc. 772p

[12] . S. M. Ermakov, A. S. Rasulov, M. T. Bakoev, A. Z. Veselovskaya. *Selected algorithms of the Monte Carlo method.* Tashkent: University, 1992. 132 p.

[13] Dalabaev U. Computing Technology of a Method of Control Volume for obtaining of the Approximate Analytical Solution one-dimensional Convection-diffusion Problems. *Open Access Library Journa*, Vol.5, No.e4962, 2018, pp.1-6.

[14] Dalabaev U. Increasing the Accuracy of the Difference Scheme Using the Richardson Extrapolation Based on the Movable Node Method, *Academic Journal of Applied Mathematical Sciences*, Vol. 2020, pp.204-212

[15] Dalabaev U.Ikramova M. Moving node method for differensial equations. *Numerical Simulation* Intech Open, 62 p. 2023.

[16] Dalabaev U. Difference-analytical method for the approximate solution of the Dirichlet problem. *Synergy of Sciences.* 2018. No. 21. - S. 344-349

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

RESEARCH ON CRYPTOGRAPHIC SECRET SHARING SCHEMES

VLADISLAV LUTSENKO[1], ANTONINA FEDINA[1]

[1]North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia
e-mail: vvlutcenko@ncfu.ru

Abstract. In contemporary organizational information systems, large volumes of data are stored and processed, necessitating the use of key information for protection. Passwords, administrative access credentials, PIN codes, among others, often serve as key information. However, the loss of such crucial data can lead to restricted access to the information systems. This article explores the main approaches to address the challenges related to the loss and recovery of key information, including backup and storage of copies in various locations, confidential storage of key information by multiple subscribers, and the utilization of cryptographic secret sharing protocols. The study reveals that cryptographic secret sharing protocols are the most effective solution for the discussed problem. The article also examines contemporary computer attacks on these protocols. Additionally, threshold secret sharing schemes, the foundation of cryptographic secret sharing protocols, are analyzed based on parameters such as perfection, ideality, resource complexity, and computational algorithm evaluation. The research concludes that the Shamir's threshold scheme is perfect, ideal, and less resource-intensive compared to other alternatives. As a result, it is recommended as the preferred option for addressing the challenges of key information storage and recovery. This article provides valuable insights into securing key information in information systems, making it beneficial for researchers and practitioners in the field of cybersecurity and cryptography.

Keywords: Group Key Management, Secret Sharing, Key Information Recovery, Shamir's Scheme, Chinese Remainder Theorem.

AMS Subject Classification: 94A62

1. Introduction

In an increasingly interconnected and digital world, safeguarding sensitive information has become a paramount concern. Organizations, governments, and individuals alike find themselves grappling with the ever-growing threat of data breaches and cyber-attacks [1]. Among the arsenal of tools designed to mitigate these risks, cryptographic secret sharing schemes stand out as a robust and powerful technique for securing valuable data.

Cryptographic secret sharing schemes have emerged as a revolutionary concept, rooted in the principles of cryptography, that address the age-old conundrum of securing confidential information without relying on a single point of failure [2].As opposed to conventional encryption methods, which often rely on a single cryptographic key, secret sharing schemes divide sensitive data into multiple fragments, dispersing them among designated participants. Only when a predefined number of participants pool their fragments together can the original secret be reconstructed. This innovative approach ensures that no single entity possesses the complete secret, bolstering security against potential adversaries.

The research was supported by the Russian Science Foundation Grant No. 22-71-10046, https://rscf.ru/en/project/22-71-10046/.

Over the years, extensive research has been devoted to the advancement and exploration of various cryptographic secret sharing schemes. From theoretical foundations[3, 4, 5] to real-world applications [6, 7] experts from diverse domains have collaborated to refine and expand these schemes to meet the ever-evolving security demands of our modern age.

The article subsequently delves into a meticulous examination of several existing cryptographic secret sharing schemes. Among these, the research covers renowned schemes such as Shamir's secret sharing based on polynomial interpolation [8]. Asmuth-Bloom secret sharing rooted in the Chinese remainder theorem (CRT) [9] and elliptical curve-based schemes [10].

A critical aspect of this research study lies in its thorough analysis of the advantages and limitations of each cryptographic secret sharing scheme. By scrutinizing their resistance to various attacks, effectiveness in real-world scenarios, and suitability for different use cases, the article aims to offer valuable insights into the practical implications of employing these schemes in diverse cryptographic applications.

The content of the paper is organized as follows. Section 2 describes the theoretical basis of secret separation. Section 3-5 describes the main schemes of secret separation. In section 6, their comparative analysis is carried out. Finally, in Section 7, we draw conclusions and discuss future works.

2. Secret Key Sharing

Many key management systems store the secret key on the computer. However, any malfunction can lead to loss of access to the information. The solution in such a case is to store multiple copies of the key in different locations [11]. In turn, this can lead to misuse of the key and hence a security threat. Secret sharing, which is based on a centralised group key management scheme, is widely used in collaborative communication systems. The security of the scheme is mainly based on the secrecy of the distributed shares.

A secret sharing scheme is a method that divides a given secret into fractions such that only a certain subset of the parts allows the recovery of the original secret. In a general sense, it is a pair of algorithms $(Share, Rec)$. $Share(S, n)$ is a partitioning algorithm that, given a secret S as input, generates a set of n shares $(s_1, s_2, ..., s_n).Rec(s_{i_1}, s_{i_2}, ..., s_{i_t})$, where $t \leq n$, is an algorithm that recovers the secret S provided the shares are resolved, otherwise it stops.

The secret recovery process uses shares that have permission to rename. Shared resources are considered as an access structure with many possible combinations of shares. The security of the scheme is evaluated based on the information provided by the shares about the secret. The secret sharing scheme includes three phases.

1. Initialization Phase. Scheme definition and prerequisites, including data entry and key space definition, take place.

2. Generation Phase. Share allocation and definition of the key exchange algorithm takes place. This process is usually performed by a trusted dealer who generates shares and transmits them to each participant through a secure communication channel.

3. Recovery Phase. It consists in recreating the key by applying certain formulas and procedures. The secret key can be reconstructed from the provided set of shares. There are two categories of secret sharing schemes based on access structure.

1. Secret sharing scheme with normal access structure. Here the access structure contains all the fragments of the secret. All the fragments are required to recover the secret. Hence, unless there is cooperation of all the group members, the secret will not be recovered. This scheme is denoted as (n, n) -secret sharing scheme (Figure 1).

2. Threshold based secret sharing scheme. Here the access structure contains sets with threshold at least t, where $2 \leq t \leq n$. In this scheme, any t or more shares are sufficient to recover the secret. In this case, the shares less than t do not reveal any secret information. This scheme is denoted as (t, n)-secret sharing scheme. Efficient threshold secret sharing schemes play an important role in cryptographic key management and are suitable for situations where different

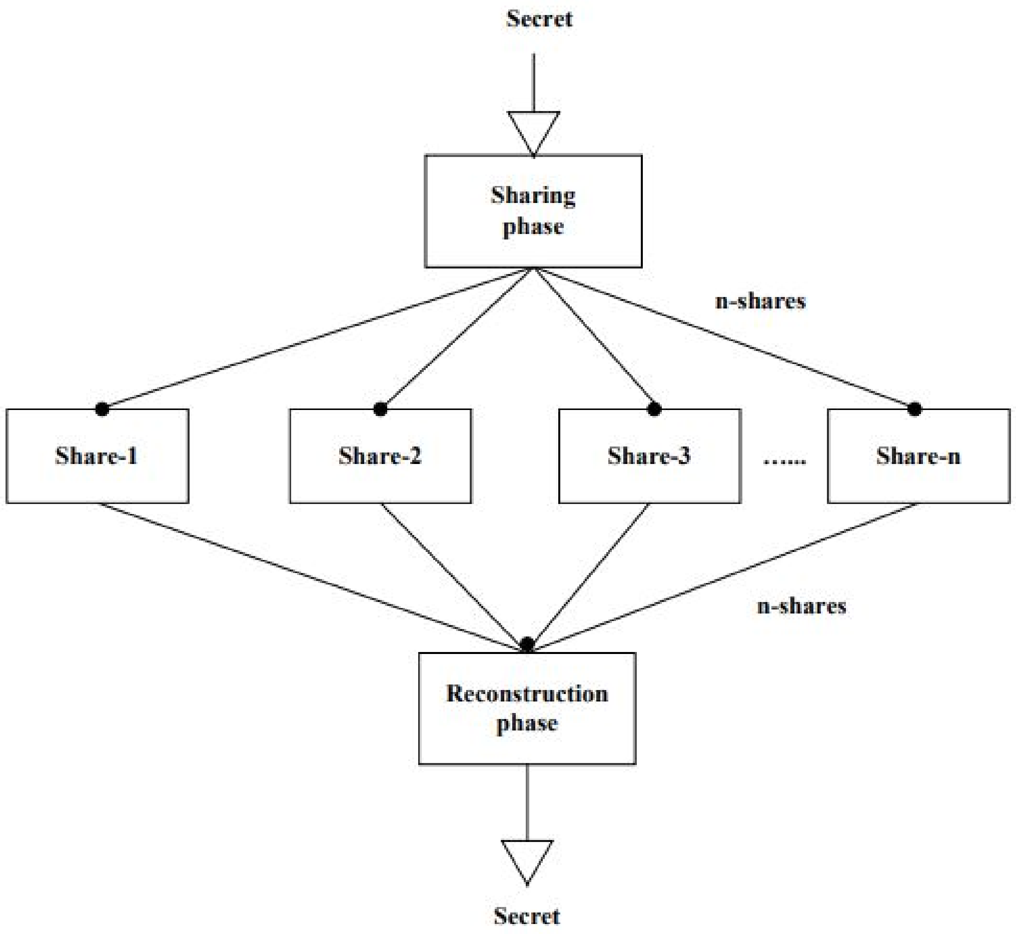


FIGURE 1. Conventional secret sharing scheme.

parties must cooperate (Figure 2). In an ideal secret sharing scheme, the shares corresponding to unauthorized subsets do not reveal any information about the secret. A secret sharing scheme is perfect if it has an information rate, which is defined as the ratio of the size of the secret to the size of each share and is equal to one.

In order to identify the most efficient cryptographic secret sharing protocol, a comparative analysis will be conducted based on the following key parameters that influence the level of security when using the algorithms:

1. Computational complexity: The complexity of an algorithm is determined by assessing both the sharing and reconstruction phases of the secret. It involves evaluating the computational resources required during these stages.

2. Computational resource consumption: This parameter considers the amount of memory used during the secret sharing and secret reconstruction phases.

3. Perfectness: A secret sharing scheme is considered perfect if any number of dishonest participants cannot gain any information about the secret [4]. In other words, even with complete collusion among adversaries, the secret remains secure.

4. Idealness: A secret sharing scheme is deemed ideal if the size of each secret share is equal to the size of the original secret [16]. This means that the shares do not add any additional overhead.

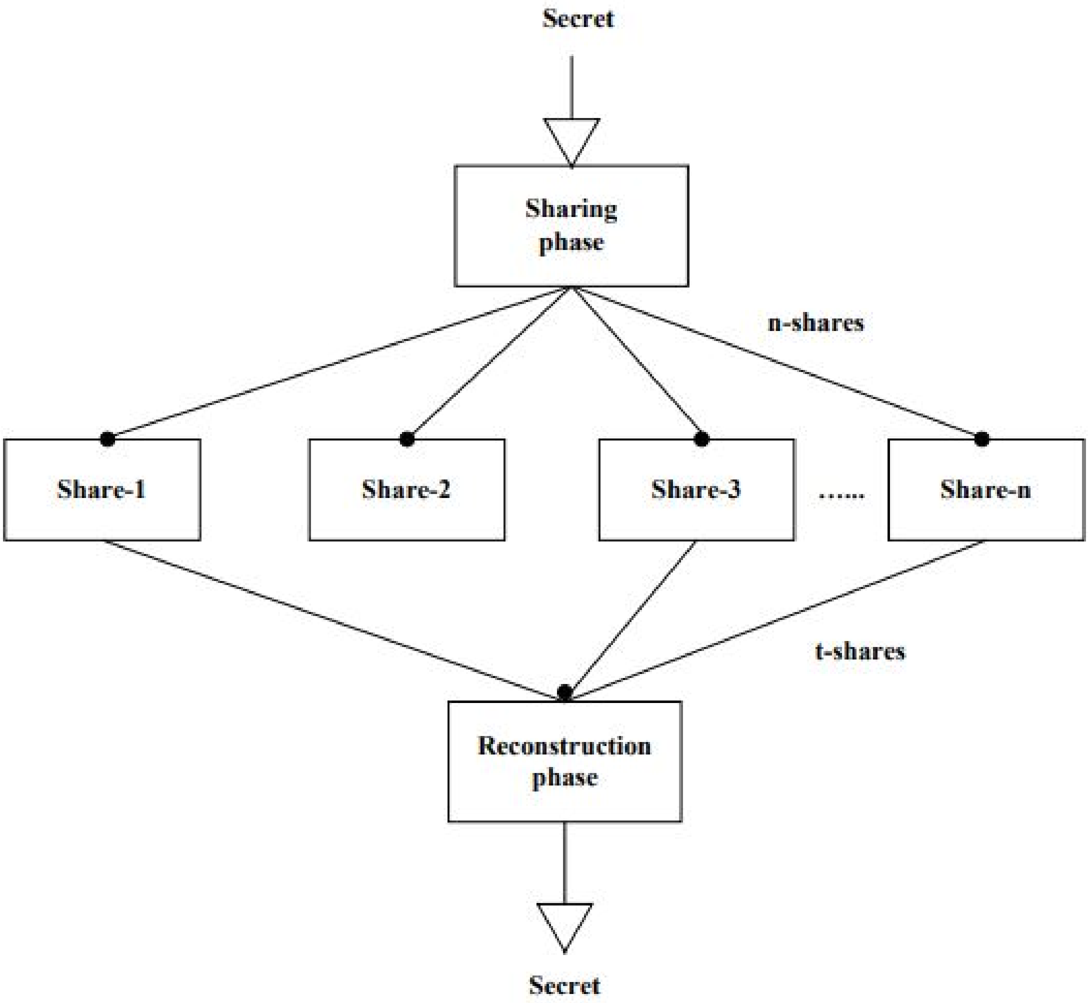


FIGURE 2. Block diagram threshold secret sharing scheme.

The comparison will shed light on the strengths and weaknesses of each protocol in terms of these critical factors. These parameters play a crucial role in determining the overall security and efficiency of a cryptographic secret sharing scheme.

It's important to note that the goal of such an analysis is to identify the best-suited protocol for specific use cases and security requirements. Depending on the application, different protocols may excel in various aspects, and trade-offs may need to be made between computational efficiency, resource consumption, and security guarantees.

Next, we consider three schemes for secret sharing: the Shamir's scheme based on polynomial interpolation, the Asmuth-Bloom scheme using CRT, and a scheme based on the application of elliptic curves.

3. Shamir's Secret Sharing Scheme

To reduce the probability of data leakage in group communication, the Secret Sharing Scheme proposed by the famous cryptanalyst Adi Shamir is used. Shamir's scheme is a type of threshold scheme, where the secret is divided into parts and shared among the participants. The secret can be recovered only if a certain access structure is in place. Shamir's scheme works based on a linear approach using polynomial interpolation and is an ideal example of a secret sharing

scheme, since the unauthorized subset of participants does not get any information about the secret data [12].

3.1. Polynomial Evaluations for share Generation. The concept of Shamir's scheme is that the secret data is represented as a constant term of a random polynomial of $(k-1)$ degree. The polynomial is evaluated at n different points. The evaluation of the polynomial starts by considering the polynomial $f(x)$ over the commutative ring R.

$$f(x) = f_0 + f_1 \cdot x + ... + f_{k-1} \cdot x^{k-1}, \tag{1}$$

The polynomial $f(x)$ is computed on a given vector $a = [a_1, a_2, ..., a_n] \in R^n$ The polynomial is calculated through the evaluation mapping

$$eval(f) := R[x] \to R^n, \tag{2}$$

The result is a vector

$$eval(f) := [f(a_0), ..., f(a_n)]^T. \tag{3}$$

The evaluation of a polynomial over a finite field has found application in many practical fields. For a given large prime number P, we obtain $F_p := [0, 1, ..., P-1]$ and perform addition and multiplication operations on the field F_p modulo P. The elements of the F_p field are used to compute the coefficients of the polynomial and the polynomial score vector. The elements of the resulting vector also belong to the field F_p. In Shamir's scheme, the polynomial evaluation is performed in the field $GP(P)$.

3.2. Polynomial Reconstruction. Different threshold terms can be used for data recovery in the secret sharing scheme. Lagrange interpolation formula is an effective method for data recovery. It is a formula used to construct polynomials passing through k points $(x_0, y_0), ..., (x_{k-1}, y_{k-1})$. To construct a polynomial of degree n passing through k points, the set of basis polynomials $L_j(x_i)$ is used.

$$L_j(x_i) = \Pi^k_{j=1, j\neq 1} \frac{x - x_j}{x_i - x_j}, \tag{4}$$

where

$$L_j\left(x_i\right) = \begin{cases} 1, j = i \\ 0, j \neq i \end{cases} . \tag{5}$$

When the basis functions are constructed, we obtain an interpolation Lagrange polynomial of degree $(k-1)$. This polynomial will be used to generate fractions.

$$f\left(x\right) = \sum_{i=1}^{k} y_i \cdot \prod_{j=1,\ j\neq 1}^{k} \frac{x - x_j}{x_i - x_j}, \tag{6}$$

$$f\left(x\right) = \sum_{i=1}^{k} y_i \cdot L_j\left(x_i\right). \tag{7}$$

In Shamir's scheme, x is the user and y is the corresponding share value.

3.3. Algorithm**.** The Shamir's secret partitioning scheme consists of two steps: share generation and secret recovery.

1. Sharing Phase.

In the sharing phase, the original secret is divided into shares, which are distributed among the participating parties. The process involves the following steps:

Step 1. The secret, represented as an integer, is chosen. Let us call this secret S. The total number of shares to be generated is defined as and the minimum number of shares required to reconstruct the secret is k.

Step 2. A polynomial of degree $k-1$ is constructed. This polynomial is defined by the secret S as the constant term and randomly generated coefficients for the higher-order terms. The coefficients are chosen from a finite field, typically a large prime number.

Step 3. Each party is assigned a unique index, ranging from 1 to n. Each party calculates its share by evaluating the polynomial at its index. The share generated by party i is denoted as $Share_i$.

Step 4. The calculated shares are distributed among the parties. Each party keeps its share secret while being aware of the total number of shares n and the minimum number of shares required to reconstruct the secret.

2. Reconstruction Phase.

The Reconstruction Phase involves the process of reconstructing the original secret S using a minimum of k shares. This phase includes the following steps:

Step 1: To reconstruct the secret, at least k distinct shares must be collected from the participating parties. Fewer than k shares will not reveal any information about the original secret.

Step 2. Once a minimum of k shares is collected, the Lagrange interpolation technique is applied. This mathematical method allows the reconstruction of the original polynomial from any subset of k points on the polynomial.

Step 3. The Lagrange interpolation yields the coefficients of the original polynomial. By taking the constant term of the polynomial, the original secret S is recovered.

The security of Shamir's Secret Sharing Scheme is based on the difficulty of reconstructing the original polynomial without having at least distinct shares. The randomness of the coefficients in the polynomial ensures that knowledge of fewer than shares provides no information about the secret. When or more shares are combined, they allow the reconstruction of the polynomial and, consequently, the original secret. Additionally, the scheme is designed such that even if some of the shares are compromised or colluding, they reveal no information about the secret without the required minimum number of shares.

3.4. Evaluation of the algorithm criteria**.** Resource intensity.

The amount of RAM memory required to store secret shares is $n \cdot |m| + O(|m|)$, where $|m|$ is the maximum length of the secret. Approximately 8192 bytes of RAM are needed to split or recover a secret when $n = k = 64$.

Perfection/ideality.

In Shamir's scheme, non-legitimate participants must compose a system of less than k equations with unknowns. The solution to this system of equations is the set of points lying on a hyperplane in k-dimensional space, so no value of the secret can be rejected as impossible. It follows that Shamir's scheme is perfect. Complexity.

The overall complexity estimate of the algorithm is $O\left(k \cdot n\right) + O(k^2)$.

4. Threshold Based Asmuth-Bloom Secret Sharing Scheme

The Asmuth-Bloom secret sharing scheme is a threshold (k, n) scheme based CRT [14]. In the Asmuth-Bloom scheme for sharing some secret S over a large simple field of dimension $p(p>S)$ among n users, n mutually prime numbers d_i, such that $\forall : d_i>p; \forall : i; d_i>d_{i+1}; \prod_{i=1}^{k}$. Next, a

random number r such that:

$$\sqrt[k]{S'} < d_i << \sqrt[k-1]{S'}, i = \overline{i.n},$$

where $S' = S + rp$. The shares are calculated

$$k_i = S' mod\ d_i. \tag{8}$$

Participants are given triples of numbers p, d_i, k_i. The secret is reconstructed using using the CRT.

4.1. Algorithm. 1. Sharing Phase.

Step 1. For a (k, n) threshold scheme, a prime number p is selected.

Step 2. Next, numbers less than $p - d_1, d_2, ..., d_n$ are chosen, satisfying the Asmuth–Bloom conditions. The complexity estimate for computations during the phase of separation is $O(n)$.

2. Recovery Phase.

To reconstruct the secret, it is possible to combine any k shadows (shares of the secret) using CRT, but it is impossible with any $(k - 1)$ shadows. The complexity estimate for computations during the phase of recovery is $O(k^2)$.

4.2. Evaluation of the algorithm criteria. Resource intensity.

Each prime number m_i takes 100 bytes of RAM. Then checking the conditions for finding m_i will require about 12.8 kbytes. Splitting the secret will require 57 kbytes of RAM. It will take about 320 bytes to recover the secret.

Perfection/ideality.

The Asmuth-Bloom scheme is perfect because a secret can take any value among the many possible secrets. At the same time, the scheme is not perfect because the size of each fraction of the secret is k times the size of the secret itself.

Complexity.

A general estimate of the complexity of the algorithm is $O(n \cdot k) + O(k^2)$.

5. Secret Sharing Based on Elliptic Curve Cryptography

Elliptic curve systems were discovered by Neil Koblitz and Victor Miller and are used in many cryptographic applications [13]. Elliptic curve cryptography is a sophisticated system designed to provide a high level of security using compact keys. This method is standardised in IEEE and is described in detail in IEEE P1363. Elliptic curves can be conveniently described using the generalised Weierstrass equation, which is represented in equation (9) in the (x, y) plane.

$$E : y^2 + a_1xy + a_3y = x^3 + a_2x^2 + a_4x + a_6, \tag{9}$$

The coefficients $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6$ are elements of the field F_p, where p is a prime number. Equation (9) is the set of solutions $(x, y) \in F_p$ for an elliptic curve over the field F_p, including the point at infinity o. If the field characteristic is not equal to 2 or 3, equation (9) can be rewritten as follows:

$$E : y^2 = x^3 + Ax + B, \tag{10}$$

the discriminant condition is given by equation (11).

$$4a^3 + 27b^2 \neq 0. \tag{11}$$

In this case, elliptic curves over a simple field given by equation (11) are used to perform the secret separation.

$$y^2 mod\ p = \big(x^3 + ax + b\big)\ mod\ p, \tag{12}$$

The algorithm for addition and multiplication in the group of elliptic curves over a simple field is defined as follows. Suppose that the points $P = (x_1, y_1)$ and $Q = (x_2, y_2)$ belong to the

elliptic curve group $E_p(a,b)$, and O is a point at infinity. Then the sum $P+Q=(x_3,y_3)$ is defined as follows:

$$x_3 = \lambda^2 - x_1 - x_2 \ mod\ p,$$

$$y_3 = \lambda(x_1 - x_3) - y_1 \ mod\ p,$$

where

$$\lambda = \begin{cases} \frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}, P \neq 0 \\ \frac{3x_1^2+a}{2y_1}, P = 0 \end{cases}.$$

Multiplication of a point P by a number k is achieved by repeating the elliptic addition operation k times using the same addition formula.

5.1. Algorithm. Secret sharing on an elliptic curve is performed using the algorithm described in [13] as follows. Let us analyze the computational complexity of the process.

1. Sharing Phase.

Step 1. The dealer selects an elliptic curve with an adequate number of points (at least n). Each participant in the secret sharing scheme (including the secret holder) is associated with a point on the elliptic curve, including the "point at infinity".

Step 2. The dealer chooses a polynomial of degree n on this curve. Only the dealer knows the coefficients of this polynomial. The point on the elliptic curve representing each participant is known to everyone.

Step 3. The dealer substitutes the coordinates of the participant's point into the chosen polynomial to calculate the value of the secret.

Step 4. To distribute the secret shares to each participant, the dealer substitutes the coordinates of the participant's point into the polynomial, obtaining their secret share. As a result, each participant possesses a point on the elliptic curve (ID) and their secret share (Secret).

The overall computational complexity estimate for the Secret Sharing phase in schemes based on elliptic curves is $O\left(k \cdot n\right)$.

2. Recovery Phase.

To reconstruct the secret for several participants, they need to collaborate to recover the coefficients of the polynomial selected by the dealer. Mathematically, this involves solving a system of equations. The participants forming an authorized coalition obtain the desired polynomial. They then substitute the coordinates of the point representing the secret into the polynomial to obtain the secret that the dealer formed.

The computational complexity estimate for the Secret Reconstruction phase in this scheme is $O\left(k^2\right)$.

5.2. Evaluation of the algorithm criteria. Resource intensity.

The RAM capacity of a point on an elliptic curve is no larger than the capacity needed to store a secret, as in Shamir's scheme. To recover the secret here, approximately 25 kbytes of memory is needed.

Perfection/ideality.

Elliptic curve-based schemes are perfect because the fractions of the secret claimed by non-legitimate users do not contain the secret information in the aggregate. In turn, these schemes are not perfect because the size of each fraction of the secret is k times the size of the secret.

Complexity.

The overall complexity estimate of the algorithm is $O\left(n\right) + O\left(k^2\right)$

6. Comparative Analysis of Secret Sharing Schemes

Computer attacks on threshold secret sharing schemes are possible if an attacker infiltrates the group of k participants involved in the secret sharing process. The attacker has various potential ways to circumvent the threshold scheme. The following points are noteworthy [15]:

Table 1. Results of a comparative analysis of threshold-based secret sharing schemes.

Scheme	Resource intensity (kbytes)	Perfection	Ideality	Complexity
Shamir's scheme	8	+	+	$O(n \cdot k) + O(k^2)$
Asmuth-Bloom scheme	57	+		$O(n) + O(k^2)$
Elliptic curve scheme	25	+		$O(n \cdot k) + O(k^2)$

1. The attacker may deliberately use an incorrect part of the secret (e.g., an arbitrary number) – in this case, the group will be unable to reconstruct the secret. However, identifying the specific participant presenting the incorrect part would be challenging.

2. If the attacker manages to impersonate a legitimate participant, they can initiate the secret sharing procedure and obtain shares of the secret from other participants.

3. In a (k, n) threshold scheme, the attacker can pretend to be an additional $(k+1)$ participant. Since k participants are sufficient to reconstruct the secret, the attacker can present an arbitrary sequence of characters as their share of the secret. As a result, the attacker can learn the shares of the legitimate participants and then reconstruct the entire secret. This vulnerability stems from imperfections in some secret sharing schemes.

Additionally, there are threats of computer attacks on secret sharing schemes through external channels, where the attacker attempts to extract useful information from execution times, caching, application failures, etc. The possibility of conducting such attacks is often related to software development errors [2].

Research findings indicate that cryptographic secret sharing protocols are the most effective method for storing/recovering critical information. However, it has been revealed that cryptographic secret sharing protocols are susceptible to modern computer attacks, significantly impacting the level of information security. Table 1 provides a summary of results from a comparative analysis of threshold secret sharing schemes.

Resource intensity refers to the amount of computational resources required by each scheme. From the table, it is evident that the Shamir's scheme has the lowest resource intensity, requiring only 8 kbytes. On the other hand, both Asmuth-Bloom and elliptic curve schemes consume significantly higher resources, with 57 kbytes and 25 kbytes, respectively. This suggests that the Shamir's scheme is more efficient in terms of memory usage compared to the other two schemes.

All three schemes receive a positive evaluation in terms of perfection, indicating that they are considered secure in their cryptographic principles. However, the Asmuth-Bloom and elliptic curve schemes receive a negative evaluation for ideality, suggesting that they may have certain vulnerabilities or limitations compared to the Shamir's scheme in this aspect.

In terms of time complexity, Shamir's scheme and the elliptic curve scheme perform similarly, both having a complexity $O(n \cdot k) + O(k^2)$. The Asmuth-Bloom scheme, on the other hand, has a slightly better time complexity of $O(n) + O(k^2)$, as it doesn't depend on the number of shares required for reconstruction.

All three schemes exhibit quadratic complexity with respect to the threshold k, highlighting the need to carefully choose the threshold to avoid potential performance bottlenecks.

Based on the information provided in the table, the Shamir's scheme appears to be the most resource-efficient option, requiring significantly less memory compared to the other two schemes. Additionally, all three schemes are deemed secure (positive perfection), but the Asmuth-Bloom and elliptic curve schemes have certain limitations or vulnerabilities (negative ideality) that may require further investigation and analysis.

When considering computational complexity, the Shamir's scheme has a linear dependency on both n and k, which may be advantageous in scenarios with a large number of participants and relatively small thresholds. The choice of cryptographic scheme depends on the specific requirements of the application.

7. Conclusion

In the ever-evolving landscape of cybersecurity, cryptographic schemes play a pivotal role in safeguarding sensitive information and ensuring data integrity. This article has delved into a comparative analysis of three prominent cryptographic schemes: the Shamir's scheme, Asmuth-Bloom scheme, and elliptic curve scheme. Through an examination of their resource intensity, perfection, ideality, and complexity, valuable insights have been gained to aid in making informed decisions about their implementation.

One of the standout findings from this analysis is the resource efficiency of the Shamir's scheme. With its minimal memory requirements, the Shamir's scheme emerges as an attractive option for applications that demand resource optimization without compromising on security. However, the Asmuth-Bloom and elliptic curve schemes, while exhibiting higher resource intensity, hold their ground in the domain of cryptographic security with positive evaluations for perfection.

The results clearly indicate that the Shamir's secret sharing scheme outperforms its counterparts in various aspects. Its security derives from its resistance to potential attacks due to the mathematical properties of polynomial interpolation. Moreover, the scheme's simplicity ensures low computational overhead and ease of implementation, making it highly efficient for practical use.

Furthermore, Shamir's secret sharing provides a considerable degree of flexibility in adjusting the threshold and the number of participants, making it adaptable to diverse use cases and group sizes. This flexibility is a significant advantage in real-world applications where the sharing of sensitive information among different subsets of participants is common.

With these findings in mind, it is highly reasonable to use the Shamir's secret sharing scheme as the basis for subsequent development in the field of secure cryptographic secret sharing. Researchers and practitioners can build upon its strong foundation to design more sophisticated and application-specific protocols, tailored to meet the ever-evolving demands of data security and privacy.

However, while the Shamir's secret sharing scheme has proven its efficacy, it is essential to continue exploring potential enhancements and extensions to address specific challenges and requirements of various scenarios. Moreover, researchers should strive to incorporate the latest advancements in cryptography and information security to ensure the continued relevance and robustness of future protocols.

References

[1] Tyagi, A. K. (Ed.). (2022). Handbook of Research on Technical, Privacy, and SeIGI Global.curity Challenges in a Modern World.*IGI Global.*

[2] Jarvis, C. (2020). Crypto wars: the fight for privacy in the digital age: A political history of digital encryption.*CRC Press.*

[3] Chitra, M. K., Venkatesan, D. V. P. (2020). An antiquity to the contemporary of secret sharing scheme.*Journal of Innovative Image Processing*, 2(1), 1-13.

[4] Beimel, A. (2011). Secret-sharing schemes: A survey. In International conference on coding and cryptology. *Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg*, 11-46.

[5] Sarosh, P., Parah, S. A., Bhat, G. M. (2021). Utilization of secret sharing technology for secure communication: a state-of-the-art review. *Multimedia Tools and Applications*, 80, 517-541.

[6] Gupta, M., Gupta, M., Deshmukh, M. (2020). Single secret image sharing scheme using neural cryptography. *Multimedia tools and applications*, 79.

[7] Chen, D., Lu, W., Xing, W., Wang, N. (2019). An efficient verifiable threshold multi-secret sharing scheme with different stages. *IEEE Access*, 7.

[8] Dawson, E., Donovan, D. (1994). The breadth of Shamir's secret-sharing scheme.*Computers and Security*, 13(1), 69-78.

[9] Drăgan, C. C., Tiplea, F. L. (2018). On the asymptotic idealness of the Asmuth-Bloom threshold secret sharing scheme.*Information Sciences*, 463, 75-85.

[10] Singh, A. K. (2014). A review of elliptic curve based signcryption schemes.*International Journal of Computer Applications*, 102(6).

[11] Bozkurt, I. N., Kaya, K., Selcuk, A. A., Güloglu, A. M. (2008). Threshold cryptography based on blakley secret sharing. *Information Sciences*, 1-4.

[12] Yu, K., Tan, L., Yang, C., Choo, K. K. R., Bashir, A. K., Rodrigues, J. J., Sato, T. (2021). A blockchain-based shamir's threshold cryptography scheme for data protection in industrial internet of things settings.*IEEE Internet of Things Journal,*9(11), 8154-8167.

[13] Hankerson, D., Menezes, A. (2021). Elliptic curve cryptography. In Encyclopedia of Cryptography, Security and Privacy (pp. 1-2). *Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.*

[14] Lubis, M. Z. (2022). Kombinasi Metode RSA, Secret Sharingasmuth-Bloom Dan Redundant Pattern Encoding Untuk Mengamankan Pesan. *Management of Information System Journal,* 1(1), 29-36.

[15] Shnayer, B., Fergyuson, N. (2005) Prakticheskaya kriptografiya [Practical cryptography].*Moscow, Dialektika,* 480 p. – [In Russian].

[16] Shenets N. N. (2011) Ob idealnykh modulyarnykh skhemakh razdeleniya sekreta v koltsakh mnogochlenov ot neskolkikh peremennykh [On the ideal modular secret separation schemes in polynomial rings of several variables] – [In Russian].

TEACHING AND LEARNING IN THE ERA OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ZHANAT NURBEKOVA[1], BAKYT NURBEKOV[2]

[1]Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
[2]L.N. Gumilyov Eurasian National University Astana
e-mail: zh.nurbekova@abaiuniversity.edu.kz

Abstract. The half-century history of the emergence of mobile phones, the early use of logarithmic scales in ancient times, and the recent experience of using calculators have shown numerous revolutionary drivers of scientific and technological progress. Despite some societal skepticism, these technologies have found their place in everyday life and the educational process. The evolutionary development and instantaneous impact of ChatGPT and other generative artificial intelligence models on various fields of activity highlight their relevance and the necessity of integrating them into the education system as EdTech. Therefore, it is important to comprehensively explore the opportunities provided and the influence of cutting-edge teaching and learning technologies. Adapting the learning process to the needs of the digital generation, and considering new educational technologies is unquestionably necessary. This research presents the possibilities of EdTech based on generative artificial intelligence models. Using ChatGPT as an example demonstrates how artificial intelligence can be utilized in the pedagogical and research activities of educators. The teacher plays a crucial role in shaping and developing the personality of each student. They can bring personal perspectives, motivate, inspire, and provide personalized learning. Pedagogical professionalism, intuition, and adaptability to different situations remain integral parts of the educational environment. Therefore, implementing artificial intelligence aims not to replace teachers completely, but to enrich their professional activities and create a more effective and personalized learning environment. The combination of teacher competencies and artificial intelligence capabilities enables optimal results in education and prepares students for the modern information society. As a result of our research, the following tasks were accomplished: 1) identification of the most promising methods for integrating AI technologies into the professional activities of educators; 2) determination of the correlation between the teacher's professional activities and the solutions offered by artificial intelligence (AI); 3) development of approaches to implementing AI solutions in the professional activities of teachers.

Keywords: AI solutions, ChatGPT, higher education, education, professional activities of teachers.

1. Introduction

The half-century history of the mobile phone, the early use of the slide rule in antiquity, the recent use of the calculator, which, despite some neglect in society, have shown many revolutionary engines of scientific and technological progress. For example, back in 1973, the first call was made by a Motorola operator. And today, mobile communications are commonplace and are widely used in education.

History remembers how the first programmable Casio calculator first appeared in 1983. Three years later, in 1986, math teachers spoke out against the use of calculators. Today, calculators allow you to make calculations with great accuracy in everyday life, engineering, and are a popular technical teaching tool in education.

At the end of November 2022, generative artificial intelligence ChatGPT was published, which reached one million users in just five days. However, today it has many of its opponents in the education field.

Let's dwell on the latest revolutionary product - ChatGPT, in the context of education. Our observations show that there are two extremes: from excessive trust to complete denial of the usefulness of ChatGPT in the education system.

A lot of technologies and tools that are imperceptibly introduced into our lives, like a mobile phone, calculator, the Internet, cloud storage, artificial intelligence (ChatGPT is one of them), etc., are just tools. It should be noted that initially society may show doubts or disregard for new technologies. However, over time, they become familiar and find their application as an integral part of our life and education. These revolutionary engines of scientific and technological progress continue to transform the world and improve educational opportunities for all and show the relevance and need for evidence-based integration of generative artificial intelligence ChatGPT into the education system as new educational technologies (EdTech).

ChatGPT (Generative Pre-trained Transformer) is a pre-trained and transformer-based chatbot that can remember and use parallel inputs. Artificial intelligence is considered by us in three aspects, as:

a) an intelligent agent, embedded in any system, reacts, perceives the environment, takes actions, allows to achieve the goal of the system as much as possible.

b) a simulator of "cognitive" functions that are associated with the human mind, such as "learning" and "problem solving".

c) a computer system that senses its environment and thinks, learns, and acts in response.

Based on our more than 30 years of experience in testing and applying new technologies, here are two main and ongoing research questions and answers to them:

1) What to do?

Answers:

— The digital generation needs to be taught how to use them (on time, and in the right place!);

— Adapt the processes in education to the needs of the digital generation;

— Explore opportunities, threats;

— Reasonably integrate AI into the education system;

— Determine the degree of influence of AI in the subject area of education;

— Form invariant and variable parts of educational content susceptible to the influence of AI;

— Development of norms, protocols, ethics in the new metasystem of education.

2) For what (why)?

Answers:

— Respond in a timely manner to changes that come along with new technologies;

— To save time;

— Use the opportunity to focus on more complex tasks;

— Learn to think logically, comprehensively.

In order to integrate into the education system, both the opportunities provided and the impact of the latest educational technologies on teaching and learning should be comprehensively studied. An absolute challenge is the need to adapt the learning process to the needs of the digital generation, taking into account new educational technologies.

Consider the known four types of artificial intelligence in the context of teaching and learning:

— automated intelligence: automation of manual / cognitive and routine / non-standard tasks, such as searching and selecting material on a specific topic;

— assistive intelligence: help you complete tasks faster and better. For example, compiling the basis of many test items on a specific topic, followed by editing, if necessary;

— extended intelligence: helping people make better decisions, compiling comparative/comparative matrices according to given criteria;

— autonomous intelligence: automation of decision-making processes without human intervention. Autonomous intelligence in the form of virtual tutors provide personalized support, explaining and assisting in the development of educational materials. For a teacher, it will help in automating the evaluation of students' answers to test questions, getting answers faster. With the help of autonomous intelligence, a teacher can create and enrich his educational material with artificial content not only in the form of text, but also graphics and drawings. Teaching how to use the generative intelligence of students will prepare them for the challenges of a new complex world.

In specialized sites like https://ditchthattextbook.com/ai-tools, you can find many artificial intelligence tools (ChatGPT, PowerPointSpkr.Coach, Grammarly, etc.) that can be applied in teaching and learning.

Consider the possibilities of EdTech based on generative models of artificial intelligence. Using ChatGPT as an example, we will show some ways of using artificial intelligence in the pedagogical and research activities of a teacher.

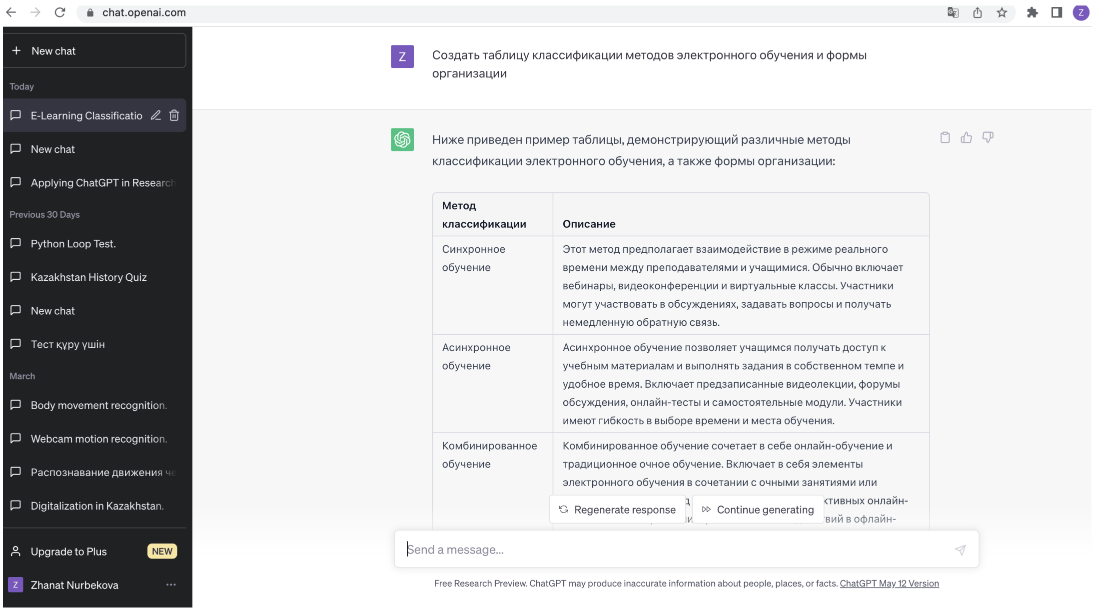


FIGURE 1. Creating a classification table

In Figure 1, ChatGPT generates a classification table for e-learning methods and forms of learning. Fragment of creating a test on the history of Kazakhstan is shown in Figure 2. To continue generating tests, just write "next" / "continue".

Figure 3 shows a snippet of a request to generate code for a program that asks three questions about for loops and checks for answers.

Based on the practice of application, we give some recommendations. Of course, ChatGPT is trained on multilingual data with coverage at the time of scaling to 2021. Given that the proportion of educational materials in English is much larger than in other languages, and there may be errors in translations, then the likelihood of high-quality generation of answers should most likely be expected in English. Clarity of requests, more competent use of punctuation marks, separators increase the accuracy of responses to requests.

Summarizing the above examples of requests and 8-month practice of using and teaching the course "Artificial Intelligence in the pedagogical and research activities of a teacher (on the example of ChatGPT)", we present a systematization of the methods of use by a teacher and a student (Figure 4).

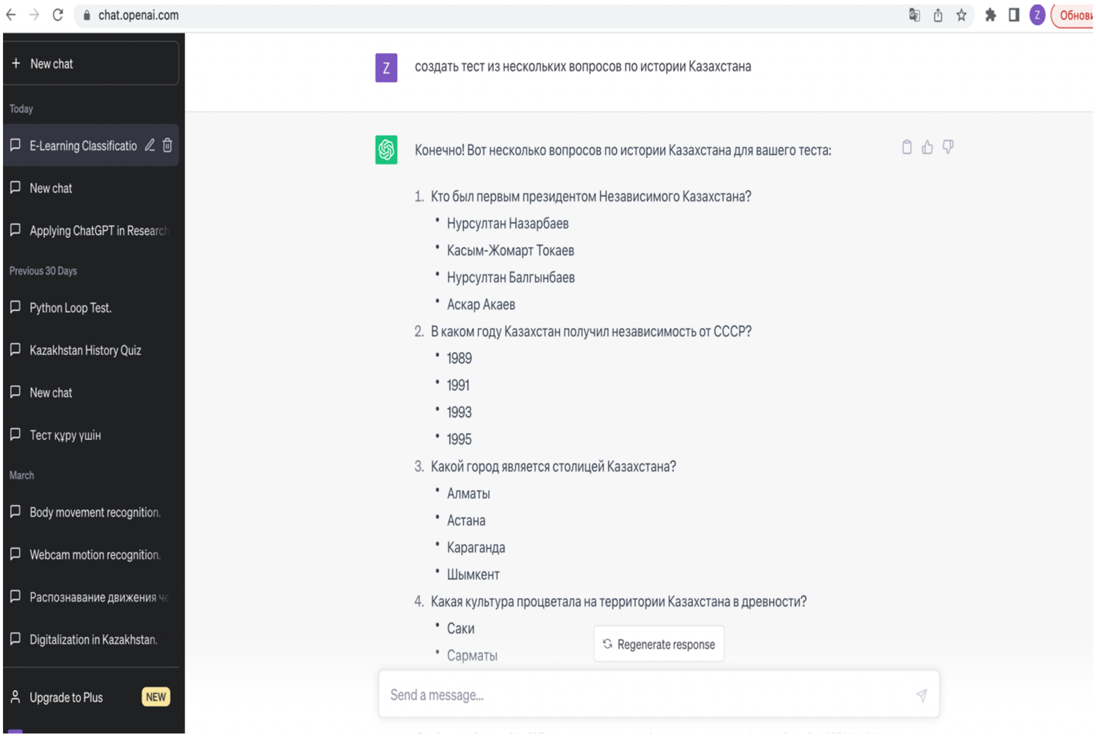


FIGURE 2. Creating a test on the History of Kazakhstan

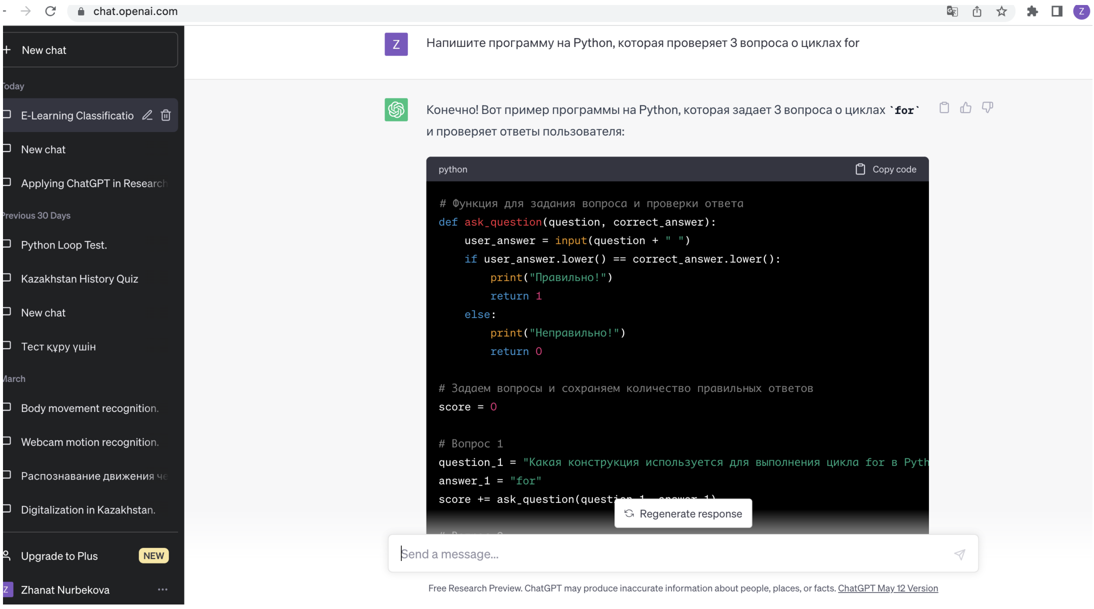


FIGURE 3. Generating the Python program code

The teacher can achieve time savings both in preparation for classes and in the process of teaching through drawing a lesson plan with various educational activities, integrating tips with learning goals, generating a questionnaire for an express survey during a lecture and for intermediate and final knowledge tests, providing resource models, generating tasks on the topics of the lesson.

A student can use ChatGPT to get overviews on the topic of the lesson, refer to it as an instructor, get resource models, generate action algorithms for solving specific learning problems, generate code or an algorithm for solving a problem.

The teacher plays a special role in the formation and development of the personality of each student, he can bring a personal perspective, motivate, inspire, and provide individualized learning. Pedagogical professionalism, intuition and the ability to adapt to different situations remain an integral part of the educational environment.

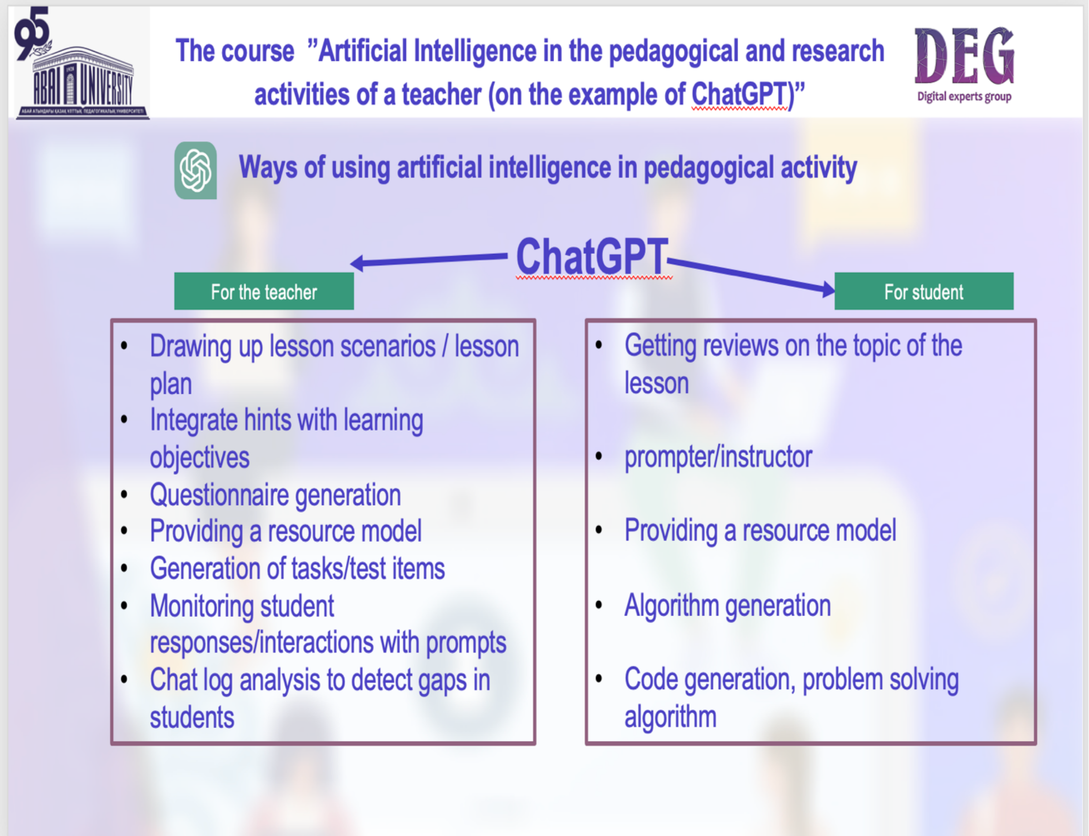


FIGURE 4. Ways to use ChatGPT in the professional activities of a teacher and in student learning

Artificial intelligence solutions in the professional work of a teacher can be integrated in order to obtain: classification, comparison, recommendation, application of deep learning, implementation of feedback, reasoning model, adaptive learning, role-playing, immersive learning and learning gamification.

Creating your own ChatGPT for a certain set of professional activities of a teacher in a particular subject area is of great interest and is a perspective of our research. To do this, you need to import your data and customize the chatbot according to the needs of the trainees, using, for example, https://gpt-trainer.com/.

The use of artificial intelligence in the research activities of a teacher is an important aspect of optimizing the activities of a teacher. In addition to everyday routine tasks of an operational nature, the teacher needs to conduct research on his lessons and teaching results in order to further improve (lesson study). Consider the algorithm of actions of the teacher, where we apply the generative artificial intelligence ChatGPT. Primary content research and collection of input data, drafting a research outline, discussion with a chat on research issues, as well as to clarify and systematize ideas, a critical review of the written material, using ChatGPT's expert

opinion are all useful for analyzing the results of the study. Regarding checking the grammar and style of a scientific text, ChatGPT showed an excellent recommender system.

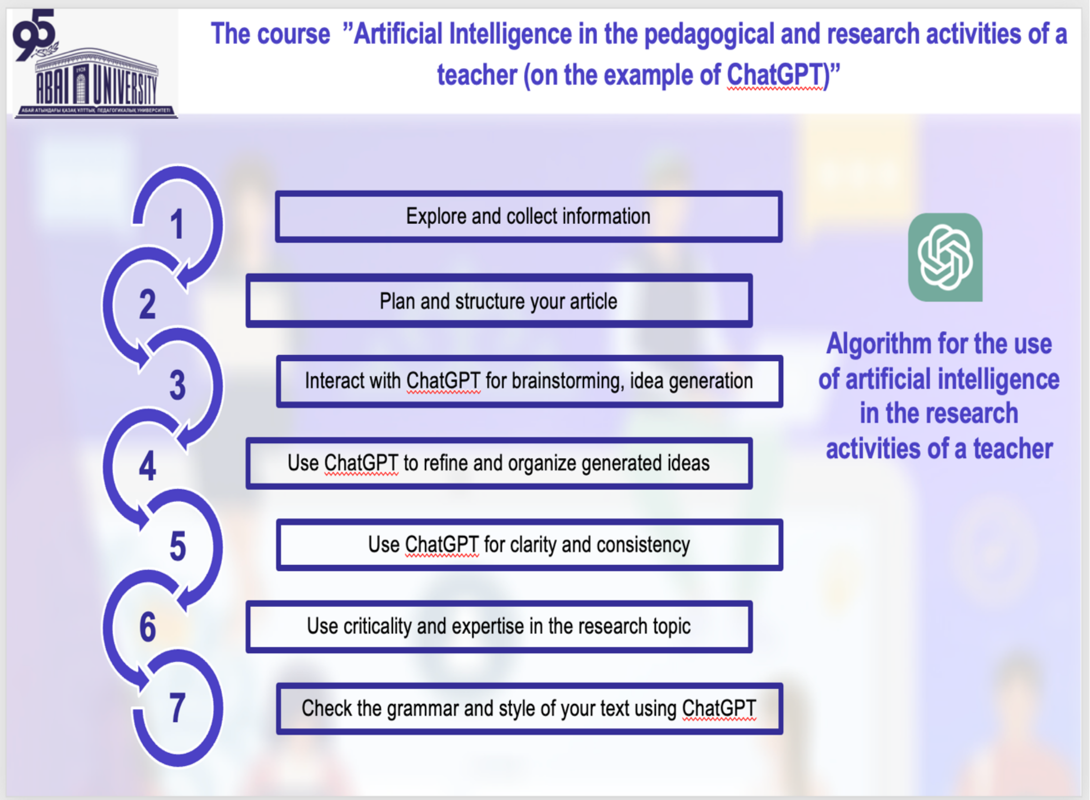


FIGURE 5. Step-by-step algorithm for using artificial intelligence in the research activities of a teacher

Figure 5 shows a step-by-step algorithm for using artificial intelligence in a teacher's research activities

Thus, the introduction of artificial intelligence is not aimed at completely replacing the teacher, but at enriching his professional activities and creating a more effective and personalized learning environment. The combination of teacher competencies and the capabilities of artificial intelligence allows you to achieve optimal results in education and prepare students for the modern information society.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

CURRENT ASPECTS AND TECHNOLOGIES OF ARTISTIC MODELING IN COMPUTER GRAPHICS

ZHAZIRA YERIMBETOVA[1], LYAZZAT ZHUNUSSOVA[1]

[1] Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: Zh.yerimbetova@abaiuniversity.edu.kz, laz09zhunus@gmail.com

1. Introduction

In the conditions of the modern world a person is increasingly faced with large volumes of information, with which it is quite difficult to interact if they are not presented in a convenient form, so today it is difficult to imagine life without tables, schemes, graphs, charts, diagrams, pictures and videos, as it is these means of information presentation that help us to visualize any data. Graphical information in a computerized environment is the end product of computer graphics - an image. Computer graphics is a section of computer science that studies the methods and means of representing and visualizing data in graphical form by means of hardware and software. It is the fastest growing segment in the field of information technology.

Digital graphic representation finds its application in various fields of human activity. Among them we can distinguish: researchers in various scientific and applied fields; specialists in computer layout; artists; constructors; designers; designers; developers of advertising products. Another example is the production of jewelry: with the help of computer graphics it is possible to fully design the product, set its dimensions, color, specify what metals will be used in the manufacture of the final product.

The problem of studying various computer graphics programs is quite relevant as the process of informatization of society is at the peak of its development. The purpose of our research is to choose rational and optimal solutions for the integration of information and educational technologies from a systemic position.

2. Research Methodology

The relevant aspects of computer graphics in artistic modeling are:

1) comparative analysis of animation packages, which is carried out in lecture-discussion form, especially if the training is generally aimed at mastering theory;

2) Interactive lecture, which differs from the usual two-way flow of information (from the teacher and from students), includes problematic questions from the teacher, heuristic type of teaching, allows interruption of the teacher's story and discussion of the topic that caused difficulties or interest, improvised performance of a student or several students on the topic of the lecture;

3) Practical lessons on mastering the tools of animation computer package, studying animation techniques, creating author's films;

4) Games to create illustrations for works, visual-linguistic charades, in which the visual image should guess the encrypted word or expression, competitions for the best animated film in biology, mathematics or chemistry contribute to the emergence of interdisciplinary links and increase the motivation of students;

Based on these aspects, we started our research by analyzing the concepts and components of vector graphics.

Modern technologies use various types of artistic modeling in the design of devices and appliances. This allows the use of computer programs and 3d technologies based not only on real calculations, but also on the imagination and ideas of the author.

In this way, images of items and accessories produced in various industries are created. Artistic videos are always in demand, and modeling allows you to see the finished image on the computer screen. Further changes may be made later.

An artistic image is a universal category of artistic creativity, a form of interpretation and research of the world from the point of view of a certain ideal, by creating things that have an aesthetic effect. The main concept in the theory of art, defined here as the creation and perception of artistic images - a special form of representation of reality. An artistic image is also called any phenomenon reproduced creatively in a work of art.

Hence the duality of the "image" concept: as a mental model of reality and as its perception and realization in material form. This duality is solved by introducing additional concepts: prototype, image, figurative representation, figurative thinking in artistic forms.

Prototypes of all things ideally exist, but they are thought out, presented.

For further definition, it is necessary to limit the concepts of aesthetic and artistic activity. The first does not create artistic images, but only combines real objects and their mental models; with the help of the second, a person includes himself in the "image model" and in the material of one or another form of art.

Figurative thinking "prompts the experienced object to double, so that the artist himself is pressed into it." In the aesthetic consciousness - the feeling and experience of beauty - dissolves in the object that a person experiences, depersonalizes; in art, he actively engages with reality. In visual art, this action takes concrete form through three main principles:

- ("The artist sees the sea in a drop of water");
- showing the goal subjectively;
- a combination of sensitivity and rationality.

At the same time, the meaning of an artistic image is revealed only in a certain communicative situation, and the final result of such a relationship depends on the personality, goals, even mood of the person who met it, as well as the actual situation. It is culture. Therefore, often a century or two after the creation of a work of art, it is perceived completely differently from its contemporaries, even the author himself.

In Aristotle's "Poetics", the image-trope appears as an inaccurately exaggerated, reduced or changed, broken expression of the original nature. In the aesthetics of Romanticism, likeness and similarity give way to a creative, subjective, transformative principle. In this sense, it means incomparable, unique, beautiful. Hyperbole, the same understanding of the image in the aesthetics of the avant-garde, which likes to move (B. Livshitz's term). In the aesthetics of surrealism, "the truth multiplied by seven is the truth." The concept of "meta-metaphor" (K. Kedrov's term) appeared in recent poetry. It is the image of the ultimate reality beyond the threshold of the speed of light, where science becomes silent and art begins to speak. Metametaphor is closely related to the "reverse perspective" of Pavel Florensky and the "universal module" of the artist Pavel Chelishchev. It is about extending human hearing and vision far beyond physical and physiological barriers.

The word "image" (from the ancient Greek Eydos - appearance, appearance) is used as a term in various fields of knowledge. In philosophy, an image is understood as any representation of reality; in psychology, it is the representation or thinking of an object as a whole; in aesthetics - reproduction of the integrity of the subject in the system of certain signs.

We use computer graphics software to create this video. First, let's focus on working with types of lines.

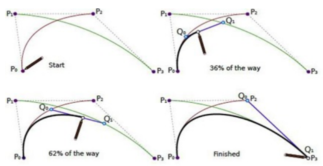


Figure 1. Line positioning

When you save a file, you can set a linetype conversion schedule or choose to convert all ARCHICAD linetypes to a single AutoCAD linetype called BYLAYER. Note that ARCHICAD and AutoCAD save symbol linetypes differently. As a result, some ARCHICAD linetype symbols appear differently in AutoCAD.

Now let's focus on the methods of creating lines. Set the linetypes of all elements according to BYLAYER. This marker is only available while saving. It overrides the linetype-to-linetype conversion rules set in the conversion table. When checked, any saved element will have a BYLAYER linetype. If an AutoCAD user changes the linetype of a layer, all elements on that layer will also change linetypes. Save existing line types when opening a file. When this "checkbox" is checked, ARCHICAD will save the currently defined linetypes and at the same time import the linetypes defined in the opened DXF/DWF file. In this case, if the DXF/DWG file contains linetypes with the same names as the current ARCHICAD project, the linetypes in the DXF/DWF file will not be imported. If unchecked, all linetypes from the DXF/DWG file will be imported and linetypes from the existing ARCHICAD project will not be saved. The LTScale value in the output file. Set LTScale to the desired value. The LTScale variable used in DWG files is interpreted correctly when opening or merging DWG files in ARCHICAD. If necessary, new line types are created regardless of the length of the original line type. The conversion of the line type is carried out as follows.

This lookup table works like a layer-by-layer lookup table, except it works with line types. The only condition that restricts the use of this table is to set the line type of all elements according to BYLAYER. You can select the desired path type from the pop-up menu. Its name appears in the ARCHICAD Linetype box. Enter a linetype name that matches the ARCHICAD linetype specified in the AutoCAD Linetype field. When you save, the selected ARCHICAD line type is converted to the specified line type of the DXF/DWG drawing. Conversely, when you open a DXF/DWG file, the AutoCAD line type is converted to an ARCHICAD line type.

3. Results

Let's show how the line drawing work is done.

- Construction works in the vector editor.

It consists mainly of a vector editor for creating complex drawings with accurate, complex and precise boundaries, its main tools are Bezier curves, which precisely place line points along segments of curves (broken, straight and smooth), and (Figure1)

Each segment can be viewed as the result of a gradual refinement of the shape of the polygon, corresponding to a Bezier curve with a chain connection of control points that define the shape. The curve from the starting point of the polygon to the ending point is spaced like a magnet, defining points that do not pass through it. Bezier curves are widely used to model smooth lines in computer graphics due to their special properties, simplicity of task and ability to manipulate.

Every vector graphics editor should have a basic set of geometric shapes (called "primitives") that form the basis of "fill", "text", "pencil" and many other graphic designs.

Paint, as in raster editors, includes areas bounded by a specific color (or gradient). The text generated by the appropriate tool is converted into curves that ensure the independence of the image created from the computer-generated (or not) fonts used for later viewing.

The pencil allows you to manually create a line using a large number of node points, which can then be released using a special function that eases the curve. Now let's review and compare vector editors. Today, designers, artists and ordinary users cannot complain about the lack of software resources that allow them to realize their creative moods and plans. This applies to vector editors, some of which are the main criteria for functionality, and for others, accessibility. Popular programs include Dia, OpenOffice.org Draw, sK1 (Skencil fork), Inkscape, Xara Xtreme for Linux, Skencil (formerly Sketch), Sodipodi, Expression Design, Pivot Stickfigure Animator, and Alchemy. Among them, only the vector image editor sK1 (Force Scanjil) works on Linux and OS X, Xara Xtreme and Scenil, editors Expression Design and Pivot Stickfigure Animator for Windows are counted, and others are cross-platform. The most popular and functional "cool" programs are, of course, paid. This list includes Adobe Flash, Adobe Illustrator, Adobe FreeHand (Windows, OS X) editors, as well as CorelDRAW and Xara Designer PRO (Windows). Vector graphics editors allow users to customize, i.e create and edit vector images directly on your computer screen and save them in various vector formats such as CDR, AI, EPS, WMF or SVG. Vector editors are often compared to raster editors. In fact, their capabilities often complement each other:

* Vector editors are generally suitable for page markup, typography, logos, sharp-edged artistic illustrations (such as cartoons, clip art, complex geometric patterns), technical illustrations, diagramming, and flowcharting.

* Raster editors are suitable for editing and editing photos, creating photo-realistic illustrations, collages and hand-drawing with a graphics tablet.

The latest versions of raster editors (for example, GIMP or Photoshop) offer the user vector tools (for example, floating curves), and vector editors (CorelDRAW, Adobe Illustrator, Xara Designer, Adobe Fireworks, Inkscape, SK1, and others) implement raster effects (for example, fills), although sometimes limited compared to raster editors. With the beginning of the new millennium for computer graphics has come an era of new opportunities. Thanks to the development of unique digital technologies, the availability of computers and software, modern artists have grandiose prospects for creative self-realization. One example is the following advertising layout (Figure 2).

FIGURE 2. Invitation to the party

4. Conclusion

Artistic modeling is an important part of the production and preparation of various products and parts. Based on drawings and diagrams, a specialist creates a layout using 3D computer hardware programs. The layout takes into account all the nuances and volume of the future product.

The ability to display the future object on a computer is realism, efficiency and ergonomics. The principles of visibility, representation, consistency, compactness, conventionality, expressiveness, complexity, and multidimensionality are used in modeling. 3D modeling of artistic images allows to focus on a specific product with mathematical accuracy and optical approach, as well as to create analogues.

References

[1] Zhunusova L.H., Dysebaeva A.B, Features of the methodical system of training computer animation for future teachers of mathematics *Herald - Vestnik. KazNPU named after Abaya. Series "Physico-mathematical sciences"*, Vol.1, No.65, 2019, pp.263-267.

[2] Arkabaev, D. A, Computer graphics and spheres of application , *Young Scientist*,Vol.4, No.294. , 2022, pp.14-18.

[3] 4 Zhunusova L.H., Bukanova A.K, Methodological aspects of the development of critical thinking in computer classes, *International Journal of Experimental Education*, No.4, 2016, pp.406-408.

[4] Tsybina E. Y., *What is 3D modeling and what is it for?* , : http://cpu3d.com/grapcat/ (access date: 04.04.2022).

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ANALYSIS OF THE TEACHER ASSESSMENT SYSTEM

ZHUMAZHAN KULMAGAMBETOVA, ASKAT AISANOV

Aktobe Regional University named after K. Zhubanov, Aktobe, Kazakhstan

e-mail: askhat.aisanov@gmail.com

Abstract. Many modern television and radio broadcasting enterprises have local networks, which include: servers, access points, individual workstations and other network equipment that perform auxiliary and at the same time very important functions. As a rule, the local network of enterprises has one or more exit points to external global networks, including the internet. Many companies and enterprises are constantly developing their network infrastructure by adding new servers and network equipment to create additional information resources.

Every day, new, high-performance technical solutions appear that make it possible to increase the efficiency of the network infrastructure. The use of one high-tech solution in enterprises of medium and large sizes makes it possible to significantly reduce the costs of maintaining a bulky and scattered architecture, which is often created on the basis of various products with interaction problems. But along with the positive aspects of these systems, several negative factors can be distinguished:

- large financial costs for reorganization;
- complexity of accident diagnostics;
- the need for additional training of employees.

Given the high cost of such solutions, it is necessary to create conditions for stable operation of the equipment and exclude the possibility of its failure, which will lead to large restoration costs.

These tasks can be solved by centralized monitoring and data transmission network management systems. There are many ready-made systems, both freely distributed and commercial, but before introducing any of them into the production process, it is necessary to conduct a thorough analysis and take into account all the risks associated with the use of such systems in their own infrastructure.

This article will be discussed above about the introduction of the Zabbix system, which is used for remote monitoring at Radio and television broadcasting stations of the Aktobe region.

Keywords: TV and radio broadcasting system, remote monitoring, centralized monitoring, Zabbix system.

1. Overview of the system for monitoring the operation of the equipment of the television and radio broadcasting center

The main tasks performed by the system include monitoring the formation and reconfiguration of the network, monitoring the state of the network and its elements in a real time range, detecting and isolating malfunctions, monitoring the restoration of connections, restructuring the hot line; troubleshooting control, collecting and analyzing statistical data on the operation of the network and its elements, developing recommendations for improving the operational characteristics of the network, analyzing the operation of control systems in order to improve network management methods.

Main advantages:

- system transparency, - the system was created using open source software as a result of the application of industrial standards of server software based on Linux OS;
- high reliability;
- horizontal zoom;
- ease of expanding functionality;
- Turnkey implementation of certified specialists from the Republic of Kazakhstan;
- reasonable implementation cost;
- professional technical support.

TeleNota SCU (Site Control Unit) - a specialized software and hardware complex designed and provided for installation on terrestrial television and radio broadcasting facilities of all types:

1) collection, storage, processing and transfer of operating parameters of equipment placed in the RTS (Radio and Television Station) to the Republican network management centers;
2) control over the operability of the complex of television broadcasting equipment and automatic detection of emergency situations;
3) monitoring the operability of RTS engineering systems;
4) ensuring prompt notification to engineering services;
5) support of repair and restoration works in case of accidents;
6) independent interaction and data collection from the entire complex of equipment of the television and radio broadcasting facility;
7) long-term storage of collected data;
8) guaranteed transfer of the collected data to the regional servers of the Telenota system;
9) automatic detection of the occurrence of emergency situations and notification to the relevant Engineering Services;
10) support of repair and restoration and preventive work;
11) remote monitoring of the status of equipment and parameters of TV services.

The site-controller module of the system for monitoring the operation of RTS equipment consists of an industrial server module, the module is an automation controller and a software complex.

The TeleNota SCU system provides the collection, storage and processing of data on a wide range of devices from leading television and telecommunications equipment manufacturers:

1. Main television broadcasting equipment (receivers, encoders, multiplexers, switches, signal matrices);
2. Optical equipment (transmitters, assemblies, switches, analyzers);
3. Transmitting equipment (modulators, transmitters, signal switches);
4. Signal and protocol analyzers;
5. Telecommunications equipment (switches, routers, network screens);
6. Servers and workstations (MS Windows, Linux).

2. Study of the structure and functionality of the Zabbix system

Zabbix system is a distributed monitoring system that allows you to monitor any measurable parameters of network and servers activity, monitor violations of predefined parameter values, and notify interested parties. Data can be obtained from the server both through requests to agents installed on monitored hosts, and by receiving messages from active agents. As an agent, you can use the existing SNMP server (v1 and v2, request and trap), IPMI interface. Allows you to identify SLAs (by a group of triggers and an expression) and monitor their implementation.

The Internet Development Working Group (IETF) concluded that SNMP V3 has the highest level of maturity for RFC. The previous versions are considered historical. However, Zabbix supports all three generations of SNMP protocols.

In addition, several additional steps will be taken to test Zabbix's tracking and alert capabilities:

- Linux server interfaces are managed using SNMP;

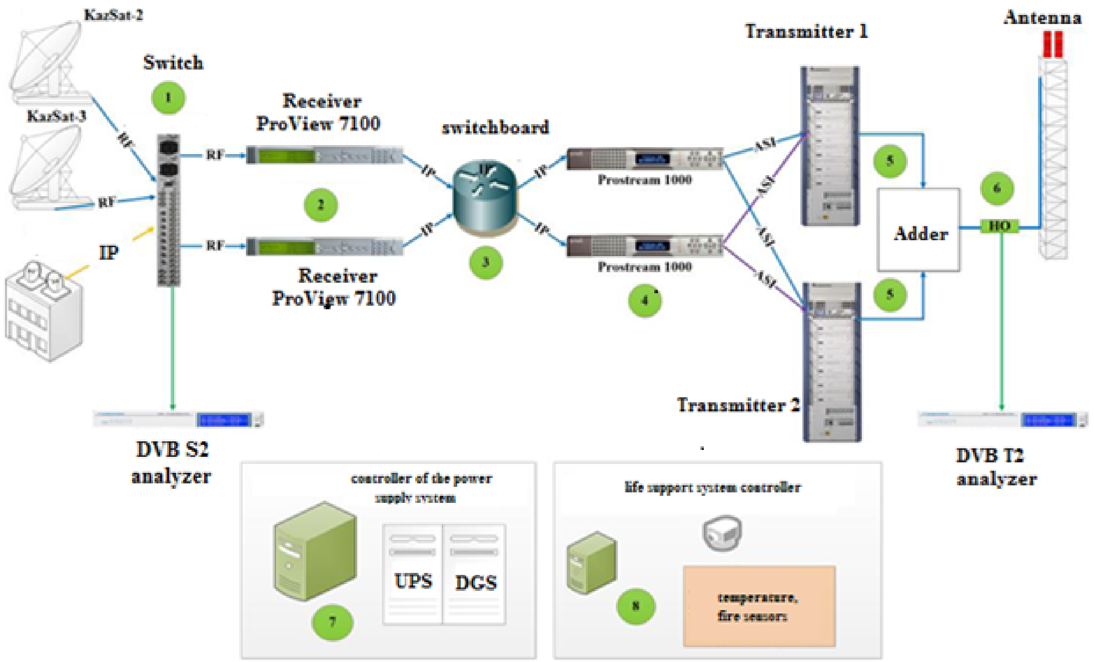


FIGURE 1. Simplified scheme of the Broadcasting System located in the TV and radio Center

- Zabbix agent is installed locally on the server;
- a table is compiled for the use of memory bandwidth, RAM and central processor.

Before installing the Zabbix server and Linux server, you need to plan the bandwidth in advance. The minimum requirements depend on the size of the network and the number of monitored devices. After a while, the amount of stored data increases dramatically. As a result, computing resources and the required amount of memory should be planned in advance.

According to the Zabbix documentation, the Zabbix server only needs 128 MB of RAM and 256 MB of hard drive. However, the amount of hardware capacity depends on the size of the network. In addition, the amount of memory should be planned in advance. Table 3 provides some of the formulas described to calculate the disk space required for history, trends, and events. For example, 1800 elements are used for control. The refresh rate is 60 seconds. The number of new items added to the database is calculated by dividing the number of items by seconds. Thus, 30 new values are added every minute.

In conclusion, let's describe the methods that will help you plan the amount of memory in advance. It was decided to allocate at least 20 GB of storage space for the Zabbix server. This amount of disk space may be sufficient to store configuration, historical, and trend data during active monitoring for several years. Therefore, we need to use the amount of disk space to minimize risks.

3. Zabbix system installation and testing

You can choose between Ubuntu Server 14.04.2 LTS and CentOS 7 for the project. During the server installation process, you need to follow a few steps that will allow you to install the Zabbix server later:

- this is the absence of automatic updates as the Zabbix server requires consistency
- install an open SSH server, as it allows you to connect to the Linux server via Putty.

In the Eth1 interface, I assigned the IP address of the Linux server. 10.132.122.86 was chosen as the IP address. In addition, it will be the address of the Zabbix server.

The last step is to install and configure the SNMP manager on the Linux server. This allows the Zabbix server to monitor devices using SNMP.

As a result, the first stage ends. A Linux server with SNMP manager is installed and configured. The next step is to install and configure the Zabbix server.

The list of steps to restore the remote control complex will be next:

Variables:

¡ HOSTIP¿ - IP address of the control complex

¡HOSTNAME¿ - domain name of the control complex (scu.alm1085a.ktr.kz)

¡LOC¿ - the name of the RTS in Latin (Khromtau)

¡PASSWORD¿ - password.

1. Before starting the installation, we must send a number of files to our personal server:

– rpms_to_install.tar.gz;

– zbx_files.

When using WinSCP, you must specify the following connection settings:

- custom server IP address- ¡ HOSTIP¿;

- user name-root;

- password - ¡PASSWORD¿.

After a successful connection, a server directory tree will be displayed on the right side of the interface. It is necessary to transfer all the above directories and files to the /root directory of the server.

2. When connecting to the server via Putty, you must specify the same parameters as in WinSCP. First, enter ¡HOSTIP¿ in the" hostname (or IP address) "field and click" Open". Next, in the session window that appears, you need to enter the root of the username in the "as login:" field, as well as the password ¡PASSWORD¿ in the "password" field [48].

3. In this step, create a usb directory and add rpms_to_install to it.tar.we transfer the GZ archive. Then we extract all the packages from archive.

4. Further in Linux, such operations as replacing the Zabbix configuration file, deploying the database schema, copying scripts, installing additional packages, setting up data in a virtual environment, launching services are carried out.

5. Creating a group of network sites on the site controller. To create a group of network nodes, you need to log in to the web interface and log in with the following parameters:

- login - Admin;

– password - zabbix.

6. After that, we click on the" create a host Group " button. On the page that opens, in the "Group Name" field, we enter the name of the group with the prefix "site_", for example, site_wave. After that, you need to click on the" Add " button.

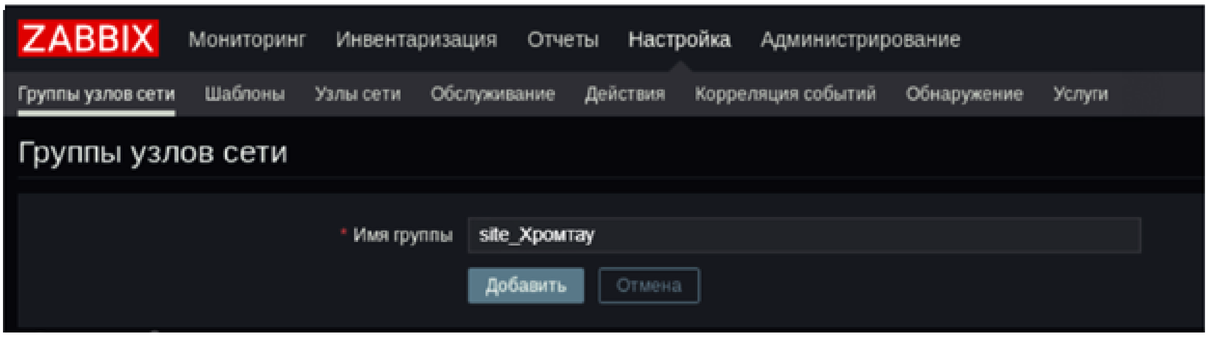


Figure 2. Enter host groups

7. Import templates. To import templates, we go to the Settings – templates tab. Then we need to specify the address of the sample file in the file system and click "Import". This action should apply to all models.

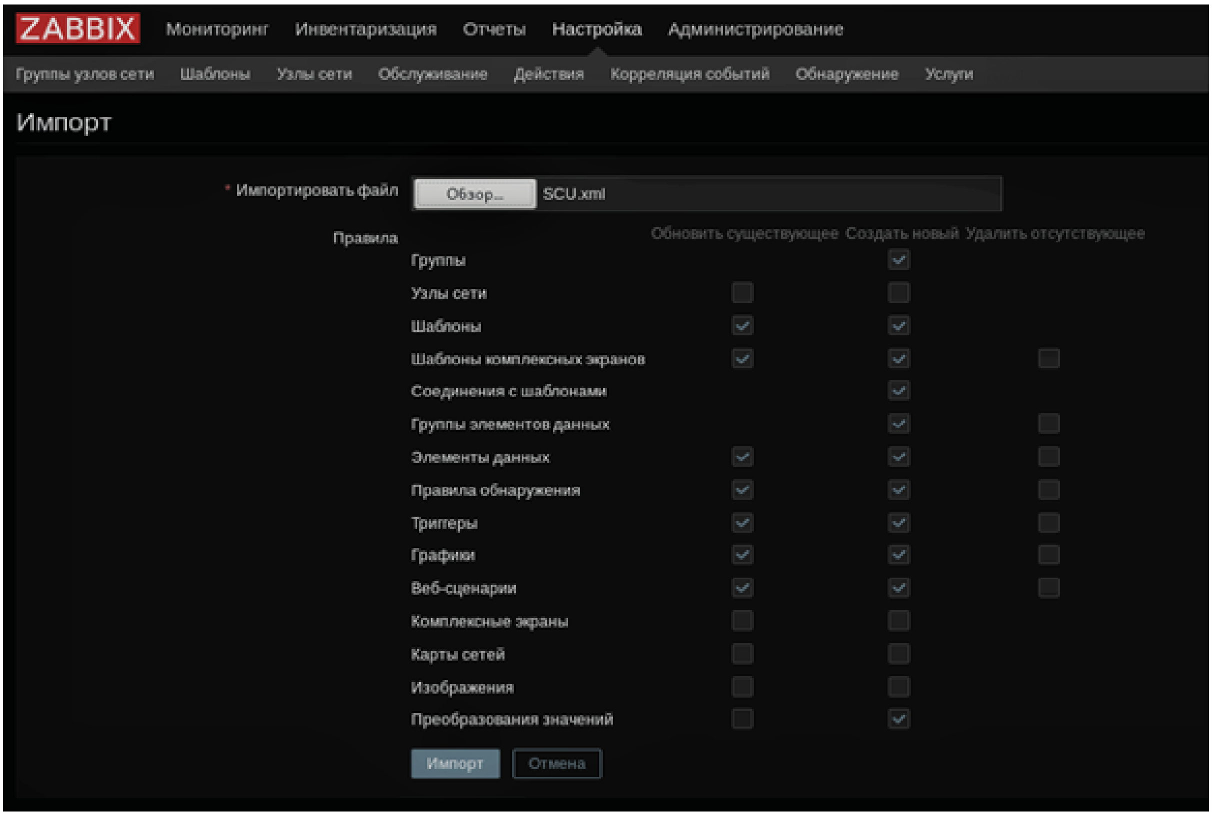


FIGURE 3. Import templates

Creating a web controller network node. To create a web controller site, you need to go to the Settings–Network Nodes tab. Next, you need to click on the" create a network node " button. In the window that opens, you need to fill in the following fields using the data from paragraphs 100 and 102:
- Network node name - < HOSTNAME > (for Khromtau RTS);
- Groups-site_+ <Station name> (for KHROMTAU RTS – site_ Khromtau)
- Agent interfaces:
a) IP address - <HOSTIP>;
b) DNS name-we leave empty;
c) C) connection via IP;
d) Port – 10050.
Next, we go to the "templates" tab. Here we need to select a fixed model for the network node in the" Connect to new models " field. After that, we click on the" Add "button, and then on the" Create " button. In this way, the same settings are made for each RTS as above.
If we pay attention to the web interface, we can see that it is possible to remotely monitor the information describing the state of the digital equipment located at each input radio broadcasting station.
We can also determine the level of importance of each trigger marked with color:
- visual representation of triggers. Different colors for different levels of importance;
- audible alarm on the trigger status Control Panel. Different sound signals for different importance;

Technical name of the node	Match	Node interface
ar1	Broadcast audio recorder 1	Agent
ar2	Broadcast audio recorder 2	
esw_dg	Diesel generator set	
drd	TV signal receiver	
dvr	Video recorder	
enens1	Enensys RTF	
enens2	Enensys IP	
gw	Gateway	
icam1	Camera 1	
icam2	Camera 2	
icam3	Camera 3	
icam4	Camera 4	
lsw	L-Band Switch	
mka	Automation control module	
mnu_vm	Visual control server	
rcv1	Satellite receiver 1	
rcv2	Satellite receiver 2	
scu	Site-controller	
esw_b	Uninterruptible power cabinet	
esw1_g	Guaranteed power cabinet SHGP 1	
esw2_g	Guaranteed power cabinet SHGP 2	
esw_ng	Unsecured power cabinet SCHNP	
esw1_f	Input cabinet SHV 1	
esw2_f	Input cabinet SHV 2	
sm	Satellite modem	SNMP
srv_pw	Power management server	
sw1_mgmt	Management-Switch 1	
sw2_mgmt	Management-Switch 2	
sw1_ts	Management-Switch 3	
tsm1	Transmitter 1	
tsm2	Transmitter 2	
vt1	IP-phone	
ws1	Workstation 1	
ws2	Workstation 2	

FIGURE 4. List of hostname matches

- user actions. Different warning methods (warning channels) for different importance. For example, SMS - especially important, e-mail – for the rest;

- limit actions in the context of the importance of triggers.

The importance of the trigger determines how important the trigger is. Zabbix supports the importance of the following triggers:

Problematic events in Zabbix can be confirmed by users. If the user receives a warning about a problem event, they can confirm the problem by going to the Zabbix web interface and going from the events to the confirmation screen. When confirmed, he will be able to enter his opinion on the issue, whether it is work on the issue or what the user thinks about this issue.

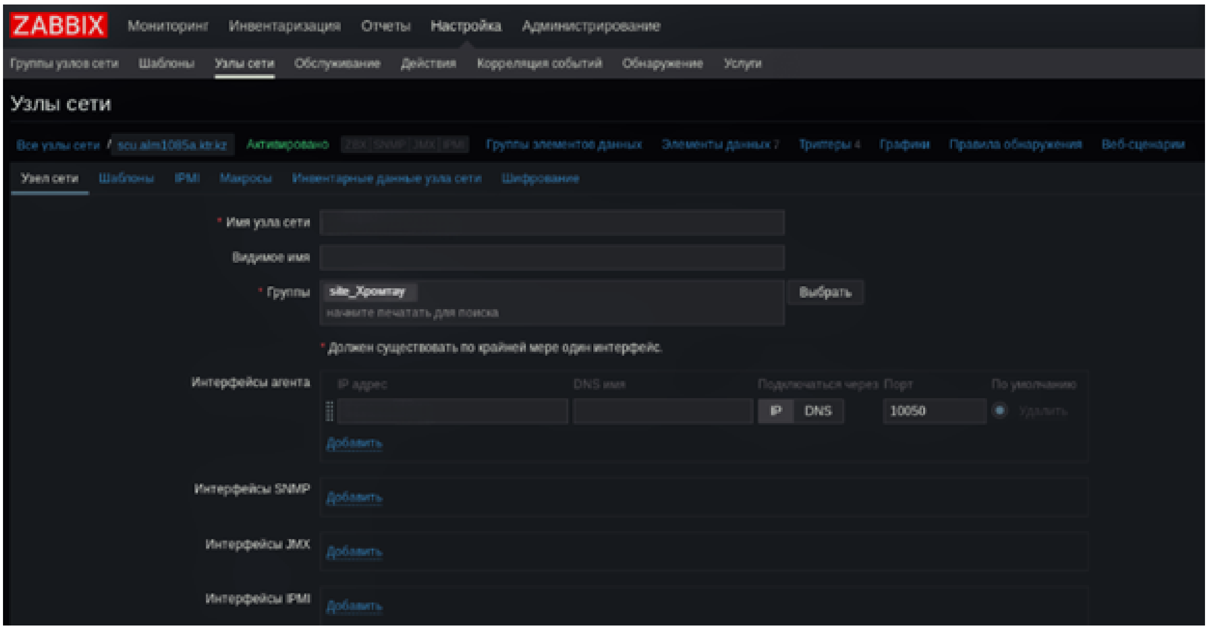


FIGURE 5. Creating a web controller network node

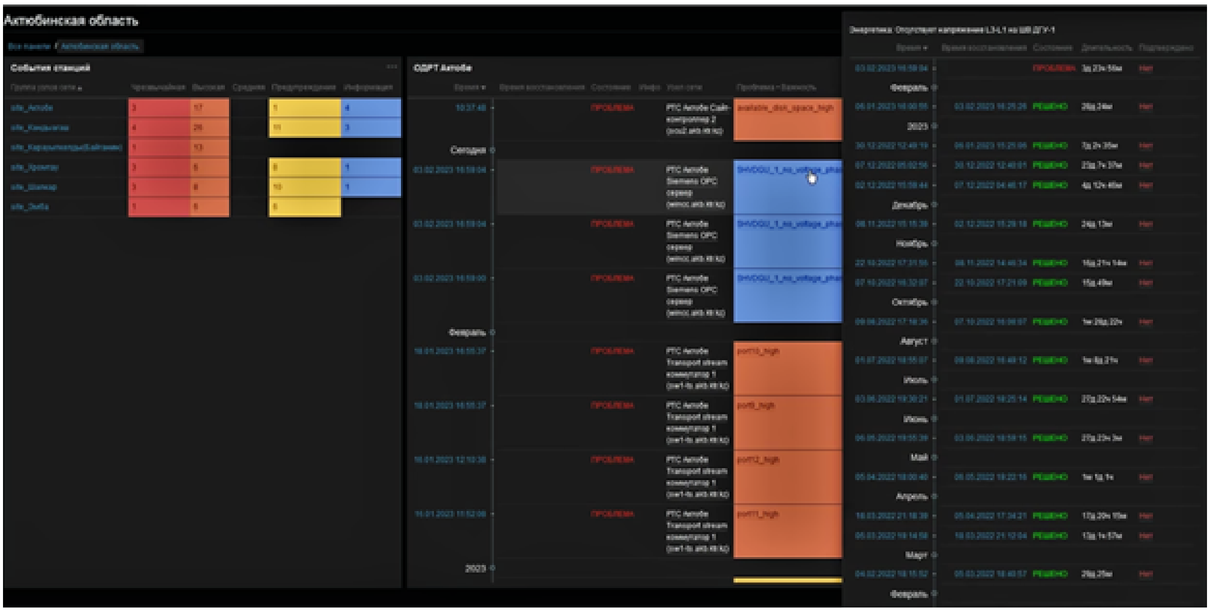


FIGURE 6. Remote monitoring through the web interface

Thus, if another user notices this problem, he will immediately see that the problem has been confirmed and, of course, the comments themselves. This method of workflow to solve problems with multiple users of the system may be a more coordinated solution.

The confirmation state is also used in determining action actions. You can ask, for example, if a high-level alert will be sent to the manager or administrator only if the event has not been confirmed for some time.

Importance	Definition	Color
Unclassified	Significance unknown	Gray
Information	For information purposes	Light green
Warning	To alert	Yellow
Average	Average problem	Orange
High	Something important has arisen	Red
Emergency situation	Emergency, disaster, financial losses, etc.	Light red

FIGURE 7. The importance of trigger colors

4. CONCLUSION

When analyzing the operation of the network monitoring system software used by the enterprise in the article, it can be concluded that the "Zabbix" software is an excellent software product and successfully performs the following functions required from it:

1) network monitoring;
2) grouping devices;
3) automatic detection;
4) flexible configuration;
5) data visualization and access via the web interface;
6) events and reaction to them in the form of warnings and execution of commands;
7) ability to create network maps and access control .

However, we must mention that this software has a number of disadvantages and problems that affect the productivity of the company's employees:

1) lack of built-in redundancy tools;
2) The occurrence of difficulties with the presentation of events;
3) the use of numerous external checks (through scripts) inhibits the operation of the overall monitoring system;
4) without basic knowledge of SNMP, IPMI and regular expressions, there is a relative complexity of creating data elements and patterns;
5) the performance quality of the built-in tools for drawing network Cards is relatively poor.

If the Enterprise has a functioning Zabbix monitoring system, it can be noted that there are several scientific discoveries, such as the following, that can be implemented to expand the capabilities of the system:

1. Machine learning algorithms: Zabbix 5.2 provides machine learning algorithms that allow users to predict system behavior and automate problem solving. This function can be used to detect deviations in the operation of the system and automatically take corrective measures.
2. Cloud integration: Zabbix can be integrated with cloud platforms such as AWS, Azure and Google Cloud. It allows users to monitor cloud resources such as virtual machines, warehouses, and databases. Cloud integration also provides access to additional data sources that can be used to improve tracking accuracy.
3. Log Monitoring: Zabbix can be used to monitor system logs and create alerts based on certain patterns or events. This can be useful for identifying problems that cannot be identified by traditional performance monitoring.
4. Network automation: Zabbix can be integrated with network automation tools such as Ansible and Puppet. This allows users to automate daily network tasks and improve system efficiency.

In general, Zabbix is a very powerful and extensive system, and there are also many features that allow you to further simplify network monitoring, such as monitoring the status of a website by automatically executing a script, and much more. Having studied its capabilities, it can be

said that this system has quite powerful functions that simplify the control of any network, including television and radio broadcasting, reduce inaccuracies and errors.

The designed remote monitoring system is evaluated as an effective technical task for the further implementation of the software. The Zabbix system provides technical support in management and monitoring, as well as in obtaining reliable information about the current state of the system. The implementation of this system in various companies allows you to remotely monitor the software and information environment of the enterprise not only in the designated place, but also from any point where there is access to the computer network.

References

[1] Yonatany M., Platforms, ecosystems, and the internationalization of highly digitized organizations, *Journal of Organization Design*, No.6(2), 2017, 41 p.

[2] Lashina, M.V., Information systems and technologies in economics and marketing:, *Textbook / M.V. Lapshina, T.G. Soloviev, M.:KnoRus*, 2018, 480 p.

[3] Kostenko E.Yu., Duysengaliev R.R., Barabanova E.A., Monitoring system for traffic control of technological data transmission networks, 2015, pp. 101–109.

[4] Vaarandi R., Platform independent event correlation tool for network management // Network Operations and Management Symposium, *IEEE Conference Publications*, 2002, pp. 907–909.

[5] Andreozzia S., De Bortoli N., Fantinel S., Ghiselli A., Rubini G. L., Tortone G., Vistoli M. C., GridICE: a monitoring service for grid systems, future generation computer systems, V.21, 2005, pp. 559–571.

ҚОСЫМША БІЛІМ БЕРУДЕ ВИЗУАЛДЫ ПРОГРАММАЛАУҒА ОҚЫТУДЫҢ ЦИФРЛЫҚ ОРТАСЫ

АЙНУР САҒЫМБАЕВА[1], ОЛЬГА ЗАСЛАВСКАЯ[2], НАДИРА НИЕТБАЕВА[3]

[1]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан
[2]Мәскеу қалалық педагогикалық университеті, Мәскеу, Ресей
[3]М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан
e-mail: n_nadira79@mail.ru

Мектепте қосымша білім беру оқушылардың әлеуметтік бейімделуін және бос уақытын тиімді ұйымдастыруды қамтамасыз етеді. Олардың бейінін, қабілеттері мен қызығушылықтарын, әлеуметтік және болашақ кәсіби іс-әрекеттерін өздігінен анықтауға мүмкіндік беретін факторлардың бірі болып табылады.

Информатикадан қосымша білім беру барысында оқушылардың бейімділігі, жеке тұлғалық ерекшеліктері мен қызығушылықтарына сәйкес келешек оқыту бейімін саналы таңдау; нақты бейін бойынша оқуға деген мотивациясы деңгейінің артуы; жоғары сыныптарда білім беру бейінін таңдауға бағытталған іс-әрекеттегі практикалық тәжірибені қалыптастыру жүзеге асырылады [1].

Мектеп информатикасының мазмұнында белгілі бір логикалық және математикалық дайындықты қажет ететін программалау бөлімі күрделі бөлімдердің бірі болып есептеледі. Бірқатар ғалымдардың еңбектерінде ондаған жылдар бойы программалауды оқытудың әртүрлі тұжырымдамалары мен әдіс-тәсілдері зерттеліп, ұсынылды.

Қосымша білім беруде программалауды оқытудың екі мақсаттық қыры бар. Біріншісі, информатика пәнінің іргелі компонентін нығайтуға негізделеді, бұл оқып-үйрену кезінде білім алушыларға программалау тілдері, жоғары деңгейлі программалау тілдерінде программа деген не, заманауи программалау жүйесі жағдайында программа қалай құрылады деген түсініктер беріледі, ал екінші қыры, кәсіптік бағдар беру.

Программалаушы мамандығы қазіргі кезде кең таралған және қоғамға қажетті мамандықтардың бірі. Программалауды үйрену білім алушыларға осы іс-әрекеттің түріне өздерінің қабілеттерін тексеруге және орта мектепте сәйкес болашақ кәсіптерін таңдауға мүмкіндік береді.

Информатиканы оқытуды геймификациялау мәселелері, соның ішінде компьютерлік ойындарды жасау бойынша бірқатар ғылыми нәтижелер алынды.

Мектеп оқушыларына компьютерлік ойындарды жасауды үйрету олардың информатика пәніне деген қызығушылықтарын арттырудың және олардың шығармашылық қабілеттерін дамытудың тиімді әдісі боып табылады. Сонымен қатар, ойындарды жасауды үйрету мәселелерді шешу мен топтық жұмыс дағдыларын жақсартады. Дегенмен, бұл тәсілдің тиімділігі оқу материалдарының сапасы және мұғалімдердің тәжірибесі мен білімі сияқты факторларға байланысты болуы мүмкін.

Мектепте және басқа оқу орындарында пайдалануға болатын оқытушы компьютерлік ойындарды жасауды оқыту мәселелері де бірқатар ғалымдардың еңбектерінде зерттелген. Аталмыш саладағы танымал зерттеуші, білім беру саласының сарапшысы Марк Пренски өзінің еңбектерінде сыныпта оқытушы ойындар мен технологияларды пайдалану мәселелерін қарастырды [2]. Ол оқушыларды білім алуға тарту және ынталандыру мақсатында

оқытушы ойындардың әлеуетіне баса назар аударып, өзі бірқатар оқытушы ойындар жасады. Висконсин-Мэдисон университетінің педагогикалық психология және оқыту ғылымдарының профессоры Курт Сквайр сыныптарда оқытушы ойындарды пайдалану бойынша зерттеулер жүргізді және өзі бірнеше оқыту ойындарын жасады [3].

Информатикадан қосымша білім беру жүйесінде ойындарды жасауға оқытудың мақсаты – оқушыларға ойын ортасы мен интербелсенді технологияларды пайдаланып, қызықты және тиімді оқу тәжірибесін құруға қажетті білім беріп, дағдыларын қалыптастыру болып табылады.

Мектептегі информатика курсына немесе қосымша білім беру жағдайына ойындар жасауды енгізу оқушыларға оқу үшін құнды мүмкіндіктер мен оларды болашақ технологиялық кәсіпке дайындауға көмектеседі.

Соңғы жылдары компьютерлік ойындарды жасау жазғы лагерь, сыныптан тыс бағдарламалар сияқты бейресми орталарда, сондай-ақ ресми мектеп біліміндегідей оқу мен практиканың танымал саласына айналды.

Ғалымдардың зерттеулері бойынша мектепте компьютерлік ойындарды жасауды үйрету болашақ IT мамандығын таңдаған оқушыларға тиімді болады. Бұл оқушылардың информатикаға деген қызығушылығын оятады, командамен қарым-қатынас дағдыларын шыңдай түседі, шығармашылығы мен инновациясын арттырады, алдарына қойылған есептерді шешу дағдыларын қалыптастырады. Сонымен қатар, ойындарды жобалау және программалау оқушыларға информатика мен программалау тілдерінің маңызды тұжырымдамаларын үйренудің қызықты және тиімді әдісін ұсына алады.

Информатикадан қосымша білім беру жағдайында ойындарды жасауды оқытудың мақсаты – оқушыларға ойын ортасы мен интербелсенді технологияларды пайдаланып, қызықты және тиімді оқу тәжірибесін құруға қажетті білім беріп, дағдыларын қалыптастыру болып табылады.

Интербелсенді ортаны пайдалана отырып, оқушыларды оқыту ойындарын жасауға үйретудің мазмұны бағдарламаның нақты мақсаттары мен міндеттеріне, оқушылардың жас ерекшеліктеріне және олардың қабілет деңгейіне байланысты болады [4]. Дегенмен, жалпы тақырыптарға мыналар жатады:

Ойын дизайнының принциптері: оқушылар ойын дизайнының принциптері, мысалы, ойыншыларды тарту, тепе-теңдік және прогресс және тиімді оқу ойындарын жасау үшін осы принциптерді қалай қолдану керектігі туралы біле алады.

Ойын әзірлеу құралдары мен программалық қамтамасыз ету: оқушылар оқу ойындарын жобалау және әзірлеу үшін ойын қозғалтқыштары немесе программалау тілдері сияқты әртүрлі құралдар мен программалық құралды пайдалануды үйрене алады.

Геймплей механикасы және геймплей: оқушылар әртүрлі геймплей механикасы туралы және оларды ойыншыларға қызықты геймплей мен тапсырмалар жасау үшін қалай пайдалану керектігі туралы біле алады.

Ойын эстетикасы және визуалды дизайн: оқушылар ойындардағы визуалды дизайнның маңыздылығын және визуалды тартымды графика мен пайдаланушы интерфейстерін қалай жасау керектігін біледі.

Ойындарды тестілеу және бағалау: оқушылар ойыншылардың тиімді және тартымды екендігіне көз жеткізу үшін білім беру ойындарын қалай тексеруге және бағалауға болатындығын біле алады.

Оқу ойындарын жасауға қатысты информатика тұжырымдамалары мен дағдылары:

- Программалау: оқушылар ойын механикасын құру және өзгерту үшін айнымалылар, циклдар және функциялар сияқты программалау тұжырымдамалары мен тілдері туралы негізгі білімге ие болуы керек.

– Ойын дизайны: оқушылар ойын механикасы, деңгей дизайны және пайдаланушы тәжірибесі сияқты ойын дизайнының принциптерін түсінуі керек.

– Пайдаланушы интерфейсінің дизайны: оқушылар интуитивті және қолдануға оңай пайдаланушы интерфейсін жобалап, жүзеге асыра алуы керек.

- Мәселелерді шешу: оқушылар ойынды жасау барысында туындайтын мәселелерді анықтай және шеше білуі керек.

- Ынтымақтастық және қарым-қатынас: оқушылар командада тиімді жұмыс істей білуі және өз идеяларын нақты жеткізе білуі керек.

– Графикалық дизайн: оқушылар өз ойындарында пайдалану үшін графиканы құра және басқара білуі керек.

– Дыбыстық дизайн: оқушылар дыбыстық эффектілер мен музыканы өздеріне енгізе білуі керек.

Жалпы, интербелсенді ортаны қолданып, оқушыларды оқыту ойындарын жасауға үйретудің мазмұны оқушыларға тиімді және қызықты оқу ойындарын құру үшін қажетті дағдылар мен білімді дамытуға бағытталуы керек.

Көптеген интербелсенді оқыту ойындарын жасау орталары бар, оларды оқытудың ең нақты мүмкіндіктеріне, қажеттіліктерге және оқу мақсаттарына байланысты тиімді пайдалануға болады. 1-кестеде интербелсенді ойындарды жасаудың орталары қарастырылған.

1-кесте. Интербелсенді ойындарды жасау орталары

Unity: 2D және 3D ойындарын жасауға арналған қуатты кроссплатформалық енді ойын қозғалтқышы. – пайдаланушылар қоғамдастығы үлкен – құжаттамалар мен ресурстардың кең ауқымы жаңадан бастағандар үшін тамаша орта – бірқатар кеңейтілген функциялары бар әзірлеушілердің кәсіби ортасы	Unreal Engine: 3D ойындарды жасауға арналған қуатты ойын қозғалтқышы.
GameMaker: қарапайым мобильді ойындар жасауға қолайлы 2D ойындарын дайындауға арналған платформа. – ыңғайлы интерфейсі бар жаңадан бастағандар үшін тамаша орта - пайдалануға оңай жаңадан бастағандар, әсіресе балалар үшін.	Scratch - қарапайым ойындар жасауға арналған визуалды программалау тілі.

Көрнекі орталарда программалауды оқыту мазмұнының әзірленген блоктық-деңгейлік құрылымы базалық және бейіндік блоктарды қамтиды.

"Визуалды ортадағы программалау негіздері"негізгі блогы әртүрлі визуалды орталарға арналған программалауды оқыту мазмұнының инвариантын көрсетеді және келесі модульдерді қамтиды:

М1 - визуалды программалаудың негізгі ұғымдары, программалаудың әртүрлі визуалды орталарына ортақ ұғымдарды зерттеуді қамтиды: объект, объектілердің қасиеттері, объектілер кластары, объектілердегі оқиғалар, оқиға өңдеушісі, әдістер және т.б.;

М2 - визуалды программалау ортасына шолу, әр түрлі визуалды орталардың ерекшелігі, жұмыс ерекшеліктері, қолданылу аясы туралы жалпы сипаттаманы қамтиды. Бұл жағдайда негізі бар визуалды орта құрылымдық программалау тіліне бөлінеді (мысалы, Delphi, C++ Builder, VisualStudio.Net және т.б.), графикалық нысандармен жұмыс жасау арқылы программаларды құру мүмкіндігі бар орта және UML тілін (Case құралдары) көрсететін орта.

М3 - визуалды программалау принциптері, мұрагерлік, инкапсуляция және полиморфизм принциптерін, сонымен қатар әр түрлі визуалды программалау орталарына ортақ жоба мен программалық кодты құрудың модульдік принципі

М4 - визуалды программалау орталарында жобалар жасадың негізгі кезеңдері, оқу есебін қою; қосымшаның алгоритмі мен графикалық интерфейсін әзірлеу; программалық код түрінде әзірленген алгоритмді іске асыру; оқу жобасының нәтижесінде әзірленген қосымшаны жөндеу және тестілеу.

М5 - визуалды программалау ортасының интерфейсін ұйымдастыру ерекшеліктері, мәзір командаларының функцияларын, компоненттер палитрасындағы нысандарды, негізгі терезелерді және интеграцияланған визуалды орта интерфейсінің басқа компоненттерін зерттеуді қамтиды.

М6 - визуалды ортаның интерфейсін, программалық кодын және компоненттерімен жұмыс істеудің жалпы тәсілдері, интерфейсті, программалық кодты, визуалды ортаның компоненттерін ұйымдастырудың жалпы ерекшеліктерін бөлуге және әртүрлі ортада жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыруға бағытталған. Жұмыстың жалпы тәсілдері мыналарды қамтиды: құру жобаның параметрлерін сақтау, ашу, түрлендіру және теңестіру; нысандарды құру, оның ішінде компоненттерді нысанға орналастыру, компоненттердің қасиеттерін программаның тиісті терезесі арқылы өзгерту; компоненттер мен программалық код арасындағы өзара байланыс; программалық модульдерді құру және оларды ұйымдастырудың жалпы ерекшеліктері.

М7 - стандартты компоненттер мен графикалық кескіндерді қолдана отырып қосымшалар формасын жасау, визуалды ортаның негізгі стандартты компоненттерін зерттеуді және стандартты компоненттер мен графикалық кескіндерді қолдана отырып, қосымшаның графикалық интерфейсін құру дағдыларын қалыптастыруды қамтиды.

Қосымша білім беру жағдайында мектеп оқушыларын визуалды ортада объектіге бағытталған программалауды алдымен деңгейлері әр түрлі топтарға арналған құрылымдық программалау тілін оқымай-ақ үйретуді көздейді.

Визуалды ортада программалау білім беру жобаларын жасауға бағытталған:

- әртүрлі визуалды ортадағы программаларды құрудың жалпы тәсілдерін және интерфейспен, программаның кодымен және визуалды ортаның компоненттерімен жұмыс істеудің жалпы тәсілдерін зерделеу;

- визуалды ортада ойын және имитациялық қосымшаларды құруға арналған білім беру жобаларын әзірлеу;

- программалау тілінің құрылымдық элементтерін елестету және визуалды нәтиже алу арқылы программалаудың білім беру мотивациясының деңгейін арттыру;

- әлеуметтік және кәсіби өзін-өзі анықтау үшін білім беру жобаларын әзірлеу арқылы визуалды ортада программалаудың практикалық тәжірибесін қалыптастыру.

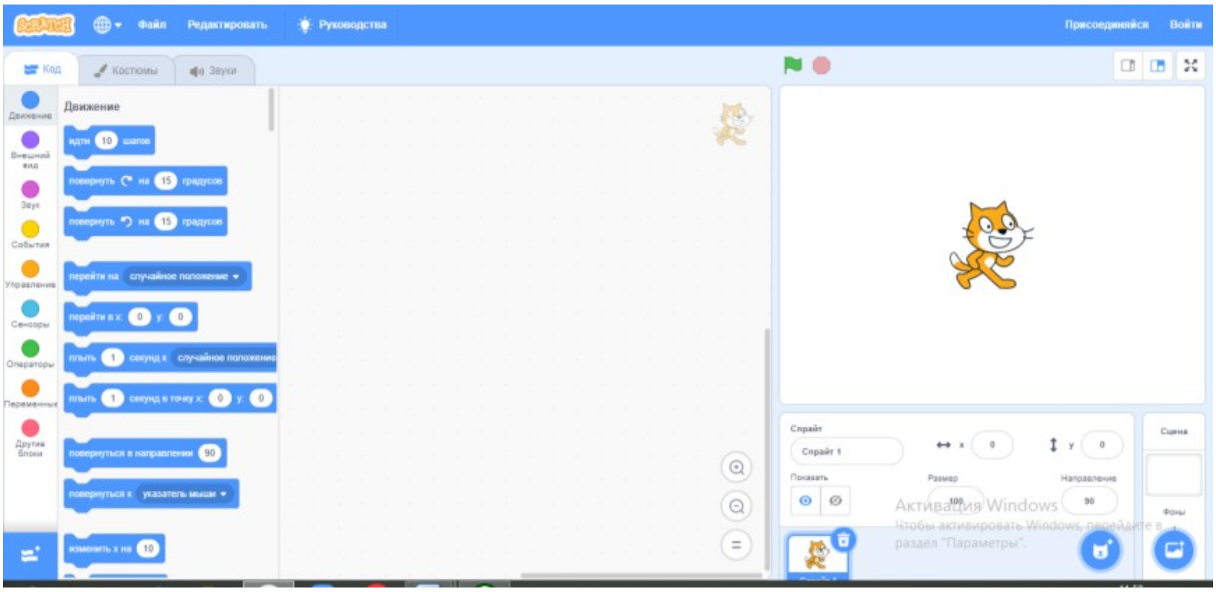
Қосымша білім беру жағдайында программалауды оқыту білім беру мазмұнын кеңейту мен тереңдету үшін қолдану мүмкіндігін көрсетеді, мектеп оқушыларының визуалды ортада программалауға деген ынтасын арттырады, практикалық шешімдерді өз бетінше іздеуге деген қызығушылығын дамытады. Визуалды ортада программалау негіздерін зерттеу программалық кодпен, сонымен қатар визуалды орталардың компоненттерімен жұмыс істеудің жалпы техникасын қалыптастыру программаларын құрудың жалпы тәсілдерін анықтау қажеттілігі дәлелденді [5].

Қосымша білім беру жағдайында мектеп оқушыларына визуалды ортада программалауды оқытудың екі әдісі анықталды:

- құрылымдық программалау туралы негізгі білімді алғаннан кейін визуалды ортада объектіге бағытталған программалауды үйрету;

- көп деңгейлі топтарға арналған құрылымдық программалау тілін алдын-ала оқусыз визуалды ортада объектілі-бағдарлы программалауды үйрету.

Алайда, бұл тәсілдер визуалды ортадағы программалаудың жалпы тәсілдерін оқып үйрену және болашақ оқыту кәсібін саналы таңдауға қажетті білім беру жобаларын құру арқылы практикалық программалау тәжірибесін қалыптастыруды көздемейді.



Сурет 1. Scracth программалау ортасының басты беті

Бастауыш және орта мектеп оқушыларының программалау біліктіліктерін қалыптастыру мақсатында Scratch визуалды объектіге бағытталған программалау ортасы пайдаланылады.

Scratch-визуалды объектіге бағытталған программалау ортасы оқушыларға визуалды программалауды үйретеді. Scratch-ті қолдану оңай және жеңіл, сонымен қатар басқа программалау тілдерінің қолданысқа қажетті негізгі идеяларымен таныстырады.

Программалау тілі ретінде бұл пакет көптеген құрастырғыштар сияқты шартбелгіден емес, формальданған табиғи тілде (ағылшын) стандартты мәтіндік фразалардан ойын немесе анимация сценарийін қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Scratch ортасын жасаушылар компьютерлік ойындарға тыйым салғаннан гөрі, оқушылардың өздеріне сол ойындарды құра алатын құралдарды көрсетіп, үйреткен дұрыс деп тұжырымдайды. Оқушылар дайын технологияларды пайдаланып қана қоймай, өздері ойын және оқыту жобаларын жасап, тұтынушылардан өндірушілерге айналады. Мұнда компьютер оқу пәні емес, жоба құруға арналған құрал болады. Ал, мұндағы негізгі мәселе - компьютердің жеке өзі емес, ол арқылы кез келген оқу пәнін меңгерудегі оқушының программалау қабілеттерін ашуға ықпал ететін, жаңа білім беру мәдениетін қалыптастыру болып табылады. Scratch визуалды объектіге бағытталған программалаудың барлық заманауи талаптарына сай оқушылардың программалауға деген қызығушылықтарын арттыруға мүмкіндік береді [6].

Scratch ортасында оқушылар алгоритмдерді орындаушыларға қандай да бір оқиғаға қалай жауап беруді, өзара іс-әрекет жасауды, олардың орналасуын, қозғалысын, сырт пішінін басқаруды және т.б. үйретеді. Программалау тілінде оқушылар ойын түрінде маңызды алгоритмдік құрылымдарды, математикалық ұғымдарды үйренеді. Оқушы командалар блоктарын қолданады, ол дайын модульдерді оңай көшіру, импорттау мүмкіндігін береді. Бұл ерекшелік оқушылардың Scratch ортасын тез меңгеруге ықпал етеді [7].

Scracth программалау ортасын алғаш іске қосқанда экранда төмендегідей терезе программа интерфейсі пайда болады (1 –сурет):

Scracth терезесін визуалды түрде үш бөлікке бөлінеді:

1 - бөлік: Скриптілерді таңдау бөлігі

2 - бөлік: Скриптілер алаңы

3 - бөлік: Негізгі жұмыс алаңы

Әр бөлік екі ұяшықтан: жоғарғы және төменгі бөлімдерден тұрады. Бірінші бағанның жоғарғы ұяшығы түрлі – түсті 8 скрипт таңдау батырмаларынан тұрады: қозғалыс, басқару, сыртқы түрі, сенсорлар, дыбыс, операторлар, айнымалылар. Бір батырманы белсенді еткенде, қалған батырмалары өшіріледі.

Scracth программасының терезесі бірнеше блоктардан тұрады:

1) Командалар блогы.

Терезенің тура ортасында орналасқан. Арнайы ұяшықтарда командалар бар. Командалар блогында әр команданың түсі әр түрлі. Мысалы <қозғалыс> команда батырмасының түсі көк, ол кезде командалар блогындағы операторлар көк түсте көрінеді.

2) Программа блогы.

Бұл блокта программаның коды жазылады. Ол жиі қолданылады.

3) Іске қосу/ажырату блогы.

Дайын болған жобаны іске қосады немесе тоқтатады.

4) Іс - әрекет блогы немесе сахна.

Онда программада жазылған іс - әрекеттер көрінеді.

5) Атқарушылар блогы.

Онда кейіпкерлер орналасқан. Программада қатысатын қандай кейіпкерлер бар екенін көруге болады.

6) Спрайттар.

Спрайттар Scratch - тің негізгі құраушылары болып табылады. Scratch программасы оларды басқаратын әрбір спрайттар мен скриптерден тұрады.

Спрайттар:

– сахнада қозғала алады;

–олар белгілі бір денеге тиіп кеткен кезде іске қосылады;

–қолданушымен басқарылады;

–келбетін түрлендіреді;

–мәтіндік бұлттар арқылы сөйлейді;

–дыбыстар шығарады және музыка ойнатып береді;

Scratch ортасында киіз үйді тігуді анимациялық түрде беру үшін Scratch программасын орнатылады немесе ресми сайттан онлайн https://scratch.mit.edu/projects/editor/ жұмыс істеуге болады.

Информатикадан қосымша білім беру жүйесінде үйретуші ойындарды жасауға оқыту үшін қазақ халқының тарихына, мәдениетіне оқушылардың қызығушылықтарын арттыру және ұлттық құндылықтарымызды дәріптей отырып, киіз үйдің көшпелі ұлтымыздың өміріндегі орыны мен оның пайда болу тарихы, сонымен қатар құрастыру технологиясы, оның бөліктері және әрқайсысының мәнін, түсіндіре отырып, Scratch-те цифрлық орта жасалды.

Мектеп оқушыларына Scratch-те киіз үйді жинап, құрастыруды анимация түрінде бере отырып, үйрету керек. Анимация жасауға .gif форматындағы анимацияланған суреттер (sprites gif) керек. Суреттердің артқы фоны мөлдір түсті болу керек. Бұл жерде арба, түйе, адамдар және киіз үй бұлар жылжитын және анимацияланатын объектілер түрінде болады [8].

Киіз үйдің жинауды анимациясы түрінде көрсету үшін қосымша жайлаудың, одан соң арба, түйе, адамдар және киіз үйдің суреттері қажет (2- сурет).

Адамның киіз үйді тігу барысындағы әрекеттері, отырып-тұру, заттарды алып, жоғарыға бере алатын қоғалысын бейнелейтін суреттер дайын болуы қажет. Киіз үй анимациясында киіз үйдің қаңқасы жасалу керек. Табылмаған жағдайда opentoonz болмаса басқа анимация жасау программасында жасап қойған дұрыс.

Scratch-те киіз үйді тұрғызу ыңғайлы болу үшін алдымен сценарийлар жасалады: бастапқы дайындық 1-2 сахналар, қаңқасын тұрығызу 3-4 сахна, безендіру 5 сахна. Бастапқы дайындық сахнасында қыстаудан жайлауға келе жатқан керуен, жайлауға келіп , киіз үй

Сурет 2. Анимация жасауға қажетті суреттер

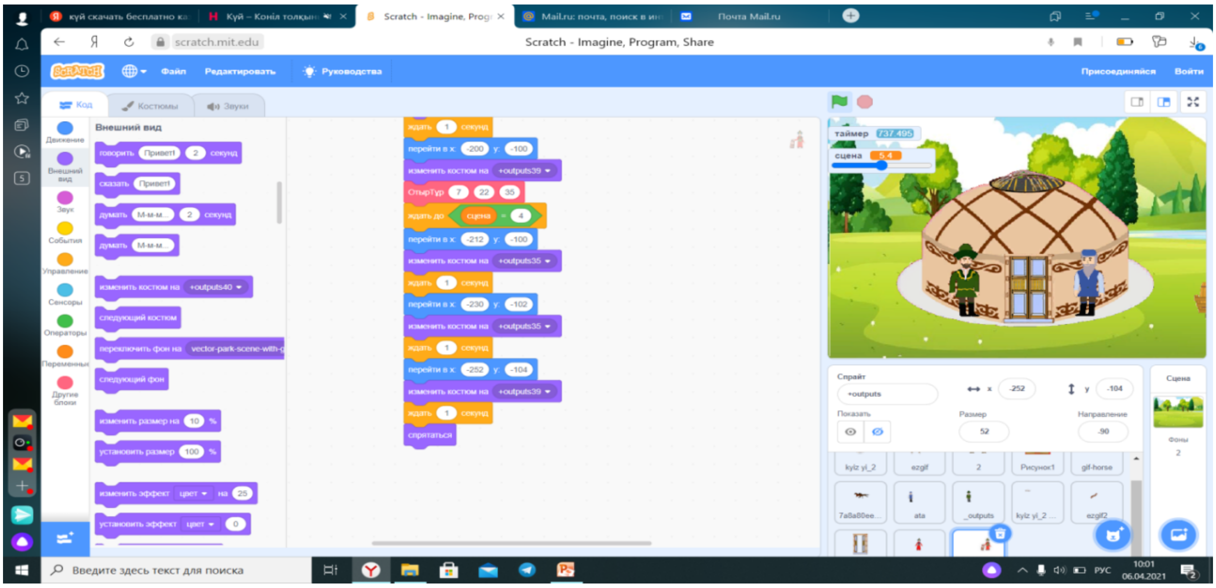
Сурет 3. Киіз үйді тігу реті

тігуге дайындық. Киіз үйдің қаңқасын тұрығызу сахнасында, киіз үйді арбадан түсіріп, жинауды бастайды. Безендіру сахнасында киіз үйді безендіреді.

Ашылған бетте «Спрайтты іске қосу» батырмасын басу арқылы алдында дайындалған суреттер жүктеледі.

Спрайттарды жүктегеннен соң әрқайсысын үстінен басып, 4 тен 9 ға дейінгі суреттердегі кодтар жазылады. Түйе кодында түйе бастапқы кординаттарына тұрады, экран бетіне көрсетіледі, «Сахна» 2 - ге тең және 45 секундқа дейін костюмді ауыстырып 2 қадам алдыға жылжытатын код жазылады. Осылай әр спрайттарға сахналарға бөліп код жазып шығады. Жұмыста реттілік болу үшін сахналар қолданылады (3-сурет).

Анимация реттілігінде киіз үй жинау үшін бүкіл керек жабдықтарын жинап алу қажет. Ең алдымен керегеден басталады. Керегенің қанаттарын алып жазып, оларды бір - бірімен байланыстыру қажет. Керегенің қанаттары байланысып тұру үшін есік қойылады. Шаңырақ киіз үйдің жоғарғы бөлігіне ортадан көтеріп қойылады. Уықтар қадалып, шаңырақ пен кереге байланысады. Киіз үйдің қаңқасы құрастырылып болған соң, сыртын киізбен жабу қажет (анимация жасауға ыңғайлы болу үшін кейбір жерлер ауыстырылды). Нәтижесінде 4-суретте көрсетілгендей киіз үй тігіледі.



Сурет 4. Тігілген киіз үй

Қазақтың киіз үйі жинауға ыңғайлы, желге, жер сілкінуге берік, денсаулыққа пайдалы, жинап құрастырылуы жеңіл, ыстық-суық, жауын-шашын өткізбейтін, қазақтың көші қонуына арналған байырғы ерекше үй.

Оқушылар аталмыш цифрлық ортада киіз үйді жинап, оның бөліктерін құрастыру ретін түсініп, Scratch-те визуалды түрде құрастыруды үйренеді және олардың программалау біліктіліктері мен дағдысы қалыптасады.

Оқушылар тек визуалды программалаумен жұмыс жасап қана қоймай, осы цифрлық орта арқылы өз қиялындағы ғажайыптарды шындыққа айналдырып, өзгелердің де сол қиялдың көрермені болуына мүмкіндік туады.

Оқушыларға қосымша білім беру жағдайында визуалды ортада программалауды үйретудің қазіргі тәсілдері визуалды ортада программалау негіздерін зерттеуді көздемейтіні; ойын және модельдеу қосымшаларын құру бойынша оқу жобаларын әзірлеу арқылы интеграцияланған визуалды ортада программалаудың практикалық тәжірибесін қалыптастыруға негізделген.

Scratch программасы оқушылардың ойлау қабілетін, ұйымдастырушылық қабілетін дамытады, сонымен қатар программалау әлеміне алғашқы қадамдарын жасайды. Жоғарыда атап өткендей сабақта уақыттың жетіспеушілігіне байланысты программамен толық жұмыс жасау мүмкіндігі аз. Сондықтан оқушының бойындағы қызығушылық қабілеті мен дарынын ашу үшін тереңдетіп оқыту керек. Мектеп жасындағы балалар компьютерге қызыққанымен, уақыт өте келе олардың компьютерге деген сұранысы басылып қалады. Сол үшін оқушыны алға жетелеу, арман-қиялдарын іске асырып шынайылыққа айналдыру арқылы мұғалімдер қарапайым программалау ортасы арқылы үлкен мүмкіншілікке қол жеткізе алады.

Кілттік сөздер: визуалды орта, цифрлық орта, программалау, оқушылар.

AMS пәндік классификация: 68N19 Other programming paradigms (object-oriented, sequential, concurrent, automatic, etc.)

Әдебиеттер тізімі

[1] https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1300008565

[2] Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 2: Do they really think differently? On the Horizon, 9, 1–6. Https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/10748120110424843/full/html
[3] Squire K. Review Video Games and Learning: Teaching and Participatory Culture in the Digital Age. // Alberta Journal of Educational Research, Vol. 59, No. 1, Spring 2013, 129-132
[4] Никитин П.В., Горохова Р.И., Зайков А.С. Применение компьютерных игр как фактор повышения качества обучения информатике //Образовательные технологии и общество. – 2015. -№3.- с. 397-409.
[5] Голиков Д.В. Scratch для юных программистов. М.: BHV, 2017. -256 с.
[6] Тасуов Б., Ниетбаева Н.А. Қосымша білім беру жағдайында мектеп оқушыларын визуалды ортада программалауға үйрету. - Авторлық куәлік. 13.01.2022. №22846

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ ПЕДАГОГОВ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИММЕРСИВНЫХ СИСТЕМ В КАЧЕСТВЕ ОБЪЕКТА И СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

АЛЕКСАНДР ГРИНШКУН[1], ЕРМАХАН ЖАБАЕВ[2], АЛЕКСАНДР КУЗНЕЦОВ[3]

[1] Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
[2] Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Казахстан
[3] Самарский филиал Московского городского педагогического университета, Россия
e-mail: grinshkunav@gmail.com; ermahan_zh.h@mail.ru

Аннотация. Виртуальные компьютерные модели открывают новые возможности для демонстрации объектов, процессов или явлений, избегая при этом преждеупомянутых ограничений. Цель работы заключается в изучении вопросов моделирования подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения.

Ключевые слова: информатизация образования, иммерсивные технологии, технология виртуальной реальности, технология дополненной реальности, технология дополненной виртуальности.

1. Введение

В любой образовательной системе присутствует вопрос об эффективности наглядных и интерактивных учебных материалов. Без использования визуализации и практических заданий, процесс обучения может оказаться неэффективным. Визуализация учебных материалов играет ключевую роль в упрощении процесса изучения разнообразных объектов и концепций, основываясь в основном на визуальном представлении информации. Это не только стимулирует интерес студентов, но также помогает сократить время на усвоение материала. Существуют ситуации, когда передача информации без использования визуализации практически невозможна.

2. Методология и методы

Самым распространенным методом визуализации учебных материалов является использование различных изображений, таких как рисунки, фотографии, диаграммы, графики, карты и т.д. Они относительно легки для создания и воспроизводства как в цифровом, так и в печатном формате.

Тем не менее, часто простые изображения оказываются недостаточными для полноценного визуального представления, так как они ограничены определенной перспективой, выбранной автором, и конкретными примерами объекта или явления. С помощью статического изображения сложно передать сложные процессы и явления. Более того, обучающийся обычно имеет ограниченные возможности взаимодействия с изображением, вносить изменения или выполнить определенные манипуляции. Таким образом, несмотря на важность визуализации в современной образовательной системе, она не является достаточной[1].

Кроме того, статические изображения не могут передать дополнительные виды информации, такие как звуковые (птичий трель, звук двигателя и т.д.), тактильные (текстура, теплопроводность и т.д.) или олфакторные (обонятельные) данные.

В последние десятилетия применение видео как средства повышения наглядности материалов стало особенно популярным. Видео позволяет демонстрировать динамику процессов и объектов, а также позволяет включить в учебные материалы аудио-компонент. Однако для воспроизведения видео требуется специальное оборудование, а разработка видеоматериалов обычно значительно сложнее, чем создание статических изображений. Взаимодействие обучающегося с видеоматериалами в основном ограничивается контролем воспроизведения во время индивидуальной работы.

Следующим шагом в улучшении наглядности учебных материалов может быть использование различных физических моделей и лабораторных работ, основанных на взаимодействии с реальными объектами. Этот подход может достичь наиболее высокой эффективности обучения за счет усиленного воздействия на различные чувства учащегося и интерактивности процесса. Точность и реалистичность обучения, основанного на таких методах, на данный момент превосходят все остальные.

Использование физических объектов позволяет учащимся более точно оценить реальные размеры объектов, благодаря бинокулярному зрению, особенностям освещения и тактильному взаимодействию. Элементы, такие как теплопроводность и текстура, могут дать учащимся возможность более точно понять и в дальнейшем идентифицировать материал изучаемого объекта[2-3].

Вместе с тем, использование реальных объектов в обучении сталкивается с существенными ограничениями, связанными с доступностью и приемлемостью таких материалов в контексте образовательной системы. Например, в школах невозможно проведение лабораторных работ с радиоактивными веществами из-за их потенциальной опасности и высокой стоимости, а в медицинских учебных заведениях студенты не могут самостоятельно выполнить хирургические операции на людях по соображениям этики и безопасности.

Частично такие ограничения могут быть преодолены с использованием специально разработанных моделей, которые имитируют значимые для учебы свойства. Однако этот подход не всегда применим, поскольку создание подобных моделей может быть слишком затратным или даже невозможным в определенных случаях.

Виртуальные компьютерные модели открывают новые возможности для демонстрации объектов, процессов или явлений, избегая при этом преждеупомянутых ограничений. Более того, они позволяют достичь высокой степени интерактивности между обучающимся и учебным материалом. Современные информационные технологии способны с достаточной наглядностью и точностью моделировать различные объекты и процессы, обеспечивая возможность проведения ранее недоступных экспериментов и демонстраций. Важно отметить, что для реализации такого обучающего процесса, в большинстве случаев, достаточно иметь доступ к обычному компьютерному оборудованию и программному обеспечению, что является доступным для большинства образовательных учреждений на текущий момент.

Хотя виртуальные компьютерные модели не могут точно воспроизвести все атрибуты реальных объектов, процессов или явлений, что может негативно сказаться на эффективности обучения, они, тем не менее, обеспечивают большую степень интерактивности по сравнению с статическими изображениями или видеоматериалами. Виртуальные лабораторные работы могут служить подготовительным этапом к взаимодействию с реальными объектами, особенно в случаях, когда прямое взаимодействие связано с высокими рисками, дорогостоящим оборудованием, или когда некоторые элементы реальной работы сложно визуализировать. Однако необходимо учесть и такой аспект, как эффект "отчуждения который может возникать при использовании обучающих материалов, включая виртуальные симуляции, изображения и видеоролики. Обучающиеся могут не воспринимать эти материалы так же живо, как реальные объекты, что может привести к нарушению ассоциативных

связей между демонстрацией и реальным объектом. Таким образом, выбор между использованием реальных или виртуальных объектов в образовательном процессе зависит от целей, условий и ресурсов данного обучения.

3. Результаты и дискуссия

Иммерсивные технологии представляют собой важный инструмент, позволяющий минимизировать ограничения, связанные с использованием виртуальных или реальных объектов в учебном процессе, путем их интеграции. Эти технологии предоставляют возможность "смешивания"виртуальных и реальных объектов и пространств для оптимизации их преимуществ. Их использование в обучении снижает эффект "отчужденности связанный с виртуальными моделями, благодаря контекстной связи с реальными объектами, пространственной ориентации и интеграции в активности учащихся. Большинство этих технологий обеспечивают натуральное и реалистичное взаимодействие с виртуальными объектами, что критично при работе в трехмерном пространстве. Они не требуют сложной подготовки для работы с объемным пространством через плоский экран и стандартные манипуляторы, позволяют развивать практические навыки и координацию, а также внедряют новые формы взаимодействия. Кроме того, иммерсивные технологии способны эмулировать различные реальные пользовательские интерфейсы, включая механические, с большим реализмом.

Для полноценного использования такого термина, как «иммерсивные технологии», необходимо его определить и выявить классификацию входящих в нее компонентов.

Иммерсивные технологии (от англ. Immersive – погружение) – технологии, направленные на реалистичное для человека совмещение с возможностью взаимодействия реальных и виртуальных объектов и пространств, работающих в реальном времени.

В одной из наиболее значимых и первопроходческих работ по классификации иммерсивных технологий, авторы П. Милграм и А. Ф. Кишино делают акцент на том, что исследование в основном фокусируется на устройствах вывода, то есть дисплеях [4]. Все определения и классификации основаны на техническом осуществлении. В этом исследовании, такие понятия как "дополненная реальность"(Augmented Reality, AR) и "дополненная виртуальность"(Augmented Virtuality, AV) определены как составные части "смешанной реальности"(Mixed Reality, MR). Слово "Mixed"может иметь различные переводы, что приводит к использованию таких терминов, как "гибридная реальность"или "комбинированная реальность". В современной литературе также встречается термин "расширенная реальность"(Extended Reality, XR), который включает в себя MR и VR. Авторы представляют понятие "континуума реальность-виртуальность"(Reality-Virtuality Continuum), также известное как континуум Милграма, по имени одного из авторов (см. рис. 1).

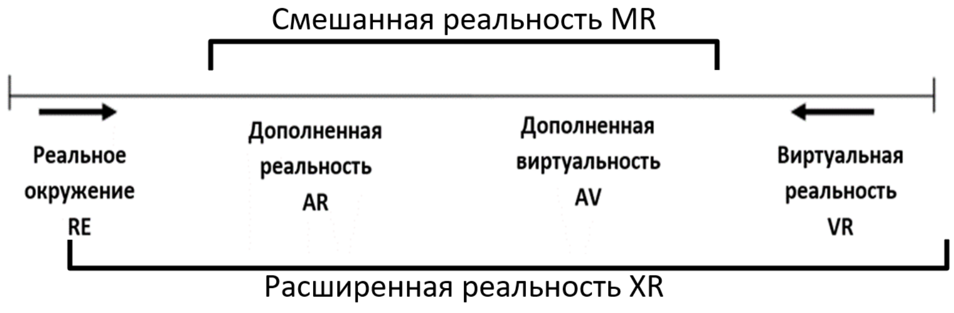


Рис. 1. Континуум Милграма «реальность-виртуальность»

Таким образом, построение модели подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения целесообразно начать с таксономии технологии. Континуум виртуальности-реальности, предложенный Милграмом и Кишино и

модифицированный для целей образования, не предполагает четкого разделения, но включает следующие основные элементы:

(1) Реальное окружение (Real Environment) – это пространство, состоящее исключительно из реальных объектов, которые передаются человеку напрямую. Авторы также включают в это понятие наблюдение через "окно которым может служить, например, дисплей компьютера. Таким образом, просмотр видео на компьютере также считается реальным окружением.
(2) Дополненная реальность (Augmented Reality, AR) представляет собой ситуацию, когда человек смотрит через прозрачный дисплей, на котором отображаются виртуальные объекты. При этом система имеет ограниченное представление о свойствах объекта, например, может знать местоположение объекта, но не знать его внешний вид. В данном случае реальный объект служит "маркером"для "привязки"виртуального объекта к реальной среде.
(3) Дополненная виртуальность (Augmented Virtuality, AV) – среда, где к виртуальной реальности добавляются реальные объекты. Влияние на человека может осуществляться только через дисплей (зрение), воздействуя на другие чувственные органы (слух, обоняние, положение в пространстве, тактильные ощущения, чувство температуры, чувство ускорения), либо в различных комбинациях.
(4) Виртуальная реальность или виртуальное окружение (Virtual Reality / Virtual Environment) – это независимая среда, в которой все объекты имеют все необходимые свойства. При этом используются непрозрачные дисплеи. В виртуальной реальности законы реального мира могут не соблюдаться.

Если говорить об образовании в целом, то из-за большой разницы в способах применения иммерсивных технологии следует выделить основные направления подготовки с различными целями и содержанием: В школе обучение иммерсивным технологиям целесообразно проводить на уроках информатики. Обучив школьников основам использования, можно существенно повысить эффективность применения данных технологий на различных учебных предметах в качестве средства обучения, а также подготовить детей к последующему применению в быту и работе. Более глубокое изучение профессиональных средств разработки целесообразно только в факультативном формате и не должно быть обязательным для всех обучающихся[5-7].

Разработчиков средств иммерсивных технологий следует обучать не только базовому инструментарию разработки непосредственно иммерсивных систем, программированию и 3D-моделированию, но и также основам оптики, архитектуре устройств смешанной реальности, геймдизайну, UX/UI, системам позиционирования, машинному зрению, некоторым аспектам психологии и т. д. Безусловно очень важно дать понимание того, зачем нужны такие технологии, какие у них преимущества, недостатки и возможные сферы применения. Для реализации такой подготовки желательны специализированные аппаратно-программные комплексы, которые позволили бы разрабатывать и тестировать ПО на различных конфигурациях оборудования. К возможным решениям можно отнести отечественный конструктор очков дополненной реальности «iFlexible», который позволяет изучить строение таких устройств, адаптировать конструкцию и возможности под текущие нужды благодаря модульной структуре. Программная надстройка для среды Unity3d с набором готовых шаблонов позволяет разрабатывать программные решения обучающимися с различным уровнем подготовки.

В качестве базовых шаблонов приложений дополненной реальности целесообразно использовать следующие примеры:

- Замена одного реального объекта на основе маркера дополненной реальности.
- Замена нескольких объектов, основанных на маркерах дополненной реальности с возможностью взаимодействия.
- Добавление информационного слоя на объект.

- Добавление модели на плоскость (SLAM).
- Виртуальный объект, привязанный с помощью геолокации.
- Взаимодействие с виртуальным объектом через распознавание жестов и рук.
- Добавление виртуального объекта с помощью «якоря».

Дополнительные шаблоны повышенной сложности могут включать в себя добавление информационного слоя на сложный трехмерный объект с помощью нескольких маркеров дополненной реальности, а также пример мультиплеерной симуляции в дополненной реальности в едином пространстве.

Для педагогических ВУЗов содержание обучения зависит от направления студента. Всех целесообразно обучить работе с иммерсивными технологиями, азам разработки учебного контента, а также познакомить с методикой применения таких средств с учетом специфики учебного предмета в образовательном процессе. Будущих учителей информатики, помимо вышеописанной подготовки, следует познакомить с методикой обучения иммерсивным технологиям школьников. В качестве инструментов разработки учителями систем дополненной реальности могут выступать такие системы как EyeJack (маркеры), Halo AR (маркеры и SLAM), CoSpaces (SLAM) и др.

Массовая подготовка будущих учителей профессиональной разработке образовательных систем иммерсивных технологий не целесообразна. Однако в рамках переподготовки и повышения квалификации педагогических работников обучать разработке, а разработчиков основам педагогики позволяет подготовить специалистов способных к более комплексной разработке таких образовательных систем.

В модели подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения также описано использование различных иммерсивных технологий в образовательных целях.

В технологии виртуальной реальности выделена следующая классификация подходов к обучению:

• Виртуальная экскурсия – это подход к обучению, использующий технологию виртуальной реальности, при котором обучающиеся передвигаются по заранее смоделированной среде без активного взаимодействия с ней. Виртуальное пространство может быть статичным (например, представление музея или здания) или динамическим (воссоздание работы механизмов, исторических событий или различных процессов). Реализация такого подхода не требует наличия пространственных манипуляторов, перемещение можно осуществлять через отслеживание направления взгляда учащегося, ввод через устройства или реальное перемещение в помещении. Основными преимуществами этого подхода являются его относительная простота в разработке и использовании, а также возможность проведения обучения в обычном классе без специально подготовленных помещений. Несмотря на отсутствие прямого взаимодействия с виртуальным миром, такие среды обеспечивают интерактивность благодаря возможности свободного перемещения по виртуальной среде. Более того, объемное изображение усиливает преимущества бинокулярного зрения, улучшая восприятие размеров и расстояний.

• Виртуальная лаборатория представляет собой подход к обучению с использованием виртуальной реальности, где учебная система включает набор определённых объектов и их свойств, а также правила взаимодействия между ними. Такие системы часто не имеют строго определенного сценария использования, вместо этого они стимулируют творческий подход учащихся, что отражает основные цели естественнонаучных предметов. Использование таких систем предполагает использование пространственных манипуляторов виртуальной реальности и может требовать больше пространства или специальную аудиторию. Виртуальные лаборатории позволяют учащимся участвовать в экспериментах и демонстрациях, которые недостижимы в классическом школьном контексте, такие как работа с опасными материалами или использование оборудования, которое недоступно из-за высокой стоимости, больших габаритов или специальных требований. Несмотря на то, что виртуальное

обучение может быть менее эффективным по сравнению с реальной лабораторной работой, оно значительно превосходит простое теоретическое изучение материала. Более того, лабораторные работы в виртуальной реальности могут помочь учащимся развить начальные навыки перед выполнением реальной работы, особенно когда ошибка может быть дорогостоящей или опасной[8]

• Виртуальная "песочница"представляет собой подход к обучению, использующий технологии виртуальной реальности, и направленный на максимальное развитие творческих способностей учащихся. При помощи специализированных инструментов и возможностей редактирования виртуальных объектов, учащиеся могут создавать новые виртуальные миры. Такое взаимодействие может напоминать рисование в трехмерном пространстве, сборку конструктора, художественную лепку или имитацию творческих профессий. Создаваемые миры и объекты могут быть интерактивными и динамическими, что дает учащимся большую творческую свободу. Эти инструменты могут быть особенно полезными при работе над проектами, поскольку использование виртуальных "песочниц"упрощает процесс прототипирования и позволяет моделировать объекты и системы, создание которых невозможно в условиях образовательного учреждения.

• Виртуальный симулятор – это подход к обучению, использующий технологию виртуальной реальности, который сочетает в себе аспекты виртуальных экскурсий и лабораторий. Как и в "виртуальной экскурсии существует определенный сценарий симуляции, однако ученик, как и в "виртуальной лаборатории может взаимодействовать с различными объектами. У каждого объекта есть свои свойства и правила взаимодействия с другими объектами. Виртуальные симуляторы позволяют студентам испытать выполнение различных работ, которые недоступны для выполнения в рамках обычных школьных занятий, или для предварительной тренировки, если существуют различные ограниченные расходные материалы, или дорогостоящее и хрупкое оборудование. В таких случаях студенты могут повторить определенный алгоритм действий и проверить его правильность. Кроме того, такие симуляторы позволяют использовать сценарии, которые учитывают несколько вариантов решения задачи, а также процедурно генерируемые задачи, которые позволяют многократно проходить одну и ту же задачу с различными изменениями условий. Это добавляет различные способы индивидуализации обучения, путем варьирования сложности и контекстов решения заданий.

• "Необходимая виртуальность"– это подход к обучению, использующий системы виртуальной реальности для работы со средами и объектами, с которыми невозможно напрямую взаимодействовать или продемонстрировать в реальном мире по различным причинам. В этом контексте виртуальная реальность является единственным способом проведения практических работ и демонстраций, в которых участвуют ученики. "Необходимая виртуальность"в основном используется для работы со слишком маленькими (микро) или большими (макро) объектами и средами, что позволяет повысить интерактивность и наглядность учебного материала, а также увеличить уровень мотивации учащихся. Кроме того, этот подход позволяет ученикам увидеть мир глазами других людей и животных, например, показывая, как чувствует себя человек с психическими заболеваниями. Это помогает развивать эмпатию и чувство ответственности.

• "Виртуальные кооперации"– это подход к обучению, использующий системы виртуальной реальности, основанный на совместной работе нескольких людей в едином цифровом пространстве. В таком контексте это взаимодействие может происходить с людьми, находящимися в любой точке мира, с использованием автоматических переводчиков в реальном времени. В виртуальных кооперациях могут участвовать не только люди с устройствами виртуальной реальности, но и те, у кого таких устройств нет. Однако возможности взаимодействия для последних будут ограничены. Такой подход к использованию технологии виртуальной реальности в образовательном процессе может позволить достичь более высокой степени межкультурного взаимодействия и обмена. Кроме того, этот подход можно

комбинировать с другими, например, проводить виртуальные экскурсии с участием множества учеников и учителя-гида.

В рамках рассмотрения элемента модели подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения по линии применения технологии дополненной реальности позволяет выделить подходы к разработке и применению визуальных средств технологии дополненной реальности:

• Первый подход к применению технологий дополненной реальности в обучении ориентирован на разработку виртуальных объектов, которые визуализируются поверх физических объектов в реальном мире. Система дополненной реальности может частично или полностью заменить физический объект виртуальным, обладающим необходимыми характеристиками. Такие средства обучения могут быть применены в практических или лабораторных занятиях, когда выполнение задач в реальных условиях невозможно или нецелесообразно по различным причинам. Это может быть полезно не только в обучении информатике, но и в других школьных дисциплинах в рамках межпредметной интеграции. Например, это может быть полезно для занятий, для которых сложно найти необходимое оборудование из-за его стоимости, недоступности, размера, трудоемкости установки и других факторов. Другим примером могут быть обучающие инструменты, которые могут представлять опасность для человека или объекта изучения из-за его уникальности, хрупкости, опасности от электричества и т.д. Примером применения этого подхода может быть лабораторная работа по информатике, в которой учащиеся выполняют задание по сборке системного блока персонального компьютера. Неправильные действия во время выполнения этого задания могут привести к повреждению дорогостоящего оборудования. Используя технологию дополненной реальности, вместо реальных компонентов системного блока (процессора, материнской платы, видеокарты, оперативной памяти и т.п.) могут использоваться обычные бумажные листы с маркерами дополненной реальности, напечатанными на принтере. Учащийся, смотрящий через систему дополненной реальности (например, используя смартфон или планшет и специальное программное обеспечение), будет видеть на своем рабочем столе виртуальные компоненты системного блока ПК вместо бумажных маркеров. Перемещение бумажных маркеров дополненной реальности позволяет выполнять манипуляции в рамках учебного задания в соответствии с изученными правилами сборки системного блока. Одним из основных недостатков этого подхода к обучению информатике является то, что учащиеся могут не приобрести достаточно практических навыков работы с реальными компонентами системного блока компьютера, так как все действия выполняются с использованием бумажных маркеров. Поэтому использование таких обучающих средств может быть нецелесообразно, если у всех учеников есть доступ к реальным компонентам компьютеров, а использование технологии дополненной реальности не приводит к увеличению интенсивности обучения - то есть к увеличению объема усваиваемого учебного материала или к сокращению затрачиваемого времени без ущерба для качества обучения. Другим важным недостатком этого подхода, который нужно учесть при разработке модели обучения информатике, является то, что учащиеся не могут физически взаимодействовать с изучаемыми объектами и их свойствами, которые можно было бы ощутить тактильно, такими как вес, температура, текстура и т.д. Этот недостаток можно в некоторой степени компенсировать, используя типовые заменяющие объекты со схожей текстурой, формой и весом. Такие замещающие объекты и инструменты можно изготовить с помощью современных 3D-принтеров, которые доступны во многих школах[9].

• Второй подход заключается в создании виртуальных информационных слоев на реальных объектах, которые используются или изучаются в обучении. При этом подходе, согласно разработанной модели, ученики могут взаимодействовать с реальными объектами и средствами, на которые с помощью технологии дополненной реальности проецируются

виртуальные информационные слои. Этот подход интересен тем, что интерактивный информационный слой невозможно добавить на реальный объект без использования технологии дополненной реальности. В этом случае система дополненной реальности "дополняет"физический объект информацией, которая важна для обучения. Это может быть инструкция по использованию объекта, его структурная схема или различные "слои". Например, можно привести описание отдельных функциональных областей микросхемы или наглядное указание на названия компонентов материнской платы компьютера. В рамках второго подхода элементами информационного слоя могут быть графические и фотографические изображения, видеофрагменты и 3D-модели. При описании модели обучения информатике следует учитывать, что, несмотря на специфику каждого из предлагаемых подходов к разработке и использованию визуальных средств обучения, есть возможность их комбинирования в различных сочетаниях. Например, при обучении архитектуре персонального компьютера в основной школе в реальный системный блок с установленной в нем материнской платой можно поместить объекты, символизирующие компоненты компьютера для их распознавания системой дополненной реальности. Это позволит учителю и ученикам, "расставляя"различные замещающие объекты на материнской плате, с помощью технологии дополненной реальности переместить требуемый виртуальный объект в нужное место.

Применение комбинированного подхода при изучении соответствующего раздела курса информатики позволит ученикам избежать повреждения дорогостоящих и довольно хрупких компонентов компьютера, сформировать заданную конфигурацию без дополнительных затрат и минимизировать "рутинные"операции, которые зачастую требуют много времени и усилий и не способствуют формированию необходимых знаний и навыков. Важно понимать, что каждый из выбранных для дальнейшего исследования подходов имеет свою специфику и область наиболее эффективного применения. К тому же второй подход менее распространен из-за относительной сложности его практической реализации. Сформировать новый объект гораздо проще, чем визуально дополнить существующий реальный объект из-за трудностей в позиционировании и распознавании объектов. Это затруднение стоит учесть при выборе метода обучения и подхода к применению технологии дополненной реальности.

В части модели, посвященной технологии дополненной реальности отражены блоки и компоненты методической системы обучения информатике в основной школе с использованием технологии дополненной реальности, а также их взаимосвязи (см. рис. 2). Модель состоит из шести основных блоков: «Технология дополненной реальности в курсе информатики», «Цели», «Содержание обучения информатике», «Методы обучения информатике», «Принципы создания и критерии отбора средств обучения информатике», «Средства обучения информатике».

Центральный блок «Технология дополненной реальности в курсе информатики» отображает взаимосвязь технологии дополненной реальности как объекта изучения и средства обучения. Данный блок также соединен с целями применения технологии дополненной реальности, методами обучения информатике, обусловленными описанными подходами к разработке и использованию средств дополненной реальности, содержанием обучения информатике, а также средствами обучения информатике через блок «Принципы создания и критерии отбора средств обучения информатике».

Блок «Цели» раскрывает основное целеполагание внедрения технологии дополненной реальности в курс информатики основной школы, ориентированное на подготовку школьников к жизни в условиях информационного общества. При этом планируется, что соответствующая глобальная цель обучения будет достигнута за счёт достижения локальных взаимосвязанных целей: обучения технологии дополненной реальности в курсе информатики как перспективной технологии, а также использования технологии дополненной реальности для повышения эффективности обучения информатике в школе.

Рис. 2. Модель методической системы обучения курсу информатики основной школы с использованием технологии дополненной реальности

Блок «Методы обучения информатике» отражает взаимосвязь трёх основных методов, обусловленных подходами к применению дополненной реальности, – замены объекта, комбинирования и добавления информационных слоёв. При этом явно выделяется критерий для такой классификации, в качестве которого выступает зависимость от контекста, поскольку чем больше виртуальные модели взаимодействуют с реальным окружением, тем выше такая зависимость: замена объекта – зависимость только от положения всего предмета, применение информационных слоёв – зависимость не только от положения предмета, но и от его свойств и состава.

Блок "Содержание обучения информатике"включает выбранный в исследовании материал курса информатики для основной школы, где применимо использование технологии дополненной реальности в качестве объекта изучения или обучающего инструмента. Дополнительно, этот блок предлагает новую тему "Технологии дополненной и виртуальной реальности"для интеграции в обучающую программу по информатике в основной школе.

Блок "Принципы создания и критерии отбора средств обучения информатике"включает критерии для обучающих материалов, основанных на технологии дополненной реальности. Отобранные и созданные обучающие инструменты должны соответствовать технологическим, дидактическим и методологическим, психологическим, функциональным, эргономическим и эстетическим требованиям, а также учитывать здоровье учащихся и преподавателей. Специфические требования, связанные с использованием технологии дополненной реальности, дополняют перечисленные требования, и в совокупности они составляют предложенную модель обучения информатике.

Технико-технологические требования включают стабильность работы компьютерных инструментов в различных телекоммуникационных окружениях, операционных системах и платформах, их устойчивость и надежность, способность работать на различных компьютерах и устройствах дополненной реальности, защиту от ненамеренных действий преподавателей и учащихся, устойчивость к сбоям, рациональное и эффективное использование ресурсов, простоту, полноту и надежность установки и деинсталляции, тестируемость, и эффективность позиционирования. Введенное требование эффективности позиционирования

означает, что используемые в обучении программные и аппаратные средства дополненной реальности должны стабильно и точно распознавать объекты реального мира и корректно связывать их с виртуальными объектами или процессами, визуально дополняя реальное пространство, что позволяет человеку воспринимать виртуальные объекты как часть реального окружения.

Дидактические и методические требования, кроме стандартных для традиционных учебных материалов, таких как доступность, научность, проблемность, наглядность, осознанность, самостоятельность, систематичность, последовательность, интеграция развивающего, образовательного и воспитательного функционала, адаптивность, интерактивность, развитие интеллектуального потенциала учащегося, системность и полнота, включают специальные требования для обучающих средств, основанных на использовании технологии дополненной реальности. Среди них - представление учебного материала с учетом взаимосвязи действенных, понятийных и образных составляющих мышления, отражение системы научных понятий в виде определенной структуры с возможностью учета как одноуровневых, так и межуровневых логических связей элементов, предусмотренные возможности выполнения разнообразных контролируемых тренировочных действий и соответствие требованию целесообразности использования обучающих средств, основанных на технологии дополненной реальности.

4. Заключение

Таким образом, иммерсивные технологии, включающие виртуальную и дополненную реальность, а также дополненную виртуальность, предоставляют человеку возможность погружения в недоступные среды и взаимодействия с недоступными объектами. Применение таких технологий может значительно усовершенствовать различные уровни и направления образования, а также улучшить производительность в определенных сферах деятельности.

Однако, важным условием внедрения этих технологий в образовательный процесс является подготовка преподавателей к использованию иммерсивных систем как средства и объекта обучения. Необходимо учитывать, что методики применения и обучения должны значительно различаться в зависимости от уровня и направления образования. Для организации такой работы и было проведено моделирование подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения.

Список литературы

[1] Grinshkun A., Perevozchikova M., Razova E., Khlobystova I. Using Methods and Means of the Augmented Reality Technology When Training Future Teachers of the Digital School *European Journal of Contemporary Education.*, 2021. Vol 10(2), С. 358-374

[2] Фомина О. В. Применение "виртуальной реальности"в образовании / О. В. Фомина, Р. Э. Асланов, Д. Р. Шикунов *Цифровизация общества: состояние, проблемы, перспективы : Материалы VIII ежегодной всероссийской научно-практической конференции*, 2021. – С. 146-158.

[3] Баженова С. А. Формирование целей и содержания обучения дисциплине "Информационные и телекоммуникационные технологии в работе учителя"*Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования.*, – 2014. – № 4(30). – С. 14-18.

[4] P. Milgram and A. F. Kishino, Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays *IEICE Transactions on Information and Systems*, E77-D(12), pp. 1321—1329, 1994.

[5] Бидайбеков Е. , Хеннер Е. , Шекербекова Ш. и Жабаев Е.Х. К вопросу обучения будущих учителей информатики компьютерным сетям на основе моделирования сетей. *Вестник «Физико-математические науки».*, 2020. Vol 72, No 4, С. 174–179. DOI:https://doi.org/10.51889/2020-4.1728-7901.27.

[6] Бидайбеков Е., Гриншкун А., Шекербекова Ш., Ревшенова М. и Жабаев Е. Возможности реализации технологии дополненной виртуальности в образовании. *Вестник «Физико-математические науки».*, 2022. Vol 79, No 3, С. 271–277. DOI:https://doi.org/10.51889/9461.2022.42.27.031.

[7] Жабаев Е.Х. Использование Netemul для моделирования и симуляции компьютерных сетей. *Вестник «Физико-математические науки».*, 2020. Vol 70, No 2, С. 216–222. DOI:https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-7901.34.

[8] Бидайбеков Е., Гриншкун А., Ошанова Н. Место дополненной виртуальности в системе иммерсивных образовательных технологий. *Вестник «Физико-математические науки».*, 2022. Vol 79, No 3, С. 264–270. DOI:https://doi.org/10.51889/5407.2022.28.23.032.
[9] Бидайбеков Е., Гриншкун В. и Курмангалиева Н. Модель формирования цифровой образовательной среды педагогического вуза. *Вестник «Физико-математические науки».*, 2022. vol 80, No 4, С. 219–227. DOI:https://doi.org/10.51889/6510.2022.94.65.025.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ НАЧАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В КАЗАХСТАНЕ

АЛЬМИРА ИБАШОВА, ДАМИРА БЕЛЕСОВА

Южно-Казахстанский государственный педагогический университет, Шымкент, Казахстан
e-mail: damira.belesova@gmail.com

Аннотация. Глобальная информатизация социального пространства является одной из закономерностей развития общества.
От степени технологического развития каждой страны зависит не только ее экономическое могущество и уровень жизни населения, но и положение этой страны в мировом сообществе, возможности экономической и политической интеграции с другими странами, а также решение проблем национальной безопасности. В то же время уровень развития и использования современных технологий в той или иной стране определяется не только развитием материальной базы, но, главным образом, уровнем интеллектуализации общества, его способностью производить, усваивать и применять новые знания. Все это самым тесным образом связано с уровнем развития образования в стране и с проблемами информатизации образования.
На современном этапе развития образования все больше внимания уделяется информатизации начального образования.
Одна из главных причин заключается в том, что современное общество предъявляет новые требования к вступающему в жизнь поколению. Нужно иметь навыки, чтобы планировать свою деятельность и находить информацию, необходимую для решения проблемы, а также строить информационную модель изучаемого объекта или процесса, эффективно использовать новые технологии. Развитие детей младшего школьного возраста с помощью работы на компьютере, как показывает отечественный и зарубежный опыт, является одним из важных направлений современной педагогики.
Целью информатизации начального образования в Казахстане является создание условий для повышения качества образования и развития информационной грамотности учащихся. Это позволяет расширить доступ к образованию и обеспечить учащимся современные навыки.
В целом, информатизация образования в начальных классах способствует развитию учащихся, обеспечивает им широкий доступ к знаниям и улучшает качество образования в соответствии с требованиями современного информационного общества.

Ключевые слова: информатизация, начальные классы, образование, информационная грамотность, информационное направление, алгоритмическое направление.

Предметная классификация AMS: 68

В настоящее время становится ясным, что информация играет стратегическую роль в развитии общества, и образование стало непрерывным процессом. Поэтому возникает необходимость организовывать обучение на основе современных информационно-коммуникативных технологий, где все шире используются электронные средства в качестве источников информации.

Глобальная информатизация социального пространства является закономерностью развития общества. Технологический прогресс в каждой стране определяет ее экономическую мощь, уровень жизни населения и положение в мировом сообществе. Это также влияет на возможности экономической и политической интеграции с другими странами и решение проблем национальной безопасности. Уровень развития и использования современных технологий связан не только с материальной базой, но главным образом с интеллектуализацией общества, его способностью производить, усваивать и применять новые знания. Это непосредственно связано с уровнем развития образования в стране и проблемами информатизации образования [1].

Одной из первостепенных задач образовательной политики на современном этапе является достижение высокого уровня образования, соответствующего современным и будущим потребностям личности, общества и государства.

В рамках этой цели особое внимание уделяется модернизации школьного образования, чтобы обеспечить его новое качество, соответствующее требованиям современности.

Информатизация образования играет ключевую роль в решении двух основных задач школы: обеспечение доступного образования для всех и достижение нового, современного качества образования для каждого учащегося. Информатизация образования – это сложный многоуровневый процесс, который нельзя свести к снабжению школ компьютерами, электронными учебниками и подключению к Интернету. В Казахстане ведётся системная работа по информатизации образования [2]. В этой работе в качестве базовой установки принимается ориентация на казахскую лексическую базу учебного программного обеспечения: во избежание дополнительных методических трудностей, ребёнок должен осваивать информатику в родной, казахской лексической среде. Информатизация образования в начальных классах играет важную роль в современном образовательном процессе. Она предоставляет уникальные возможности для улучшения качества обучения и развития учащихся [3]. Вот некоторые из основных ролей информатизации образования в начальных классах:

1. Развитие информационной грамотности: ИКТ позволяют детям развивать навыки работы с информацией, поиска и анализа данных, критического мышления и оценки источников информации [4]. Эти навыки становятся все более важными в современном информационном обществе.

2. Индивидуализация обучения: Использование компьютерных программ и онлайн-ресурсов позволяет адаптировать обучение к индивидуальным потребностям и темпу развития каждого ученика. Учащиеся могут работать в своем собственном темпе, получая индивидуальную обратную связь и дополнительные материалы для углубленного изучения.

3. Расширение доступа к образованию: Информатизация образования помогает преодолеть географические и социальные преграды, предоставляя доступ к образованию в удаленных или малообеспеченных районах. Онлайн-образование и дистанционное обучение позволяют детям получать качественное образование, независимо от своего местоположения.

4. Развитие творческих навыков: ИКТ предоставляют учащимся возможность создавать собственные проекты, использовать цифровые инструменты для творчества и самовыражения. Это способствует развитию креативности, инновационного мышления и коллаборативной работы.

5. Подготовка к цифровой экономике: Информатизация образования обеспечивает учащихся необходимыми навыками и компетенциями для успешной адаптации к требованиям

цифровой экономики. Они учатся использовать различные программы и технологии, развивают навыки работы в команде и проблемного мышления, что помогает им быть готовыми к будущим профессиональным вызовам.

В Казахстане информатизация начального образования стремится создать условия для улучшения качества образования и развития информационной грамотности учащихся. Это позволяет расширить доступ к образованию и обеспечить учащихся современными навыками. В последние годы правительство Казахстана предприняло ряд мер для стимулирования использования информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в начальной школе.

В начальной школе следует пересмотреть приоритеты образования, чтобы одним из ключевых результатов обучения и воспитания детей стало их готовность к освоению современных компьютерных технологий и способность использовать полученную информацию для самообразования.

Для достижения этих целей учителя начальных классов должны использовать различные стратегии обучения младших школьников, с акцентом на применение информационно-коммуникативных технологий в учебном процессе. Это позволит обеспечить успешную реализацию заявленных целей и подготовить детей к быстро меняющемуся цифровому миру, где умение работать с компьютерами и информацией будет необходимым для их дальнейшего развития и обучения.

Применение информационно-коммуникативных технологий (далее ИКТ) в начальной школе способствует развитию у учащихся навыков ориентирования в информационных потоках окружающего мира, овладевания практическими способами работы с информацией и умениями обмениваться информацией с помощью современных технических средств. Использование ИКТ на уроках в начальной школе также позволяет перейти от традиционного метода простого объяснения и иллюстрации к более активному деятельностному подходу, где ребенок становится активным участником учебного процесса. Это способствует более осознанному и глубокому усвоению знаний учащимися.

Использование ИКТ в начальной школе позволяет:

- активизировать познавательную деятельность учащихся;
- проводить уроки на высоком эстетическом уровне (музыка, анимация);
- индивидуально подойти к ученику, применяя разноуровневые задания.

Внедрение современных информационных технологий в начальную школу предоставляет возможность учащимся использовать свои познавательные и игровые потребности для активного участия в образовательном процессе и развития личных навыков. Современные мультимедийные уроки следуют традиционной структуре, включая актуализацию знаний, объяснение нового материала, закрепление и контроль. Они используют различные методы, такие как объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, частично-поисковый и другие.

Один из наиболее удачных способов подготовки и представления учебного материала в начальной школе - это создание мультимедийных презентаций. Мультимедийные презентации представляют информацию с помощью компьютерных программ, объединяя динамику, звук и изображения. Это сочетание привлекает внимание учеников и удерживает его на протяжении урока. Одновременное использование слухового и зрительного восприятия позволяет добиться более эффективного усвоения материала. Таким образом, использование ярких образов в презентациях значительно облегчает процесс восприятия и запоминания информации, что является основой современного образования.

Методическая сила мультимедиа как раз и состоит в том, что ученика легче заинтересовать и обучить, когда он воспринимает согласованный поток звуковых и зрительных

образов, причем на него оказывается не только информационное, но и эмоциональное воздействие. Более того, презентация дает возможность учителю самостоятельно скомпоновать учебный материал исходя из особенностей конкретного класса, темы, предмета, что позволяет построить урок так, чтобы добиться максимального учебного эффекта.

Внедрение информационных технологий основано на учете следующих возрастных особенностей учащихся:

• в начальной школе происходит смена ведущей деятельности ребенка с игровой на учебную. Использование игровых возможностей компьютера в сочетании с дидактическими, позволяет сделать этот процесс более плавным;

• большая часть знаний, умений и навыков, полученных на уроках, ещё не используется младшими школьниками во внеурочной деятельности; их практическая ценность утрачивается, а прочность - существенно снижается. Применение же полученных знаний, умений и навыков в игровой компьютерной среде приводит к их актуализации и мотивации их приобретения;

• высокая степень эмоциональности младших школьников значительно сдерживается строгими рамками учебного процесса. Занятия же на компьютере позволяют частично разрядить высокую эмоциональную напряженность и оживить учебный процесс;

• мультимедиа-учебники призваны автоматизировать все основные этапы обучения - от изложения учебного материала до контроля знаний и выставления итоговых оценок. При этом весь обязательный учебный материал переводится в яркую, увлекательную, с разумной долей игрового подхода, мультимедийную форму с широким использованием графики, анимации, в том числе интерактивной, звуковых эффектов и голосового сопровождения, включением видеофрагментов [5].

Организация учебного процесса в начальной школе, прежде всего, должна способствовать активизации познавательной сферы обучающихся, успешному усвоению учебного материала и способствовать психическому развитию ребенка. Следовательно, ИКТ должно выполнять определенную образовательную функцию, помочь ребёнку разобраться в потоке информации, воспринять её, запомнить, а не в коем случае не подорвать здоровье. ИКТ должны выступать как вспомогательный элемент учебного процесса, а не основной. Учитывая психологические особенности младшего школьника, работа с использованием ИКТ должна быть чётко продумана и дозирована. Планируя урок (работу) в начальной школе, учитель должен тщательно продумать цель, место и способ использования ИКТ.

В настоящее время информатизация начального образования проходит по следующим направлениям:

• использование ИКТ в качестве дидактического средства обучения (создание дидактических пособий, разработка и применение готовых компьютерных программ по различным предметам, использование Интернет-ресурсов, и т. д.);

• введение учебного курса «Цифровая грамотность» как учебного предмета для учеников начальных классов;

• проведение урока с использованием информационных технологий (ИТ) (применение ИТ на отдельных этапах урока, использование ИТ для закрепления и контроля знаний, организация групповой и индивидуальной работы, внеклассной работы и работы с родителями) [6].

Спектр использования возможностей ИКТ в образовательном процессе достаточно широк. Однако, работая с детьми младшего школьного возраста, следует соблюдать заповедь «НЕ НАВРЕДИ!». С 2021 года в Казахстане в учебную программу начальных классов добавлен новый предмет под названием "Цифровая грамотность". Его цель состоит в развитии у учеников знаний в области информатики и навыков работы с информационно-коммуникационными технологиями (ИКТ). Основной задачей изучения предмета "Цифровая грамотность"является предоставление обучающимся базовых знаний, умений и навыков, касающихся работы с компьютером, обработки информации, использования сети

Интернет, развития вычислительного мышления и робототехники. Это направлено на то, чтобы ученики могли эффективно применять современные информационные технологии на практике.

Основные задачи программы «Цифровая грамотность»:

1) предоставить обучающимся первоначальные сведения о компьютере, современных цифровых устройствах и их роли в жизни общества;

2) формировать у обучающихся навыки вычислительного мышления, сборки и программирования роботов, поиска, сбора, обработки, хранения и передачи информации в различных формах с использованием информационно-коммуникационных технологий;

3) способствовать формированию навыков обучающихся представлять свои идеи, используя различные прикладные программы;

4) способствовать использованию информационно-коммуникационных технологий для общения, обмена информацией и сотрудничества;

5) прививать обучающимся правила безопасной работы с компьютером и уважение авторских прав.

Учебная программа включает трехъязычное образование, что означает обучение на трех языках (казахском, русском и английском) и организацию внеурочной деятельности также на этих трех языках. Главная особенность учебной программы заключается в том, что она направлена не только на передачу предметных знаний и умений, но также на развитие разнообразных навыков. К таким навыкам относятся применение знаний в практической и творческой деятельности, критическое мышление, выполнение исследовательских работ, использование информационно-коммуникационных технологий, умение эффективно общаться, работать в группе и индивидуально, решать проблемы и принимать решения.

Важной частью развития учащихся является формирование их личностных качеств, которые тесно связаны с приобретением широкого спектра навыков. Это способствует закреплению базовых ценностей образования, таких как казахстанский патриотизм и гражданская ответственность, уважение, сотрудничество, труд и творчество, открытость и стремление к образованию на протяжении всей жизни. Эти ценности играют роль стойких ориентиров для учащихся, мотивируя их поведение и повседневную деятельность.

Объем учебной нагрузки по предмету предмета «Цифровая грамотность» составляет:

1) в 1 классе 0,5 часа в неделю, 17 часов в учебном году;

2) во 2 классе 1 час в неделю, 34 часа в учебном году;

3) в 3 классе 1 час в неделю, 34 часа в учебном году;

4) в 4 классе 1 час в неделю, 34 часа в учебном году.

Основным требованием для преподавания предмета «Цифровая грамотность» является доступ к компьютерным системам. Список оборудования, необходимый для эффективного проведения занятий по предмету «Цифровая грамотность» включает:

1) персональные компьютеры, укомплектованные гарнитурой (наушниками с микрофоном);

2) высококачественная сеть открытого доступа для обеспечения обмена данными между устройствами и коммуникации учителей и обучающихся с широкополосным доступом к сети Интернет;

3) периферийные устройства: принтер, сканер, копировальная техника, интерактивный проектор/интерактивная доска;

4) наборы для робототехники.

Базовое содержание учебного предмета включает следующие разделы:

1) компьютер;

2) представление и обработка информации

3) работа в сети Интернет

4) вычислительное мышление

5) робототехника

Раздел «Компьютер» включает следующие подразделы:
1) устройства компьютера;
2) программное обеспечение;
3) безопасность.
Раздел «Представление и обработка информации» включает следующие подразделы:
1) тексты;
2) графика;
3) презентации;
4) мультимедиа.
Раздел «Работа в сети Интернет» включает следующие подразделы:
1) поиск информации;
2) обмен информацией.
Раздел «Вычислительное мышление» включает следующие подразделы:
1) алгоритмы;
2) программирование.
Раздел «Робототехника» включает следующие подразделы:
1) общая робототехника;
2) движение робота;
3) датчики и моторы.

Базовое содержание учебного предмета «Цифровая грамотность» для 1 класса:

1) «Компьютер»: правила поведения в кабинете информатики, безопасность при работе в сети Интернет;

2) «Работа в сети Интернет»: достоверность и польза информации, размещаемой в сети,риски нежелательных контактов в сети;

3) «Вычислительное мышление»: алгоритмы, исполнители линейных алгоритмов, интерфейс игровой среды программирования (Scratch (скретч)), создание, сохранение и открытие проекта в игровой среде программирования;

4) «Робототехника»: сборка базовой модели образовательного робота, загрузка и запуск программы для робота, движение робота с заданной скоростью , на заданное количество оборотов колеса, вперед, назад, поворот робота на заданный угол (90, 180 градусов).

Базовое содержание учебного предмета «Цифровая грамотность» для 2 класса:

1) «Компьютер»: устройства компьютера, устройства ввода (мышь, клавиатура, микрофон) и вывода (монитор, принтер, колонки/наушники). Программное обеспечение: понятие файла и папки, создание, копирование, перемещение и удаление файлов и папок, использование команд контекстного меню.

Безопасность: правила техники безопасности при работе с цифровыми устройствами;

2) «Представление и обработка информации». Тексты: набор предложений в клавиатурном тренажере и текстовом редакторе.

Графика: редактирование рисунка, обрезка, поворот и изменение размера рисунка, копирование и отражение фрагмента рисунка. Мультимедиа: запись и воспроизведение звука, редактирование звуковых файлов;

3) «Работа в сети Интернет»: использование браузера для поиска информации на заданную тему, обмен данными между приложениями;

4) «Вычислительное мышление»: алгоритмы, алгоритм ветвления, словесная форма записи алгоритма.

Программирование: создание собственного персонажа во встроенном графическом редакторе игровой среды программирования, организация управления спрайтом с клавиатуры, организация текстового диалога между персонажами;

5) «Робототехника»: организация движения робота по заданному в словесной форме алгоритму, использование датчика касания, загрузка аудиофайла для робота, использование звука при разработке программы для робота, представление созданного робота аудитории.

Базовое содержание учебного предмета «Цифровая грамотность» для 3 класса:

1) «Компьютер»: устройства компьютера, клавиши для смены регистра символов, раскладки клавиатуры, управления курсором.

Программное обеспечение: «горячие» клавиши в прикладных программах. Безопасность: основные правила личной безопасности при работе в сети Интернет;

2) «Представление и обработка информации».

Тексты: правила набора текста, маркированные и нумерованные списки, редактирование текста, форматирование шрифта и абзаца (начертание, цвет, выравнивание), вырезание, копирование, вставка выделенного текста в документ, вставка изображение в текст и настройка обтекания.

Презентации: конструктор презентаций, меню программы, открытие и сохранение презентаций, размещение текста и изображений на слайде, переходы между слайдами, дизайн презентации.

Графика: программа для обработки фотографий (яркость, контрасность, рамки);

3) «Работа в сети Интернет»: поиск информации: поиск фрагмента текста в документе.

Обмен информацией: способы обмена инфомацией в сети, использование мессенджеров для совместной работы над проектом;

4) «Вычислительное мышление».

Алгоритмы: цикл, система команд исполнителя при реализации циклического алгоритма.

Программирование: реализация циклического алгоритма при создании игры в игровой среде программирования, разработка игры по готовому сценарию, работа с несколькими сценами и персонажами в игровой среде программирования;

5) «Робототехника»: настройка скорости и количества оборотов среднего мотора, использование цикла для организации движения робота. Базовое содержание учебного предмета «Цифровая грамотность» 4 класса:

1) «Компьютер»: устройства компьютера, влияние научно-технического прогресса на устаревание компьютерной и мобильной техники.

Безопасность: критерий надежного пароля;

2) «Представление и обработка информации»:

Тексты: таблицы в тексте.

Презентации: макет слайда, анимация объектов; вставка видео и звука.

Мультимедиа: создание видеоролика;

3) «Работа в сети Интернет».

Поиск информации: поиск файлов и папок на компьютере.

Обмен информацией: настройки браузера (закладки, история и загрузки).

Электронная почта: прием и отправка сообщений, сообщения с прикрепленными файлами;

4) «Вычислительное мышление».

Алгоритмы: вложенные циклы, логические операторы, операторы сравнения. Программирование: переменные в игровой среде программирования, разработка игры по собственному сценарию;

5) «Робототехника»: датчик цвета; датчик ультразвука.

Цифровая грамотность определяется «набором знаний и умений, которые необходимы для безопасного и эффективного использования цифровых технологий и ресурсов Интернета» [7]. Интеллектуальные процессы, связанные с цифровой грамотностью, подразделяются на три категории: (а) поиск и потребление цифрового контента, (б) создание цифрового контента и (в) передачу цифрового контента [8].

Согласно American Library Association: «Цифровая грамотность – это способность использовать информационные и коммуникационные технологии для поиска, оценки, создания и передачи информации, требующей как когнитивных, так и технических навыков».

Использование информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) в учебном процессе является актуальной проблемой современного школьного образования. Для начальной школы применение ИКТ позволяет решить ряд проблем обучения [9].

Во-первых, детям младшего школьного возраста трудно ставить перед собой дальние цели, стимулирующие активное участие ребенка в школьном процессе. Престижная работа, успешная карьера, овладение многовековым опытом человечества для семилетнего ребенка не являются актуальными. В связи с этим, для повышения мотивации использует близкие цели научиться складывать и вычитать, не огорчить маму, читать быстрее соседа по парте. Трудность в том, что дети становятся все более инфантильными, поэтому и эти цели могут не стать для ребенка стимулирующими. Учитывая, что основным видом деятельности детей семи-девяти лет является игра, можно предположить, что именно компьютер с его широким спектром возможностей интерактивного взаимодействия поможет решить обозначенную выше проблему. Современные компьютерные системы обучения ставят перед ребенком реальную, понятную, вполне достижимую цель: решишь верно примеры - откроешь картинку, вставишь правильно все буквы - продвинешь ближе к цели сказочного героя. Таким образом, в процессе игры у ребенка возникает положительная мотивация усвоения знаний.

Во-вторых, обучение в начальной школе - это тот фундамент, на котором будет строиться вся дальнейшая деятельность человека. Перед учителем стоит ответственная задача - добиться усвоения программного материала в полном объеме каждым ребенком. Учитывая разный уровень подготовки школьников, различия в развитии памяти, мышления, внимания, учитель, тем не менее, вынужден ориентироваться на средний уровень готовности учащихся. В результате большая часть учащихся достаточно активно работает на уроке [10,11]. Общеизвестны проблемы, возникающие с обучением школьников, имеющих более высокий, либо низкий уровень мыслительной деятельности, а также пропустивших занятия по болезни. Одним из способов успешного обучения этих категорий учащихся может быть применение компьютерных обучающих систем на уроке. Учащиеся с высоким уровнем мыслительной деятельности могут при помощи компьютера знакомиться с новым материалом, получая новые сведения или углублять свои знания, выполняя упражнения повышенной сложности [12]. Учащиеся с заниженным уровнем мыслительной деятельности могут работать за компьютером в индивидуальном темпе, не замедляя продвижение класса по программе. Дети, пропустившие занятия, могут ликвидировать пробелы в своих знаниях на отдельных этапах урока либо во внеурочное время.

В-третьих, применение на уроках компьютерных жестов и диагностических комплексов позволит учителю за короткое время получить объективную картину уровня усвоения изучаемого материала и своевременно его скорректировать.

Применение компьютера в современной школе не заменяет учителя или учебник, но коренным образом изменит характер педагогической деятельности. Введение ИКТ в учебный процесс расширяет возможности преподавателя, обеспечивает его такими средствами, которые позволяет решать не решавшие ранее проблемы, например:

• совершенствование организации преподавания, повышение индивидуализации обучения (максимум работы с каждым учащимся);

• компьютеры могут помочь там, где учитель «не может разорваться» (ликвидация пробелов, возникших из-за пропуска уроков);

• повышение продуктивности самоподготовки после уроков;

• средство индивидуализации работы самого учителя (компьютер – хранилище результатов творческой деятельности педагога: придуманных им интересных заданий и упражнений — всего того, что отсутствует в стандартных учебниках и что представляет ценность для других педагогов);

• ускоряет тиражирование и доступ ко всему тому, что накоплено в педагогической практике;

• возможность собрать данные по индивидуальной и коллективной динамике процесса обучения. Информация будет полной, регулярной и объективной.

При активном внедрении информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в начальной школе, учебные цели успешнее достигаются, а также легче осваиваются следующие навыки и знания: умение собирать и сопоставлять факты, организовывать информацию, выражать свои мысли письменно и устно, проводить логические рассуждения, а также слушать и понимать устную и письменную речь. Кроме того, использование ИКТ позволяет стимулировать интерес к открытиям, учиться делать осознанный выбор и принимать обоснованные решения.

Использование ИКТ на уроках позволяет:

• сделать урок более интересным, наглядным;

• вовлечь учащихся в активную познавательную и исследовательскую деятельность;

• стремиться реализовывать себя, проявлять свои возможности.

В настоящее время мы занимаемся над разработкой и внедрением информационно-образовательной среды для учеников начальных классов в частности, разработкой текстовых контентов, развивающих анимационных видеороликов, учебно-методических пособий по курсам «Scratch» и «Робототехника». Данная работа проводится при поддержке гранта МОН РК (грант AP09260464 "Разработка информационно-образовательной среды в начальной школе по курсам "Scratch"и "Робототехника"в условиях Smart-образования").

Разработанная информационно-образовательная среда (ИОС) может испльзоваться при проведении в начальных классах предмета "Цифровая грамотность а также при проведении факультативных занятий с целью стимулирования развитие детей при обучении языка программирования [13].

Применение ИОС позволяет стимулировать мотивацию к обучению на разных этапах развития личности учащихся. Это также помогает ученикам самостоятельно и активно искать и работать с информацией, поощряя интерес к обучению на разных ступенях их развития [14].

Скретч (Scratch) представляет собой инновационную программную среду, предназначенную для детей, которая позволяет им создавать собственные интерактивные истории, игры и модели с анимациями. В этой среде дети получают возможность "играть"с различными объектами, изменять их внешний вид, перемещать по экрану и создавать взаимодействие между ними. Она основана на объектно-ориентированном подходе, где программа составляется из разноцветных блоков команд [15]. Важно отметить, что в Скретче дети не просто учатся программировать приложения, а вовлекаются в творческий процесс, создавая собственные истории, игры и компьютерные модели. Это позволяет им освоить основы программирования и в то же время экспериментировать с изображениями, звуками и анимацией самостоятельно [16, 17].

Робототехника - это область науки и техники, которая занимается изучением, разработкой и применением новых технических средств для автоматизации производственных процессов - робототехнических систем. Ранее робототехника развивалась в основном как дополнительная деятельность вне школьной программы. Большинство исследований были посвящены анализу опыта такой работы. В настоящее время нет специальных исследований по применению робототехники в учебном процессе. Однако в связи с требованиями обязательных стандартов образования имеются возможности для внедрения робототехнических наборов в учебные программы.

Программа для учеников начальных классов имеет актуальное значение и мотивацию, так как она позволяет углубить и систематизировать знания, полученные в основном образовании. Работа с мультимедийным курсом превращается в увлекательную игру, что помогает детям узнать множество важных идей и развить необходимые навыки для будущей жизни. Это способствует не только интеллектуальному развитию детей, но и формирует

их самостоятельность и способность работать в коллективе [18,19]. Кроме того, это способствует развитию исследовательских навыков учеников.

По созданной информационно-образовательной среде разработан методический комплекс: текстовые контенты, развивающие аннимационные видеоролики по курсам «Scratch» и «Робототехника» для учеников начальных классов.

Разработанные видеоролики и тренажеры размещены на сайте "Балдырған как информационно-образовательная среда https://baldyrgan.pythonanywhere.com/.

В соответствии с учебными целями типовой учебной программы 1-4 начальных классов разработаны игровые тренажеры, состоящие из 46 заданий для интерактивной доски Padlet. Игровые тренажеры созданы при помощи образовательных онлайн-платформ Umaigra, WordWall, LearningApps, Liveworkscheets и т.п. Игры-тренажеры хранятся в облаках, а их адреса указаны ниже.

Для 1-класса:

https://padlet.com/minnahmetova2001/bz9boud6xrqducxo

Для 2-класса:

https://padlet.com/minnahmetova2001/quokl2vow3nxfl4u

Для 3-класса:

https://padlet.com/minnahmetova2001/uszkjkrq1h9oz1rx

Для 4-класса:

https://padlet.com/minnahmetova2001/dokwbnv2uk7yhk94

В целом, информатизация образования в начальных классах способствует развитию учащихся, обеспечивает им широкий доступ к знаниям и улучшает качество образования в соответствии с требованиями современного информационного общества.

Список литературы

[1] Бидайбеков Е.Ы., Ибашова А.Б., Состояние и перспектива развития информатики в начальных классах школ Республики Казахстан. *Труды Большого Московского семинара по методике раннего обучения информатике под ред. Первина Ю.А.*, Т.3 , 2012, pp.29-42.

[2] Программа информатизации учебных заведений начального и среднего профессионального образования Республики Казахстан, *№616*, 2001.

[3] Бидайбеков Е.Ы., Ибашова А.Б. СИнформатика для первых двух лет начальной школы, *Вестник КазНПУ им.Абая.*, №2(10), 2004, с.58-62.

[4] Мукашева М.У. Программирование в школе и вычислительное мышление, *Национальная академия образования им. И. Алтынсарина, №4,*, №2(10), 2018, с.48-59.

[5] Бидайбеков Е.Ы., Ибашова А.Б. Состояние и перспектива развития информатики в начальных классах школ Республики Казахстан. *труды Большого Московского семинара по методике раннего обучения информатике под ред. Первина Ю.А. – :М., изд. РГСУ,*, Т.3, 2012, сс.29-42.

[6] Концепция информатизации процесса обучения младших школьников. *https://infourok.ru/koncepciya-informatizacii-processa-obucheniya-mladshih-shkolnikov-3890447.html*

[7] Берман Н.Д. Информационная культура как основа профессиональной деятельности *Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал)*, № 6–2., 2017, сс.354–358.

[8] Spires, H., Bartlett, M. Digital literacies and learning: Designing a path forward (Friday Institute White Paper Series, No. 5) *Raleigh, NC: North Carolina State University. Retrieved from https://www. fi.ncsu.edu/wp-content/uploads/2013/05/digital-literacies-and-learning.pdf*, 2012,

[9] Ибашова А.Б. Методические основы обучения информатике учеников начальных классов. *Уч. Пособие 350л.,* 2019.

[10] Giuseppe Chiazzese, Giovanni Fulantelli, Vito Pipitone, Davide Taibi Engaging Primary School Children in Computational Thinking: Designing and Developing Videogames. *Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per le Tecnologie Didattiche. Via Ugo La Malfa, Palermo. Italy,* сс.153.

[11] Siu Cheung Konga, Yi Qing Wang, Formation of computational identity through computational thinking perspectives development in programming learning: A mediation analysis among primary school students *труды Большого Московского семинара по методике раннего обучения информатике под ред. Первина Ю.А. – :М., изд. РГСУ,*, Т.3, 2020, сс.106., doi.org/10.1016/j.chb.2019.106230

[12] Г.Б. Камалова, А.А. Акжолова Цифрлық білім берудегі есептеуіш ойлау ұғымы және оның дағдылары*ВЕСТНИК КазНПУ им. Абая, серия «Физико-математические науки», No4(76),* 2021, сс.168-173.

[13] Luke E. What is Kahoot! and How Does it Work for Teachers?*https://www.techlearning.com/how-to/what-is-kahoot-and-how-does-it-work-for-teachers.*

[14] Kiryakova, G., Angelova, N., Yordanova, L. Gamification in education. *https://www.sun.ac.za/english/learning-teaching/ctl/Documents/Gamificationin20education.pdf*, 2014,

[15] Importance of scratch coding for kids. *https://moonpreneur.com/blog/importance-of-scratch-coding-for-kids.*

[16] Qiuyun Zhao, Zhi Zhang, Reflection on Classroom Teaching Method of Scratch Programming *3rd International Conference on Economics and Management, Education, Humanities and Social Sciences*, v. 325., 2019, p.60-64.

[17] A.M. Ortiz-Colón and J.L. Maroto Romo, Teaching with Scratch in Compulsory Secondary Education*International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET).*, 2016.

[18] Wouter Rijke, Lars Bollen, Tessa H S Eysink, Jos Tolboom Computational Thinking in Primary School: An Examination of Abstraction and Decomposition in Different Age Groups.*Informatics in Education, April 2018, 17p. DOI:10.15388/infedu.2018.05.*

[19] Christo D. Darina D. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education. https://doi.org/10.1186/s41239-017-0042-5* , v. 14, 2017, cc.29-42.

CHATGPT – БІЛІМ БЕРУ МҮМКІНДІКТЕРІН КЕҢЕЙТУ ҚҰРАЛЫ

БАНУ УМИРЗАКОВА[1]

[1]Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе, Қазақстан
e-mail: banoka_98@mail.ru

Аннотация. Қазіргі ғылыми кеңістікте жасанды интеллект барған сайын зерттелуде, бұл болашақ және оны әртүрлі салаларда қолдану этикасы туралы пікірталастарға әкеледі. ChatGPT-бұл оқу процесін жақсартуға, оқуды жекелендіруге және білім алушылардың дағдыларын дамытуға бірегей мүмкіндіктер беретін білім берудегі цифрлық трансформация құралы.
Мақала білім беру ортасында жасанды интеллектті қолдануға арналған. Автор жасанды интеллектті білім беру процесіне біріктірудің негізгі артықшылықтары мен кемшіліктерін бөліп көрсетеді және жасанды интеллект тиімді білім беру процесін ұйымдастыруға ықпал ететін көптеген түрлі операцияларды оңтайландыруға мүмкіндік беретін функционалды құрал деген қорытындыға келеді.

Кілттік сөздер: ChatGPT, чат-бот, жасанды интеллект, білім, AI.

Цифрлық дәуірде жасанды интеллекттің дамуы әртүрлі салаларда көптеген мүмкіндіктер ашты және білім беру де ерекшелік емес. Бұл саладағы керемет жаңалықтардың біріchatgpt, білім беру мүмкіндіктерін кеңейту құралы, ол біздің ақпаратпен қалай үйренетінімізді және өзара әрекеттесетінімізді өзгертті. OpenAI әзірлеген жасанды интеллектке негізделген тілдік модель бола отырып, ChatGPT бүкіл әлем бойынша білім беру ландшафтын айтарлықтай жақсартуға және білім алушылардың мүмкіндіктерін кеңейтуге мүмкіндік береді.

Бұл мақаланың өзектілігі жасанды интеллект технологияларының дамуымен және олардың білім беру саласына енгізілуімен байланысты. Мектеп жасына жеткен балалар цифрлық технологияны еркін меңгергендіктен, оларға цифрлық әлемде табысқа жету үшін қажетті дағдыларды үйрету өте маңызды. Зерттеудің мақсаты – жасанды интеллект технологияларының артықшылықтары мен кемшіліктерін, олардың шектеулері мен пайдалану перспективаларын зерттеу. Қазіргі уақытта компьютерлер мұғалімді немесе оқытушны алмастыра ма деген алаңдаушылық бар. Google қазірдің өзінде AI технологияларды енгізуге байланысты 12 000 қызметкерін қысқартуы мүмкін екенін хабарлады. 2023 жылдың соңына қарай компания осы технологиялардың кем дегенде 20-сын, соның ішінде AI прототипін жасау үшін пайдалануға болатын шолғышты енгізуді көздеп отыр. Белгілі футуролог Б.Марр Content Technologies және Carnegie Learning балаларды мектепке дейінгі жастан бастап колледжге дейін оқыту үшін жасанды интеллект арқылы цифрлық платформалар жасап жатқанын жазады. Осы платформалар арқылы мектеп мұғалімдері 30 оқушының әрқайсысына жекелендірілген оқу бағдарламасын ұсына алады. Presentation Translator сияқты қызметтер слайдтарды нақты уақыт режимінде аударуға мүмкіндік береді, бұл ағылшын тілін жақсы білмейтін балаларды үйретуге көмектеседі.

Білім беруде AI қолданудың артықшылықтары даусыз, бірақ сонымен бірге AI енгізу білім беру парадигмасының өзгеруіне әкеледі. 2022 жылдың соңында іске қосылған AI-мен жұмыс істейтін мәтіндік генератор ChatGPT еңбек нарығының болашағы деп аталған болатын.

ChatGPT — ғаламтордан 2015-2021 жылдарға арналған жазбалардың ауқымды деректер жинағында оқытылған гуманоидтық мәтін жасауға қабілетті үлкен тілдік модель. Бағдарлама анықтамалар мен сұрақтарға жауаптар жасау үшін миллиардтаған сөздерден тұратын бірнеше терабайт деректерді електен өткізу үшін «трансформатор архитектурасы» деп аталатын терең оқыту әдісін пайдаланады. ChatGPT-дің алдыңғы буынының арасында GPT-3 бар, ол мәтінді де жасайды, бірақ әлдеқайда үлкен деректер жиынында үйретілді. ChatGPT жылдамырақ, адамға ұқсас жауаптар жасауға қабілетті және көпшілікке қолжетімді. Бот DALE 2, Midjourney және Stable Diffusion сияқты AI генерациялау құралдарымен бірдей жұмыс істейді, бірақ бұл бағдарламалар шынайы емес кескіндерді жасай алатыны сияқты, ChatGPT әрқашан дәл бола бермейді [3].

ChatGPT-тің білім беру құралы ретіндегі маңызды артықшылықтарының бірі-оның жеке оқу тәжірибесін ұсыну мүмкіндігі. Әр білім алушы ерекше, оның күшті және әлсіз жақтары мен оқу қалауы бар. ChatGPT білім алушының оқу үлгерімі мен білім деңгейіне негізделген жеке мазмұн мен жаттығуларды ұсына отырып, жеке қажеттіліктерге бейімделе алады. Бұл жеке тәсіл студенттерге тұжырымдамаларды тиімдірек игеруге көмектеседі, бұл олардың бүкіл оқу процесінде белсенді және ынталы болуын қамтамасыз етеді.

Сонымен қатар, ChatGPT тамаша тәрбиеші және оқу серіктесі ретінде қызмет етеді. Білім алушылар өз сұрақтарына кез келген уақытта және кез келген жерде жауап іздей алады, олар дәстүрлі сынып жағдайында болуы мүмкін айыптаудан немесе тартынудан қорықпайды. Жасанды интеллект негізіндегі оқытушы шыдамды және әрқашан қол жетімді, білім алушыларды пәндерді терең зерттеуге және жан-жақты түсіну үшін қажет болғанша сұрақтар қоюға шақырады.

Сонымен қатар, ChatGPT білім берудегі тілдік кедергілерді жеңуге көмектеседі. Ағылшын тілінде сөйлемейтіндер үшін шет тіліндегі күрделі ұғымдарды үйрену қиын болуы мүмкін. ChatGPT-тің көп тілді мүмкіндіктерінің арқасында тіл енді кедергі болмайды. Білім алушылар өздерінің ана тілінде білімге қол жеткізе алады, бұл олардың түсінігін жақсартып қана қоймайды, сонымен қатар олардың өзіне деген сенімділігін арттырады.

ChatGPT-тің білім беру құралы ретіндегі тағы бір маңызды аспектісі-оның кең білім базасы. Тақырыптар мен пәндердің кең ауқымында оқытылған ChatGPT математика мен жаратылыстану ғылымдарынан бастап тарих пен әдебиетке дейін барлығы туралы ақпарат бере алады. Білімнің байлығына қол жеткізу студенттерге әдеттегі оқу бағдарламасынан тыс әртүрлі пәндерді оқуға мүмкіндік береді, оқуға деген қызығушылық пен құмарлықты дамытады.

Бірлескен оқытуға ChatGPT де ықпал етеді. Оқушылар проблемаларды шешу және идеялармен бөлісу үшін бірлесіп жұмыс істеу арқылы құрдастарымен қарым-қатынас жасай алады. Бұл құрал белсенді қатысуды ынталандырады және Виртуалды оқу ортасында да қауымдастық сезімін дамытады.

Артықшылықтарды мойындай отырып, ChatGPT адам тәрбиешілерін алмастыра алмайтынын мойындау маңызды. Оның орнына ол дәстүрлі оқыту әдістерін толықтырады және оқытушыларға тиімдірек болуға мүмкіндік береді. Оқытушылар ресурстарды жинау, сабақ жоспарларын әзірлеу және білім алушылардың жеке қажеттіліктерін тиімдірек қанағаттандыру үшін ChatGPT пайдалана алады. Сонымен қатар, олар білім алушылардың үлгерімін бақылай алады және қосымша назар аударуды қажет ететін аймақтарды анықтай алады, бұл ешкімнің шетте қалмауын қамтамасыз етеді.

Жекелендірілген оқу тәжірибесі

Дәстүрлі сынып ортасы көбінесе әр оқушының жеке қажеттіліктерін қанағаттандыруға мүмкіндік бермейді, нәтижесінде оқу қарқыны мен қатысу деңгейлері өзгереді. ChatGPT-тің жеке оқыту тәсілі бұл мәселені әр оқушының ерекше талаптарына сәйкес мазмұн мен жаттығуларды бейімдеу арқылы шешеді. Жасанды интеллектке негізделген құрал оқушының үлгерімін, білім деңгейін және оқу қалауын бағалау үшін күрделі алгоритмдерді пайдаланады. Демек, ол өзінің жауаптарын бейімдейді және студенттердің тұжырымдамаларды тиімді игеруін қамтамасыз ету үшін мақсатты ресурстармен қамтамасыз етеді, олардың білім беру жолында олардың қатысуы мен мотивациясын сақтайды.

Жасанды интеллект бойынша тәлімгер және оқу серіктесі

ChatGPT әмбебап және шыдамды жасанды интеллект тәлімгері ретінде әрекет етеді, әрқашан сұрақтарға жауап беруге және түсініктеме беруге дайын. Жасанды интеллект негізіндегі оқытушының бейтарап табиғаты оқушыларды пәндерді терең зерттеуге және түсініктеме іздеуден тартынбауға шақырады. Студенттер белсенді оқуға және сыни ойлауға ықпал ететін жан-жақты түсінік алу үшін қанша қажет болса, сонша сұрақ қоя алады. ChatGPT-тің бұл ілеспе аспектісі оң оқу тәжірибесін алуға ықпал етеді және студенттерге өз білімі үшін жауапкершілікті өз мойнына алуға мүмкіндік береді.

Кең білім базасы

Кең білім базасымен ChatGPT көптеген тақырыптарды қамтиды. Бұл мүмкіндік студенттерге әдеттегі оқу бағдарламасынан тыс әртүрлі пәндерді оқуға мүмкіндік береді. Білім байлығына қол жеткізу арқылы ChatGPT қызығушылықты ынталандырады және студенттерді өздерінің қызығушылықтары мен құмарлықтарын ұстануға шақырады. Сонымен қатар, бұл мүмкіндік студенттерге жалпы академиялық тәжірибелерін арттыра отырып, өз бетінше оқуға мүмкіндік береді.

Бірлескен оқыту әлеуеті

Бірлескен оқыту өзін белсенді өзара әрекеттесуге және білім алмасуға ықпал ететін тиімді педагогикалық тәсіл ретінде көрсетті. ChatGPT студенттерге платформа арқылы құрдастарымен өзара әрекеттесуге мүмкіндік беру арқылы бірлескен оқуды жеңілдетеді. Олар проблемаларды шешу, идеялармен алмасу және оқу процесінде бір-біріне қолдау көрсету үшін бірлесіп жұмыс істей алады. Мұндай ынтымақтастық ортасы қоғамдастық сезімін дамытуға ықпал етеді және студенттерге олардың жалпы академиялық дамуына ықпал ете отырып, бір-бірінен үйренуге мүмкіндік береді.

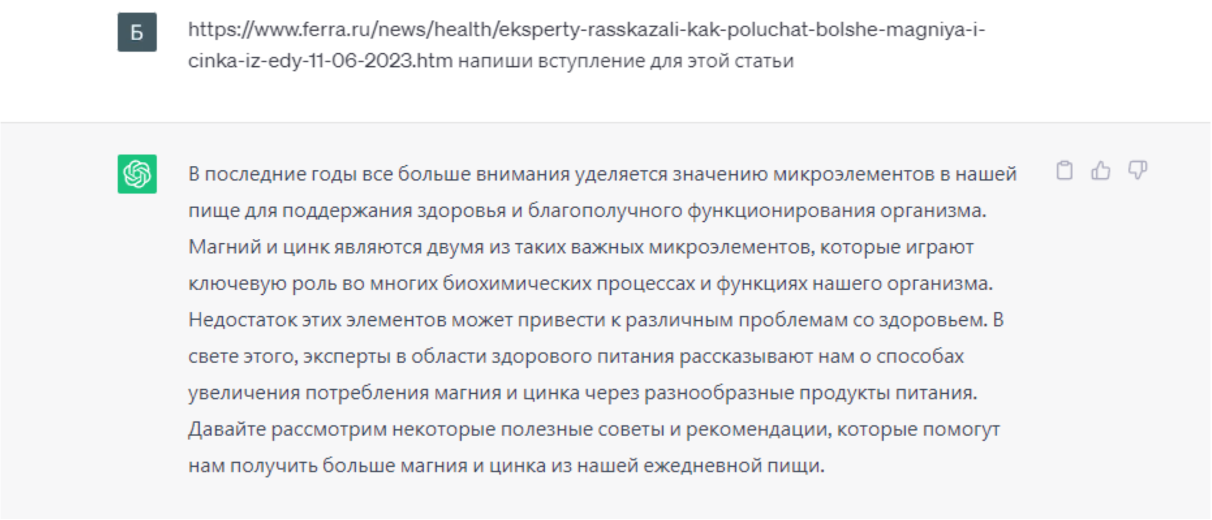
Дәстүрлі оқыту әдістерін толықтыру

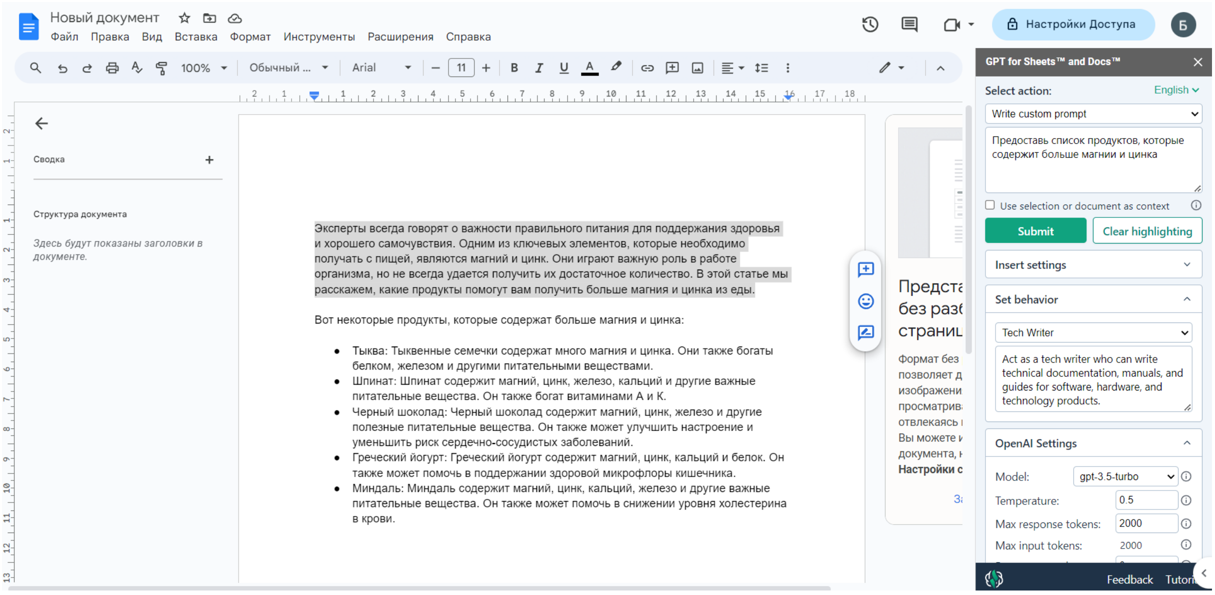
ChatGPT адам тәрбиешілерін алмастырғысы келмейтінін, керісінше олардың күш-жігерін толықтыратынын мойындау маңызды. Мұғалімдер ChatGPT-ті материалдарды жинау, интерактивті сабақ жоспарларын әзірлеу және оқушылардың жеке қажеттіліктерін тиімдірек қанағаттандыру үшін қуатты ресурс ретінде пайдалана алады. Сонымен қатар, оқушылардың үлгерімін бақылау арқылы оқытушылар қосымша назар аударуды қажет ететін бағыттарды анықтай алады және әр оқушының жетістігін қамтамасыз ету үшін жеке Нұсқаулық ұсына алады [1].

AI технологиясының артықшылықтары

ChatGPT электрондық хаттар мен эсселер, өлеңдер жаза алады, сұрақтарға жауап бере алады немесе анықтамаға негізделген код жолдарын жасай алады. Бұл виртуалды көмекшілерді әзірлеу немесе тұтынушылардың сұрауларына жылдам жауап беру үшін пайдаланылуы мүмкін. Jasper платформасы 80 000-ға жуық тұтынушы оның бағдарламалық құралын жарнамаларды, электрондық пошталарды, блогтарды және басқа материалдарды құрастыру үшін пайдаланғанын айтты. Маркетинг – қазіргі заманғы чат-боттар үшін ең қолайлы бағыттардың бірі.

Оқытушылар сонымен қатар білім берудегі AI технологиясының артықшылықтарын бағалай алады. ChatGPT сияқты AI құралдары орындай алатын жұмыс тапсырмаларының қатарына деректерді енгізу мен өңдеуді, тұтынушыларға қызмет көрсетудің қарапайым мүмкіндіктерін және белгілі бір мазмұнды құруды қоса, оңай автоматтандыруға болатын



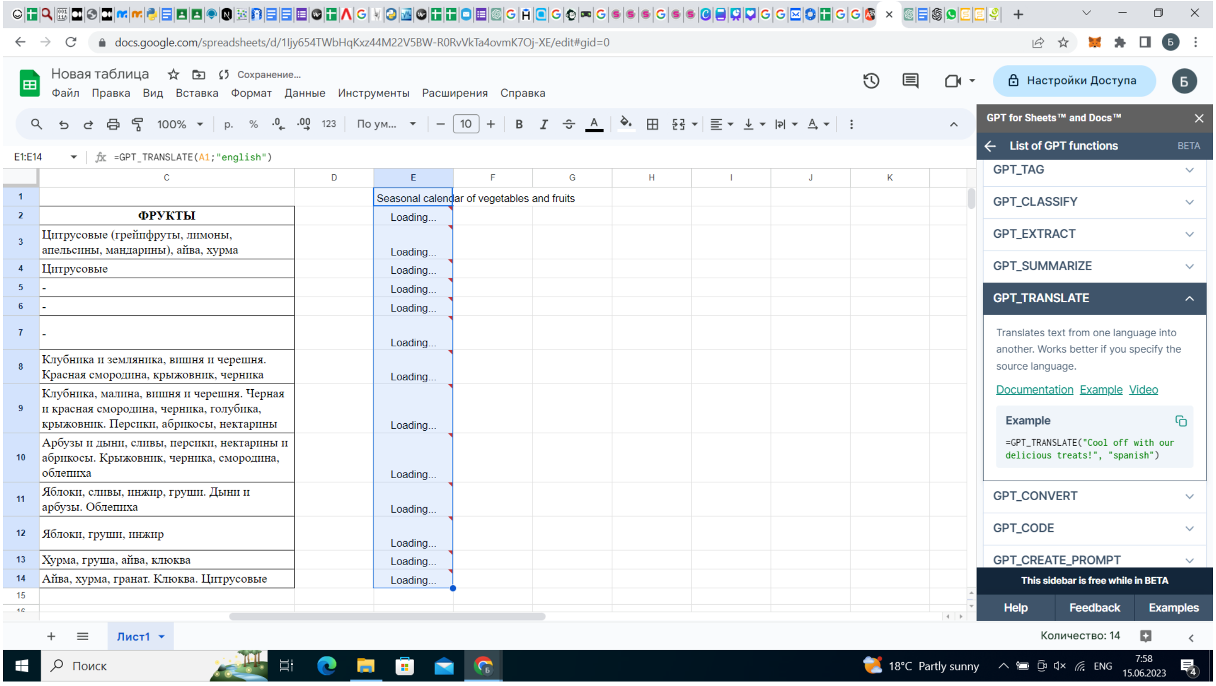


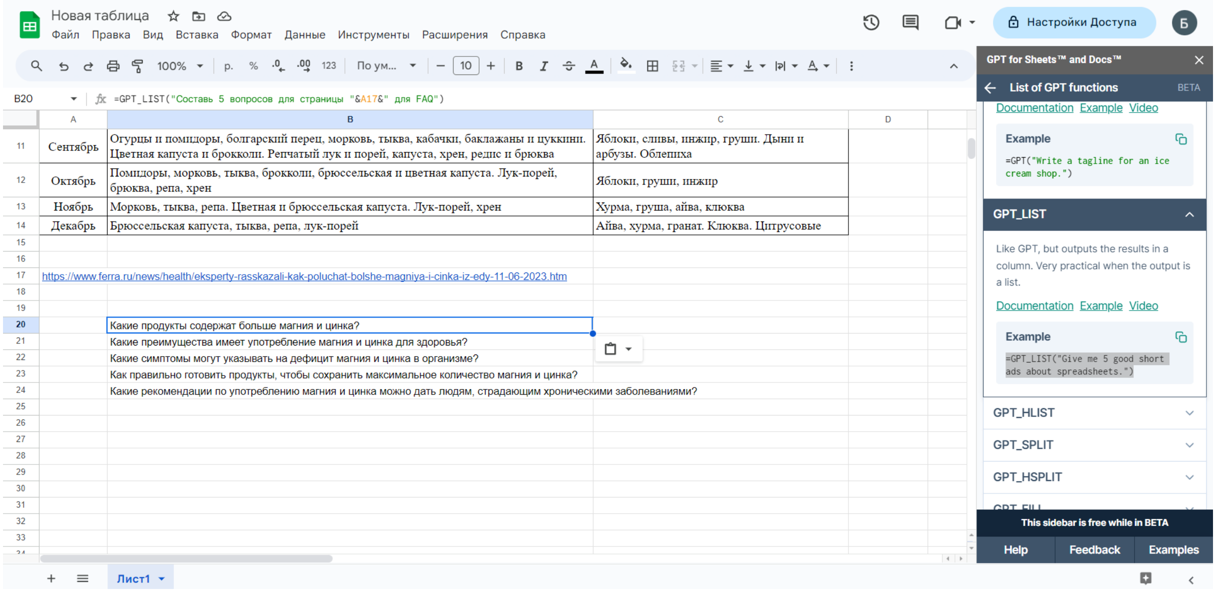
қайталанатын немесе күнделікті тапсырмалар жатады. Оқытушылар оқу курстарын автоматтандыру, студенттердің жұмыстарымен цифрлық портфолио құру және тапсырмалар жасау үшін AI технологияларын пайдалана алады.

Microsoft ChatGPT-ті Teams коммуникация бағдарламасына біріктірді, енді қоңыраулар кезінде нейрондық желі кездесудің негізгі тезистерін мәтінге түсіреді, бейне хронологиясындағы маңызды орындарды белгілейді, уақыт кодтарын сақтайды және жазбаны талқыланатын тақырыптар бойынша бөледі, жоспарланған кездесулерді күнтізбеге енгізеді.

AI кемшіліктері

Жасанды интеллект құралдары олар оқыған мәліметтер негізінде біржақтылыққа бейім болуы мүмкін және мұндай оқытуға қатысты ашықтықтың болмауы боттың қандай да бір қорытындыға қалай келгенін анықтауды қиындатады. Бот нақты ақпарат ретінде ұсынатын жалған ақпарат берген кезде жағдай нашарлайды. Өткен жылы Meta компаниясы пайдаланушыларға Blenderbot 3 чат-ботының жалған немесе қарама-қайшы мәлімдемелер жасауы, мәліметтерді дұрыс есте сақтамауы және «оның бот екенін ұмытып кетуі» мүмкін екенін ескертті.





Чат-боттар студенттерге қарағанда рефераттық жұмыстарды жақсы жаза алады, сондықтан мұндай жұмысты аудиториялық жағдайда орындау кезінде интернетке жергілікті желіге кіруді шектеу немесе ауызша пікірталастардың пайдасына мұндай жұмыстардан бас тарту жақсы.

Дегенмен, AI артықшылықтары бағдарламаны жекелендіретін және алгоритмдер негізінде студенттерге белгілі бір тапсырмаларды ұсынатын курстар құруға мүмкіндік береді. Мұндай технологиялар математика және шет тілдерін оқыту курстарын құруда кеңінен қолданылады.

AI шектеулері

ChatGPT статистикалық заңдылықтар мен корреляцияларда оқытылады және адам сияқты кіріс немесе шығыс туралы түсінігі жоқ. ЕО негізгі құқықтар Агенттігі (FRA) сапасыз деректерге негізделген Алгоритмдер зиян келтіруі мүмкін екенін және біржақтылық пен кемсітушілікті азайту үшін қауіпсіздік шаралары болуы керектігін ескертті.

Авторлық құқық мәселелері де айтарлықтай шектеулер болып табылады. 2023 жылдың қаңтарында суретшілер тобы авторлық құқықты бұзғаны үшін ЖИ Stability AI, Midjourney және DeviantArt компанияларын сотқа берді, олардың жұмыстары AI құралдарын оқыту үшін рұқсатсыз пайдаланылды деп мәлімдеді. Getty Images сонымен қатар миллиондаған суреттерін көшіргені үшін Stability AI-ге қарсы сот ісін бастады. Өткен жылы OpenAI құралдарын үйретуге рұқсатсыз интернеттен код алғаны үшін Microsoft корпорациясының GitHub-қа қарсы осындай топтық сот ісі қозғалған.

Заң адамдарға авторлық құқықпен қорғалған материалдарды жаңа мазмұн жасау немесе оған түсініктеме беру үшін пайдалануға мүмкіндік береді, мысалы, YouTube бейнелерінде. Дегенмен, код сияқты аймақтар сұр заңды аймақ болып табылады, өйткені AI авторлықты көрсетпейді. Жасанды интеллект арқылы құрылған көптеген оқу курстары ақылы, шетелдік, сондықтан оқытушылар мен студенттер оларды пайдалана алмайды.

Университеттерде AI қолдану

Кейбір университеттерде, білім беруді цифрлық трансформациялаудың флагманы, кезінде AI-мен бірнеше курстар әзірленді, олардың кейбіреулері қазір қаржыландырудың жеткіліксіздігіне байланысты қолдамайды.

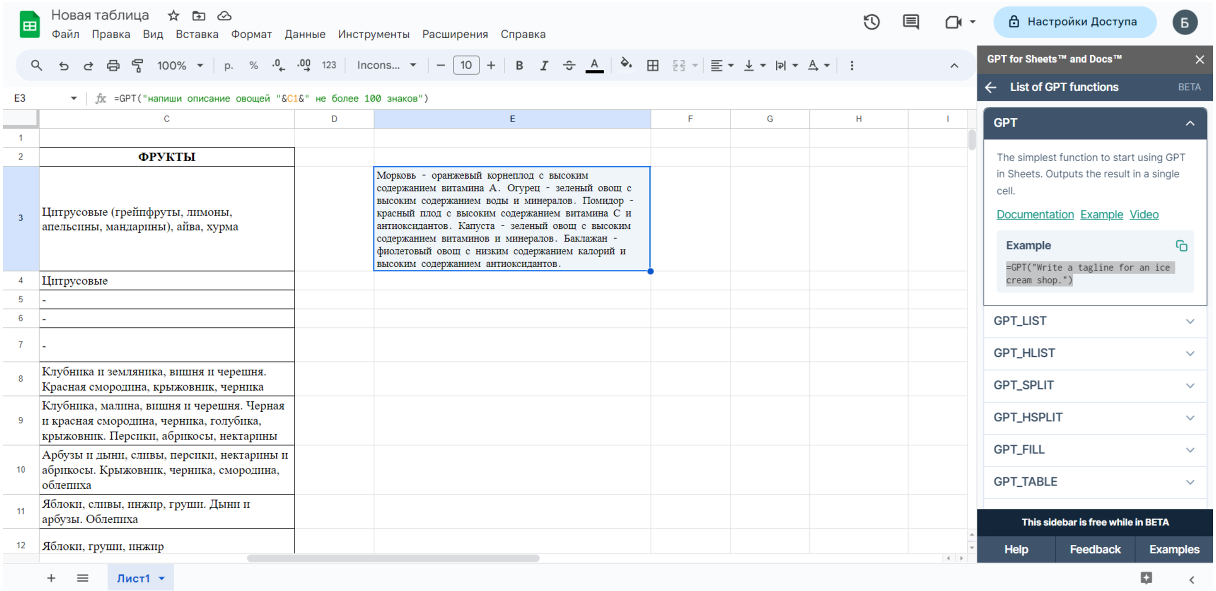
Ол бағдарламалар: Plario (әзірленген жылы – 2018), Актру (2020), Code Hedgehog (2017), Рекрутер (2019), UniProfi (04.2020-12.2020), U-me (25.01.2021 бастап). Сондай-ақ, 2020 жылы «ағылшын пациенті» және SkyEng білім беру платформалары негізінде ағылшын тілін оқыту үшін жасанды интеллект элементтері бар адаптивті жүйе қолданылды.

Plario платформасы физика және математика бойынша жоғары оқу орындарының бірінші курс студенттерінің білімін жетілдіруге осы екі профиль бойынша білімді диагностикалаудың кіріктірілген жүйесі арқылы көмектеседі. Осы диагностиканың нәтижелері негізінде жүйе білім алушының дұрыс емес жауаптары болған тест тақырыптары бойынша жеке оқыту және «олқылықтарды» жою бағытын құра алады. Осы тәсілдің арқасында оқыту тезірек жүреді, күнделікті және зеріктіру элементі алынып тасталады. Жүйеге Ресейдің 20-дан астам жоғары оқу орындары, 10 000-нан астам студенттер қосылған. 750-ден астам дағдылар әзірленуде, 12000-нан астам мазмұн бар.

«Актру» - бұл жеке және онлайн режимінде қатысатын тыңдаушыларға сабақ өткізуге мүмкіндік беретін платформа. Ол «Брюллов Консалтинг» компаниясымен бірлесіп құрылған. «Актру» жүйесіне арнайы жабдықталған аудиториялар, орталық сервер және университеттің бірқатар IT қызметтері кіреді, мысалы, сабақ кестесі және Moodle электрондық университетінің жүйесі [2].

Оқытушы сабақты аудио және бейне түсіруге арналған кәсіби құрылғылар жүйесімен жабдықталған аудиториядан жүргізеді және бұл оған «ілмек»-микрофонсыз жұмыс істеуге мүмкіндік береді және сонымен бірге жазу сапасын төмендетпей аудиторияда еркін қозғалады. Студенттер сабақ барысында аудиторияда бола алады немесе онлайн режимінде бола алады. Қашықтықтан оқитын адам аудиторияда болып жатқанның бәрін көреді және тақтада пайда болады. Оқытушы студенттің компьютерінің жұмыс үстелін көре алады және аудиториядағы орталық экранға суретті түсіре алады. Жүйенің ерекшеліктері-ол сабақтарды жазуды өзі бастайды, дыбысты мәтінге аударады және оны электронды университет жүйесіне түсіреді.

Сондай-ақ, «Актру» автоматты түрде жасалған жоғары дәлдіктегі субтитрлердің арқасында бейне үзінділері бойынша ақпаратты іздеуге болады. Сонымен қатар, бейне «сигнал» сөзінен басталады, бұл файлмен жұмыс істеу уақытын қысқартады. «Актруны» 19 университет пен білім беру ұйымдары пайдаланады. Порталға 50-ден астам мазмұн элементтері жүктелген – бұл ашық дәрістер мен жаппай курстар, сабақтардың жазбалары қол жетімді.



Code Hedgehog – бағдарламалауды оқыту жүйесі студенттердің классикалық бағдарламалауды үйрену бойынша өзіндік жұмысын ұйымдастыруға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде IT-мамандарды даярлау процесін жеделдетеді. Code Hedgehog платформасын пайдалану кезінде бағдарламаларды әзірлеудің практикалық дағдыларына баса назар аударылады. Оқытушының рөлі проблемалық сәттерді түсіндіруге дейін азаяды, ал студенттер курсты өз бетінше игеруге мүмкіндік алады. Платформа сайт түрінде ұсынылған, онда оқытушы оқушылар тобын құрайды және оған енгізілген мазмұннан жеке білім беру бағдарламаларын құрайды. Студенттер классикалық бағдарламалау мәселелерін шешеді және өздерінің алғашқы бағдарламаларын жасайды, біртіндеп негіздерден генетикаға және нейрондық желілердің алгоритмдеріне ауысады. Жүйені HITs студенттері мен қызметкерлері пайдаланады. Code Hedgehog-да 4 сынып жұмыс істейді (біреуі жалпыға қол жетімді).

«Рекрутер» – бұл жоғары білім беру әлеуеті бар бакалавриат және магистратура талапкерлеріне арналған «ВКонтакте» әлеуметтік желісіндегі жарнаманы іздеу және таргеттеу алгоритмдері бар платформа. Ол әртүрлі критерийлер бойынша талапкерлерді іздеуді және тартуды қамтамасыз етеді: география, мектеп профилі, білім беру қызығушылықтары, дарындылық белгілері және т.б. платформаны бағдарламашылар, психологтар мен лингвистер тобы құрды. Талапкерлерді іздеу үшін алдымен қажетті аймақтарды анықтаңыз, сол жерден мектеп түлектерін іздеңіз, содан кейін олардың сандық іздерін талдаңыз, олардың мүдделерін біліңіз және берілген параметрлерге сәйкес келетіндерді университетке немесе колледжге шақырыңыз. Алгоритмнің көмегімен университет контингентінің жалпы санының 8-11

Uniprofi – студенттердің кәсіби өзін-өзі анықтауына ықпал ету және жұмыс берушілердің талаптарына үміткерлерді іздеу құралы. Жаһандық мақсат – жұмыс берушіге қажетті студенттерді табуға көмектесу, ал студенттерге тиісті жұмыс орындарын табуға немесе жұмысқа орналасу үшін қандай дағдыларды «жетілдіру» керектігін түсінуге көмектесу. Жобаның серіктесі-HeadHunter. Студенттік биржаны құру идеясы басқа университетке тиесілі болғанымен, пилоттық жоба бір уақытта елдің бірнеше алаңдарында іске қосылды. Онлайн сервистің негізінде студенттердің үлгерімі туралы деректерді жинайтын және болашақта түйіндеме құрастыратын, сондай-ақ бос жұмыс орындарын іздейтін жасанды интеллект жүйесі жатыр. Сервис Uniprofi Moodle жүйелерінен, сондай-ақ ЖОО басқармасы

ішкі жүйелерінен студенттер туралы деректерді жинақтайды. Деректерді салыстыру студенттің сандық профилін, оның түйіндемесін қалыптастыруға мүмкіндік береді, бұл болашақта мақсатты жұмыс орындарын табуға көмектеседі. HeadHunter сайтынан және UniProfi биржасынан бос жұмыс орындары бар ақпараттық блок студенттердің жеке кабинеттеріне енгізілген. Жұмыс берушіге жүйе студенттің оқу кезінде қандай дағдыларды меңгергенін, тәртіпті қалай сақтағанын (атап айтқанда, бақылау пункттерінен өтіп, сессияны тапсырғанын) көрсетеді. Мысалыға, қандай да бір университеттің 3 700 студентінің 2700-ден астамы бос жұмыс орындарына қызығушылық танытты. Бірінші кезеңде эколог-инженер, физика оқытушысы, геолог-инженер, картограф, аудармашы, бағдарламашы ең танымал жұмыс орындары болды. Жалпы, сервистің көмегімен 10 000 студент жұмыс тапты.

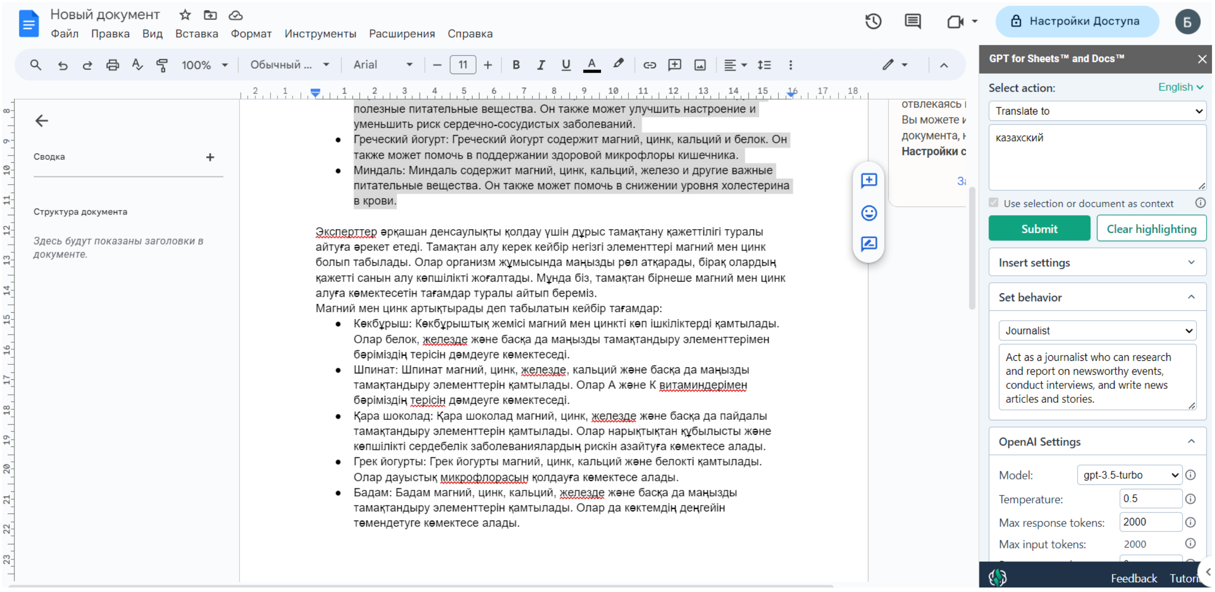
U-me чат-боты («university mentor») «Вконтакте» әлеуметтік желісінде және «жеделхат» мессенджерінде іске қосылды. Бұл қызмет университеттің 30 Ақпараттық ресурстарынан қажетті ақпаратты табуға көмектеседі. Чат-бот оны оңтайлы түрде береді немесе қажетті дереккөзге сілтеме береді. U-me –әрекет опциялары бар бот. Чат-бот алдын ала белгіленген сценарий бойынша жұмыс істейді және дайын жауап нұсқаларын ұсынады. Генеративті желілерді жауапсыз студенттер мәтіндік жұмыс жазу үшін қолдана алады. Мәселен, 2023 жылдың басында университет студенті ChatGPT-те 23 сағат ішінде сұраныстарды қолдана отырып жазған дипломын «қанағаттанарлық» дәрежесінде қорғады. Quillbot чаты машиналық мәтінді студенттер әдетте жазатындай етіп парафразалауға мүмкіндік береді. Бұл технология тек ChatGPT көмегімен ғана емес, компьютерде терілген қарапайым жұмыстармен де жұмыс істей алады. Мұндай жұмыстарды бақылау үшін әзірлеушілерге «су белгілері» бот кодына біріктіру қажет болуы мүмкін. Бұл мәселені шешудің тағы бір нұсқасы – тақырыптар бойынша бақылау. Сонымен қатар, осы бағыттағы зерттеулердің теориялық және практикалық базасының жеткіліксіздігін атап өткен жөн, нәтижесінде жасанды интеллект алгоритмдерін орындау кезінде қателіктердің пайда болу ықтималдығы жоғары. Сондай-ақ, білім беру мазмұнына тек оқытушыға белгілі ерекше нәрселерді салу қажет болуы мүмкін.

Қолжазба жұмыстарына көшу панацея емес, мысалы, Сидней университеті студенттерден тек қолжазба жұмыстарын қабылдауды ұсынды, бірақ студенттердің бірі қаламды 3D принтерге қосып, ChatGPT жасаған жұмысты басып шығарды.

Шет тілі сабақтарында AI қолдану

Бір университетінің 1 курс студенттерінің тобымен өткізілген сабақтарда оқытушылардан Voxy бағдарламасына тегін қол жетімділікті пайдалану ұсынылды. Әдетте, бағдарламаның мүмкіндіктерін зерттеу және өзіндік жұмыстарды орындау үшін 7 күндік ақысыз қол жетімділік жеткілікті. Тіркелу кезінде студент өзінің деңгейі мен қызығушылықтарын белгілейді, соның негізінде жүйе жеке білім беру маршрутын ұсынады. Сайтта 2000 сағаттан астам жұмыс уақыты үшін 40 курс пен материалдар ұсынылған. Сондай-ақ, демонстрацияда осы сайтпен жұмыс істейтін оқытушымен 1 сабақ бар. Жүйе келесі параметрлерді толығымен қадағалайды: 1) оқуға жұмсалған уақыт; 2) дағдылардың өсуі; 3) жаңа вокабулярды меңгеру. Жүйе бейімделгіш және жеке режимде жаттығуға мүмкіндік береді. Тапсырмалар өзекті мазмұндағы мәтіндік және аудио жаттығулармен ұсынылған. Студенттер платформадағы прогресті визуализациялауды тиімді ынталандырушы фактор деп тапты, сонымен қатар Voxy сайты көп деңгейлі студенттер үшін өзіндік жұмысты жекелендіруге мүмкіндік берді.

Қорытындылай келе: AI-дің артықшылықтары сөзсіз, бірақ оларға жауапкершілікпен қарау керек. Нақтырақ айтсақ, ақылға қонымды, бірақ қате жауаптар алудың алдын алу үшін мәтіндік тапсырмаларды тексерудің басқа әдістерін қолдану керек немесе жазбаша жұмыстардан бас тарту керек, бұл жазбаша жұмыстарға баса назар аударады. Оқытушылар жасанды интеллектті, соның ішінде алаяқтық мақсатта пайдаланудың ықтимал нұсқалары туралы білуі және студенттердің электронды құрылғыларды пайдалануын қадағалауы



керек. Нейро көмекшілердің пайда болуы және олардың қолданылуын бақылау жүйелердің дамуына ықпал етеді, мұнда деректерді түсіну және тану бастапқы ақпаратты «есте сақтау» ғана емес, оны «ақылға қонымды» түсіндіру және қайта түсіндіру арқылы жүзеге асырылады.

ЖОО-да AI-ді қолдану міндеті – кәсіби ғана емес, сонымен қатар цифрлық дағдылары бар мамандарды, өз саласындағы көшбасшыларды даярлау үшін инновациялық тәсілдер мен жасанды интеллект технологияларын белсенді пайдалану есебінен педагогикалық жұмысты жетілдіру. Қазіргі уақытта жасанды интеллект технологиясынан бас тарту мүмкін емес, керісінше нейрондық желілер бір-бірімен бәсекелеседі, ал оқытушылар үшін басқа білім беру қатынастарын құруға көмектесетін AI көмекшісі де пайда болады. Университеттерде жасалған AI платформалары және олардың Squirrel (Математиканы оқыту), Voxy (ағылшын тілін оқыту) және басқалары сияқты шетелдік бәсекелестері өздерін бейімделген және жекелендірілген оқытудың әдістемелік құралы ретінде көрсетті.

Нейрондық желілер интернеттегі сабақтарда студенттің дауысын талдай алады және оның дәл студент екенін растай алады, сонымен қатар оқушының қандай қиындықтарға тап болғанын анықтауға және нейрондық желілер арқылы оған қосымша сұрақтар қоюға және олқылықтардың орнын толтыруға болады. Студенттің сөйлеу мазмұны мен байланысын жақсартуға, ғылыми терминдерді дұрыс қолдануды үйренуге, тіл байлығынан арылуға көмектеседі. Аудио және мәтіндік сұрақты тани алатын, ең қолайлы жауапты таңдап, синтездей алатын, Deep face технологиясын пайдаланып аватармен ойнай алатын дауыстық көмекшісі бар цифрлық лектор-егізін құруды қамтитын жобалар құрастырылуда. Қазіргі таңда жобалардың дауысты тану және генерациялау модельдері таңдалды, мәтіннің үлкен көлемін семантикалық белгілеу жүргізілді.

Жасанды интеллектті қолданудың жоғарыда аталған проблемалық аспектілері жеткілікті болжамды болғанымен, адам қызметінің көптеген салаларына жасанды интеллект жүйелерін енгізу этикалық және моральдық принциптер сияқты аспектілерге әсер ете алмайды. Қазіргі уақытта жағдай AI қазіргі түрінде көбінесе тек бағдарламалық орта немесе рефлексиялық ойлаудың нақты физикалық іске асырылуы болып табылады. Біз интеллекттен басқа нәрсе жасалып жатқанын көреміз. Алайда, барлық ғылыми мүмкіндіктерді іске асыру арқылы мұндай идеяларды іс жүзінде жүзеге асырудың мәні мен әлеуеті айқын болады [4].

Қорытындылай келе, ChatGPT - бұл білім беру мүмкіндіктерін кеңейту құралы, ол біздің білім алуымыз бен білім алуымызда төңкеріс жасай алады. Оның жекелендірілген, көптілді және бірлескен мүмкіндіктері оны қазіргі білім берудегі құнды активке айналдырады. Жасанды интеллект мүмкіндіктерін пайдалана отырып, ChatGPT студенттердің оқу процесін жақсартады, қызығушылығын дамытады және оларға осы үнемі дамып келе жатқан әлемде өмір бойы білім алуға мүмкіндік береді. Жасанды интеллектті білім беру құралы ретінде пайдалану бізге жарқын болашақты құруға мүмкіндік береді, онда білім бәріне қол жетімді болады және оқудың шегі болмайды.

Әдебиеттер тізімі

[1] Kumar K. and Thakur G.S.M., Advanced applications of neural networks and artificial intelligence: A review, *International journal of information technology and computer science*, Vol.4, No.6, 2012, pp.57-68.

[2] Horakova T., Houska M. and Domeova L., Classification of the educational texts styles with the methods of artificial intelligence, *Journal of Baltic Science Education*, Vol.16, No.3, 2017, pp.324-336.

[3] Dai Y., Chai C.S., Lin P.Y. et al., Promoting students' well-being by developing their readiness for the artificial intelligence age, *Sustainability*, Vol.12, No.16, 2020, pp.1-15.

[4] Knox J., Artificial intelligence and education in China, *Learning, Media and Technology*, Vol.45, No.3, 2020, pp.1-14.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ОПЕРАЦИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ОҚЫТУДА ВИРТУАЛИЗАЦИЯНЫ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

ГУЛЬНУР ГАЗИЗ[1], СВЕТЛАНА КОНЕВА[1]

[1]Абай атындағы Қазақ Ұлттық Педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
e-mail: gulnurrr76@gmail.com

Аңдатпа. Виртуализация – физикалық компьютерде бір уақытта бірнеше операциялық жүйелерді іске қосу тәсілі. Виртуализация чиптегі ендірілген жүйелерден бастап ірі деректер орталықтары мен бұлттық орталарға дейін кез келген дерлік машинада жасалуы мүмкін. Бір қарағанда виртуализация қарапайым болғанымен тым күрделі болатын мүмкіндіктерді ашады. Осы тұрғыдан алғанда, бұл мақаланың мақсаты виртуализацияға және оның қосымшаларына шолу және талдау жасау, сонымен қатар оны оқытуда қолдану жолдарын іріктеу.

Кілттік сөздер: көптік операциялық жүйелер, виртуализация, деректер орталығы, бұлт, информатика білімі.

AMS пәндік классификация: 68Q99.

1. Кіріспе

Виртуализация – виртуалды компьютерлік жүйелерді бір физикалық компьютерде іске қосу тәсілі. Қазіргі уақытта виртуализация негізгі процессор конструкциялары арқылы жүзеге асатын технология, сондай-ақ виртуализация үшін қажетті бағдарламалық жасақтама және қазірдің өзінде өндіріс ортасының ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл жағдайда компьютерлік виртуализация болашақ информатика мұғалімдерін даярлау білімінің ажырамас бөлігі болуы керек. Виртуализация классикалық аппараттық құралға қосымша бірнеше мүмкіндіктерді ұсынатын, бірнеше операциялық жүйелерді бір уақытта пайдалану және іске қосу; бағдарламалық құралды орнатуды жеңілдету; тестілеу және қалпына келтіру; инфрақұрылымды біріктіру және бұдан да басқа мүмкіндіктерді беретін технология.

Виртуализацияның іргелі (фундаменталды) технологияларына келетін болсақ, виртуализацияның үш негізгі тәсілі (подходы) бар [1]: операциялық жүйе деңгейінде эмуляция, паравиртуализация және виртуализация. Эмуляция парадигмасында негізгі платформаны қолдайтын операциялық жүйелер эмуляцияланады немесе процессордың мүмкіндіктерін эмуляциялау арқылы және тағы бір жолы кодты хост жүйесіндегі физикалық процессорға беру арқылы эмуляцияланады. Эмуляцияланған орталар, әдетте, басқа тәсілдермен салыстырғанда төмен өнімділікке ие. Екінші жағынан, паравиртуализация гипервизорда орындалады, оны монитор деп те атайды, бұл хост пен қосалқы операциялық жүйе арасындағы жұқа қабат. Бұл паравиртуализациясының өнімділігі әдетте эмуляциядан жоғары болғанымен, оның дұрыс жұмыс істеуі үшін операциялық жүйені өзгертуді қажет ететін кемшілігі бар. Сонымен, операциялық жүйе деңгейіндегі виртуализация бір хост операциялық жүйесінде бірнеше оқшауланған орталарды параллель іске қосу мүмкіндігін беретін ядроны береді. Барлық жағдайларда виртуализацияны қолдану виртуалды ортаны қамтамасыз етеді, ол виртуалды контейнер деп те аталады, бұл сол физикалық сервердегі басқа

машиналарға тәуелсіз, өзіндік процестер жиынтығы бар бағдарламаның оқшауланған жұмыс ортасы. Бұл сервердегі жоғары деңгейдегі ұйымдастыруды қамтамасыз ететін сервер консолидациясын беретін, физикалық серверлер мен физикалық операциялық жүйелердің санын азайтатын жаңа мүмкіндік. Тағы бір артықшылығы оқшауланған виртуалды орталар арқылы қауіпсіздікті айтарлықтай жақсартуға болады. Сонымен қатар, телепортация деп аталатын, яғни қондырғыларды тікелей орнату мүмкіндігі бар. Демек, біз, операциялық жүйенің деңгейіндегі виртуализация виртуалды орта пайдаланушылары аппараттық құралдарда және тіпті контейнер қосылған байланыс құрылғыларында әкімшілік артықшылықтардың толық жиынтығына ие болатын операциялық жүйенің хостингісі туралы айтып отырмыз. Бұл бағдарламалық жасақтаманы құру мен тестілеуді едәуір жеңілдетуге мүмкіндік береді, сондықтан студенттерге операциялық жүйе курсын оқытуда өте маңызды рөл атқарады. Осындай қондырғылардың көмегімен әр студент классикалық компьютерлік зертханадағы жабдыққа қарағанда бірнеше минут ішінде қайта жасалуы, қайталануы немесе жойылуы мүмкін виртуалды ортаға ие бола алады.

Енді біз ары қарай операциялық жүйе деңгейіндегі виртуализация және соған байланысты стандартты терминологияны қолданамыз: хост операциялық жүйесі (host) – физикалық есептеу жабдығында жұмыс істейтін операциялық жүйе. Қосалқы операциялық жүйелері (guest) – хост операциялық жүйелерінің үстінде жұмыс істейтін виртуалды қондырғылар. Виртуалды машина (VM) – бұл жалпы ортада қосалқы ОЖ-ні бірлесіп іске қосуға мүмкіндік беретін деректер мен метадеректер контейнері. Болашақ информатика даярлау бағдарламаларының оқу жоспарларындағы көптеген курстар компьютерлік зертханаларда операциялық жүйелерді виртуализациялауды, сондай-ақ дәрістер, жаттығулар мен үй тапсырмаларын орындауда пайдалана алады. Демек, операциялық жүйені виртуализациялау – операциялық жүйелерді администрациялау және операциялық жүйенің архитектурасы курстары; қашықтықтан білім беру; білім берудегі ақпараттық технологияларды бұлтты есептеулерге көшіру; энергияны үнемдейтін есептеулер; криминалистикада виртуализацияны қолдану; коммуникациялық және компьютерлік желілерді жобалау және басқару сияқты оқытудың көптеген салаларында өз орнын тапты. Дегенмен, виртуализация технологиясы оның ішкі күрделілігі мен ұсынатын мүмкіндіктер ауқымын ескере отырып, жоғары оқу орындарының оқытушыларына ескеруі керек бірқатар қиындықтар бар.

Осыны ескере отырып, бұл мақаланың мақсаты виртуализацияға және оның қосымшаларына шолу және талдау жасау, сондай-ақ оның болашақ информатика мұғалімін дайындау бағдарламасы бойынша операциялық жүйе пәнін оқытудағы артықшылықтарын көрсету.

2. Виртуализацияның заманауи мүмкіндіктері (функциялары)

Жылдам SSD дискілерімен біріктірілген виртуалды машиналардың заманауи тасымалдану, экспорттау және импорттау мүмкіндіктері виртуалды машиналарды бірнеше секунд ішінде жасауға, клондауға, көшіруге немесе жоюға мүмкіндік береді. Шындығында, бізде виртуалды машинаның күйін динамикалық ағаш құрылымында сақтауға мүмкіндік беретін тармақталған суреттер мен клондау құрылымы бар.

Қосалқы қосымшалар – бұл хост пен қосалқы жүйелер арасындағы бумаларды бірге пайдалануға, Windows-тың графикалық интерфейс ортасына үздіксіз интеграциялануына, 3D графикасын жеделдетуге және т. б. мүмкіндік беретін қосалқы операциялық жүйелердің модификациясы.

Аппараттық қолдауға келетін болсақ, виртуализация үшін маңызды заманауи мүмкіндіктер: қосалқылардың көп процессорлығы (SMP) – қосалқы операциялық жүйелердің физикалық процессордың ядроларына немесе ағындарына тікелей қол жеткізе алатын кезде; физикалық USB құрылғыларының қосалқы ОЖ-ге қосылуы; төмен тоққуатты процессормен, көпэкранды рұқсаттармен, PXE (ағылш. Preboot eXecution Environment - жергілікті деректер тасымалдаушыларын пайдаланбай желілік картаны пайдаланып компьютерді

жүктеуге арналған орта) желіні жүктеу және т.б. мүмкіншіліктері бар C күйіндегі процессордың артықшылықтарын қолдана алатын қосалқы операциялық жүйе болып табылады.

Деректерді виртуалды сақтау құрылғылары заманауи виртуализация технологияларында әсерлі қолдауға ие. Барлық ортақ контроллерлер IDE, SATA (AHCI), SCSI, SAS, USB MSD және NVMe виртуалды ОЖ-де ұсынылған. VDI, VMDK, VHD және HDD сияқты бірнеше стандартты форматта жүзеге асатын қосалқы виртуалды машиналарды қолданғанда дискілік файлдар қалыпты болып табылады.

Виртуалды сақтау кескінді бөлу, диск кескіндерін клондау, CD/DVD міндеттерін атқарады.

Виртуалды желі. Виртуалды желі желілік адресті түрлендіру (NAT), көпір желісі (хост пен қосалқы қондырғының физикалық интерфейсті бірге қолдануға арналған), ішкі желі (шектелген қосалқы операциялық жүйесі бар), тек хост үшін желі, UDP туннельдік желісі, виртуалды таратылған Ethernet (VDE) және т. б. сияқты бірнеше желілік режимдерде желілік жабдықты виртуализациялау болып табылады.

Виртуалды машиналарды қашықтан пайдалану бірқатар мүмкіндіктерді, соның ішінде қашықтан дисплейді қолдау (VRDP), қосалқы қондырғыларлы іске қосу, қашықтағы жұмыс үстелі серверлері, қашықтан USB қосылымы, RDP аутентификациясы, RDP шифрлау, VRDP серверге бірнеше қосылымдарды, бірнеше қашықтағы мониторлар, VRDP бейнелерін қайта бағыттауды және т.б. береді.

Телепортация – виртуалды машина жұмыс істеп тұрған кезде виртуалды машинаны желі арқылы бір физикалық хосттан екіншісіне жылжыту процесі. Телепортация қол жетімділігі жоғары серверлерде маңызды рөл атқарады және операциялық жүйе деңгейіндегі виртуализацияның жүзеге асырылуы болып табылады.

Виртуалды машиналарды басқару сценарийі виртуалды ортаның хост операциялық жүйесінің командалық жолы арқылы виртуалды машиналарды басқаруға мүмкіндік береді. Бұған виртуалды машиналарды құру, өзгерту және клондау, виртуалды машиналарды импорттау және экспорттау, виртуалды машинаны іске қосу кезінде толық бақылау және виртуалды машиналардың жұмысы туралы көрсеткіштер мен статистиканы жинау кіреді. Бұдан басқа виртуализацияның заманауи платформаларының басқа кеңейтілген функцияларына процессордың қосылуы, PCI арқылы қосылу, хостың қатты дискісі және виртуалды машиналардан физикалық iSCSI серверлеріне қол жеткізу және т. б. кіреді.

Ақырында, виртуализация ортасындағы қауіпсіздікті жақсарту қосалқы бағдарламаның инкапсуляциялау арқасында және оны қорғалған ортада орындау, сондай-ақ RDP шифрлау (егер қолданылса) және виртуалды сақтауды шифрлау арқылы жүзеге асырылады.

3. Болашақ информатика мұғалімдерін даярлау үшін білім берудегі операциялық жүйені виртуализациялау

Бірқатар авторлар болашақ информатика мұғалімдерін оқытуда операциялық жүйелерді виртуализациялау артықшылықтарын атап өтті. Гаспар және басқалар [2,3,4,] виртуализацияны енгізудің өткенін, бүгінін және болашағын талдап көрсетті. Агравал және басқалар [5] "тонкий/жұқа клиент/сервер"архитектурасында виртуализацияны есептеу қосымшасы ретінде енгізу туралы хабарлайды. Соңғы уақытта жұмыс үстелі компьютерлерінің өңдеу қуатының өсуімен біз клиентке шоғырландыру туралы айта аламыз.

А.Сейлер [6] өзінің еңбегінде студенттер өздерімен бірге портативті компьютерлер, ноутбуктер, планшеттер және т. б. сияқты өз құрылғыларын компьютерлік зертханаға әкеледі. Осылайша, операциялық жүйелер курсы сияқты негізгі пәндер үшін құру ортасының бірыңғай жиынтығын тарату мәселесі болатын аппараттық орта барған сайын әртүрлі болып келеді. Алайда, виртуализацияда құралдардың бірыңғай жиынтығын қолдануға болады. Осылайша, виртуализация компьютерлік ғылымдар зертханасының "өз құрылғыңызды әкеліңіз"(BYOD) тұжырымдамасын жүзеге асырудың құралы болып табылады және бұл әсіресе бюджеттік оқу орындарында өте тиімді деген пікірді ұсынады.

Есептеу бұлты – бұл деректер мен қосымшаларға қол жеткізу үшін Жалпыға Ортақ Интернет арқылы қашықтағы серверлер жиынтығына қол жеткізуді қамтамасыз ететін салыстырмалы түрдегі жаңа технология [7]. Бұлт өзінің табиғаты бойынша ресурстарды виртуализациялау болып табылады, сонымен бірге басқару мен қызмет көрсетудің күрделілігін береді. Виртуалды технологияны қолдана отырып, білім беру мекемесі (1) инфрақұрылымды жеткізуші бола алады, яғни ол жергілікті және ғаламдық қолжетімділікті қамтамасыз ете отырып, жұмыс істейтін қосымшаларды іске қосу үшін инфрақұрылымды ұсына алады; (2) жергілікті және жаһандық қол жетімділікті қамтамасыз ететін платформалық қызмет провайдері шоғырландырылған қауіпсіздікті жақсартатын жергілікті ОЖ платформаларына қол жеткізуші; және (3) бағдарламалық қызметтерді қамтамасыз етуші. Тонкий/Жұқа клиент – бұл жұмыс станциялары немесе серверлер сияқты жоғары есептеу мүмкіндіктері бар басқа құрылғыларға қосылуға және олардың жоғары өңдеу қуатының артықшылықтарын пайдалануға арналған терминал [8]. Соңғы жылдары жұқа клиенттер мен қуатты серверлерді пайдалану операциялық жүйелерді виртуализациялау контекстінде ерекше орын алуда.

Виртуализацияның айтарлықтай бізге берер басты артықшылығы тұтынушылардың қуат тұтыну көзін айтарлықтай азайту болып табылады. Сондықтан да виртуализацияны оқу процесінде пайдалану кеңінен орын алу керек.

Виртуалды машиналарды операциялық жүйелер мен ОЖ администрациялау пәнін оқытуда Vollrath және Jenkins [9] қолдануды зерттеді. Операциялық жүйелерді оқыту сыныптағы әрбір білім алушы үшін кем дегенде бір толық компьютерлік жабдықты қажет етеді. Алынбалы қатты дискілерді пайдалану қажетті компьютерлердің жалпы санын азайту үшін тиімді болуы мүмкін болса да, виртуалды машина технологиясы зертханалардың пайдалану шығындарын азайтып қана қоймай, сонымен қатар бір физикалық машинада бірнеше компьютерге иммитация жасап, компьютерлердің санын азайтып, оқудың тиімділігі мен шығынын азайтады[11].

Виртуализацияны пайдаланудың кейбір кемшіліктеріне қарамастан, басты назар артықшылықтарға аударылып, яғни виртуализация бүгінгі күнге дейін операциялық жүйелер мен жүйелік администрациялау курстарын оқытуды айтарлықтай жақсарта алады деген қорытындыға келеміз.

Сонымен қатар, виртуализация орталары бағдарламалық жасақтамада өте оңай жұмыс істей алады және бұл студенттерге виртуалды жабдықты орнатуға уақыт кетірмей олар оқитын курстың мазмұнына көңіл бөлуге мүмкіндік береді.

4. Қорытынды

Виртуализация – физикалық компьютерде бір уақытта бірнеше операциялық жүйелерді іске қосу тәсілі. Виртуализация чиптегі ендірілген жүйелерден бастап ірі деректер орталықтары мен бұлттық орталарға дейін кез келген дерлік машинада жасалуы мүмкін. Бір қарағанда виртуализация қарапайым болғанымен тым күрделі болатын мүмкіндіктерді ашады. Виртуализацияның көптеген артықшылықтары бар: жергілікті емес жабдықта бір уақытта жұмыс істеу; операциялық жүйелердің кескіндері тиісті деректермен бірге желілік жүйелерде сақталынады және телепортацияланады; виртуализацияны қолданушылар аз күш жұмсау арқылы қолданыстағы операциялық жүйелер туралы толық түсінік ала алады немесе барлық әртүрлі аппараттық құралдарды нақты орналастыруды қажет етпейақ оларды құрастыра алады; виртуалды тұрмыстық техникамен өзара әрекеттесе алатын кеңкөлемді есептеу қуаты бар, бұл тізімді ары қарай жалғатыра беруге болады.

Қазіргі уақытта виртуализация процессордың негізгі конструкцияларында қолдау тапқан және виртуализация үшін қажетті бағдарламалық жасақтама болып табылады және қазірдің өзінде өндіріс ортасының ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл жағдайда компьютерлік виртуализация информатика саласында білімінің ажырамас бөлігі болуы керек.

Сонымен виртуализация құралдары деп біз виртуалдандырудың үш негізгі ерекшелігін (бір физикалық компьютердің ресурстарын бірнеше өзара тәуелсіз виртуалды ортаға бөлу немесе бірнеше физикалық компьютерлердің ресурстарын бір виртуалды ортаға біріктіру; бір виртуалды ортадан екіншісіне ауысуы; нақты физикалық ресурстарды жасыру және олардың абстракциялармен аумастыру) жүзеге асыратын аппараттық компоненттер мен бағдарламалық жасақтаманы түсінеміз. Сәйкесінше тиісті бағдарламалық жасақтамалар виртуализациялық бағдарламалық жасақтама деп аталады, ал тиісті аппараттық компоненттер (виртуализация технологиясын қолдайтын процессорлармен ұсынылған) виртуализациялық аппараттық құралдары деп аталады.

Виртуализацияның артықшылықтарымен бірге болашақ информатика мұғалімдерін дайындайтын тіпті осы курсты өтетін барлық мамандықтағы студенттердің осы жаңа технологияны игеру ауыртпалығы туындайды. Бұл тапсырмаларды сәтті орындау үшін оқытудың дұрыс платформаларын таңдамас бұрын көптеген ақпаратты талдау қажет және берілетін операциялық жүйе курсы бойынша оқу-әдістемелік ұсыным жасалу керек. Біз виртуализацияға және оның қосымшаларына қысқаша шолу мен талдау жасадық, сонымен қатар оның операциялық жүйе пәнін оқытуда қолдану жолдарын қарастырдық.

ОЖ бойынша зерттелген курстардың анықталған ерекшеліктерінің ішінде зертханалық жұмыстар курсының қарастырылуы; курстың дәрістік бөлігі шеңберінде виртуализация технологияларын қарастыру; зертханалық жұмыстарды орындау кезінде виртуализация құралдарын кең түрде қолданылуы және осы құралдардың әртүрлілігі; қолданылатын бағдарламалық жасақтамамен (атап айтқанда виртуализауия құралдарымен) жұмыс негіздерін оқыту; баламалы құралдардың қолжетімділігі болашақ информатика мұғалімін дайындауда виртуализация технологияларын қолдану әдістемесін әзірлеу кезінде ескерілуі керек.

Әдебиеттер тізімі

[1] Kolyshkin K., Virtualization in linux, *White paper, OpenVZ*, vol. 3, 2006, p. 39.

[2] Gaspar, A., Langevin, S., Armitage, W., Rideout, M , Enabling new pedagogies in operating systems and networking courses with state of the art open source kernel and virtualization technologies, *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 2008, 23(5):189–198.

[3] Gaspar, A., Langevin, S., Armitage, W., Sekar, R., Daniels, T, The role of virtualization in computing education, *In ACM sIGCsE bulletine*, volume 40, 2008. pages 131–132.

[4] GGaspar, A., Langevin, S., Armitage, W. D., Rideout, M., March of the (virtual) machines: past, present, and future milestones in the adoption of virtualization in computing education, *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 2008, 23(5):123–132.

[5] Agrawal, S., Biswas, R., Nath, A., Virtual desktop infrastructure in higher education institution: Energy efficiency as an application of green computing, *In Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 2014 Fourth International Conference*, pages 601–605. IEEE.

[6] Sayler, A., Grunwald, D., Black, J., White, E., Monaco, M., Supporting cs education via virtualization and packages: tools for successfully accommodating bring-your-own-device at scale, *In Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education*, 2014, pages 313–318. ACM.

[7] Bala, P. S., Intensification of educational cloud computing and crisis of data security in public clouds, *International Journal on Computer Science and Engineering*, 2010, 2(3):741–745.

[8] Cimen, C., Kavurucu, Y., Aydin, H., . Usage of thin-client-server architecture in computer aided education, *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2014, 13(2).

[9] Vollrath, A. Jenkins, S., Using virtual machines for teaching system administration, *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 2004, 20(2):287–292.

[10] Galán, F., Fernández, D., Fuertes, W., Gómez, M., de Vergara, J.E.L., Scenario- based virtual network infrastructure management in research and educational testbeds with vnuml, *Annals of telecommunications-annales des télécommunications*, 2009, 64(5-6):305–323.

[11] Cvetkovski A., . Operating system virtualization in the education of computer science students, *Proceedings of INTCESS 2021 8th International Conference on Education and Education of Social Sciences*, , 2021, 853-826.

[12] Galán, F., Fernández, D., Ruiz, J., Walid, O., de Miguel, T., Use of virtualization tools in computer network laboratories, *In Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET (2004). Proceedings of the FIfth International Conference* , pages 209–214. IEEE.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

КОЛЛЕДЖДЕ АҚПАРАТЫҚ-КОМУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯНЫ ҚОЛДАНУ ЕРЕКШЕЛІГІ

ГҮЛМИРА СКАБАЕВА[1], ҚАСЫМБЕК АЛДИЯРОВ[2], ҰЛДАНА БОЛАТХАН[3]

[1]Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Казахстан
[2]ЖШығанақ Берсиев атындағы Ақтөбе жоғары аграрлық-техникалық колледж, Казахстан
[2]3Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Казахстан
e-mail: gskabayeva@mail.ru

Аңдатпа. Ақпараттық-комуникациялық технологияны бәсекеге қабілетті ұлттық білім беру жүйесін дамытуға және оның мүмкіндіктерін әлемдік білімдік ортаға енудегі сабақтастыққа қолдану негізгі мәнге ие болып отыр. Білім беруді ақпараттандыру, білім салаларының барлық қызметіне ақпараттық технологияны енгізу және ұлттық модельді қалыптастыру қазақстандық білім беруді сапалы деңгейге көтерудің алғы шарты. Ақпараттандыру технологиясының дамуы кезеңінде осы заманға сай білімді, әрі білікті мамандар даярлау - мұғалімнің басты міндеті. Қоғамдағы ақпараттандыру процестерінің қарқынды дамуы жан-жақты, жаңа технологияны меңгерген жеке тұлға қалыптастыруды талап етеді [1]. Техникалық және кәсіптік білім беруді реформалау техникалық және қызмет көрсету еңбегінің кадрларын даярлауда сапалы ұмтылыс қажеттілігімен Қазақстанның индустриялды-инновациялық дамуын іске асыру жөнінде қарқынды ауқымының артуымен мәселелердің күрделігіне байланыста ғаламдық және білім экономикасына ақпаратты технологияның ұғынушы әсерімен өту жағдайларда және еңбектің ішкі мен сыртқы рыногында бәсекелестіктің артуымен туындалды.

Кілттік сөздер: Ақпараттандыру, компьютерлік технология, электрондық оқулық.

1. Кіріспе

«Жаңа ақпараттық - коммуникациялық технологиялар» ұғымының пайда болуымен және білім беру саласында компьютердің қолданыла бастауымен тығыз байланысты. Жоғары кәсіптік білім беруді ақпараттандыру мәселелеріне арналған ғылыми және ғылыми-әдістемелік әдебиеттердегі ақпараттық іздеу, осы кезге дейін «Оқытудың ақпараттық технологиясы» түсінігінің дәл, нақты анықтамасы жоқ екенін көрсетті. Осы түсініктерге байланысты әртүрлі дерек көздерден «Жаңа ақпараттық технологиялар», «Компьютерлік оқыту технологиясы», «Компьютерлік-педагогикалық технологиялар» және т.с.с. синоним сөздерді кездестіруге болады. «Жаңа» сөзі педагогикалық дерек сөздерде жиі қолданылады. Бұл жерде негізгі ой түрлі салалардың сонымен қатар педагогикалық саланың да құрамын түбегейлі өзгертетін жаңашылдық жайлы[2].

Теориялық талдаулар білім беруді ақпараттандыру қазіргі шетелдік білім беру жуйесінің негізгі мәселелердің бірі болып саналатындығын көрсетті (Жд.Фортер, Р.Вильям,

Е.Э.Удовин және басқалар). Білім беру жүйесін ақпараттандыру саласын зерттеу мәселесімен айналысуда. Қазақстанда білім беру жүйесін ақпараттандыру саласында жүйелі ғылыми зерттеу жұмыстары атап айтқанда Б.Б.Баймұқанов, Е.Ы.Бидайбеков, Ж.А.Караев, С.С.Құнанбаева, Г.К.Нұрғалиева және басқа ғалымдардың ғылыми мектептерінде басқарылып отыр.

Ақпараттық қоғамның негізгі талабы – оқушыларға ақпараттық білім негіздерін беру, логикалық – құрылымдық ойлау қабілеттерін дамыту, ақпараттық технологияны өзіндік даму мен оны іске асыру құралы ретінде пайдалану дағдыларын қалыптастырып, ақпараттық қоғамға бейімдеу. Демек, ақпараттық бірліктердің білімге айналуы әлемнің жүйелік – ақпараттық бейнесін оқушылардың шығармашылық қабілеттері мен құндылық бағдарларын дамыту арқылы қалыптастыруды көздейтін, адамның дүниетанымының құрамдас бөлігі болып табылатын интеллектуалды дамуды қалыптастырудың бір жолы.

Қазіргі заманғы қоғамның шарттары бойынша мамандарды даярлау мәселесі нәтижемен тенденцияны есепке алу, ғылыми білім беруде жеткілікті іске асады. Ол ғылыми зерттеулердің мөлшерімен түсіндіріледі. Әлеуметтік болжам бойынша адамдық өркениет сапалы жағдайға өтуіне сәйкес, оның мінез - құлқы бойынша негізгі азық - түлігі бойынша еңбектің ақпараттық нәтижесі. Кәсіптік даярлау жүйесінде мұндай актуалдық мәселені қайта өңдеу студенттердің ойлау қабілетінің дамуына әсер етеді. Кәсіптік аймақта қалыптасуды даярлауы.

Ақпараттық қоғам жағдайында кәсіптік оқыту мамандардың ақпараттық-коммуникациялық құзырлығын қалыптастыру көрсеткіштері төмендегідей:

– білім беру жүйесінің әлемдік ақпараттық кеңістікке саналы түрде енуін қамтамасыз ету;

– ақпараттардың шексіз көлемі мен осы ақпараттарды аналитикалық түрде өңдеуді қамтамасыз етуге даярлау;

– ақпараттық ортада жеке тұлғаның шығармашылық сапасын дамыту мен қалыптастыру және өзіндік ақпараттық ортаны құру дағдыларын қалыптастыру;

– ақпараттық ортада коммуникативтік мәдениетті қалыптастыру;

– ақпараттық ортада өзара байланыс қызметтерін қалыптастыру;

– ақпараттық ортада ақпаратты алу, таңдау, сақтау, қабылдау, түрлендіру, жіберу және бір-бірімен сабақтастыру мәдениеттерін қалыптастыру;

– интерактивтік телекоммуникациялық технологияларды (Интернет, қашықтықтан оқыту және т.б.) қолдануға даярлау;

– ақпараттық-білімдік ортаны модельдеу мен жобалау қабілетін қалыптастыру және осы дағдыны өзіндік кәсіби қызметтеріне қолдануға даярлау.

Қазіргі жағдайда кәсіптік оқыту мамандарының ақпараттық-коммуникациялық құзырлылығы кәсіби мамандықтың құрамды бөліктері болып табылады. Сондықтан бұл мәселе болашақ кәсіптік оқыту мамандарын даярлаудың көкейкесті мәселелерінің бірі ретінде айқындалады. Ол мына мәселелерді қамту керек:

Ақпараттық-коммуникациялық құзырлылықты қалыптастырудың кезеңдері қандай?

Ақпараттық-коммуникациялық құзырлылықты қалыптастырудың мазмұны мен құрылымы қандай?

Қандай деңгейде ақпараттық-коммуникациялық құзырлылық қалыптасуы мүмкін? Болашақ кәсіптік оқыту мамандарын даярлауда кәсіптік АКҚ-ты қалыптастыру жалпыпедагогикалық және пәндік құрама болып екіге бөлінеді. Жалпыпедагогикалық құрама — бұл оқыту мен тәрбиелеу процестерінде ақпараттық және коммуникациялық технологияны қолданудың жалпы бағыты; пәндік құрама — оқу пәндерінің (физика, математика, химия, биология және т.б.) ерекшеліктерін бейнелейтін спецификалық бағыт.

Кәсіптік АКҚ-ты қалыптастыруды келесі бөліктерге бөлуге болады:

• Интернет-ресурстарды оқыту процесіне қолдану арқылы қосымша ақпараттарды іздеу мен оны талдау;

• түрлі компьютерлік құралдарды қолдану арқылы білімдік ақпараттарды түрлендіру;

• өздерінің кәсіптік деңгейін көтеру мақсатында оқытушыларды желілік бірлестік жұмысына және интернет-конференцияға қатыстыру;

• ақпараттық компьютерлік үйрету программаларын құру және стандарттық қосымшалар мен қолданбалы жүйелерді пайдалану арқылы ақпараттарды түрлендіру;

• стандартты қосымшалар мен арнайы программаларды қолдану арқылы компьютерлік тестілерді жасақтау;

• стандарттық қосымшаларды қолдану арқылы оқушылардың білімінің рейтингілік бағалау жүйесін жасақтау;

• стандартты қосымшалар мен арнайы программаларды қолдану арқылы үйрету бағытындағы деректер базасын құру;

Жоғарғы оқу орындарындағы болашақ педагогтарды даярлау жүйесінің тиімділігі, бағa көрсетілімдігі қайта өңделеді, кәсіптік тұлға құрылғыларына ықпал етеді.

Сонымен, ақпараттық құзырлықты қалыптастыру келесі талаптарды қанағаттандырады:

1. қазіргі білім беру жүйесіндегі ақпараттық кеңістік туралы біртұтас түсінікті қалыптастыру (бүкіләлемдік ақпараттық ресурстарға бағдарлау, ақпараттарды іздеу алгоритмі мен ақпараттарды аналитикалық-синтетикалық тұрғыдан өңдеу әдістерін меңгерту).

2. ақпараттық (дербес жағдайда, компьютерлік) сауаттылық: оқу-әдістемелік, озық тәжірибелерді зерттеу, ғылыми-зерттеу нәтижелерін түрлендіру мен технологияларды қолдану әдістерін меңгерту; қолданбалы программалық құралдарды меңгерту; жаңа программалық құралдарды меңгерту.

3. өз қызметтерін жаңа ақпараттық технологияның мүмкіндіктерін пайдалану: жаңа ақпараттық технологияның мүмкіндіктері туралы білім; коммуникациялық қызметтерді пайдалану дағдысы; білім беру процесінің ерекшеліктерін ескере отырып, педагогикалық программалық құралдарды қолдану және оларды өз қызметтерімізге сәйкес бейімдеп пайдалану.

Пәндерді оқытуда қазіргі мультимедиа мен интерактивтік технологияларды қолдану арнаулы бағдарламалық қамтамасыз ету мүмкіншіліктерін көрнекі демонстрациялауға, сонымен қатар видеосабақтардың көмегімен(мультимедиалық презентациялар) оқытудың тиімділігі мен мотивациясын көтеруге мүмкіндік береді. Мультимедия — (ағылшынша. multum — көп + medium — орталық, орталық нүктесі) сурет, дыбыс,мәтін және қосымша интерактивтік режімде басқа да жүйелермен жұмыс істеу қабілеті, кеңейтілген қызметі бар компьютерлік жүйе. Мультимедиялық технология бір уақытта тақырыпты көру және есту арқылы қабылдауға, қайталау анализін талдауды қажет ететін бөлімдерге қайта келу, оны басқаруда белсенділік қабілетін білдіреді. Оқу ақпараттарын беруге, әр түрлі нақты құралдарды қолдану, оның интерактивтілігімен сәйкестігі, мультимедиа оқытудың сапалы жаңа деңгейін қамтамасыз етеді.

Арнайы пәндерді ақпараттандыру - бұл ақпараттық технологияның құралдарын білім беру саласына қолданудың методологиялық және тәжірибелік құндылықтарын зерттеп, оқыту мен тәрбиелеудің психологиялық және педагогикалық мақсаттарына бағыттап қамтамасыз ету процесі.

Қазіргі кезде ақпараттық коммуникациялық технологиялардың дамуы жаңа әлеуметтік-экономикалық және саяси жағдайға қарай бейімделіп келеді. Атап айтқанда, қоғамдағы туындайтын жаңа ақпараттық құбылыстардың рөлі мен факторлары ақпараттық қажеттіліктің қайшылықтары мен үйлесімділік жүйесін анықтайды.Оның ішіндегі ең бастысы –болашақ кәсіптік оқыту мамандарын даярлау бойынша білімді ақпараттандыру жағдайының сапасын арттыру.

Электрондық оқулықты пайдалану мұғалімнің де ғылыми-әдістемелік потенциалын дамытып, оның сабақ үстіндегі еңбегін жеңілдетеді. Оқытудың әр сатысында компьютерлік тесттер арқылы оқушыны жекелей бақылауды, графикалық бейнелеу, мәтіндері түрінде,

мультимедиалық, бейне және дыбыс бөлімдерінің бағдарламасы бойынша алатын жаңалықтарды іске асыруға көп көмегін тигізеді. Электрондық оқулықтарды пайдалану оқушылардың, танымдық белсенділігін арттырып қана коймай, логикалық ойлау жүйесін қалыптастыруға шығармашылықпен еңбек етуіне жағдай жасайды.

Колледже мамандарының дайындауда ақпараттық-комуникациялық технологияны қолдану ерекшеліктері, колледж оқу орындары жүйесінде болашақ мамандарын даярлау жағдайын талдау - ақпараттық білім беру жағдайында қоғамның әлеуметтік тапсырысына сәйкес өздігінен білім алуға қабілетті, құзырлы маманды алуға, техникалық арнайы пәндерін оқыту әдістемесінде оқыту тиімділігін жоғарылату мәселесіне аз назар аударылатын көрсетті.

Білім беру жүйесін ақпараттандыру қазақстандық білім беруге табысты болашақты ашады. Білім беруді ақпараттандыру жағдайы оқу үрдісінде ақпараттық-коммуникациялық технологияларды қолдану мен енгізу маңызды болып табылады, көбінесе, қомақты және кешенді сипатты қабылдайтын оқыту сапасы мен тиімділігін жоғарылатуда мүмкіндік беретін звено. Оқу үрдісінде ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың қажетті құралдарын кешенді қолдануды практикалық жүзеге асыру – көпфункционалды білім беретін электронды басылымдарды жасау мен қолдану есебінен жетуге болады, оқу мақсаттарындағы бұрыннан әйгілі бағдарламалық құралдар – қазіргі таңдағы зерттеулер, электрондық оқулық болып табылады.

Оқытудағы білім беретін электрондық басылымдарды қолдану мәселелері Ж.А. Абсаметова, Е.Ы.Бидайбекова зерттеулерінде қарастырылған.

Электрондық оқулық – жоғары ғылыми және әдістемелік деңгейде жасалады, стандарт пен бағдарламаның дидактикалық бірлігімен анықталатын, мамандықтар мен бағыттардың білім беру стандартының құрамдас пәндеріне толық сәйкес болуы керек. Сондай-ақ электрондық оқулық интербелсенді кері байланысты жүзеге асыру жағдайында оқыту үрдісіндегі дидактикалық циклдің үздіксіздігі мен толықтығын қамтамасыз етуі тиіс.

Колледж оқушыларын даярлауда электрондық оқулықты қолдану қажеттілігін көздейді:

- электрондық оқулықты қолдану оқыту алдында тұрған оқу мақсаттары мен міндеттерге жетуге және оқу үрдісінің тізіміне кіруді қамтамасыз етеді;

- оқу материалын меңгеру уақыты, жаңа электрондық оқулықты (сапаны жоғалтпау) қолдануда жеке біліктілік пен дағдыларды қалыптастыру - дәстүрлі оқыту әдісін қолдануға қарағанда төмен, ал оқу материалын меңгеру деңгейі дәстүрлі әдіс көмегімен жетуге қарағанда төмен болмайды.

- электрондық оқулықтар айтарлықтай ақпарат санының көп бөлігін құрайды, оның ішінде аудио-видео немесе басқа да формалар, дәстүрлі білім беру басылымдары қол жетпейтін, бұрын қол жетпеген сапа білім берудің жаңа деңгейін қамтамасыз етеді, мысалы, ауылшаруашылық машиналары құралдарының бөліктері бойынша арналған сабақтар пайдалы, өйткені оларды қолдануда маңызды қабылдау сипап сезу, есту және қозғалыс элементтері құралдарымен қиыстырады, олардың көмегімен оқытылатын механизмдер, жүйелер мен түйіндердің жұмыс істеу принциптерін көрсетуге болады.

Практика көрсеткендей, болашақ маманды даярлауда электрондық оқулықтарды жасау мен ендіру мәселелері оқу үрдісінде көрсетілген талаптарды қамтамасыз ететін мазмұнды және әдістемелік көзқараста аз тексерілген болып табылады.

Колледждер мен кәсіптік лицейдегі (мектеп) оқыту үрдісі сапасын жоғарылатудың басты кедергілері – оқу-әдістемелік жабдықталуының төменгі деңгейі, қазіргі оқу әдебиеттерінің жеткіліксіздігі, әсіресе, арнайы пәндер бойынша мемлекеттік тілде, ғылыми-әдістемелік қамтамасыздандырумен мақсатқа сай айналысатын мекемелердің болмауы болып табылады (сурет-1).

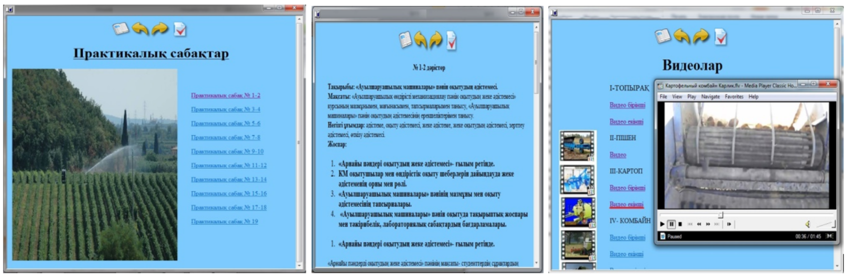
Электрондық оқулықтың мазмұнды жиынтығы гиперсілтеме арқылы жүзеге асырылады. Оқыту үрдісін автоматтандыру мазмұнын анықтауда компьютерлік технологиялар

Сурет 1. Электрондық оқулық

ерекшелігі есебінен педагогикалық ғылыммен қабылданған мазмұнды іріктеу көрсеткіштері мен қағидалары негізінде жасалады (сурет 2).

Біздің ойымызша, гиперсілтемемен жұмыс бір жағынан,оқушылардың оқу-танымдық мүмкіншілігін кеңейтеді, ал басқаша – тұлғаның ақпараттық мәдениетінің құрамдас бөлігі болып табылатын оқушыларды танымдық іскерліктермен қаруландырады. Электрондық оқулықпен жұмыс істеуде оқушылар білімді жинақтауға, себеп-салдарлы байланыстарды анықтауға, талдауға, ақпаратты негіздеуге, дифференциялауға, салыстыра алуға үйренеді.

Гиперсілтемеге арналған материалдарды іріктеу мен құрылымдауда маңызды көрсеткіштердің бірі – біліктілік сипатындағы мамандарды даярлауға сәйкес білім мазмұнын анықтайтын мемлекеттік құжаттар болып табылады. Оқу жоспарларын, бағдарламалар, оқулықтар, оқу құралдарын талдау - негіз болып табылатын, базалық, принципиалды-маңызды, тұжырымдамалық және шамалы, толық, талдап тексеруші, мазмұнындағы маңыздылығын дәлелді анықтауға және шектеуге мүмкіндік береді.



Сурет 2. Электрондық оқулықтың мазмұны

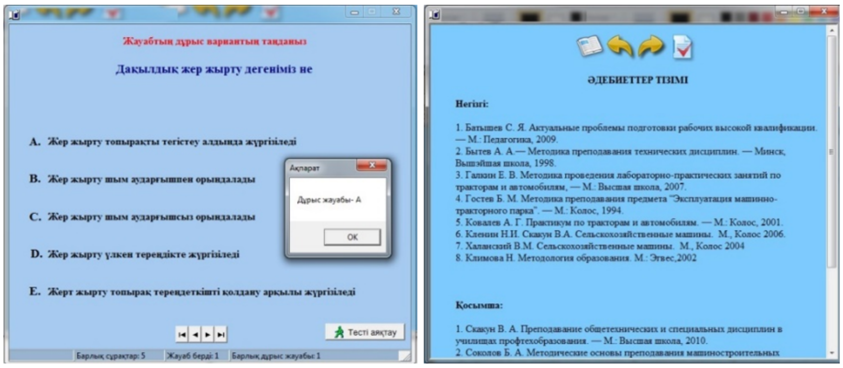
Гиперсілтеме арқылы педагог нақты идеялар немесе фактілерді, осы және басқа да теориялық ережелерді мәлімдеуді, түрлі фактілерді, себеп-салдарлы заңдылықтарды түсіндіруді, қандайда да бір пікірлерді дәлелдеуді, осы және басқада оқиғаларды немесе адамдардың іс-әрекетін бағалауды қамтамасыз етеді. Гиперсілтememен жұмыс бір жағынан, оқу танымдық мүмкіншілігін кеңейтеді, ал басқаша – тұлғаның ақпараттық мәдениетінің құрамдас бөлігі болып табылатын студенттерді танымдық іскерліктермен қаруландырады.Гиперсілтеме жағдайында білімнің келесідей жүйелерін қолдануға болады: мәліметтер базасы, тезаурус, негізгі ережелер, суреттер, фотографиялар, сызбалар.

Оқушыларды дайындауда оқытудың белсенді әдістері қолданылады: техникалық және технологиялық міндеттерді шешу (өңдеу, реттеу режимінің есептері, басқару бағдарламаларын жасау, кинематикалық және динамикалық сипаттамалар, конструкциялық бұйымдарды жасау, технологиялық үрдістерді өңдеу және карталар, құрал-жабдықтарды конструкциялау және дайындау, өнімнің ұтымды конструкциясын таңдау және технологиялық үрдісте дайындау).

Электрондық оқулықтың нәтижелі-бағалау компоненті тестілеу есебінен жүзеге асырылады. Қазіргі білім беруде оқушының дайындық деңгейін бағалауда автоматтандырылған

әдісті қолданбау, яғни тестілеу жүйесі олардың нәтижесін автоматты өңдеуінсіз мүмкін емес.

Тестілерді құру алынған ақпараттардың ұғыну деңгейін, іс-әрекетке сәйкес амалдарды меңгеру деңгейін және оқылатын мәселе бойынша студенттердің қызығушылығын анықтайды (3 сурет).



Сурет 3. Тестілік тапсырмалар көрінісі.

Сондай-ақ әр тараудың соңында өз бетінше оқытуға және практикалық сабақтарға дайындыққа ұсынылатын әдебиеттер тізімі беріледі.

Ақпараттық білім беру үрдісі, пәндік сала танымдық заңдылықтарының интеграциялық беталыстары мен қоршаған ортаны қолдай отырып, білім алушы тұлғасын дамытуда ақпараттық технологиялар мүмкіндігін қолдануға әдіс-амалдар жасауды өзекті етеді. Нәтижесінде білім алушылардың белсенділігі мен әрекетке қабілеттілік деңгейі жоғарылайды, альтернативті ойлау қабілеттері, оқу және практикалық міндеттерді шешу ізденісінің стратегиясын жасау іскерлігін қалыптасуы дамиды, оқу және практикалық міндеттерді шешуді жүзеге асыру нәтижесін болжау іскерліктері, оқылатын нысан, құбылыстар, үрдістер модельдеу негізінде және олардың өзара байланысын қабылданған шешімдерді жүзеге асыру нәтижесі болжанады.

«Ауылшаруашылық өндірісін механикаландыру пәнін оқытудың жеке әдістемесі» пәні бойынша жасалған электрондық оқулықтарда көрсетілгендей, кәсіптік оқытудың болашақ мамандарын әдістемелік дайындықты жүзеге асыруды қамтамасыз етуде бағдарламалық жүйе, оқу-әдістемелік және техникалық құралдар үш бағыт бойынша ұсынылады:

1 – психофизиологиялық, өндірістік-маңызды ақпараттарды таратушы дене алфавиттерімен байланысты;

2- даралық, адамның уақыт бірлігін қабылдауына, сақтауына және жіберуіне қабілетті болуы, ақпарат сапасын өлшеуімен байланысты;

3- психологиялық, ақпаратты тәсілдерін сақтау және өңдеу механизмімен байланысты; Бірінші бағыт нәтижесіне сәйкес ақпаратты тарату бойынша бағалау беріледі:

- кеңістік сипатында;
- динамикалық сипатта;
- ақпаратты ұсыну амалдары;

Бұл анықтама ақпаратты ұсыну формалары, әдістері мен интенсивтілігін анықтауға мүмкіндік береді.

Екінші анықтама кәсіби қызметті қалыптастыруға, танымдық іс-әрекетті белсендіруге мүмкіндік беретін ақпаратты ұсыну нормативтерін анықтайды.

Үшінші бағыт нәтижесі критерийлер бойынша жүзеге асырылатын іс-әрекеттің рефлексия механизмдерін қалыптастыруда оларды таңдау тапсырмаларға нұсқау, жолдама ретінде таратылатын бастапқы ақпараттар іс-әрекеттің мақсаты мен міндеттеріне байланысты.

Кез келген студенттің алдында мынадай міндет болады: өз күші мен қабілетін барынша көп қолдану, бұл егер әрбір адамның психологиялық ерекшеліктері, білімі мен іскерліктеріне сәйкес қоғамның кәсіби құрылымының өз орны болғанда мүмкін.

Кәсіптік оқыту болашақ мамандарының әдістемелік дайындығы негізінде біздің тарапымыздан, оны құрастыру, оқыту мазмұнын құру принципіне сәйкес электрондық оқулық мазмұнының кезең бойынша іріктеулері жасалды:

1.Оқытудың жалпы мақсатын бөлу, оны білім алушылардың іс-әрекет нәтижесі арқылы анықтау.

2.Оқу бағдарламалары, тараудағы гиперсілтемеде ұсынылған оқу материалын реттеу.

3.Оқу материалын жүйелеу және оқу-әдістемелік қызметті құрастыру.

4. Тапсырмалар мен тесттерді апробациялау.

Зерттеу барысында бірнеше деңгейлер анықталды: шығармашылық, жоғары, орта және төмен . Тәжірибелік-эксперименттік жұмыс колледжде өтті.

Тәжірибелік-эксперименттік жұмыстың негізгі міндеті - болжамды тексеру болып табылды, электрондық оқулықты әдістемелік негізде өткізілді.

Тәжірибелі оқыту міндетіне жататындар:

- оқушылырдың мотивациясын жоғарылату;

- оқушылырдың интернет, кітаптармен, қосымша әдебиеттермен жұмыс істеуде өзіндік жұмысын белсендіру;

- электрондық оқулықтың мүмкіндіктерін көрсету;

Тәжірибелік-эксперименталдық жұмысты сабақта екі оқытушы жүргізді. Оқушылырға оқу материалдары таратылды. Бірақ эксперименталдық топ оқушылырына компьютер, мультимедиалық құралдар (проектор DVD күйтабақ-ойнатқыш), және оқу материалдарын басып шығаруға арналған принтермен жабдықталған компьютерлік аудиторияда электрондық оқулықты қолданумен жүргізілді. Оқушылар кабинеттің жабдықталуына толық мүмкіндігі болды. Олар негізгі оқу құралы ретінде электрондық оқулық орнатылған компьютерлерді қолданды.

Тексеру топ оқушылырдың сабақтары дәстүрлі формада, яғни, қалыпты аудиторияда жүргізілді.

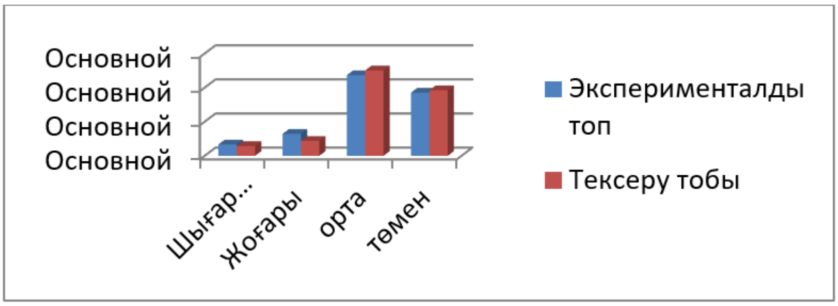
Әдістемелік дайындықта электрондық оқулықты қолдану оқушылырдың қатынасын анықтауға сауалнама орындалды, 32 қатысушы қатысты. Сауалнама нәтижесі көрсеткендей, оқушылыр анимациялық көріністерді безендіру (70%), дыбыстандыру, оқулықтың оң сапасын белгілейтін – шрифт (95%), нұсқаунамалардың болуы (89%) құрады.

Қалыптастырушы эксперимент алдында нақты оқыту үрдісінде электрондық оқулықты ендіруге алдын-ала жоспар жасалды және электрондық оқулықты ұйымдастыру және әдістемесіне қатысты өзгерістерді анықтауға сауалнамалар жасалды.

Кесте 1. Қалыптастырушы эксперименттің басына дейінгі кәсіптік оқыту болашақ мамандарының әдістемелік дайындық деңгейлері

Деңгей	Эксперименталды топ	Тексеру тобы
Шығармашылық	6,7	5,8
Жоғары	12,9	8,8
Орта	47,3	50,1
Төмен	37,1	38,5

Дайындық кезеңінде алғашқы дәрісті баяндау барысында оқушылыр қалай жұмыс істеу керек, қандай іскерліктерді меңгеру қажет туралы түсіндіріледі. Жалпы шолуда алғы сөз, тараулардың бағдарлы карталары, гиперсілтемелі модульдің интербелсенді графикалық сұлбасы, библиография, тезаурустар дайындалды.



Сурет 4. Қалыптастырушы эксперименттің басына дейінгі кәсіптік оқыту болашақ мамандарының әдістемелік дайындық деңгейлері

Жүргізілген сауалнамадан көрсетілгендей, студенттердің ұсынылған амалдарға қызығушылығын көрсетеді, әдістемелік дайындық, ұсынылған ақпарат көлемінің молаюын белгілеуде (93%) жеткілікті формада баяндалған (68%). Бұл зерттеу кезеңдерін жүргізуде студенттермен жұмыстың әдістері мен формалары, әңгімелесу, демонстрациялы дәрістер, сауалнамалар пайдаланылды. Эксперимент нәтижесі 1 кестеде және 4 суретте көрсетілген. Қалыптастырушы эксперименттің басына дейінгі кәсіптік оқыту болашақ мамандарының әдістемелік дайындық деңгейлері.

«Кәсіптік оқыту» мамандығы бойынша эксперименталды топтарға студенттер саны (14 студент), осы мамандықтан тексеру топтарына (18 студент) анықталды. Эксперименталды және тексеру топтарын қалыптастыру қалыптастырушы экспериментте олардың әдістемелік ұқсастықтарына қатысты ескерілді.

Зерттеудің аталған кезеңінде электрондық оқулық компоненттеріне сәйкес әдістемелік дайындық сатылары қарастырылады. Модульді құру үрдісі мақсат ретінде.

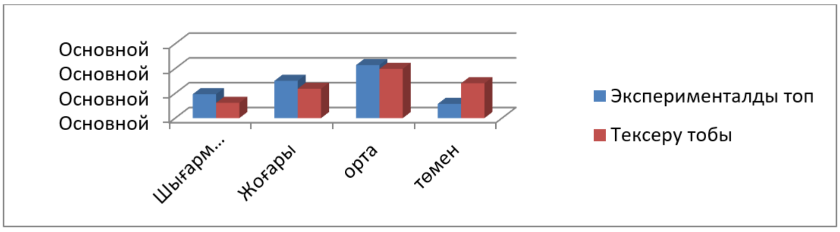
Эксперименталды топ студенттерінің білім деңгейі «Ауылшаруашылық өндірісін механикаландыру пәнін оқытудың жеке әдістемесі» пәнінен оқытудың теориялық әдістемесі негізінде келесі диагностикалық суреттермен сипатталады: шығармашылық деңгей бағаланады: білім – 19,3%, жоғары - 30,1%, орта – 42,8 %, төмен – 11,5%. Тексеру тобында білімді меңгеруге сәйкес көрсетіледі: шығармашылық деңгей бағаланады: білім – 12,3%, жоғары - 23,7%, орта – 39,7%, төмен – 28,1%. Эксперимент нәтижесі 2 кестеде 5 суретте көрсетілген.

Кесте 2. Эксперимент нәтижесі, %

Деңгей	Эксперименталды топ	Тексеру тобы
Шығармашылық	19,3	12,3
Жоғары	30,1	23,7
орта	42,8	39,7
төмен	11,5	28,1

Эксперименталды жұмыс нәтижесінің оңтайлы динамикасы мақсатқа сәйкес, біріздi әдістемелік дайындығын қалыптастыру оқушылырдың теориялық білімін меңгеру жүйелілігі, толықтығы мен түсініктілігі және олардың педагогикалық іскерлігін қалыптастыруды қамтамасыз етеді. Дайындық кезеңіндегі арнайы пәнге кіріспе студенттердің пән туралы тұтас түсінікті қалыптастыруына, сондай-ақ олардың қолдануы бойынша қажетті білім, біліктілік және дағдыны жетілдіруге мүмкіндік береді.

Процессуалдық-әдістемелік іс-әрекет құрылымының негіздері бағыт-бағдарлық, атқарушы және тексеру-түзетуші бөлімдерінен тұрады және оны атқаруда белгілі бір нұсқауды қолданғанда іс-әрекетке бастамашылық етуде өзекті дайындық туындайды.

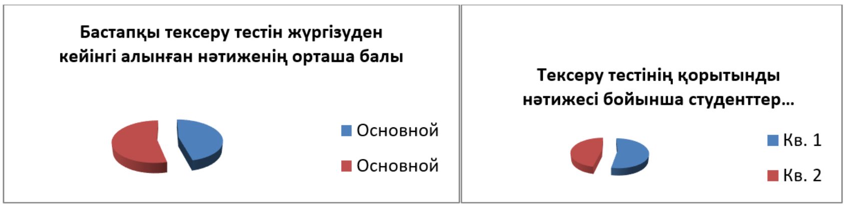


Сурет 5. «Ауылшаруашылық өндірісін механикаландыру пәнін оқытудың жеке әдістемесі» пәнін оқыту әдістемесін меңгеру және оқу үрдісін ұйымдастыру бойынша студенттерді дайындау әдістемесінің динамикасы

Атқарушы бөлік – іс-әрекеттің практикалық жүзеге асырылуы, сондай-ақ шешім қабылдауды және оқыту технологиясының болжамды нұсқасын үздіксіз жүзеге асырады.

Тексеру-түзету бөлігі педагогтың жобаланған іс-әрекетінің жүзеге асырылған нұсқасының баламалығы туралы ақпараттарды қадағалау негізінде алынған келесідей түзетуге қажетті атқарушы іс-әрекеттерді орындау және іс-әрекеттің қайта жүзеге асырылуымен байланысты.

Дәстүрлі формада пәндерді оқытуда жалпы мақсаты мен міндеттері қойылады, белгілі пән бойынша студенттердің кәсіби іс-әрекеті мен әдістемелік дайындығы маңыздылығын аша алмайды. (57%). Егер дәстүрлі формада маңызды компонент оқытушы материалын баяндау болса (дәріс, әңгімелесу), ал электрондық оқулықта ақпарат таратушы гиперсілтеме арқылы жүзеге асырылады. Оқушылыр әдістемелік дайындық барысында гиперсілтеме маңыздылығын жоғары бағалады(57%) (сурет-6).



Сурет 6. Бастапқы тексеру тестін жүргізуден кейінгі алынған нәтиженің орташа балы және тексеру тестінің қорытынды нәтижесі бойынша студенттер білімін бағалаудың орташа балы

Диаграммада көрсетілгендей, эксперименталдық топта тексеру тобына қарағанда зерттеу көрсеткіштерінің маңызды өзгерістер байқалды. Электрондық оқулық жасау- білім беру үрдісінің сапасы мен тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді, студенттердің өнімді ойлау іс-әрекетін дамытады; олардың пәнді оқыту мен үйрету мотивациясын көтереді, оқу және кәсіби іс-әрекеттің жаңа компьютерлік технологияларын қолдануға дайындығын қамтамасыз етеді.

Қорытындыда теориялық және практикалық зерттеу нәтижелері жинақталған және осы бағытта кейінгі жұмыстар болашақта беріледі. Жоғарыдағы тұжырымдамалар зерттеу болжамында бекітілді. Қойылған мақсаттарға сәйкес зерттеу пәнінің міндеттері шешілді.

Құрастырылған стереотиптер аясында қолданбалы білімді меңгерген емес, қазіргі әлеуметтік-экономикалық жағдайда өзгертілген педагогикалық міндеттерді шығармашылық шешуге арналған салалық, педагогикалық, психологиялық және әдістемелік білімге сәйкес кәсіптік-педагогикалық қызметтің түрлі формалары мен тәсілдерін қолдана алатын педагогтар талап етіледі. Кәсіптік оқыту педагогы-маман (алда инженер-педагог) осындай түрдегі міндеттерді шешуге тағайындалған.

Электрондық оқулықты пайдалану мұғалімнің де ғылыми-әдістемелік потенциалын дамытып, оның сабақ үстіндегі еңбегін жеңілдетеді. Оқытудың әр сатысында компьютерлік

тесттер арқылы оқушыны жекелей бақылауды, графикалық бейнелеу, мәтіндері түрінде, мультимедиалық, бейне және дыбыс бөлімдерінің бағдарламасы бойынша алатын жаңалықтарды іске асыруға көп көмегін тигізеді. Электрондық оқулықтарды қарапайым оқулықтарға қарағанда пайдалану ыңғайлы және оларда өзін – өзі тексеру жүйесі бар. Осы электрондық оқулықтың артықшылығы болып табылады. Сондықтан, өзін – өзі тексеру жүйесі оқушы мен оқытушының арасындағы байланысын алмастырады.

Электрондық оқулықтарды пайдалану оқушылардың, танымдық белсенділігін арттырып қана қоймай, логикалық ойлау жүйесін қалыптастыруға шығармашылықпен еңбек етуіне әкелді.

Тұтастай алғанда, тәжірибелік-эксперименттік жұмыста колледж оқушыларына электрондық оқулық жасау- білім беру үрдісінің сапасы мен тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді, студенттердің өнімді ойлау іс-әрекетін дамытады; олардың пәнді оқыту мен үйрету мотивациясын көтереді, оқу және кәсіби іс-әрекеттің жаңа компьютерлік технологияларын қолдануға дайындығын қамтамасыз етеді.

Қорытындыда теориялық және практикалық зерттеу нәтижелері жинақталған және осы бағытта кейінгі жұмыстар болашақта беріледі.

Әдебиеттер тізімі

[1] Роберт И.В. *Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы, использования.*, 2005.

[2] Скабаева Г.Н. Модель методической подготовки будущих специалистов профессионального обучения в условиях информатизации образования *Вестник АГУ им Абая, серия физико-математические науки*, № 4(60) 2017, С.327-330

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ТУРБУЛЕНТНОЕ ТЕЧЕНИЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ

ДЖУМАБАЙ УСЕНКАНОВ[1]*, НУРЗАТ БАКИРОВА[1]

[1]Кыргызский Государственный Университет им. Ж. Баласагына, Бишкек, Кыргызская Республика
e-mail: juma_21@mail.ru, b.nurzat_89@mail.ru

1. Введение

Для течения жидкости в длинных цилиндрических трубах критическое число принято равным $Re \approx 2300$. Установлено, что при значениях $Re < 2300$ режим течения жидкости ламинарный, течение при $2300 < Re < 10000$ называется неустойчивым турбулентным, при $Re > 10000$ – развитым турбулентным. Следует однако отметить, что экспериментально было определено, что критическое значение числа Re в цилиндрических трубах может доходить до $Re \approx 20000$. Такие высокие значения критического числа Re обусловлены особыми условиями проведения опытов: постоянной температурой, стабилизацией расхода, отсутствием возмущений потока, очень малыми значениями шероховатости стенок и т.д. Для идеально равномерного профиля скорости на идеально гладкой поверхности критическое число Re стремится к бесконечности. На практике принято считать турбулентным поток при $Re > 2300$, однако при наличии дополнительных источников возмущений ламинарное течение заканчивается при гораздо более низких значениях чисел Рейнольдса.

Основные результаты исследований по переходу ламинарного течения в турбулентное получены экспериментальными работами. Теория перехода ламинарного течения жидкости в турбулентное развита слабо.

2. Постановка задачи

В настоящей работе на основе идей Прандтля и достаточно простых соотношений предложена модель турбулентного потока изотермической вязкой жидкости. Идея Прандтля заключается в том, что турбулентное течение можно рассматривать как поток состоящий из двух областей: ядра течения, протекающего в центральной области, который является турбулентным потоком; пристеночного ламинарного пограничного слоя, толщиной δ.

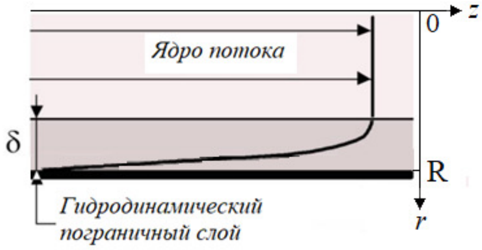


Рис. 1. Ядро потока и пограничный слой

Такой подход позволил значительно упростить описание движения жидкости. Центральная часть потока – ядро потока - принято считать областью невязкого течения, т.е. областью, для описания которой применимы уравнения Эйлера. Вторая область – гидродинамический пограничный слой. Это тонкая область течения, прилегающая к внутренней

поверхности трубы, в которой силы трения велики и сравнимы с силами давления и инерции.

При любом типе течения должно выполняться условие сохранения количества жидкости протекающей через сечение трубы за единицу времени. В нашем случае массовый расход жидкости определяется как сумма массового расхода жидкости в турбулентном ядре G_t и массового расхода в пристеночном ламинарном пограничном слое G_l :

$$G = G_t + G_l \tag{1}$$

Предположим:

1 средняя скорость в турбулентном слое постоянна по радиусу и обозначив ее как $\overline{u}_t$;

2 течение в пограничном слое ламинарное и развитое, а его толщина равна δ.

Толщину пограничного слоя δ для удобства можно представить в виде $\delta = \alpha R$, где $0 < \alpha < 1$; при $\alpha = 0$, толщина пограничного слоя тоже равна нулю $\delta = 0$, а при $\alpha = 1$, толщина пограничного слоя $\delta = R$. Радиальное распределение скорости потока $u(r)$ в пограничном слое определяется из условия развитости течения в ней $\partial/\partial z = 0$. Тогда выражение (1) в цилиндрических координатах при условии осевой симметрии $\partial/\partial\varphi = 0$, можно будет записать в виде:

$$G = \rho \overline{u}_t \pi R^2 \left(1-\alpha\right)^2 + 2\pi \int_{R(1-\alpha)}^{R} \rho u(r) r dr. \tag{2}$$

Здесь

$$u\left(r\right) = \frac{2G}{\pi\rho R^4}\left(R^2 - r^2\right), \quad \delta \le r \le R, \tag{3}$$

определено как распределение скорости в развитом установившемся ламинарном течении между коаксиальными цилиндрами радиуса R (внешний цилиндр) и радиуса $R - \delta$ (внутренний цилиндр). Причем внутренний цилиндр движется с некоторой скоростью u_δ

Определим расход жидкости в ламинарном пограничном слое G_l.

$$\begin{aligned}
G_l &= 2\pi \int\limits_{R(1-\alpha)}^{R} \rho u\left(r\right) r dr = \\
&= 2\pi \int\limits_{R(1-\alpha)}^{R} \rho \frac{2G}{\pi\rho R^4}\left(R^2 - r^2\right) r dr = \\
&= \frac{4G}{R^4} \int\limits_{R(1-\alpha)}^{R} \left(R^2 - r^2\right) r dr = \\
&= \frac{4G}{R^4}\left\{R^2\left[\frac{R^2}{2} - \frac{R^2\left(1-\alpha\right)^2}{2}\right] - \left[\frac{R^4}{4} - \frac{R^4\left(1-\alpha\right)^4}{4}\right]\right\} = \\
&= \frac{4G}{R^4}\left\{\frac{2R^4}{4} - \frac{2R^4}{4}\left(1-\alpha\right)^2 - \frac{R^4}{4} + \frac{R^4\left(1-\alpha\right)^4}{4}\right\} = \\
&= \frac{4G}{R^4}\left\{\frac{R^4}{4}\left[1 - 2\left(1-\alpha\right)^2 + \left(1-\alpha\right)^4\right]\right\}.
\end{aligned}$$

Введем обозначение $\beta = \left(1-\alpha\right)^2$, тогда можно записать

$$\begin{gathered}
G_l = G\left(1 - 2\beta + \beta^2\right) = G(1-\beta)^2 \\
G_t = \rho \overline{u}_t \pi R^2 \ \beta
\end{gathered} \tag{4}$$

и

$$G = \rho \overline{u}_t \pi R^2 \beta + G(1-\beta)^2$$

Отсюда для скорости турбулентного потока получаем следующее соотношение

$$\rho\overline{u}_t\pi R^2\beta = G - \ G(1-\beta)^2$$

или

$$\overline{u}_t = G\frac{1-(1-\beta)^2}{\rho\pi R^2\beta} = G\frac{\beta(2-\beta)}{\rho\pi R^2\beta} = G\frac{2-\beta}{\rho\pi R^2} \tag{5}$$

С другой стороны на границе переходе ламинарного течения в турбулентное течение (граница пограничного слоя) скорость турбулентного потока должна быть близкой к скорости ламинарного потока на границе пограничного слоя

$$u(\delta) \approx \overline{u}_t, \tag{6}$$

где $u\left(\delta\right) = \dfrac{2G}{\pi\rho R^4}\left(R^2-\delta^2\right)$ Выполнение условия (6) позволяет определить такие параметры потока как:

- толщину пограничного слоя δ;
- среднюю скорость турбулентного потока;
- число Рейнольдса.

3. Результаты расчета

В нижеследующих таблицах показаны результаты расчетов. Расчеты проводились для следующих параметров потока. Расход жидкости (вода) менялся и был равным $G = 50\frac{\text{кг}}{\text{с}}$, $75\frac{\text{кг}}{\text{с}}$ и $100\frac{\text{кг}}{\text{с}}$, радиус трубы был взят равным $R = 0,05$ м, плотность $\rho = 10^3\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ и динамическая вязкость воды $\mu = 10^{-3}\frac{\text{Па}}{\text{с}}$ определялись для температуре $T \approx 300K$.

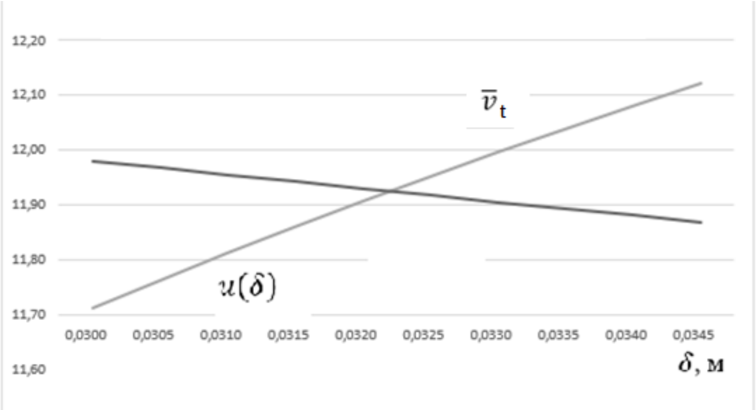


Рис. 2. Значения скорости ламинарного потока на границе погранслоя и турбулентной скорости в зависимости от толщины пограничного слоя $\delta = 0,0322$ м, $u\left(\delta\right) \approx \overline{u}_t \approx 11,92\ \frac{v}{\text{с}}$, $Re \approx 1195$. Расход жидкости (вода) $G = 50\ \frac{\text{кг}}{\text{с}}$

Как видно из графиков (рис. 2-4), при расходе жидкости $G = 50\ \dfrac{\text{кг}}{\text{с}}$ значения ламинарной скорости на границе пограничного слоя и турбулентной скорости потока равны при толщине пограничного слоя равной $\delta = 0,0322$ м и $u\left(\delta\right) \approx \overline{u}_t \approx 11,92\ \frac{v}{c}$. Число Рейнольдса в турбулентном потоке, при этих скоростях равна $Re \approx 1195$.

При расходе жидкости $G = 100\ \dfrac{\text{кг}}{\text{с}}$ значения ламинарной скорости на границе пограничного слоя и турбулентной скорости потока равны при толщине пограничного слоя равной $\delta = 0,0206$ м, $u\left(\delta\right) \approx \overline{u}_t \approx 21,1\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Число Рейнольдса в турбулентном потоке, при этих скоростях равна $Re \approx 2110$. При расходе жидкости $G = 75\ \dfrac{\text{кг}}{\text{с}}$ значения ламинарной скорости

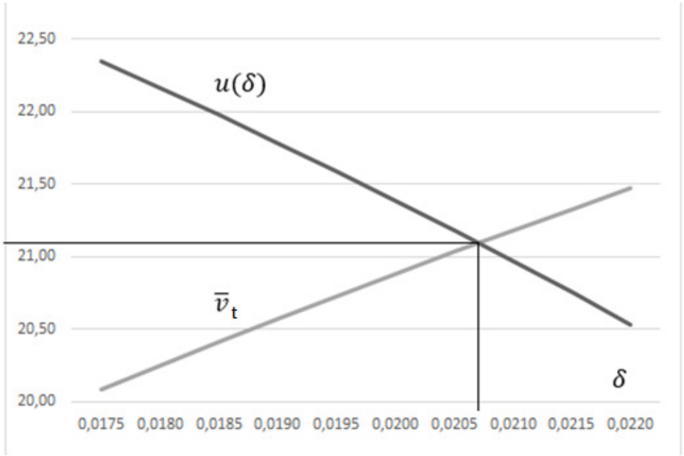


Рис. 3. Значения скорости ламинарного потока на границе погранслоя и турбулентной скорости в зависимости от толщины пограничного слоя $\delta = 0,0206$ м, $u\left(\delta\right) \approx \overline{u}_t \approx 21,1\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $Re \approx 2110$. Расход жидкости (вода) $G = 100\ \dfrac{\text{кг}}{\text{с}}$

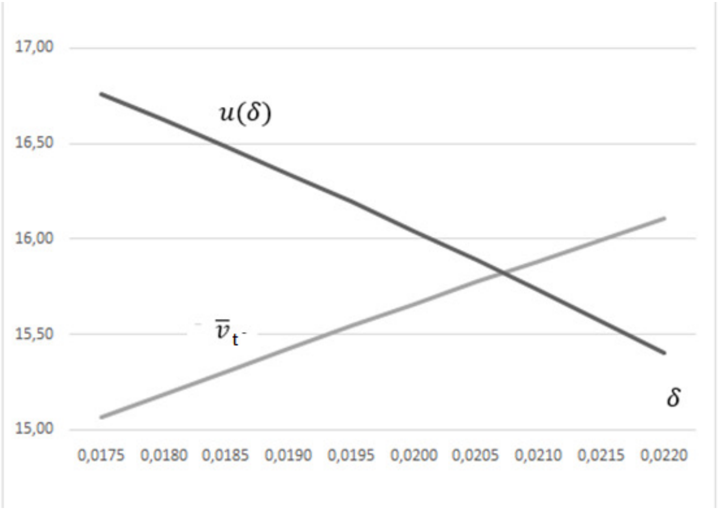


Рис. 4. Значения скорости ламинарного потока на границе погранслоя и турбулентной скорости в зависимости от толщины пограничного слоя $\delta = 0,0208$ м, $u\left(\delta\right) \approx \overline{u}_t \approx 15,7\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $Re \approx 2110$. Расход жидкости (вода) $G = 75\ \dfrac{\text{кг}}{\text{с}}$

на границе пограничного слоя и турбулентной скорости потока равны при толщине пограничного слоя равной $\delta = 0,0208$ м, $u\left(\delta\right) \approx \overline{u}_t \approx 15,7\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Число Рейнольдса в турбулентном потоке, при этих скоростях равна $Re \approx 1570$.

На рис. 3 показаны каким образом определялись примерные значения толщины пограничного слоя δ и значения ламинарной скорости на границе пограничного слоя $u\left(\delta\right)$ и турбулентной скорости потока $\overline{u}_t$.

На рис. 5 приведена зависимость скорости турбулентного течения от расхода жидкости. Зависимость почти линейная, но необходимо учитывать, что массовый расход величина объемная, а скорость величина линейная. Иными словами расход пропорционален кубу линейных размеров течения $G\ \dfrac{r^3}{t}$, а скорость самим линейным размерам $v\ \dfrac{r}{t}$.

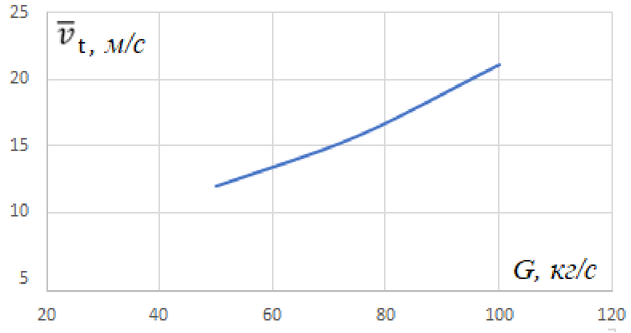


Рис. 5. Зависимость турбулентной скорости потока от расхода газ

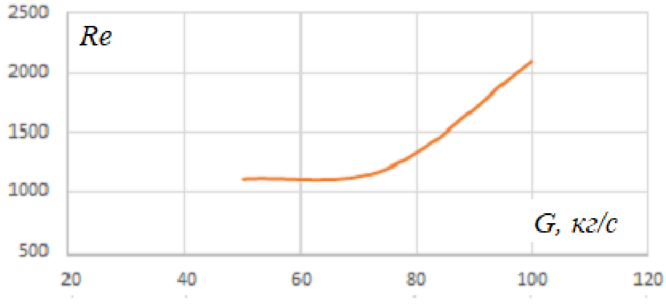


Рис. 6. Зависимость числа Рейнольдса от расхода газ

На следующем графике (6) приведен зависимость значения числа Рейнольдса Re от расхода жидкости. Видно, что число Рейнольдса сильно зависит (почти параболически) от расхода жидкости.

4. Заключение

Предложена математическая модель расчета течения жидкости в области перехода турбулентного потока в ламинарный. Проведены расчеты параметров потока в зависимости от массового расхода жидкости.

По проведенным расчетам определены толщина пограничного ламинарного течения у стенок цилиндрического канала. Показаны изменения числа Рейнольдса и скорости течения в области переходных режимов течения. Определены скорости турбулентного течения и их зависимость от расхода жидкости. Приведены зависимость значения числа Рейнольдса Re от расхода жидкости. Видно, что число Рейнольдса сильно зависит (почти параболически) от расхода жидкости.

В то же время модель отличается простотой и возможностью, при дальнейшем развитии, получения аналитических выражений для характерных величин течения изотермической жидкости.

Ключевые слова: турбулентное течение, ламинарное течение жидкости, ядро потока, пограничный слой, изотермическая жидкость, число Рейнольдса.

Список литературы

[1] Прандтль Л., Титьенс О., Гидро- и аэромеханика. Т.1, *Москва*, 1935.
[2] Лойцянский Л.Г., Ламинарный пограничный слой, *Физматгиз*, 1962.
[3] Шлихтинг Г., Теория пограничного слоя, *М., Наука*, 1974.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

БОЛАШАҚ ИНФОРМАТИКА МҰҒАЛІМДЕРІНЕ ПРОГРАММАЛАУДЫ ОҚЫТУДА ВИЗУАЛДАУ ҚҰРАЛДАРЫН ПАЙДАЛАНУ

ЕСЕН БИДАЙБЕКОВ[1], АЛТЫНШАШ БЕКЕЖАНОВА[2]

[1]Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан
[2]Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан
e-mail: gskabayeva@mail.ru

Аңдатпа. Бұл мақаланың мақсаты - болашақ информатика мұғалімдерін оқытуда визуалдау құралдарын қолданудың артықшылықтары мен тиімділігін зерттеу. Болашақ информатика мұғалімдерінің программалау дағдыларын оқытуда визуализация құралдарын қолданудың әсерін олардың түсінігін жақсарту және программалау ұжырымдамаларын бекіту мақсатында талдауға баса назар аударылады. Информатика саласындағы білім берудің қазіргі дамып келе жатқан технологиялық ландшафтына көп көңіл бөлінеді. Оқушыларға программалау тұжырымдамалары мен дағдыларының берік негізін қамтамасыз етудің маңыздылығын мойындай отырып, Информатика бойынша білім беру саласындағы зерттеулер мен әзірлемелерді ілгерілетуге күш салынды. Визуалды программалауға кіріспе компьютерлік программалауды оқытудың тиімді ортасы екендігі дәлелденді және бұл тәсілді қолдау үшін көптеген білім беру құралдары әзірленді. Алайда, бұл құралдарда программалаудың маңызды аспектісі болып табылатын желілік өзара әрекеттесу тұжырымдамасы жиі болмайды. Болашақ информатика мұғалімдеріне программалауды оқытуда визуалидау құралдарын қолдану оқу процесінің тиімділігін арттыруға, программалаудың абстрактілі тұжырымдамаларын түсінуді жақсартуға және білімді білім беру қызметіндегі тәжірибеге тиімді көшіруге ықпал етеді.

Кілттік сөздер: визуалдау, программалау, визуалдау құралдары.

1. Кіріспе

Программалау курсы болашақ информатика мұғалімінің пәндік дайындығының негізгі курстарының бірі болып табылады. Сондықтан оның мазмұны, формалары мен оқыту әдістері тілдердің, программалау әдістері мен технологияларының қазіргі жағдайына және олардың даму перспективаларына сәйкес келуі керек. Алайда, осы курсты оқитын мұғалімнің алдында бірқатар проблемалар туындайды, оларды шешу болашақ информатика мұғалімін тиімді дайындау үшін қажет. Программалау курсы болашақ информатика мұғалімдерін әртүрлі программалау парадигмаларымен таныстыруға ықпал етуі керек және қоғам өмірінде заманауи компьютерлік техника мен бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдаланудың мүмкіндіктері мен шектеулерін түсіну үшін негіз болатын білім беруі керек (Иванова Л.В., 2015).

Программалау саласындағы болашақ информатика мұғалімдерін даярлау Баранов Е. В., Симонова И. В., Голанова А. В., Голикова Е. И., Круподерова Е. П., Ковалев Е. А., Тимофеева К. О., Садулаева Б. С. жұмыстарында талқыланған. Авторлар болашақ информатика

мұғалімі алгоритмдердің қасиеттері мен тәсілдерін, жазбалар, деректердің негізгі түрлері, бағдарламалаудың негізгі әдістері мен технологиялары, синтаксис және семантика оқытылатын бағдарламалау тілі, алгоритмдер мен бағдарламаларды тестілеудің және жөндеудің негізгі әдістерді, программалардың сапасын бағалау критерийлері, компьютердегі есептерді шешу кезеңдерін, құрылымды жаза білуі, алгоритмдік тілді оқытылатын бағдарламалау тілі арқылы тестілеуді және жазылған бағдарламаны түзетуді, жазылған бағдарламаның сапасын бағалауды білуі керек екенін атап көрсетеді.

Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінде, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінде "Информатика"бағыты бойынша студенттерді даярлау жүзеге асырылады. "Информатика"білім беру бағдарламасының оқу жоспары аясында негізгі пәндердің бірі бірінші курс студенттері оқитын "Программалау"пәні болып табылады. Осы пәнді оқу шеңберінде программалау негіздері мен есептеу әдістерін одан әрі оқу үшін теориялық негіз қалыптасады, информатиканың кез-келген мәселелерін шешу білігі мен дағдылары қалыптасып қана қоймай, ең алдымен болашақ мұғалімнің ойлауының ерекше алгоритмдік стилі оның дүниетанымының негізі, кез-келген түрдегі ақпаратты өңдеудің барлық әдістері мен тәсілдерінің негізі ретінде қалыптасады. Мұғалімде алгоритмдік ойлаудың қалыптасуы оның оқушыларда қалыптасуының қажетті шарты болып табылады.

Педагогикалық университетте студенттерді оқыту тәжірибесі программалау тілін үйрену күрделі процесс екенін көрсетті. Программалауды үйрену кезінде студенттер көбінесе бұл алгоритм мәселені шешуге неге сәйкес келеді және қажетті нәтижелерді алуға мүмкіндік береді деген сұраққа жауап іздеуде айтарлықтай қиындықтарға тап болады. Студенттердің объектінің қасиеттерін түсінбестен алгоритмнің дұрыстығын негіздеу, жеке объектілер арасындағы логикалық байланыстарды бөліп көрсету және басқа маңызды емес қасиеттер мен байланыстардан алшақтау өте қиын. Мысалы, қайталау құрылымы туралы білімге ие болу іс жүзінде орташа айлық температураны есептеу үшін алгоритм құра білуді білдірмейді. Программалаудың негізгі қиындығы - бағдарламаға алгоритм жазу - бұл автоматтандыру мүмкін емес шығармашылық процесс. Сабаққа дайындық кезінде оқытушылар дәріс сабақтары үшін теориялық материалды іріктеу мен жүйелеуде және пән бойынша сағаттардың санын, студенттердің алдын-ала базалық дайындығының болуын және олардың пән бойынша жаңа материалды игеруге қызығушылығын ескере отырып, өз бетінше жұмыс істеу үшін практикалық тапсырмаларды құрастыруда жиі қиындықтарға тап болады.

Программалауды оқыту негізгі алгоритмдер мен программалау әдістерін оқыту арқылы студенттердің танымдық дағдыларын жақсартуда шешуші рөл атқара алады, өйткені ол студенттердің белгілі бір мәселені шешу үшін жоспар құру, қажетті нәтижеге жету үшін іс-әрекеттер тізбегін формальды түрде сипаттау, жобаланған әрекеттердің нәтижесін болжау және алынған мәліметтерге байланысты түзетулер енгізу дағдыларын дамытуға ықпал етеді. Алгоритмдерді құрастыру кезінде студенттер талдау, салыстыру, жалпылау, логикалық қорытынды жасау, іс-әрекет жоспарын сипаттау және өз ойларын қатаң логикалық ретпен ұсыну дағдыларын дамытады. Алгоритмдеуді үйрену көптеген студенттер үшін қиын болуы мүмкін, өйткені ол алгоритмдік ойлау мен программалау дағдысын қажет етеді. Тіпті қарапайым алгоритмдерді бірінші курс студенттеріне түсіну қиын болуы мүмкін, сондықтан оларды үйрету де қиын (Д.В. Моглан, 2019).

И. В. Баженовтың пікірінше, программалауды оқытудағы басты мәселе - бірінші курс студенттерінің көпшілігінде модельдеу және программалау дағдыларының болмауы, сонымен қатар практикалық программалау тәжірибесінде бірінші курс студенттерінің контингентіндегі үлкен айырмашылық. Осы мәселелерді шешу үшін И. В. Баженов пәннің мазмұнын мұқият таңдауды және студенттерге программалауды меңгеру бойынша өз бетінше жұмыс жасауда қолдау көрсету үшін электрондық курстарды әзірлеуді ұсынады.

Алгоритмдеу және программалау негіздерін оқытуды құру кезінде дидактикалық материалдарды (кітаптар, оқулықтар, презентациялар) қолдана отырып, алгоритмдердің жұмыс механизмін зерттеу процесі әдетте келесі әдістердің бірімен жүзеге асырылады:

1. Оның жұмысын ойда динамикалық айналдыру арқылы статикалық қабылдау.

2. Алгоритмді программалау тілдерінің бірінде жазу немесе алгоритмнің бастапқы кодын оқулықтан көшіру, алгоритмнің операцияларын тестілік мәліметтер жиынтығында бақылау үшін оны біртіндеп орындау. Алгоритмнің жұмысын бірінші әдіспен үйрену көптеген студенттер үшін өте қиын, өйткені ол алгоритмдік ойлау мен бағдарламалау дағдысын қажет етеді. Бұл әдіс алгоритмдеу негіздерін енді ғана үйреніп жатқан университеттің төменгі курс студенттері үшін емес, тәжірибелі бағдарламашылар үшін ғана қолайлы. Екінші әдіс бірінші курс студенттері үшін қол жетімді. Алайда, бұл жағдайда студенттер алгоритмді жобалауға емес, алгоритмнің бағдарламалық жасақтамасына және қолданылатын программалау тілінің синтаксисіне назар аударады. Материалдың статикалық экспозициясы, алгоритмдердің жұмыс механизмін зерттеу тұрғысынан тиімсіз. Сонымен қатар, алгоритмдерді дәрістерде қолдану тұрғысынан зерттеудің сипатталған әдістері де тиімді емес. Бірінші әдіс студенттердің ақпаратты өңдеу алгоритмдерін жүзеге асыру үшін дәріс материалын игеруге белгілі бір күш-жігерін қажет етеді, ал екінші әдісті дәріс сабақтарында жүзеге асыру мүмкін емес.

Программалауды үйрену және программалауды оқыту тәжірибесі қиындықтардың программалау есептерін шешудің бірінші кезеңінде де, алгоритмдеу кезеңінде де, программалау тілінің синтаксисі мен негізгі құрылымдарын оқу кезеңінде де туындайтынын көрсетеді. Бұл қиындықтар студенттердің абстракция мен логиканың жеткілікті жоғары деңгейіндегі материалды қабылдауға дайын еместігімен байланысты. Әдеби дереккөздерді талдау және оқыту тәжірибесі көрсеткендей, бұл мәселені шешу бірнеше кезеңде жүзеге асырылуы керек. Олардың біріншісі - программалау ұғымдары мен алгоритмдік құрылымдарды визуализациялау (Т.П. Пушкарева и В.В. Калитина, 2014).

2. Материалдар мен әдістер

Визуалдау - бұл ақпаратты, деректерді, білімді кескін түрінде ұсыну процесі, оларды қабылдау, түсіну және талдаудың максималды ыңғайлылығына бағытталған (Д.В. Моглан, 2019). Алгоритмнің визуалды көрінісі студентке алгоритмді жобалау кезінде қандай құрылымдық элементтер қолданылғанын, алгоритмнің құрылымдық элементтерінің өзара әрекеттесу логикасы қалай сипатталғанын, шешілетін есептегі белгілі бір элементтер қандай нақты объектілерге сәйкес келетінін жақсы түсінуге және көруге мүмкіндік береді. Демек, алгоритмдеу мен программалауды оқыту алгоритмдерді жобалауға және программалау тілінің конструкцияларын қолдана отырып, әзірленген алгоритмдер негізінде программаларды одан әрі жазуға негізделуі керек.

Визуалдадуы қолдану адамның миын нейрофизиологиялық және психофизиологиялық зерттеу нәтижелеріне де байланысты, адамдар ақпараттың 80-90% көру органдары арқылы алады, яғни олар "визуал"(Ермолаева Ж.Е., Лапухова О.В., Герасимова И.Н.,2014). Оқу ақпаратын визуалдау мәселелерімен әлемдік дидактиканың классиктері Я.А. Коменский, Дж. Дьюи, К. Д. Ушинский, И. Я. Лернер, В.Ф. Шаталов, Г. К. Селевко айналысқан. Оқытуда тиімді құрал ретінде көрнекілік пен визуалдауды қолдану мәселелерімен А.Ю. Михайлова, Т. В. Шорина, Е. Б. Ермилова, А. А. Вербицкий, Л. В. Сидорова, Д. Желязные, В. Лаптев, Д. Ланков, Э. Тафти және басқалар айналысқан.

Бүгінгі таңда көптеген ғалымдар "визуализация"ұғымына анықтама беруге тырысуда. "Визуализация"ұғымы ақпаратты белгілі бір кескін түрінде, мысалы, фигура, объект, сурет түрінде ұсынуды қамтиды. Қазіргі уақытта көптеген ғалымдар «визуалдау» ұғымын айқындауға тырысуда. Әдіс ретінде визуалдауға толық анықтаманы А. А. Вербицкий береді, ол визуалдау үдерісін «ойлау мазмұнын кӛрнекі бейнеге жинақтау; қабылданған бейне ашылуы мүмкін және адекватты ойлау, практикалық әрекеттер негіздемесі болуы мүмкін».

И.Т. Гали, З.В. Галлямова және басқа ғалымдар визуалдауды сандық ақпаратты немесе физикалық құбылыстарды кӛрнекі түрде бақылауға және талдауға ыңғайлы қалыпта ұсыну

тәсілдерінің жалпы атауы деп анықтайды. Т.Т. Сидельникованың ойы бойынша визуалдау – көрнекілік қағидасына негізделген педагогикалық әдіс деп қарастырады.

Визуалдау ұғымын анықтамасында үш маңызды айырмашылық бар (Берман Н.Д.,2018):

- визуалдау объектісі ретінде бейне, үшөлшемді модельдер, принципалды сызбалар, геометриялық көрнекіліктер, анимациялар, видео және т.б болуы мүмкін. Объектілер әртүрлі форматта бейнеленуі мүмкін: мультимедиа, слайд, компьютер экрандары, интерактивті тақталар немесе видео;

- интроспективті визуалдау (бейнелерді визуалдау арқылыөзінің ішкі дүниенмен жұмыс істеу) - визуалдаудың елестетілетін объектілері ретінде қарастыруға болатын объектілердің мидағы бейнесі;

- түсіндіруші визуалдау адам қзінің тәжірибесіне, түсінігіне және көзқарастарына сәйкес визуалдау объектілерінің мағынасын анықтауды болжайды.

Сондай анықтамаларды талдау нәтижесі «Визуалдау» ұғымы ақпаратты белгілі бір бейне түрінде, мысалы, фигура, объект, сурет түрінде ұсынатындығы туралы тұжырым жасауға мүмкіндік береді.

Оқу ақпаратын визуалдау – оқытушыдан білім алушыға білімді беру үшін қолданылатын графикалық элементтер жиынтығы және олардың арасындағы байланыс, оның нәтижесінде берілетін білім мазмұнында осы байланыстардың себебі мен мақсаты ашылады. Оқу ақпаратын визуалдаудың келесі артықшылықтарын атап көрсетуге болады (Носков С.А. , 2016):

- студенттерге оқу ақпаратын қабылдауды жеңілдетеді;
- студенттерде зерттеу объектісі туралы дұрыс түсінік қалыптастыруға көмектеседі;
- студенттердің зейінін оқу материалының негізгі элементтеріне аударады;
- студенттердің ойлау және есте сақтау қабілетін дамытады;
- меңгерілген білім беру жүйесінің жаңа біліммен толықтыруына қолғабыс етеді;
- студенттердің қызығушылығын дамытады;
- оқу үдерісі барысында позитивті-эмоционалды жағдай құруға мүмкіндік береді;
- оқытудағы пәнаралық байланысты жүзеге асыруды жеңілдетеді және т.б.

Қазіргі уақытта оқу ақпаратын визуалдау оқыту стратегиясы ретінде қарастырылады. Визуалды ақпараттың құрылымын, пішінін, түсін басқара отырып, ақпараттық-коммуникациялық технологияларды пайдаланып терең талдау жасауға болады (Швырка В.Н.,2017).

Оқыту тиімділігін арттыру үшін ақпарат пен білімді визуализациялаудың әртүрлі құралдарын пайдалануға болады. Ақпаратты визуалдау құралдары ақпаратты неғұрлым қысылған және қол жетімді түрде ұсынады. Қазіргі уақытта келесідей визуалдау құралдары бар: таймлайн, интеллект картасы, скрайбинг, инфографика, конспект, денотат графигі және т. б. сондай-ақ, Sourcetrail, Understand, Graph Buddy, Visustin, Algorithm Flowchart Editor және т. б. сияқты кодты визуализациялауға арналған көптеген сервистер бар. Аталған визуалдау құралдары қазіргі уақытта оқу үдерісінде белсенді қолданылуда.

Болашақ информатика мұғалімдерін визуалдау құралдарымен және оларды оқу процесінде қолдану мүмкіндіктерімен таныстырып, үйрету өте маңызды. Ғылыми жұмыстарды талдау программалауды оқытуда визуалдау құралдарын қолданудың тиімділігін көрсетті. Мысалы, И. В. Баженова программалаудың негізгі ұғымдарын визуалдаудың ең ыңғайлы құралдары тұжырымдамалық және менталды карталар деп санайды. Эксперимент нәтижесінде мұндай ресурсты пайдалану кезінде студенттер оқу ақпаратымен танысып қана қоймай, сонымен қатар картаны өздерінің танымдық ерекшеліктеріне сәйкес өңдей, өзгерте алатындығы анықталды.

Т. П. Пушкарева мен В. В. Калитина программалауды оқытудың көрнекі әдісін ұсынады, оның мәні оқытудың үш кезеңін бөліп көрсету болып табылады. Бірінші кезеңде негізгі

динамикалық визуализация қолданылады, программалау тұжырымдамалары, негізгі алгоритмдік конструкцияларды динамикалық визуалдау үшін авторлар Adobe Flash бағдарламасында салынған анимациялық бейнелерді қолданды. Екінші кезең есепті шешудің алгоритмін құруға және оны жазудың әртүрлі тәсілдерін ұсынуға арналған. Алгоритмді жазу формасы неғұрлым түсінікті болса, программалау тілінің синтаксистік дизайны туралы хабардарлық соғұрлым тез болатындығы көрсетілген. Үшінші кезеңде алгоритмдік және ұзақ мерзімді есте сақтауға ықпал ететін құралдар мен әдістер қолданылады бағдарламалық ұғымдар мен құрылымдар.

Г. П. Озеровтың пікірінше, алгоритмдік ойлауды және программалаудың негізгі ұғымдары мен әдістерін сәтті қалыптастыру үшін визуалды жүйелерде де, интеграцияланған програмалау орталарында да қолданылатын технологияларды біріктіретін және оларды процеске тарататын кейбір визуалды программалауды оқыту ортасы қажет.

Моглан Д.В. алгоритм визуализаторын пайдалану оқу процесінің тиімділігін арттыра алады деп санайды, өйткені ол алгоритмдердің жұмыс процестерін модельдеуге мүмкіндік береді және студенттерге берілген деректер жиынында алгоритмнен кезең-кезеңімен өтуге мүмкіндік береді. Алгоритмді визуализаторлар сабақтың тартымдылығын арттырады, танымдық процестің белсенділігі мен оқу қарқындылығын арттырады, студенттердің сабақтағы белсенділігін және мұғаліммен өзара әрекеттесу өнімділігін арттырады. Зерттеу нәтижесінде студенттер визуализаторды және визуализацияның алгоритмдік ойлауды дамытуға қосқан үлесін, статикалық деректер құрылымдарын (массивтерді) өңдеу алгоритмдерін зерттеудегі қиындықтарды жеңуді және қарастырылған алгоритмдер негізінде есептерді шешуді оң бағалады. Алгоритмді визуализациялау студенттерге алгоритмдеу және программалау негіздері бойынша тақырыптарды түсіндірудің балама әдісін ұсынады, олар материалды ауызша тәсілмен салыстырғанда визуалды түрде ұсыну кезінде студенттердің материалдаы оңай меңгеретінің атап айтады. Дәріс сабағында студенттерге алгоритмдердің барысын түсіндіру үшін визуализация құралдары пайдаланылса, нәтижесінде студенттер көбірек пайдалы ақпарат алады. Әрине, материалды визуалды түрде ұсыну жаңа емес, өйткені көптеген оқытушылар дәріс курсын түсіндіру кезінде қосымша көрнекі материалдарды (слайдтар, плакаттар) пайдаланады. Алгоритмдік визуализаторларды біз алгоритмнің жұмысын көрнекі түрде көрсету үшін оқытудың көмекшісі ретінде қолданамыз. Визуализаторларды орта мектепте де, информатика сабақтарында да, университетте де алгоритмдеу және программалау негіздерін оқып-үйрену кезінде алгоритмдердің жұмысын көрсету үшін пайдалануға болады, өйткені бұл қарапайым алгоритмдерді көрнекі және қарапайым түрде үйренуге және олардың жұмыс механизмін игеруге мүмкіндік береді.

Баженова И.В. программалауды үйрету үшін визуалды модельдеуді қамтитын тапсырмаларды пайдалануды ұсынады, атап айтқанда студентке-бағытталған тәсілді ескере отырып әзірленген электрондық курс арқылы UML тілін өз бетінше үйренуді ұйымдастыру.

Якименко О. В. программалауды үйрену кезінде материалды игеру сапасын арттыра алатын визуализация құралдарын, атап айтқанда web визуализаторларын пайдалануды ұсынады. Web визуализаторлары-бұл веб-қосымшалар болып табылатын және алгоритмдердің жұмыс процесін көрсететін тренажер бағдарламалары.

Бешенков С.А., Акимова И.В. визуализацияны программалау мәселелерін шешу дағдыларын қалыптастырудың заманауи әдістерінің бірі ретінде қолдануды ұсынады. Бұл жағдайда визуализация келесідей мүмкіндік береді:

- деректер модельдерін және мәселені шешу процесінің модельдерін құру кезінде ақпаратты бөліп көрсету, жалпылау және жүйелеу;

- модельдеу әдіснамасы тұрғысынан түбегейлі маңызды болып табылатын артық, жанама ақпаратты електен өткізу;

- ақпаратты адам қабылдайтын формаға мүмкіндігінше жақындату;

- әр түрлі ойлау түрлері бар студенттердің даму бірлігін қамтамасыз ету. Әдетте гуманитарияға жақындар сөзді жақсы қабылдайды, ал "техника"бағытына жақын студенттер символдарды жақсы қабылдайтын болып табылады. Көрнекі ақпаратпен жұмыс істеу бұл айырмашылықтарды тегістеуге мүмкіндік береді.

Программалау бойынша есептерді шешуді оқыту әдісі ретінде визуализацияны қолдануға көшу үшін Бешенков С. А., Акимова И.В. келесі визуализация алгоритмін ұсынады:

1. Есептің негізгі элементтерін бөліп көрсету. Мұндай элемент факт, процестің бөлігі, объектінің немесе процестің сипаттамасы және т.б. болуы мүмкін, бірақ берілген объектіні ұсыну тәсілі емес.

2. Есептің элементтерінің арасындағы негізгі байланыстарды анықтау.

3. Әр студентке, сондай-ақ әр тапсырма жағдайына сәйкес келетін визуализация әдісін таңдау (сурет, график, ақыл-ой картасы, диаграмма және т.б.).

4. Есептің негізгі элементтерін, олардың арасындағы байланыстарды ауыстыру (кодтау). Бұл кезеңде алдыңғы кезеңдерге қайта оралу пайда болуы мүмкін және есептің жаңа элементтері, жаңа байланыстар пайда болуы мүмкін.

5. Есепті шешу үшін модельді декодтау. Көрсетілген қадамдардың бірі-визуализация әдісін таңдау. Құралды таңдау нақты тапсырмаға, студенттің жеке ерекшеліктері мен қалауына байланысты болуы керек.

Бір мәселені шешу үшін бірнеше визуалды схемалар жасауға болады. Қазіргі уақытта жоғарыда аталған визуализация құралдарын жүзеге асыратын көптеген сервистер бар, мысалы, Mindmeister ақыл-ой карталарын құру сервисі, схемалар, кластерлер құру сервису Bubbl.us. Визуалдау әдісі әртүрлі программалау парадигмаларымен жұмыс істегенде қолданылатынын көрсетуге болады. Есептерді шешуді үйрену барысында студенттердің визуалдау әдістерін меңгеруінің бірнеше деңгейін атап өткен жөн:

- бірінші деңгей-оқытушы ұсынған дайын схемаларды қолдану;
- екінші деңгей-толтырылмаған схемаларды қолдану;
- үшінші деңгей — білім алушылардың көрнекі сызбаларды өз бетінше құрастыруы.

Маркелов в. К., Завьялова О. А. мектеп информатика курсында программалауды үйрену кезінде блок-схемаларды құру құралы ретінде арнайы білім беру бағдарламаларын қолдануды ұсынады, олардың бірі Algorithm Flowchart Editor (AFCE) бағдарламасы.

Жалпы, визуалдау құралдарын пайдалану студенттерге программалауға қатысты алгоритмдер мен процестерді жақсырақ түсінуге және болашақ кәсіби қызметте пайдалы болуы мүмкін визуалды модельдеу дағдыларын қалыптастыруға көмектеседі (Баженова И.В., 2017). Визуалдау құралдары студенттерге программаның қалай жұмыс істейтінін көрнекі түрде көруге мүмкіндік береді, бұл оларға материалды жақсы түсінуге және оны есте сақтауға көмектеседі (Якименко О. В.,2010).

Тағы бір тиімді әдістеме-интерактивті визуалдау құралдарын пайдалану. Бұл құралдар студенттерге визуализацияны басқаруға және өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді, бұл оларға әртүрлі сценарийлерді зерттеуге және кодтың өзгеруі бағдарламаның орындалуына қалай әсер ететінін байқауға мүмкіндік береді. Визуалдаумен белсенді тәжірибе жасай отырып, студенттер кодтың қалай жұмыс істейтіні туралы практикалық түсінік ала алады және олардың түзету дағдыларын дамыта алады. Сонымен қатар, программалауды оқытуға визуалдау құралдарын қосу студенттердің алгоритмдер мен деректер құрылымын түсінуін жақсарта алады. Осы дерексіз ұғымдарды көрнекі түрде ұсына отырып, студенттер негізгі принциптерді оңай меңгере алады. Бұл программалауды тереңірек түсінуге әкелуі мүмкін және студенттерге өз білімдерін практикалық жағдайларда қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, зерттеулер визуалдау құралдары білім алушылардың программалауды үйренуге деген ынтасы мен қызығушылығын арттыра алатынын көрсетті. Егер оқу процессіне визуалдау құралдары енгізілсе, студенттер сабаққа ынталы және белсенді түрде қатысады. Программалауды үйрену кезінде визуалдау құралдарын пайдалану болашақ информатика мұғалімдеріне үлкен пайда әкелуі мүмкін. Оларға программаның немесе оның бөліктерінің

орындалуы туралы көрнекі түсінік беру арқылы визуалдау құралдары студенттерге бағдарламалардың қалай жұмыс істейтіні туралы ойда модель жасауға көмектеседі (Radošević et al., 2009). Бұл білім алушыларға программалау ұғымдарын жақсы түсінуге және түсіндіруге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, визуалдау құралдары болашақ информатика мұғалімдеріне оқушыларына күрделі программалау тұжырымдамаларын тиімді жеткізуге көмектеседі. Визуалдау абстрактілі ұғымдардың нақты және қысқаша көрінісін қамтамасыз ете алады, бұл мұғалімдерге күрделі идеяларды түсіндіруді жеңілдетеді және білім алушылардың тиісті іргелі принциптерді меңгеруін қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, программалауды үйрену кезінде визуалдау құралдарын қолдану сыни ойлау дағдыларын дамытуға көмектеседі (Radošević et al., 2009). Білім алушылар визуализацияны басқарып, олармен қарым-қатынас жасағанда, олар сыни тұрғыдан ойлауға және мәселелерді шешуге мәжбүр болады. Олар кодты талдап, қателерді немесе тиімсіздікті анықтап, бағдарламаның жұмысын жақсарту үшін ең жақсы әрекет бағытын анықтауы керек. Болашақ информатика мұғалімдерін программалауға үйрету кезінде визуалдау құралдарын қолдану олардың оқу тәжірибесін кеңейтіп, оқу нәтижелерін жақсартатыны анықталды. Визуалдаудың программалауды үйренуге әсерін анықтау туралы сауалнамаға сәйкес, мұғалімдер оқу процессінде визуалдау құралдарын пайдаланған кезде оқушылар сабаққа деген ынтасы артатының және белсенді сабаққа қатысатының айтқан. Бұл оқу процессінің педагогикалық құндылығын арттыру үшін визуалдау құралдарын қолдануға тартудың маңыздылығын көрсетеді. Сонымен қатар, зерттеулер көрсеткендей, оқушылардың сабаққа белсенді қатысуы барысында визуалдау құралдарын дұрыс қолданған кезде, олар оқу жағдайында программалау тұжырымдамаларының дұрыс ментальды моделін жасауға көмектеседі (Yang & Wang, 2016).

Информатиканы оқытуда визуалдау мен анимация әдістерін қолдану студенттердің күрделі ұғымдарды түсінуін жақсартудағы әлеуетіне байланысты кеңінен қолданылды. Осы әдістерді қолдана отырып, студенттерге информатика саласындағы күрделі пәндер мен қиын тақырыптарды оңай түсінуге көмектесетін интерактивті құралдар жасалды (Ahmed & Amarif, 2019).

Программалауды үйрену кезінде визуалдау құралдарын пайдалану студенттерге бағдарламаны немесе оның бөліктерін орындаудың менталды моделін жасауға мүмкіндік береді (Radošević et al., 2009). Бұл менталды модель студенттерге бағдарламаның қалай жұмыс істейтінін және кодтың әртүрлі бөліктері оның орындалуына қалай әсер ететінін жақсы түсінуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, визуалдау құралдары алгоритмдер мен деректер құрылымдарын зерттеу мен анимациялауда белсенді қолданылды (Radošević et al., 2009). Программалауды үйрену кезінде визуалдау құралдарын пайдалану студенттерге осы күрделі және абстрактілі ұғымдарды оңай қабылдауға көмектеседі.

Болашақ информатика мұғалімдері оқушыларға сапалы білім беру үшін программалау тұжырымдамаларын терең түсіну және оларды меңгеру шеберлігі маңызды. Болашақ информатика мұғалімдеріне программалауды оқытуда визуалдау құралдарын қолданудың келесідей артықшылықтары болуы мүмкін:

- визуалдау құралдары алгоритмдер мен компьютерлік архитектура сияқты күрделі және абстрактілі программалау тұжырымдамаларын түсінуге көмектеседі;
- визуалды анимацияны қолдана отырып, студенттер алгоритмдердің қалай жұмыс істейтінін елестете алады және жұмыс уақытында және кеңістікте олардың күрделілігін жақсы түсінеді;
- студенттерге есте сақтауды жеңілдететін визуалды көріністер беру арқылы программалау ұғымдарын терең түсінуге көмектеседі;
- білім алушылардың оқу процесіне деген ынтасы мен белсенділігін арттырады, бұл оқу нәтижелерінің жақсаруына әкеледі;

- визуалдау құралдары сыни тұрғыдан ойлау дағдыларын дамытуға көмектеседі, өйткені білім алушылар визуализациямен өзара әрекеттесу арқылы мәселелерді талдап, шешуі керек.

Программалауды үйрену кезінде визуалдау құралдарының артықшылықтарына қарамастан, олардың тиімділігі білім алушылардың оқу процессіне қатысуына байланысты екенін ескеру маңызды. Сондықтан, болашақ информатика мұғалімдері үшін оқушыларды визуалдау құралдарын қолдануға белсенді тарту өте маңызды. Білім алушылар визуалдау құралдарын белсенді қолданған кезде ғана визуалдау құралдарын оқу процессінде пайдалану тиімді болады және оқу тәжірибесін жақсарту мүмкіндігі артады (Radošević et al., 2009).

Сонымен қатар, визуалдау құралдары проблемаларды шешу дағдыларын дамытуға көмектеседі. Программалау тұжырымдамалары мен алгоритмдерін көрнекі түрде ұсына отырып, визуалдау құралдары білім алушыларға заңдылықтарды тануға, проблемаларды шешу әдістерін түсінуге және логикалық ойлау дағдыларын дамытуға көмектеседі.

Визуалдау құралдарынан басқа, бағдарламаларды визуалдау, оқыту нысандары және ментальды карталар сияқты басқа бағдарламалық құралдарды да бағдарламалауды үйренуде қолдануға болады (Arévalo et al., 2011).

3. Нәтиже және талқылау

Болашақ информатика мұғалімдерін даярлауға визуалдау құралдарын қосу олардың программалау тұжырымдамаларын түсінуін және оларды жетік меңгеруін жақсартудың құнды тәсілі болуы мүмкін.

Сонымен қатар, визуалдау құралдары болашақ информатика мұғалімдеріне программалау тұжырымдамаларын тиімді оқытуға көмектеседі. Болашақ информатика мұғалімдерін оқытуға визуалдау әдістері мен құралдарын қосу оларды программалау тұжырымдамаларын оқытудың тиімді оқыту стратегияларымен қамтамасыз ете алады. Сонымен қатар, бұл оларға оқушыларға оқу процесінде кездесетін мәселелер мен қате түсініктерді дұрыс түсіндіруге көмектеседі. Визуалдау құралдарының өзін пайдалана отырып, болашақ мұғалімдер бұл құралдарды оқушылардың оқуын қолдау үшін сыныпта қалай пайдалануға болатыны туралы тереңірек түсінік ала алады. Визуалдау құралдарын қолдана отырып, мұғалімдер өз оқушылары үшін интерактивті және қызықты оқу жағдайларын жасай алады. Сонымен қатар, визуалдау құралдарын пайдалану инклюзивті оқу ортасын құра алады. Визуалды немесе кеңістіктік оқуды қалайтын оқушылар визуализация құралдарын пайдаланудың үлкен пайдасын көре алады, өйткені бұл оларға ақпаратты қалаған оқу стиліне сәйкес түсінуге және өңдеуге мүмкіндік береді.

Бұл құралдар болашақ мұғалімдерге әртүрлі алгоритмдер мен код құрылымдарын үйренуге және тәжірибе жасауға мүмкіндік беретін күрделі программалау тұжырымдамаларының визуалды көрінісін қамтамасыз етеді. Кодтың әртүрлі кірістермен қалай жұмыс істейтінін және өзара әрекеттесетінін көрнекі түрде бақылай отырып, болашақ мұғалімдер бағдарламалау принциптерін тереңірек түсініп, проблемаларды шешу дағдыларын жетілдіре алады. Сонымен қатар, болашақ информатика мұғалімдерін программалауға үйретуде визуализация құралдарын қолдану шығармашылық пен инновацияға ықпал етуі мүмкін. Программалау үшін визуалды ортаны қамтамасыз ете отырып, бұл құралдар болашақ мұғалімдерді ойлауға және әртүрлі мүмкіндіктерді зерттеуге шақырады.

Программалауды оқытуға визуалдау құралдарын енгізу арқылы болашақ информатика мұғалімдері абстрактілі ұғымдарды тиімді жеткізе алады және оқушыларға оқу процесін жеңілдетеді. Олар сондай-ақ студенттердің проблемаларды шешу дағдылары мен сыни ойлау қабілеттерін дамыта алады, бұл оларға бағдарламалау тұжырымдамаларының визуалды көріністерін талдауға және басқаруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бейнелеу құралдарын пайдалану болашақ информатика мұғалімдеріне оқушылардың түсінігі мен үлгерімін бағалауға көмектеседі. Жалпы, бағдарламалауды оқытуда визуализация құралдарын

қолдану болашақ информатика мұғалімдері үшін үлкен әлеуетке ие. Бұл құралдар оқушыларға бағдарламалардың орындалуын визуализациялауға және олардың негізінде жатқан алгоритмдерді тиімдірек түсінуге мүмкіндік беретін қызықты және интерактивті оқу процесін қамтамасыз ете алады. Бейнелеу құралдарын қолдана отырып, болашақ информатика мұғалімдері дерексіз бағдарламалау тұжырымдамалары мен оқушылардың түсінігі арасындағы алшақтықты жоя алады. Сонымен қатар, бейнелеу құралдары болашақ информатика мұғалімдеріне оқушылардың түсінігіндегі қате түсініктерді немесе олқылықтарды анықтауға және жоюға көмектеседі. Визуалдау құралдарын қолдана отырып, болашақ информатика мұғалімдері динамикалық және қызықты оқу ортасын құра алады. Болашақ информатика мұғалімдеріне программалауды оқытуда визуалдау құралдарын қолдану перспективалы нәтижелер көрсеткенін атап өткен жөн. Информатика пәнінің оқытушылары арасында визуалдау құралдары программалау тұжырымдамаларын түсінуге көмектеседі деген жалпы сенім болғанымен, бұл талаптарды қолдайтын эмпирикалық дәлелдер шектеулі. Алайда, сауалнамалар мен зерттеулер визуалдау құралдарының оқушылардың мотивациясы мен сабаққа қатысуына оң әсер ететіндігін көрсетеді.

4. Қорытынды

Қорытындылай келе, болашақ информатика мұғалімдерін программалауға үйретуде визуалдау құралдарын қолданудың көптеген артықшылықтары бар екенін атап өткен жөн. Біріншіден, бұл құралдар программалауды үйренуді қол жетімді және инклюзивті ете отырып, оқытудың әртүрлі стильдерін қарастырады. Екіншіден, олар болашақ мұғалімдерге программалау тұжырымдамаларының нақты сценарийлерде қалай қолданылатынын түсінуге көмектесу арқылы теория мен практика арасындағы алшақтықты жояды. Бұл оларға программалау тұжырымдамаларын оқушыларына тиімді жеткізуге, мәселелерді шешу дағдыларын дамытуға және инклюзивті оқу ортасын құруға көмектеседі. Сонымен қатар, болашақ информатика мұғалімдерін оқытуға визуалдау құралдарын енгізу оларға технологиялық жетістіктер мен оқыту әдістемелерінен хабардар болуға көмектеседі. Тұтастай алғанда, болашақ информатика мұғалімдеріне программалауды оқытуда визуалдау құралдарын пайдалану оқыту мен оқу нәтижелерін жақсартуға әкелетін құнды әдіс болып табылады.

Әдебиеттер тізімі

[1] Маркелов В.К., Завьялова О.А. Образовательная программа Algorithm Flowchart Editor как средство обучения основам алгоритмизации и программирования в школе *Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании: Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*, 2022. С. 264–273.

[2] Бешенков С.А., Акимова И.В. Визуализация как метод обучения программированию. *Информатика и образование.*, 2017, No 10, С. 11-15.

[3] Баженова И.В. Визуальное моделирование в обучении программированию *Вестник ЮУрГГПУ.*, 2017. №6.

[4] Якименко О.В. Применение web-визуализаторов в школьном курсе программирования *Вестник ТГПУ.*, 2010. №10.

[5] Рихтер Т.В., Абрамова И.В. Использование цифровых образовательных ресурсов при изучении программирования в вузе. *КНЖ.*, 2021. №2 (35).

[6] Yang, L., Wang, Z. *The Effect of MySQL Workbench in Teaching Entity-Relationship Diagram (ERD) to Relational Schema Mapping.*

[7] Ahmed, S., Amarif, M. *An Interactive Animation Tool for Java Object Oriented Programming Understanding.*

[8] Radošević, D., Orehovački, T., Lovrenčić, A.. *Verificator: Educational Tool for Learning Programming.*

[9] Shaari, H., Ahmed, N. *Improving Performance and Progression of Novice Programmers: Factors Considerations.*

[10] Ishizue, R., Sakamoto, K., Washizaki, H., Fukazawa, Y.. *PVC.js: visualizing C programs on web browsers for novices.*

[11] Ермолаева Ж.Е., Лапухова О.В., Герасимова И.Н. Инфографика как способ визуализации учебной информации *Концепт.*, 2014. No 11 (ноябрь). С. 41–49.

[12] Пушкарева Т.П., Калитина В.В. Визуализированная методика обучения программированию *Современные проблемы науки и образования.*, – 2014. – № 5.

[13] Иванова Л.В. Обучение программированию будущего учителя информатики *В сборнике: Современное общество, образование и наука сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции* , 2015. С. 60-63.

[14] Берман Н.Д. Визуализация как эффективный инструмент обучения *ПостулатNo* , 2018.-No4

[15] Носков С.А. Дидактические возможности визуализации образовательной информации. *Самарский научный вестник*, 2016

[16] Швырка В.Н. Современные технологии визуализации учебной информации в методическом обеспечении самостоятельной работы студентов. *Научно-методическое обеспечение университетского образования: история и перспективы развития: материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конф.*, 2017. – 219 с.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ: К СОЗДАНИЮ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

ЕСЕН БИДАЙБЕКОВ[1], НИКОЛАЙ ПАК[2], НУРЖАМАЛ ОШАНОВА[3], Д. ПОЛЯНЧИКОВА[3]

[1] Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан
[2] Красноярский государственный педагогический университет имени В.П.Астафьева, Россия
[3] Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия
e-mail: nurzhamal_o_t@mail.ru

Аннотация. В последние годы происходит резкое падение мотивации молодежи к обучению с использованием традиционных бумажных и электронных учебников. В этой связи представляет интерес моделирование структуры и содержания учебных средств, адекватных когнитивным характеристикам современных учеников.
Работа посвящена обоснованию подхода к созданию инновационных учебных пособий, опирающего на платформу структурно-ментальных схем и вопросно-задачный формат содержания учебной дисциплины (на примере темы школьной алгебры «Уравнения», 6-11 классы).
Используется ментальный подход, который определил ряд позиций при проектировании учебных средств обучения по содержательной линии школьного курса алгебры «Уравнения»: вопросно-задачный формат структурной композиции учебного контента; принцип «вертикального рычага» при отборе учебного контента; принцип «прозрачного сундука» для визуализации процесса обучения и самоконтроля знаний.
Были разработаны: электронный учебник в виде интерактивной энциклопедии; автоматизированный тренажер по обучению решению уравнений. Экспертный опрос показал высокие оценки дидактических качеств созданного комплекса средств обучения по теме «уравнения».
Разработанные инновационные средства обучения, на примере темы школьной математики «уравнения», показали возможность и необходимость создания инновационных электронных учебников для самообучения и самоконтроля учеников. Предложенный подход можно применить для других содержательных линий предметных дисциплин в школе и вузе.

Ключевые слова: инновационные средства обучения математике, ментальный подход, перевернутый формат, «прозрачный сундук», принцип «вертикального рычага».

1. Ведение

На современном этапе развития общества, когда цифровизация стала неотъемлемой частью повседневной жизни человека, цифровая трансформация образования должна быть закономерным следствием изменений, протекающих в обществе. Система электронного обучения должна стать одним из основных инструментов модернизации образования [1].

Подобные преобразования должны привести к смене методов и технологий обучения, а также расширить перечень достигаемых результатов образовательной деятельности. Современная школа должна отвечать на вызовы информационного общества, подготавливая личностей готовых успешно взаимодействовать с обществом с целью успешной самореализации [2].

В настоящее время система образования предусматривает развитие предметных, метапредметных и личностных результатов обучения, которых сегодня уже недостаточно, так как деятельность человека становится все более интеллектуализированной. В связи с этим, необходимо обеспечить «формирование и развитие у обучаемых вычислительного, структурного, интуитивного и алгоритмического мышления»[3], являющихся одними из важнейших навыков современного человека, обеспечивающих ему конкурентоспособное существование в общественной и профессиональной деятельности.

В последние годы происходит резкое падение мотивации молодежи к обучению с использованием традиционных бумажных и электронных учебников. Ментальность современной молодежи требует новых подходов к созданию и использованию средств и методов обучения. Формирование у молодых людей клипового мышления обуславливает для них более привлекательным образовательный контент в социальных сетях, который имеет, как правило, вопросно-ответный дискретный формат.

В этой связи представляет интерес моделирование структуры и содержания учебных средств, адекватных когнитивным характеристикам современных учеников.

Цель работы – обосновать подход к созданию инновационных учебных пособий, опирающего на платформу структурно-ментальных схем и вопросно-задачный формат содержания учебной дисциплины (на примере темы школьной математики «Уравнения», 6-11 классы).

2. Обзор литературы

Процессы цифровой трансформации образования сталкиваются с трудностями, связанными с необоснованными обновлениями средств и методик электронного и дистанционного обучения в традиционных методических системах, неготовностью педагогических кадров к профессиональной деятельности в новых реалиях, трудоемкостью и большими материальными и интеллектуальными затратами. В этой связи представляют интерес инновационные подходы, в частности, ментальный подход, развивающий и дополняющий принципы современной дидактики, обеспечивающий обновление средств и методов обучения с помощью ментальных технологий [3, 4]. Ментальный подход строится на фундаменте ментальных схем, определяющих реальность и человека с позиции его ментальности, сформированной в результате его индивидуального и коллективного жизненного опыта [5]. Ментальные технологии обучения используют различные предметные ментальные структуры, концепт и интеллект-карты [6]. Значимость ментального подхода проявляется в нескольких направлениях, например, применение модели «прозрачный ящик» в обучении и контроле знаний [7]; использование учебных примитивов для построения структурно-ментальных схем обучения решению задач [8]; создание персонифицированных учебных ресурсов [9.], а также в формате трансформеров и перевернутых учебников [10].

Попытки формализовать и создать интеллектуальные автоматизированные средства обучения осуществляются в последнее время достаточно интенсивно. К примеру, в работе Буторина Д.Н. [11] разработана структурная схема решения математических задач и на ее основе строится система распознавания алгоритма решения задачи. Подобные идеи реализованы авторами [12, 13] при создании электронных средств обучения решению ряда математических задач.

Большие дидактические возможности имеют инновационные средства обучения математике адаптивного типа [14]. Однако адаптивные электронные учебники подстраиваются

под персональные характеристики обучаемого, но не позволяют ему самому выбирать контент и способ обучения. В это связи большие преимущества следует связать с учебниками-трансформерами, которые могут позволить ученику выбирать удобный для него вариант учебного средства [15, 16]. При этом существенную мотивацию к изучению объемных по содержанию и количеству тем дисциплин могут вызвать учебники перевернутого типа [17].

В условиях дискретного «клипового» предпочтения современной молодежи к обучению важнейшей проблемой становится структурность и преемственность изучаемых тем и разделов учебных дисциплин. Помимо традиционной горизонтальной преемственности за счет технологий межпредметных связей, важнейшей представляется горизонтальная преемственность, которая определяет изучение заданной содержательной темы в течение нескольких лет по принципу восходящего концентрического развития. О необходимости вертикальной преемственности в обучении указывают современные исследования в разных сферах [18]. Вертикальная преемственность опирается на принцип «вертикального рычага», определяющего необходимость освоения учебной темы с основ (с элементарных базовых понятий) и путем «нанизывания новых знаний на рычаг знаний» [19].

3. Методология

Опираясь на принципы ментального подхода в образовании [3] были определены три позиции для моделирования формата представления и структурирования содержания по теме школьного курса алгебры «Уравнения»:

- вопросно-задачный формат структурной композиции учебного контента, нацеленного на клиповое мышление обучаемого;
- принцип «вертикального рычага» отбора учебного контента для заданной содержательной линии предметной области;
- принцип «прозрачного сундука» для визуализации процесса обучения и самоконтроля знаний.

Первая позиция подхода определила «перевернутый» формат [17] представления учебного материала в виде вопросно-задачной структуры (Рис.1).

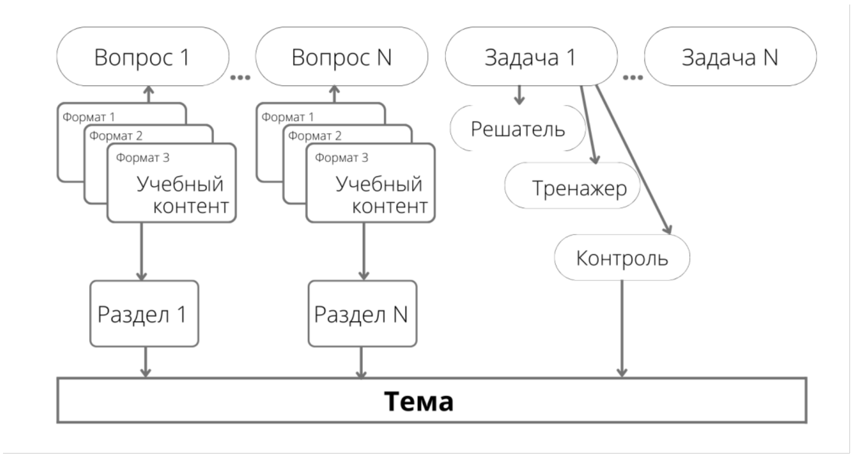


Рис. 1. «Перевернутый» формат структуры электронного учебника

При этом ответы на вопросы и ход решения задач можно представлять в нескольких форматах, учитывающих уровень подготовки обучаемого и его когнитивные способности [15].

На рис. 2 показаны пример вопросного дерева по одному из разделов темы «Уравнения».

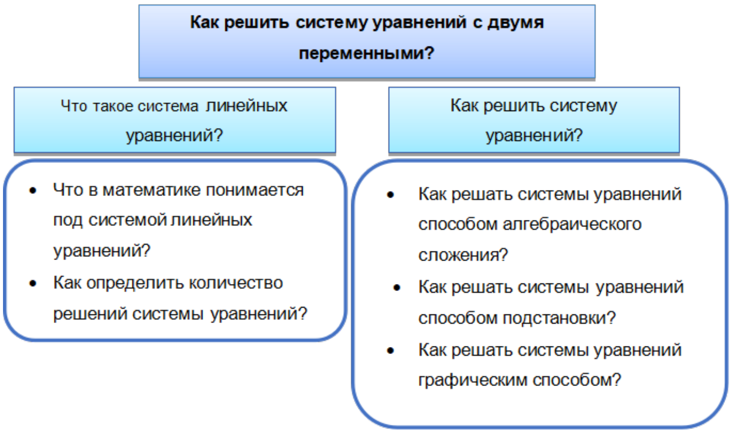


Рис. 2. Пример дерева вопросов по разделу «Система уравнений с двумя переменными»

Вторая позиция подхода связана с принципом «вертикального рычага» - чем сложнее учебный материал, тем длиннее рычаг знаний, или с позиций ментального подхода – все должно начинаться с основ до настоящего. Например, тема «Уравнения» в школьном курсе математики изучается с 6 по 11 класс, и эта содержательная линия отображена на рис.3.

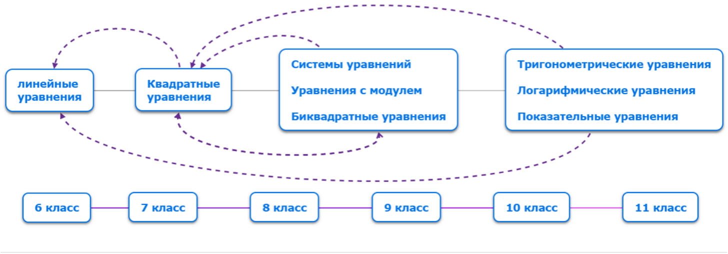


Рис. 3. «Вертикальный рычаг» содержания темы «Уравнения» школьной математики

Обучение ученика должно происходит на протяжении нескольких лет с 6 по 11 классы, что позволит сформировать у него прочные навыки решения любых уравнений по школьной программе, а в дальнейшем при изучении высшей математики в вузе.

Третья позиция связана с принципом «прозрачного сундука» и определяет возможность визуализации всех аспектов обучения. Для реализации этого принципа можно использовать структурно-ментальные схемы [8]. Примеры подобных схем показаны на рис.4.

Представленные на рис. 3 схемы позволяют визуализировать поэтапное освоение темы, контроль и самоконтроль полученных знаний. Структурно-ментальные схемы играют важную сценарную роль при разработке компьютерных тренажеров и электронного репетитора.

4. Результаты

Вопросно-задачный формат представления содержания учебного пособия и структурно-ментальные схемы облегчают разработку электронного учебника с помощью разных инструментов. Например, учебник можно разработать в среде редакторов ментальных карт (Mindomo и др.), с помощью сайтостроительных редакторов (движков). Наибольший интерес представляют дополнительные программы по обучению решению задач. Для рассматриваемой темы «Уравнения» была разработана обучающая программа, которая представляет desktop приложение для операционной системы MS Windows. В качестве языка программирования был выбран широко используемый Python 3, поддерживающий множество инструментов для создания программного обеспечения; в том числе PyQt, позволяющий

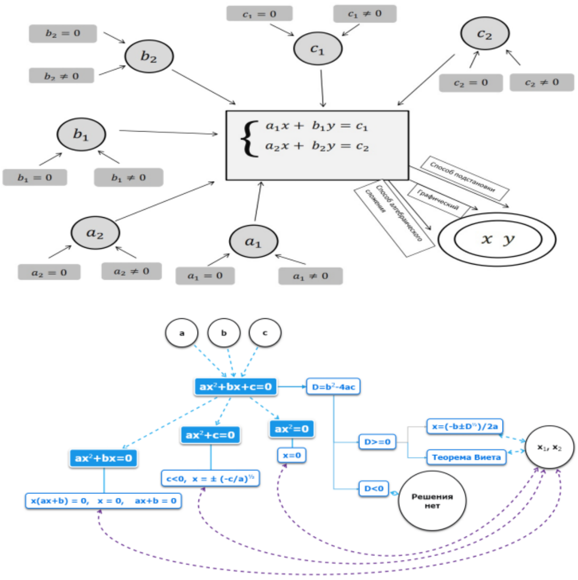


Рис. 4. Структурно-ментальные схемы по теме «Квадратное уравнение»

создавать приложения с графическим интерфейсом. Проектирование выполнялось по методологии объектно-ориентированного программирования. В качестве объектов выступают 4 вкладки: «Общая схема», «Метод решения», «Тренировочные задания», «Контрольные задания». Предусматривается выбор изучаемой темы в виде раскрывающегося списка (рис. 5).

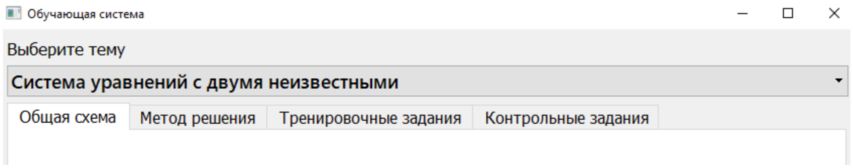


Рис. 5. Вкладки и раскрывающийся список

Каждая из четырёх вкладок обладает собственным функционалом. Вкладка «Общая схема» содержит ментальную схему решения выбранного типа уравнений. Вид схемы по теме «Система квадратных уравнений с двумя неизвестными» представлен на рис. 6.

Вкладка «Метод решения» содержит один или несколько способов решения уравнений с возможностью выбора. Для темы «Дробно-рациональные уравнения» содержимое вкладки показано на рис.7.

Вкладка «Тренировочные задания» содержит уравнение, выбранное случайным образом из базы уравнений; одно или несколько полей ввода ответа (в зависимости от количества неизвестных); кнопки: «Показать решение» (отображает решение уравнения), «Решить ещё» (переход к следующему заданию), «Проверить» (выводится сообщение о правильности ответа). Ни рас. 8 показан скриншот обучения по теме «Показательные уравнения».

Вкладка «Контрольные задания» не содержит кнопок «Проверить» и «Показать решение». После внесения ответов на все задания выводится таблица результатов, отображающая правильность решения каждого задания, а также процент верных ответов (рис. 9).

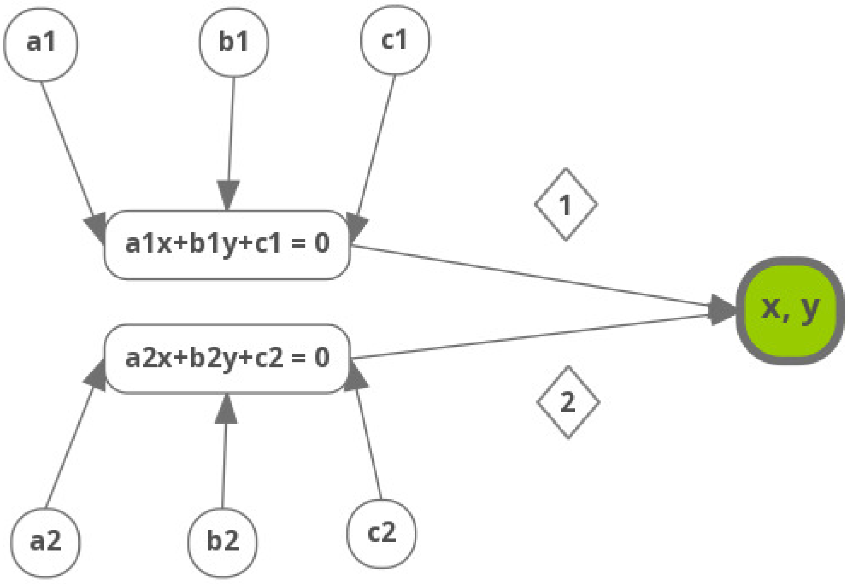


Рис. 6. Ментальная схема для системы квадратных уравнений с двумя неизвестными

Рис. 7. Методы решения дробно-рациональных уравнений

5. Выводы

Таким образом в работе предложен новый формат отбора содержания учебных дисциплин для разработки электронных образовательных ресурсов. Обоснован подход создания инновационных учебных пособий на основе вертикальной преемственности содержания темы с использованием структурно-ментальных схем и вопросно-задачной формы.

В качестве пробного опытного образца были разработаны: учебное пособие по школьным темам «Уравнения», имеющего формат перевернутого учебника; автоматизированные

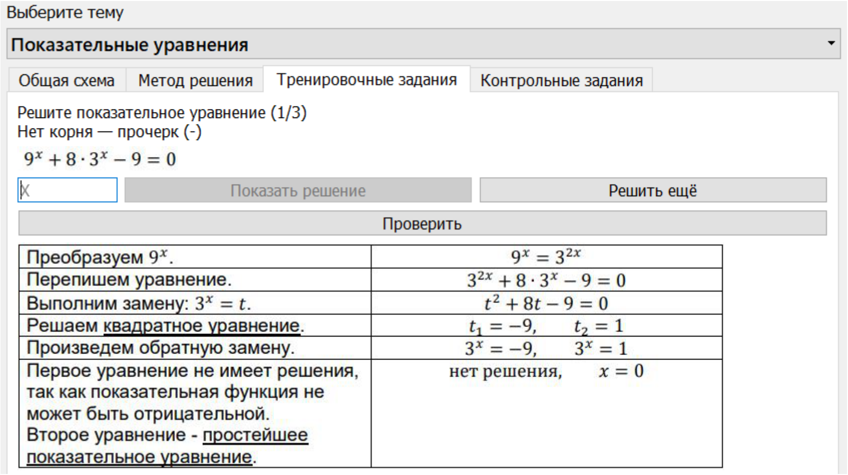


Рис. 8. Пример обучения по теме «Показательное уравнение» на вкладке «Тренировочные задания»

Номер задания	Результат
1	Верно
2	Верно
3	Не верно
Результат	67%

Рис. 9. Результаты решённых заданий

тренажеры по обучению решению уравнений; электронный учебник в виде интерактивной энциклопедии.

Представленные разработки показали целесообразность применения инновационного способа к созданию электронного учебника по теме «уравнения» в виде интерактивной «перевернутой» энциклопедии, включающего автоматизированный тренажер по обучению решению уравнений. Особенность учебника в его вертикальной преемственности. Учебник содержит учебный материал по линии «уравнения» с 6 по 11 класс. Экспертный опрос показал высокие оценки дидактических качеств созданного комплекса средств обучения.

Разработанные инновационные средства обучения, на примере темы школьной математики «уравнения», показали возможность и необходимость создания инновационных электронных учебников для самообучения и самоконтроля учеников. Предложенный подход можно применить для других содержательных линий предметных дисциплин в школе и вузе.

Список литературы

[1] Ibrayeva, A. Assessment of digital transformation in the education system of Kazakhstan *Экономическая серия Вестника ЕНУ им. Л.Н. Гумилева.*, 2022. – No. 4. – P. 152-160.

[2] Digital Transformation of Education for Sustainability of the Caspian Region *Galactica Media: Journal of Media Studies.*, 2022. – Vol. 4, No. 3. – P. 208-222.

[3] Пак, Н. И. Ментальный подход к цифровой трансформации образования *Открытое образование.*, 2021. – Т. 25, № 5. – С. 4-14. – DOI 10.21686/1818-4243-2021-5-4-14.

[4] Асауленко, Е.В. Автоматизированная система диагностики умения решать расчетные задачи на основе структурно-ментальных схем *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования.*, 2020. Т. 17.No. 1. – С. 49 62

[5] Найссер, У. *Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии. Пер. с англ. В.В. Лучкова / У. Найссер.*, М.: Прогресс, 1981. – 232 с

[6] Eppler, Martin J. A comparison between concept maps, mind maps, conceptual diagrams, and visual metaphors as complementary tools for knowledge construction and sharing *Information Visualization.*, 2006. – No. 5. – С. 202 210

[7] Винер, Н. *Кибернетика, или управление и связь в животном и машине / Н. Винер. – 2-е издание*, М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. – 344 с

[8] Асауленко, Е.В. Искусственный интеллект с позиции ментальных схем *Открытое образование.*, 2014. – № 4. – С. 50 54

[9] West, Darrell M. Using Technology to Personalize Learning and Assess Students in Real-Time *Darrell M. West. – Washington : Center of technology innovations at Brookings*, 2011. – 19 с

[10] Бархатова, Д. А., Хегай Л. Б., Пак Н. И. Педагогический дизайн "перевернутых"учебных ресурсов для домашнего изучения *Перспективы науки и образования.*, 2022. № 6(60). С. 244-262. http://doi.org/10.32744/pse.2022.6.14

[11] Буторин, Д.Н. автоматизированная система распознавания алгоритма решения математической задачи *Открытое образование.*, 2014. No. 5 (106). – С. 28-34

[12] Evgeny Asaulenko, Nikolai Pak, Yesen Bidaibekov, Bauyrzhan Nauzarbayev. An approach to automating the process of teaching students to solve computational problems *European proceedings of social and behavioural sciences-epsbs*, vol. 116, 2021. P. 384-396 doi: 10.15405/epsbs.2021.09.02.42

[13] Габдулганеева, Д.М., Мамонтова, М.Д. Обучение решению и диагностика хода решения математических задач на основе ментальных схем *Актуальные проблемы информатики и информационных технологий в образовании: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в рамках XVI международного научно–практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века».*, 2016. – С. 51 54

[14] Слепченко, Н.Н., Цибульский, Г.М., Ямских, Т.Н. От модели обучаемого к его адаптации в интеллектуальных обучающих системах *Информатизация образования и науки.*, 2018. – № 1 (37). – С.68 79

[15] Пак Н.И., Назарбаев Б.А. Подходы к трансформации цифровых образовательных ресурсов для домашнего обучения *Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова.*, 2021. № 3 (59). С. 113-119

[16] Bray Barbara A., McClaskey Kathleen A. *Make Learning Personal: The What, Who, WOW, When, and Why*, Thousand Oaks: SAGE Publications, 2014. – 288 с.

[17] Бархатова Д.А., Ломаско П.С., Симонова А.Л., Хегай Л.Б. *Образовательная платформа «перевернутых» учебных ресурсов для дистанционного обучения школьников*, Монография, Красноярск, РИО КГПУ, 2022, 118 с.

[18] Чернышев Д.А. *Как люди думают?*, М.: Манн, Иванов и Фебер, 2013.- 304 с

[19] Габриеэль Вайнберг, Лорен Маккан *Супермышление: как обходить ментальные ловушки и принимать эффективные решения*, Москва: Эксмо, 2021. – 480 с

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ЦИФРОВОЙ УНИВЕРСИТЕТ: СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

ЕСЕН БИДАЙБЕКОВ[1], ТАКИР БАЛЫКБАЕВ[2], НУРГУЛЬ КУРМАНГАЛИЕВА[3]

[1,3]Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан
[2]ТОО "Центрально-Азиатский Региональный гляциологический Центр под эгидой ЮНЕСКО" Комитета науки Министерства науки и высшего образования РК, Алматы, Казахстан
e-mail: n.kurmangalieva@abaiuniversity.edu.kz

Аннотация. В статье рассматриваются современные тенденции в формировании и развитии цифрового университета, опирающийся на интеграции четвертой промышленной технологии в разные виды образовательной деятельности вуза. Приведена структурно-содержательная модель формирования цифрового университета, основанной на интеграции технологии четвертой промышленной революции.

Ключевые слова: цифровой университет, цифровизация образования, цифровая образовательная среда, интеграция информационных технологий.

Предметная классификация AMS: 94-02

1. Постановка проблемы

Глава государства К.К. Токаев в своем послании народу Казахстана «Справедливое государство. Единая нация. Благословенное общество» ставит ряд требований к высшим учебным заведениям по повышению конкурентоспособности: «Образовательные учреждения, дающие техническое и профессиональное образование, должны адаптироваться к реальному спросу рынка труда и отвечать задачам новой экономической направленности страны» [1]. Перед вузами, стремящимися сохранить свои позиции на мировом образовательном рынке, стоит задача выхода в международное образовательное пространство. Формирование цифрового университета имеет большое значение как одна из стратегий интеграции вузов в международное образовательное пространство.

Сегодня современные цифровые технологии Индустрии 4.0, необходимые для создания цифровой образовательной среды, предлагают новые инструменты для развития университетов и других образовательных организаций по всему миру. Это приводит к глобальному изменению принципов работы вузов, что требует пересмотра и развития многих традиционных подходов к организации их работы и используемых образовательных технологий.

Проведен ряд научно-теоретических исследований по информатизации образования и созданию цифрового университета. В частности, концептуальные вопросы перехода к цифровому университету нашли отражение в работах зарубежных ученых F. McCluskey, M. Winter [2], B.Johnston, Sh. Macneill, K. Smyth, P.Jandric, M.Peters, Г.П.Кузина, Е.В.Неборский [3] и др. Проблемы цифровизации общества и образования рассмотрены в фундаментальных трудах ученых Б.С. Гершунского, Е.С. Полата, И.В. Роберта, И.В. Травкина. Э.Ю. Бидайбекова, Т.О. Балыкбаева [4], С.Г. Григорьева, В.В. Гриншкуна, А.И. Тажигуловой, Г.Б. Камалоой, А.Е. Сагимбаевой, Ш.Т. Шекербековой, С.Н. Коневой, Н.Т. Ошановой, Д.Н. Исабаевой и др.

Эффективность применения цифровой образовательной среды в обучении исследовали такие ученые, как Т.С. Моспан, И.Г. Захарова, А.Г. Абросимов, М.Е. Вайндорф-Сысоевой,

О.В. Михалева, О.В. Стеймарк, А.М. Байгановой, Ш.У. Унгарбаева, Д.Б.Абыкеновой и др. Особенности формирования цифровой образовательной среды педагогического вуза отражено в научных работах М.П. Лапчика, С.Л. Атанасяна, Б.С. Ахметова, Г.О.Тажигуловой и др.

В последние годы появились исследования, в которых цифровая образовательная среда рассматривается как технико-педагогическая и социальная система одновременно, основанная на цифровых технологиях Индустрии 4.0. Возможности технологии четвертой промышленной революции в образовании отражены в работах авторов М.И. Шутикова [5], К. Шваб и др., искусственный интеллект И.П.Хвостова, нейронные технологии в адаптивном тестировании Е.И. Горюшкин, большие данные С.Н. Вачкова, иммерсивные технологии Ю.К. Нурбековой [6], А.В. Гриншкуна, Э.Г. Жабаева и другие.

Согласно зарубежным авторам, в 2020 году началась эра пятой промышленной революции. В «Индустрия 4.0» люди конкурируют с машинами, но в «Индустрия 5.0» люди должны гармонично сотрудничать с машинами. В целом, «Индустрия 5.0», вероятно, существенно изменит современное образование, уделяя больше внимания образованию STEM, смешанному и персонализированному обучению, социальным навыкам и обучению «на протяжении всей жизни» [7].

Предполагается, что высшее образование изменится к 2030 году в результате изменений в следующих областях:

– Требования к знаниям и компетентности, обусловленные промышленными и социальными изменениями в цифровом мире;

– Новые разработки в дидактике, отражающие текущие дискуссии в области дидактики и теории обучения;

– Цифровые технологии и новые способы использования этих технологий, которые, вероятно, создадут новые формы обучения и среду для обучения [8].

Несмотря на значительный интерес ученых к данной проблеме, теоретические и практические основы профессиональной подготовки будущих педагогов в условиях комплексной цифровизации вуза до сих пор недостаточно изучены.

Анализ исследований теоретической и практической педагогической практики, с одной стороны, с учетом появления четвертых индустриальных технологий, необходимости комплексной информатизации учебной, внеучебной, научно-методической, педагогической, измерительной и организационно-управленческой служб педагогических вузов, а с другой стороны, цифровизация педагогического вуза показывает наличие противоречий между педагогическими подходами к систематизации информационных ресурсов и технологий в форме образовательной среды, а также отсутствие теоретических подходов к оценке качества цифровой образовательной среды и ее использование при переходе к цифровому педагогическому вузу и при подготовке будущих учителей.

Необходимость распространения информатизации по всем направлениям образовательной деятельности порождает основные задачи информатизации системы высшего педагогического образования, требующие первоочередного разрешения, обсуждаемые в настоящее время. Среди таких задач, важных для данного исследования, можно выделить следующую: формирование цифрового университета на основе разработки и внедрения цифровой образовательной среды системы высшего педагогического образования: обеспечение взаимодействия информационных технологий и педагогических вузов в многоуровневом процессе подготовки педагогов, разработка научных основ управления учебным процессом и формирование распределенной базы данных по различным учебным дисциплинам и в различных предметных областях, характерных для педагогических вузов.

2. Методы исследования

Задача исследования определяется необходимостью формирования и развития цифрового университета и применения современных подходов к нему в высшей школе. Изложенные

проблемы определили цель исследования, а именно теоретические основы формирования цифрового педагогического университета, построенного на основе интеграции образовательных информационных технологий в подготовку будущих учителей через анализ работ зарубежных и отечественных исследователей и показать пример модели формирования цифрового университета.

На основе этой модели определен комплекс мероприятий по определению структуры цифровой образовательной среды, описанию связей между потоками данных и компонентными структурами, описанию организационно-методических задач.

Обсуждение. Первые концептуальные идеи понятия «цифровой университет» начали озвучивать зарубежные ученые в начале XXI века, параллельно с появлением технологий четвертой промышленной революции, а в Казахстане, в научных кругах начали обсуждать с 2017 года, с выходом государственной программы «Цифровой Казахстан». Ученые, которые исследуют цифровизацию высшего образования представляют цифровой университет с точки зрения интегративного явления, которое включает в себя множество элементов. Очевидно, что цифровой университет нельзя интерпретировать только как основу «физического» университета, поскольку цифровые технологии позволяют создавать новые условия, вносить изменения в реальную среду, организовывать процессы обучения и управления. Кроме того, «физический» университет, существующий в реальном мире, а не в виртуальном, представляет собой целое пространство, в котором размещены технические и человеческие ресурсы. Другими словами, нельзя говорить о концепции цифрового университета только с точки зрения цифрового (виртуального) мира или только с точки зрения технической инфраструктуры [9].

Анализируя работы упомянутых и других ученых, цифровой университет можно рассматривать как модель, состоящую из нескольких структурных компонентов. На данном этапе данного научно-педагогического исследования были собраны и систематизированы факторы и требования, связанные с вышеперечисленными процессами цифровизации всех сфер деятельности современных педагогических вузов. В результате такой интеграционной работы была создана структурно-содержательная модель цифровой образовательной среды, представленная на рис. 1 [10].

Общая структура многокомпонентной модели цифровой образовательной среды педагогического университета состоит из четырех блоков, как показано на рисунке 1: функционально-целевой, теоретико-методологической, содержательно-деятельностной и аналитико-результативной.

Функционально-целевая часть определяет цель модели формирования цифровой образовательной среды в педагогическом вузе, вытекающую из социального заказа общества. Социальные заказы общества на подготовку будущих учителей:

1. Цифровое общество.
2. Цифровизация образования.
3. Государственные программы.
4. Доступный интернет.
5. Четвертая промышленная революция.
6. Нормативные документы.
7. Научно-методические исследования.

В теоретико-методической части представлены виды образовательной деятельности как компоненты цифровой образовательной среды. Организация образовательного процесса на основе цифровой образовательной среды обеспечивается и определяется взаимосвязью следующих компонентов:

- учебная (организация учебного процесса, включая индивидуальную образовательную траекторию, и методическая деятельность);
- измерение результатов обучения (контроль и измерение результатов обучения);

- внеучебная деятельность (формирование личностных интересов учащихся, участие в цифровых сообществах и другие виды внеучебной деятельности);

- научно-исследовательская (проведение научно-исследовательских и научных работ, разработка новых методических решений в обучении, повышение квалификации профессорско-преподавательского состава и сотрудников);

- организационно-управленческая (моделирование информационных потоков по управлению и организации хозяйственной деятельности).

А теоретическими основаниями являются аксиологический, системный, деятельностный, технический, интегральный и личностно-ориентированный подходы; психолого-педагогические теории деятельности и развития личности; теории и модели самоорганизации; теории профессионального развития учителей; теория профессиональной подготовки специалистов; исследования по цифровизации образования.

В содержательно-деятельностной части описываются функциональные задачи каждого структурного компонента цифровой образовательной среды.

Элементы обучающего компонента:

- создание банка учебно-методических материалов, структурированных по направлениям подготовки на основе кредитно-модульной системы обучения;

- разработка и интеграция образовательных сервисов информационной системы, образовательного видеопортала; - Разработка и размещение массовых открытых онлайн-курсов (МООК) на национальных и международных открытых образовательных платформах;

- адаптация и внедрение перспективных технологий для образования (искусственный интеллект, виртуальная реальность, блокчейн, облачные технологии и др.);

- развитие систем дистанционного обучения и внедрение смешанных, перевернутых образовательных технологий (видеокурсы, вебинары, подкасты, форумы и т.д.);

- разработка средств персонализации обучения и формирование электронного хранилища учебно-методических работ с системой проверки текста на уникальность (антиплагиат) для обучающихся. Компоненты внеурочной деятельности:

- выбор внутренних и внешних цифровых ресурсов, необходимых для внеучебной деятельности образовательной организации и их развитие;

- интеграция цифровых ресурсов и специального оборудования для проведения культурно-массовых мероприятий, в том числе возможность передачи цифровой информации о внеурочной деятельности;

- развитие внутренних систем и средств внеучебной коммуникации. Компоненты исследовательской деятельности:

- автоматизация определения рейтинга научных показателей сотрудников;

- фиксировать ход, реализацию и поддержку научных проектов;

- создание цифрового хранилища кандидатских и кандидатских диссертаций, научных публикаций сотрудников, которое автоматически проверяет текст на уникальность (антиплагиат);

- внедрение системы подготовки и проведения электронных конференций;

- подготовка, рецензирование и печать электронных версий научных журналов, электронных сборников статей;

- доступ к международным базам данных, основанным на знаниях;

- доступ к облачным инструментам данных для проведения исследований и привязки исследований к учебным ресурсам для учащихся.

Основные направления компонентов организационно-управленческой деятельности:

- автоматизация управления всеми организационными, техническими, экономическими и учебными процессами;

- управление учебными процессами (формирование учебных планов, программ, распределение нагрузки, учет и анализ качества обучения);

- создание и ведение единой базы данных по электронному документообороту.

Рис. 1. Структурно-содержательная модель формирования цифрового педагогического вуза за счет интеграции информационных технологий образовательной деятельности

Элементы сервиса измерения результатов обучения:

- разработка, реализация и автоматизация различных тестовых задач и систем их проверки на основе разделения тестовых материалов на диагностические, измерительные и контрольные виды;

- разработка единой базы данных заданий по учебным предметам и направлениям;

- связь с дальнейшим внедрением адаптивной системы контроля-измерения и мониторинга результатов обучения учебных материалов, в том числе с разработкой системы прокторинга (онлайн-контроль за тестами).

Результаты цифровизации образования упоминаются в части анализа и результатов.

1. Цифровая компетентность.
2. Цифровой учебный контент.
3. Индивидуальное и ориентированное на результат обучение.
4. Образовательные экосистемы.
5. Кадры цифровой экономики.
6. Цифровая документация.
7. Качественное, доступное и непрерывное образование.
8. Автоматизация повторяющихся педагогических задач.
9. Персонализированное и ориентированное на результат обучение.
10. Обновление содержания, методов и организационных форм учебно-педагогической деятельности.

Использование цифровой образовательной среды для организации образовательного процесса подразумевает использование передовых цифровых средств информационных технологий, высокий уровень цифровой компетентности педагогов, системное проектирование и развитие цифровой образовательной среды.

Основываясь на достижениях четвертой промышленной революции, интеграция методов и технологий медиаобразования в цифровую образовательную среду расширяет ее образовательные возможности. Современная цифровая образовательная среда продолжает свою «цифровую жизнь» на основе образовательных платформ, унифицированных баз данных, высокоскоростных сетей связи, а благодаря комплексному использованию этих технологий создается распределенная организационно-образовательная среда. Самое главное, в этой среде будут формироваться будущие специалисты, которые будут овладевать профессиональными и непрофессиональными компетенциями по работе с цифровыми технологиями и навыками «обучения на протяжении всей жизни», чтобы успешно жить в цифровом обществе.

3. Заключение

Интеграция информационных технологий образовательной деятельности высших учебных заведений в единую цифровую образовательную среду и дальнейшее формирование цифрового педагогического университета будет способствовать активизации профессиональной подготовки будущих педагогов, повышению мотивации студентов к учебе, использованию в обучении дополнительных методов и средств. процесса, модернизируя профессиональную деятельность преподавателей и сотрудников вуза, используя цифровые и телекоммуникационные технологии, создает условия для реализации, повышения доступности и прозрачности образовательных ресурсов, а это ведет к повышению качества подготовки педагогов, их потребностей и готовность осуществлять педагогическую деятельность с использованием системных средств цифровизации образования.

Исследование учитывает технологические достижения четвертой промышленной революции в формировании цифрового университета, не рассматривая их как единственную силу, определяющую будущее высшее образование.

Список литературы

[1] Послание Президента К.-Ж. Токаева народу Казахстана. Справедливое государство. Единая нация. Благополучное общество. 1 сентября 2022 года // https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-181130. 21.06.2023.

[2] McCluskey F., Winter M., *The Idea of the Digital University: Ancient Traditions, Disruptive Technologies and the Battle for the Soul of Higher Education*, Westphalia Press, 2012, 262 p.

[3] Неборский Е.В., *Цифровой университет как интегративный методологический конструкт*, //Мир науки. Педагогика и психология. 2021, Т. 9, №3, p. 5-18.

[4] Бидайбеков Е.Ы., Балыкбаев Т.О., Гриншкун В.В., *КазНПУ – «цифровой университет»: особенности формирования и развития*, // Вестник КазНПУ им. Абая, 2018, №2(62), p. 13-20.

[5] Шутикова М.И., Бешенков С.А., Миндзаева Е.В., *Информационно-когнитивные технологии в контексте 4-й технологической революции: образовательные аспекты*, // Вестник Сибирского федерального университета: Гуманитарные науки, 2019, №9(12), p. 1694-1713.

[6] Нурбекова Ж.К., Байгушева К.М., Ельтинова Р.А. и др, *К вопросу о применении дополненной реальности в образовании*, // Современная психология и педагогика: проблемы и решения: матер. 4-й междунар. науч.-практ. конф., Новосибирск, 2017, p. 12-17.

[7] Ziatdinov R., *Will 5th Industrial Revolution shape the future of humanity?*, //The Korea Times, 2023-05-14.

[8] Higher Education Landscape 2030. A Trend Analysis Based on the AHEAD International Horizon Scanning https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-44897-4.

[9] Балыкбаев Т.О., Курмангалиева Н.А., *Интеграция технологии «Индустрия 4.0» в образовательную деятельность университета как фактор формирования цифрового университета*, // Информатизация образования: теория и практика: сб. матер. междунар. науч.-практ. конф. памяти М.П. Лапчика, Омск, 2022, p. 14-20.

[10] Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В., Курмангалиева Н.А., *Педагогикалық жоғары оқу орнының цифрлық білім беру ортасын қалыптастыру моделі*, // Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршы, 2022, №4(84), p. 181-187.

ИНФОРМАТИКАНЫ ОҚЫТУДА ГЕЙМИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТТЕРІН ҚОЛДАНУ

МАЙРА БЕДЕБАЕВА[1]

[1]Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті, Шымкент қаласы, Қазақстан
e-mail: bedebayeva@mail.ru

Аңдатпа. Қазіргі заманғы жастар буыны цифрлық технологияның зымырап дамып келе жатқан дәуірінде өсіп келеді. Олар әртүрлі оқу стиліне ие және де оқу мен оқытуға жоғары талаптар қояды. Сәйкесінше бұл жастарды оқытатын мұғалімдердің алдында жаңа талаптар тұр. Олар оқу үрдісін әр түрлі оқу стилі мен оқыту әдістерін қолдана отырып ұйымдастыруы қажет. Геймификация – оқушылардың ынтасын оятып, белсенділіктерін арттыратын білім беру тәсілдері мен әдістерінің бірі.
Білім берудегі геймификация білім алушылардың белсенділігін арттыру, жаңа тақырыпты оңай қабылдауына көмектесу және олардың түсінгенін өлшеу мақсатында ойын элементтерін, соның ішінде ұпай жинау, құрдастар арасындағы бәсекелестік, топтық жұмыс, нәтижелер кестесі және т.б. пайдаланады. Геймификацияны оқушылар тапсырмаларды ойын түрінде орындау арқылы нәтижелерге жететін оқу үдерісі ретінде қарастыруға болады. Бұл мақалада геймификация ұғымы жан-жақты зерттеліп, оның элементтері айқындалады. Сонымен қатар, білім беруде геймификация элементтерін қолдану жолдары ұсынылады. Информатиканы оқытуда геймификацияны қолдануға мысалдар келтіріледі.
Зерттеу жұмысының мақсаты – геймификация ұғымы мен геймификация элементтерін пайдаланудың артықшылықтарын зерттеу, сонымен қатар оны білім беруде қолдану бойынша кейбір идеяларды ұсыну.

Кілттік сөздер: геймификация, білім берудегі геймификация, геймификациялау кезеңдері, MOODLE.

AMS пәндік классификация: 68U99

1. Геймификация туралы

Геймификация ұғымы 2002 жылы ойлап табылғанымен, оның концепциясы 20-шы ғасырдан бастау алады. Бөлшек сауда дүкендері тұтынушылардың тұтыну мөлшерін арттыру үшін сыйақы бағдарламаларын енгізіп, өнеркәсіп әкімшілігі зауыт жұмысшыларын бір-бірімен бәсекелесуге шақырды [1]. 1983 жылы Nintendo компаниясы әлемге Famicom 8 биттік ойын консолін сыйлады. Осыдан кейін адамдардың ойынға деген қызығушылығы бірден артты. Жас буын ойынмен өсті, ал цифрлық ойын-сауық қазіргі заманғы кинематография немесе шоу-бизнес сияқты орасан үлкен және табысты бола бастады. Адамдар түпсана деңгейінде ойын механикаларын түсіне бастады, ал жаһандық әлеуметтендіру заманауи онлайн қызметтерді табысты аймаққа айналдырды [2].

Геймификацияның танымалдылық шыңы 2010 жылдың басына сәйкес келеді. Джейн Мак Гонигал TED Talk 2010-да «Ойын әлемді жақсартуы мүмкін» тақырыбында сөз сөйлеп, бұл концепцияның артықшылықтарын атап өтті. Кәсіпкер, әрі тәжірибелі дизайнер Ю-кай Чоудың (Yu-kai Chou) айтуынша қызметті геймификациялау үшін адамды жігерлендіретін келесі сегіз негізгі факторлардың бірін іске қосу қажет деп санайды: эпикалық мағына және әуестік; даму және жетістік; шығармашылық пен кері байланыстың мүмкіндіктерін кеңейту; меншік және иелену; әлеуметтік ықпал және туыстық; тапшылық және шыдамсыздық; белгісіздік және құмарлық; жоғалту және қашқақтау. Ол өз еңбегінде айтылған концепциясында геймификацияланған қызмет осы адами түйсіктердің ең болмағанда біреуімен байланысты болса, онда сіз еліктіретін видеоойын ойнап жатқаныңызды сезесіз деп айтады [3].

Геймификация ұғымына берілген анықтамаларды келтірейік:

Кесте 1

Анықтама	Авторы
Геймификация (ағылш. gamification, геймизация) — қолданбалы программалық жабдық пен вет-сайттардағы техникалар мен компьютерлік ойынға тән әдістерді пайдаланушылар мен тұтынушылардың бизнес мәселелерді шешуге қатысуын арттыру, өнімдерді, қызметтерді пайдалануы мақсатында қолдану	Википедия
Геймификация — бұл ойыннан барлық қызықты және танымды элементтерді алып, оны шынайы әлемде немесе өнімді қызметте қолдану қабілеті	Yu-kai Chou
Мінез-құлықты басқару мен қажетті нәтижелерге қол жеткізу үшін жеке тұлға, адамдар тобы мен қауымдастыққа әсер ету, тарту және ынталандыру мақсатында қолданылатын ұстанымдар, үдерістер мен жобалау жүйелерінің жиынтығы	Ray Wang
Геймификация адамдардың бәсекелестікке, жетістіктерге, ынтымақтастыққа және қайырымдылыққа деген табиғи тенденцияларын пайдаланады	Қаржы энциклопедиясы kz.nesrakonk. ru>gamification/
Геймификация — бұл шынында да тұтынушылардың қызығушылығын тұдыратын күшті құрал. Ол соңғы жылдарда компаниялар қолданып жүрген ынталандыру механизмі негізінде жұмыс жасайды	Viachas Kul
Геймификация — бұл компьютерлік ойындардың ұстанымдары мен механикаларын ойыннан тыс міндеттерді шешуде қолданатын әдіс. Мысалы: оқытуда, бизнесте, маркетингте және т.б.	Маркетолог сөздігі https://www. marquiz.ru/blog/ chto-takoe- geymifikaciya

Аталған анықтамалардан геймификация негізінен ойын элементтері арқылы ынталандыру мақсатында ойыннан тыс міндеттерді шешуге қолданылатынын байқауға болады. Геймификация мен ойын арқылы оқытуды ажырата білу керек. Ойын арқылы оқыту әдісі – бұл нақты бір ойын шекарасында оқыту, ал геймификация – бұл мотивацияны жоғарылату мақсатында күнделікті үдеріске ойын әдістерін қолдану [4].

Геймификация - сабақтың сапасын арттыру мақсатында қолданылатын жаңа құрал. Ол оқыту мен оқу әдісіне үлкен әсер етеді. Геймификация білім алушылардың белсенділігі мен

ынтасын арттырады. Сонымен қатар, ол күрделі пәнді жеңіл оқуға және түсінуге көмектеседі [5].

Информатиканы оқытуда геймификацияның пайдасы өте көп. Ол білім алушылардың оқуға деген белсенділігін арттыратын әдісі ретінде анықталды. Бұл білім алушыларға мәселелерді шешу және сыни тұрғыдан ойлау дағдыларын дамытуға көмектеседі. Ал ол өз кезегінде олардың әлеуметтік және коммуникативті дағдыларын дамытуға көмектесетін ынтымақтастық пен топтық жұмысты ынталандыруы мүмкін. Оны білім алушыларды жаңа бағдарламалау тұжырымдамаларымен және әдістерімен қызықты түрде таныстыру үшін де пайдалануға болады. Геймификация академиялық үлгерім мен білім алушылардың өзіндік тиімділігіне оң әсер етеді.

Геймификация оқу тапсырмаларына ойын элементтерін қосу арқылы ынталандырады. Ол білім алушыларды бағдарламалау тұжырымдамаларын, алгоритмдер мен компьютерлік жүйелерді үйренуге және қолдануға қызықтыра алады. Информатикадағы геймификацияның кең тараған қолданбаларына мыналар жатады: ойынға негізделген оқыту, яғни оқытудағы геймификация – ойыннан тыс контекстте ойын құрастырудың механикасын, элементтерін және әдістерін қолданатын тәсіл. Бұл білім алушылардың сабаққа белсенді қатысуы мен тапсырмаларды орындауға деген ынтасын арттырады. Геймификацияға негізделген оқыту ойынға негізделген оқыту ретінде де белгілі. Бұл кодтау, алгоритмдер және деректер құрылымдары сияқты бағдарламалау тұжырымдамаларын үйрету әдісі ретінде білім беру ойындарын пайдалануды талап етеді.

Информатиканы оқытуда геймификацияның көптеген артықшылықтарына қарамастан, кейбір қиындықтар да бар. Мысалы, көңіл көтеру мен ойын-сауық арасындағы дұрыс тепе-теңдікті сақтайтын білім беру ойындарын жасау қиын болуы мүмкін.

2. Білім берудегі геймификация

Білім берудегі геймификация несімен ерекшеленеді? Геймфикацияның білім беру мекемелерінде танымал болуының бірнеше себептері бар. Ол күрделіні танымды ете түседі, сол арқылы білім алушылардың мотивациясы мен сабаққа деген қызығушылығын арттырады. Геймификацияның білім берудегі гипотезасына сәйкес білім алушылар көңіл көтерумен қатар жүргенде жақсы оқиды. Сонымен қатар, балалар алдарында ұмтылуды қажет ететін мақсат, нәтижелер болғанда пәнді жақсы меңгереді, ойын арқылы рахаттанып оқитын болады.

Геймификация концепциясы қарапайым болғанымен, тиімді геймификация концепциясы жоқ. Дегенмен, оны келесі бес кезеңдік үдерісті (1-сурет) орындау арқылы жеңілдетуге болады [6]:

Бірінші кезең бойынша мақсатты аудитория кімдер және білім беру бағдарламасын қоршап тұрған контекст қандай екені айқындалады.Білім беру бағдарламасының табыстылығын анықтайтын негізгі фактор – білім алушының кім екенін жақсы түсіну. Бұл бағдарлама жеткізілетін контекстпен біріктіріліп, білім алушыға бағдарламаның мақсатына жетуге мүмкіндік беретін бағдарламаны құруға көмектеседі. Мақсатты аудиторияны талдау жас тобы, оқу қабілеттері, ағымдағы дағдылар жиынтығы және т.б. сияқты факторларды анықтауға көмектессе, контекстті талдау сізге білім алуушылар тобының көлемі, қоршаған орта, дағдылардың реттілігі және уақыт шеңбері туралы мәліметтерді бере алады. Мысалы, егер оқу бағдарламасы түскі астың алдында өткізілсе, білім алушылар ашығып, соның салдарынан зейіні болмауы мүмкін. Егер ағымдағы курс білім алушыны қызықтырған келесі курсты оқудың алдында міндетті меңгерілуі қажет болса, онда блім алушының ағымдағы курсты оқуға ынтасы жоғары болуы мүмкін. Сонымен қатар, бұл кезеңде келесі сұрақтарға жауап алынады: оқу бағдарламасының ұзақтығы, бағдарламаны жүргізу орны (сыныпта, кеңседе, үйде және т.б.), бағдарлама топта, әлде жеке меңгерілуі және т.б.

Бұл сұрақтар нұсқаушыға оқу бағдарламасындағы ықтимал «ауырсыну нүктелерін» анықтауға және оларды айналып өтуге көмектеседі. Ауырсыну нүктесі білім алушының оқу

Сурет 1

бағдарламасы бойынша алға жылжуына және/немесе мақсаттарына жетуіне кедергі болатын фактор ретінде анықталады. Ауырсыну нүктелері білім алушының жасына, білім деңгейіне немесе оның саласына байланысты әртүрлі болуы мүмкін. Мысалы, тапсырылған тапсырмалардың сапасыздығы бірқатар қиындықтарға байланысты болуы мүмкін: курсты өткізу әдісі (студент визуалды білім алушы, курс ауызша тапсырылған кезде), мотивацияның төмендігі (себебі тапсырма қорытынды бағаға есептелмейді) және т.б.

Осы себеп-салдар байланыстарын түсіну білім беру бағдарламасын жобалауда қолдануға болатын геймификация элементтерін (5-кезеңде сипатталған) анықтаудың кілті болып табылады.

Екінші кезеңде оқытушының білім беру бағдарламасын аяқтау арқылы білім алушының қандай нәтижеге қол жеткізгенін қалайтыны анықталады. Әрбір оқытушының оқу бағдарламасының соңында білім алушының қол жеткізгісі келетін мақсаты болуы керек. Мысалы; жалпы оқу мақсаттары, мысалы, білім алушының тапсырманы, тест/викторина/емтихан, жоба және т.б. сәтті орындауы. Кейбір оқу бағдарламалары бірден әр түрлі мақсаттарды қамтуы мүмкін алайда білім беру бағдарламасының нәтижесінің табысты болуы оқытушының білім беру бағдарламасының негізінде жатқан оқу мақсатын/міндеттерін нақты анықтау қабілетіне байланысты.

Үшінші кезеңде оқу бағдарламасының мазмұны кіші бөліктерге бөлінеді. Кезеңдер мен аралық қадамдар оқытушыларға сапалы нәтижеге жетуге мүмкіндік береді. Келесі кезеңге өтуге ынтасы жоқ білім алушының шаршауы немесе зерігуі мүмкін. Мұндай жағдайда білім алушыны алға жетелейтін, сабаққа деген ынтасы мен қызығушылығын сақтап қалатын факторлар анықталады. Мысалы, білім алушы белсенді және ынталы болып қалуы үшін жеңіл кезеңдерден бастау ұсынылады. Сондай-ақ, білім беру бағдарламасын әртүрлі кезеңдерге бөлу оқытушыға мақсаттарды, контекстті және ауырсыну нүктелерін бағалауға, сонымен қатар білім беру үшін неғұрлым тиімді жалпы ойын процесін дайындауға мүмкіндік береді.

Төртінші кезеңде білімді геймификациялау үшін қандай ресурстар қажет екені анықталады. Кезеңдер мен аралық кезеңдер анықталғаннан кейін оқытушы қандай кезеңдерді және қалай ойынға айналдыруға болатынын оңай бағалай алады. Оқытушы геймификацияны

қарастырған кезде ойлануы керек мәселелер: бұл кезеңге бақылау механизмін қолдану не қолданбау; деңгейлерге жету шарттары; нақты ережелер; кері байланыс беру.

Кері байланыс өте маңызды. Себебі түрлі зерттеулер көрсеткендей, білім алушылар уақытында кері байланыс ала отырып, тапсырманы жақсы орындайды. Сонымен қатар, қателік орын алған жағдайда білім алушыда кері байланыс ала отырып, тапсырманы қайт орындау мүмкіндігінің болғаны абзал. Сондай-ақ, берілген мерзімде қанша білім алушы тапсырманы уақтылы орындағаны туралы оқытушыға берілетін ақпарат олардың білімі мен білімдеріндегі қиындықтары туралы мәлімдейді.

Бесінші кезеңде қандай геймификация элементтерін қолдану керек екендігі анықталады. Геймификация – ойынға жатпайтын параметрлерде ойын механикасы деп аталатын ойынға ұқсас элементтерді қосу. Ойын механикасын өзіндік элементтер немесе әлеуметтік элементтер ретінде жіктеуге болады. Өзіндік элементтерге ұпай, жетістік белгілері, деңгейлер немесе уақытша шектеулерді жатқызуға болады. Бұл элементтер білім алушыларды өз-өзімен жарысуға және өзінің жетістіктерін мойындауға жетелейді. Ал әлеуметтік элементтер интербелсенді жарыстар немесе ынтымақтастықты білдіреді, мысалы көшбасшылар кестесі. Бқл элементтер білім алушыларды басқалармен қауымдастыққа біріктіреді және жетістіктер көпшіліктің игілігі болып табылады.

Ойын элементтерінің белгілі бір түрін пайдалану білім алушылардың әртүрлі реакцияларын тудыруы мүмкін және дұрыс пайдаланбаған кезде геймификация оқытушыға ойлаған нәтижелерді бермейді. Дегенмен, егер кезең қиын болса, өзіндік элементті пайдалану қолайлырақ болуы мүмкін, өйткені оқушылар жаңа нәрсені үйрену кезінде тапсырмадан қорқуы мүмкін. Сондай-ақ, егер олар бірден қоғам ортасына енсе, олар үнемі басқалармен салыстырылатындықтан, көңілдері қалуы мүмкін.

Келесі кезеңге өту үшін білім алушы жеткілікті дәрежеде ынталанып тұрғанына көз жеткізу маңызды. Егер оқу бағдарламасы білім алушыларға тапсырманы кез-келген уақытта орындауға мүмкіндік берсе, тұрақты түрде жаңартылатын көшбасшылар тақтасы болғаны дұрыс. Бұл жаңадан қосылған білім алушыларды ойынға қатысуға итермелейді және оларды қуып жетіп ала алатынына көздері жетеді.

Оқытуды геймификациялауда ең алдымен барлық білім алушылар ойын элементтерінен бірдей әсерде бола бермейтінін ескерген жөн. Өздерінің қалаулары мен мақсаттарына байланысты білім алушылар ойыншының түрлі тұлғаларына бөлінуі мүмкін. Мысалы, Ричард Бартл (Richard Bartle) классификациясы бойынша ойыншының төрт түрі бар: зерттеушілер (explorers), жетістікке жетушілер (achievers), әлеуметтендірушілер (socializers) және қанішерлер (killers) [7]. Әрбір тұлғаның өз мотиваторы мен демотиваторы болады. Оның барлығы геймификациялауда ескерілуі тиіс.

- Зерттеушілер ойындағы жаңа мүмкіндіктер мен құпияларды ашуды ұнатады. Оларға карта, жұмбақтар, контенттің әртүрлілігі мен кері байланыс тура келеді.
- Жетістікке жетушілер тапсырманы орындап, марапатты алуға ұмтылады. Олар прогресс пен өздерін мойындатқызумен жігерленеді. Олар үшін ұпайлар, деңгейлер, белгілер, көшбасшылар кестесі мен мақсаттар сияқты ойын элементтері жақсы сәйкес келеді.
- Әлеуметтендірушілер басқа ойыншылармен қарым-қатынас пен ынтымақтастықты ұнатады. Олар достықпен жігерленеді. Олар үшін чаттар, командалар, рөлдер, әлеуметтік желілер мен рейтингтер сияқты ойын элементтері жақсы сәйкес келеді.
- Қанішерлер бақталастық пен басқа ойыншыларды басқаруды ұнатады. Олар билік пен мәртебеден жігерленеді. Олар үшін шайқастар, жарыстар, бедел мен жазалау сияқты ойын элементтері жақсы сәйкес келеді.

Геймификация тәсілдері – ойын элементтерін ойыннан тыс жағдайларға қолдану әдістері. Оларды екі негізгі түрге бөлуге болады: құрылымдық және мазмұндық.

- Геймификацияның құрылымдық тәсілі - оның мәнін өзгертпей, бар мазмұнның үстіне ойын элементтерін қосу. Мысалы, тапсырмаларды орындау үшін ұпайларды,

мақсаттарға жету үшін белгілерді, басқа ойыншылармен бәсекелесу үшін көшбасшылар тақтасын қосуға болады. Бұл әдіс студенттердің ынтасын және үлгерімін арттыруы мүмкін, сонымен қатар ол күйзеліс пен бәсекелестік те тудыруы мүмкін.
- Геймификацияның мазмұндық тәсілі ойын принциптерін ескере отырып, мазмұны мен оны беру тәсілін өзгерту болып табылады. Мысалы, білім алушылар мәселелерді шешетін және тапсырмаларды орындайтын кейіпкерлер болатын сюжетті немесе оқиғаны құра аласыз. Бұл әдіс білім алушының қызығушылығы мен белсенділігін арттыруы мүмкін, бірақ сонымен бірге негізгі оқу мақсаттарынан назары тыс қалуы мүмкін.

Білім берудегі геймификация мысалдары оқу материалдарында, курстарда немесе жобаларда ойын элементтерін пайдаланудың нақты жағдайлары болып табылады. Олар идеялармен шабыттануға, ең үздік тәжірибелерді тануға, жиі кездесетін қателерден аулақ болуға және геймификацияның тиімділігін бағалауға көмектеседі.

Білім берудегі геймификацияның кейбір мысалдары:

- Minecraft Education Edition – білім алушыларға блоктарды пайдаланып виртуалды әлемдерді жасауға және зерттеуге мүмкіндік беретін білім беру ойын платформасы. Оны математика, жаратылыстану, тарих, география және бағдарламалау сияқты әртүрлі пәндерді оқу үшін пайдалануға болады.
- Classcraft - бұл жоғары сынып білім алушыларына арналған онлайн ойын алаңы. Ол әр түрлі рөлдері бар (жауынгер, сиқыршы немесе емші) білім алушылардан командалар құруға, оларға тапсырмалар мен марапаттарды тағайындауға, олардың мінез-құлқы мен үлгерімін бақылауға және басқа білім беру қолданбаларымен біріктіруге мүмкіндік береді.
- Duolingo – пайдаланушыларды ынталандыру және кері байланысты қамтамасыз ету үшін деңгейлер, ұпайлар, жан, белгілер және көшбасшылар кестесі сияқты ойын элементтерін пайдаланатын онлайн тіл үйрену ортасы. Ол сондай-ақ сабақтарды әр пайдаланушының жеке деңгейіне және оқу жылдамдығына сәйкестендіреді.

Геймификацияны білім беруде қолдану арқылы сабақты қызықты, әрі тиімді етіп өткізуге болады. Дегенмен, геймификация ойдағыдай жұмыс істеуі үшін ойын ойнайтын тұлғаның ерекшелігін, ойын механикасын, геймификацияның тәсілдері және білім берудегі геймификация мысалдары сияқты әртүрлі факторларды ескеру қажет. Сонда ғана білім алушыларға пайдалы, әрі тиімді білім мен ойынның үйлесімділігі құрылады.

3. Информатиканы оқытуда геймификацияны қолдану

Мұғалімдердің көпшілігі бағдарламалауды оқуда көптеген қиындықтар туындайтынымен келіседі, оның бір себебі білім алушылардың көпшілігі бағдарламалау логикасын түсінбейді. Сондықтан да оларды ынталандыратын бір әдіс болуы қажет. Білім алушылар оқуды тәжірибеде қолдануға және идеялармен алмасуға жігерлендірілуі тиіс. Геймификация білім алушыларды ынталандыру және олардың белсенділігін арттыру құралы ретінде қолданылады [8].

Информатика саласында геймификация білім алушыларға бағдарламалау тұжырымдамаларын, алгоритмдерді және компьютерлік жүйелерді үйрену және қолданудың қызықты және тартымды әдісін қамтамасыз ете алады [9].

Информатиканы оқытудағы геймификацияның кейбір мысалдарына мыналар жатады:

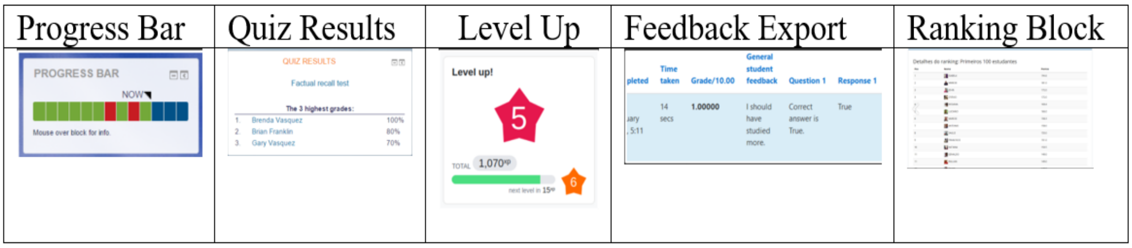
- Ойын негізінде оқыту: бұл кодтау, алгоритмдер және деректер құрылымдары сияқты нақты бағдарламалау тұжырымдамаларын үйрету әдісі ретінде ойындарды пайдалануды қамтиды. Ойынға негізделген оқыту мысалдарына Code.org, Scratch және Gamestar Mechanic жатқызуға болады.

- Ойын түріндегі курстық жұмыс: бұл бағдарламалау тапсырмалары, жобалар және емтихандар сияқты дәстүрлі курстық жұмыстарға ойын элементтерін қосуды қамтиды. Мысалы, мұғалім кодтау тапсырмаларын орындағаны үшін ұпайлар беруі немесе білім алушылар арасындағы бәсекелестікті ынталандыру үшін көшбасшылар тақтасын пайдалануы мүмкін.
- Ойын кептелісі: бұған білім алушылар шектеулі уақыт ішінде ойындар жасау үшін бірлесіп жұмыс істей алатын және жарыса алатын хакатондарды немесе кодтау жарыстарын ұйымдастыру кіреді. Ойын кептелісі бағдарламалау дағдыларын үйренудің және шығармашылық пен инновацияны ынталандырудың қызықты тәсілі болуы мүмкін.

Көптеген білім беру мекемелері оқу процесін басқару үшін LMS жүйесін пайдаланады және оқу ресурстары мен тапсырмалары бар әртүрлі электрондық курстарды ұсынады. LMS геймификация үшін қолайлы орта болып табылады, өйткені оларда білім алушылардың нәтижелері мен үлгерімін автоматты түрде бақылайтын құралдар бар. Білім алушылардың сабақ материалын көруге және өзара әрекеттесуге жұмсаған уақыты туралы деректерді алуға болады. Білім алушылар пікірталастардың, форумдардың және блогтардың белсенді қатысушылары болуға, вики беттерін жасау арқылы оқу мазмұнын дамытуға қатысуға шақырылады.

Moodle - мұғалімдерге онлайн оқытуды басқаруға мүмкіндік беретін ең танымал оқу платформаларының бірі. Moodle – оқу үдерісін геймификациялауды жеңілдетуге бағытталған мүмкіндіктерді әзірлейтін және ұсынатын LMS-дің бірі [9]. Moodle арқылы оқуды геймификациялауда қолданылатын кейбір плагиндер (2-сурет) мен олардың мүмкіндіктерін атап өтейік:

- Progress Bar – білім алушылардың үлгерімін бақылау. Прогресс пайдаланушыларға олардың бастапқыда бір-бірімен байланыссыз және шағын болып көрінетін әрекеттерінің үлкен бір тұтастықта байланыстырылғанын және белгілі бір мақсатқа жетуге әкелетінін түсінуге көмектеседі. Moodle бағдарламасы білім алушылардың электрондық курстардағы үлгерімін прогресс жолағы арқылы визуализациялау мүмкіндіктерін ұсынады (1-сурет). Прогресс жолағы Moodle плагині болып табылады және студенттер қандай әрекеттерді немесе ресурстарды аяқтау керектігін және олардың курстағы үлгерімін көрнекі түрде көрсетеді.
- Quiz Results - викторина нәтижелерін көрсету. Білім алушылардың игерген білімдері мен дағдыларының деңгейін өлшейтін викториналардың немесе тапсырмалардың нәтижелері курстың қосымша блогында бейнеленуі мүмкін. Викторина нәтижелері блогында ең жақсы нәтижелер болуы мүмкін – ең жоғары және/немесе ең төмен бағалары бар білім алушылар немесе топ нәтижелері.
- Level UP. Білім алушылар өз әрекеттері үшін ұпай алады, жетістіктерін визуализациялайды, көшбасшылар тақтасы арқылы басқалармен бәсекелеседі және жеке қажеттіліктері мен тәжірибелеріне негізделген мазмұнды ашады. Үлгерімді арттырыңыз және ынталандыратын білім беру тәжірибесін ұсыныңыз.
- Feedback Export. Лездік және оң кері байланыс пайдаланушыларды өз әрекеттеріне ынталы, белсенді және жігерлендіретін негізгі себеп болып табылады. Тесттер мен тапсырмалар, сондай-ақ Moodle-дағы барлық басқа әрекеттер кері байланыс үшін мүмкіндіктер береді – жалпы, арнайы, дұрыс жауаптар немесе қате жауаптар. Кері байланыс оқушылардың іс-әрекетін түзету ретінде пайдаланылуы мүмкін және олардың оқу жүйесіндегі одан әрі әрекетіне ынталандырушы болып табылады.
- Ranking Block. Бұл плагин білім алушылардың ұпайлары негізінде көшбасшылар тақтасын көрсетуге мүмкіндік береді. Бағалау блогы енгізілген әрекеттерді қадағалайды және курсты аяқтағаннан кейін білім алушылардың жинаған ұпайын есептейді. Көшбасшылар тақтасы барлық пайдаланушыларға көрінеді және көшбасшыларды танудың жолы болып табылады. Оқушылар өздерінің қай жерде екенін



Сурет 2

көріп, нәтижелері мен жетістіктерін құрбыларымен салыстыра алады. Көшбасшылар тақтасы білім алушылар арасындағы бәсекелестікті тудырады және оларды оқу үдерісіне белсендірек қатысуға ынталандырады.

Әрине, Moodle жүйесінде геймификацияны жүзеге асырудың әртүрлі жолдары көп. Ұсынылған плагиндер – оның аз ғана бөлігі. Жүйенің негізгі мүмкіндігі – деректерді автоматты түрде өңдеу және білім алушылардың үлгерімін, сонымен қатар курсты аяқтауын бақылау болып табылады [10].

4. Қорытынды

Геймификация – білім алушылардың мінез-құлқы мен оқуға деген көзқарасын жақсы жаққа өзгертуге, олардың ынтасын және белсенділігін арттыруға бағытталған тиімді тәсіл. Мектеп информатикасында бағдарламалау бөлімі көп жағдайда балаларда үлкен қиындықтар тудырады. Цифрлық әлемде өсіп келе жатқан әрбір жас буынның компьютерлік ойынға қызығушылығы жоғары. Ойын негізінде оқыту, яғни оқытуда геймификацияны қолдану – бұл ойыннан тыс контекстте ойын құрастырудың механикасын, элементтерін және әдістерін қолданатын тәсіл.

Геймификация білім алушылардың сабаққа белсенді қатысуы мен тапсырмаларды орындауға ынтасын арттырады, сол арқылы білім деңгейін жоғарылатады. Геймификация элементтері қосылған дайын білім беру орталарының саны артып келеді. Бірақ, оларды негізгі сабаққа қосымша ретінде қолданған дұрыс, себебі оның контенті нақты сабақ мақсаттарына сәйкес келе бермейді.

Білім беру мекемелерінде жиі қолданылатын MOODLE жүйесінің сабақты геймификациялауға қолданылатын плагиндер шамасы жетерлік. Жүйенің нұсқасы жаңарған сайын, плагиндер де жаңарып, саны да артып келеді. Оларды сабақта толыққанды қолдану әлі де көп ізденісті қажет етеді. Көп жағдайда геймификацияны компьютерлік ойынмен парапар деп түсінеді. Алайда, бұл мақалада геймификация ұғымына кеңінен тоқталып, оның ойыннан айырмашылығы анықталды. Сонымен қатар, геймификация элементтері, білім алушыларды қызықтыру үшін ойыншылардың қандай түрлері бар екені зерттелді, оқытуды геймификациялауда ескерілуі тиіс жайттар анықталды. Информатиканы оқытуда қандай тақырыптар үшін геймификацияны қолданған дұрыс және оны қолдану қандай нәтижелерге жеткізуі мүмкін екені, MOODLE жүйесінің сабақты геймификациялауда жиі қолданылатын плагиндері келтірілді.

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Жоғары білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитетімен қаржыландырылған «AP19175370 Орта мектепте информатиканы аралас оқытуды жүзеге асыру үшін геймификация элементтері бар ақпараттық-білім ортасын әзірлеу» гранттық жобасының аясында орындалды.

Әдебиеттер тізімі

[1] Убани Ф. Что такое геймификация: определение, принцип работы и руководство. 30 июня, 2023. https://businessyield.com/ru/education/what-is-gamification/

[2] Kul V. Геймификация. 27 сентября, 2018. https://mdreg.medium.com/геймификация
[3] Карасева Л. Геймификация: как игровой подход помогает в обучении и на работе. 14 ноября, 2022. Подробнее на РБК: https://trends.rbc.ru/trends/education/605c6f2f9a79473a6164699
[4] Huang W.H.Y., Soman D. *A practitioner's guide to gamification in education.k*, Rotman School of Management University of Toronto, 2013. P 29.
[5] Elshiekh, R., Butgerit, L. (2017) Using Gamification to Teach Students Programming Concepts. *Open Access Library Journal*, 4, 1-7. doi: 10.4236/oalib.1103803.
[6] Хайдарова А. Элементы геймификации в образовании 2023: как сделать учебу игрой. 9 июня, 2023. https://vc.ru/u/1311864-adelya-haydarova-prodazhi/721723-elementy-geymifikacii-v-obrazovanii-2023-kak-sdelat-uchebu-igroy
[7] Геймификация обучения: примеры, инструменты, плюсы и минусы. Статья от «Контур школа». 30 ноября, 2022. https://school.kontur.ru/publications/2453
[8] Singh S. Gamification in Computer Science Education: A Fun and Engaging Way to Learn. February 9, 2023. https://www.linkedin.com/pulse/gamification-computer-science-education-saumya-singh
[9] Kiryakova G., Angelova N., Yordanova L. Gamification in education.
[10] Sadiku, M. N. O., Chukwu, U. C., Sadiku, J. O. (2023). *Gamification in computer science.* Central Asian journal of Mathematical Theory and Computer Sciences, 4(5), 45-50. https://doi.org/10.17605/OSF.IO/YSQ4H

МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИКИ STEAM-КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ-БАКАЛАВРОВ ПО ПРОФИЛЮ «МАТЕМАТИКА»

Николай Пак[1], Назгул Оспанова[2]
[1] Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, Россия
[2] Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Казахстан
e-mail: koliapak@yandex.ru; nazka1991@list.ru

Аннотация. STEAM-подход в образовании является одним из мировых образовательных трендов.
Новая парадигма образования активно внедряется в систему школьного образования на всех ее уровнях и базируется на междисциплинарном подходе, объединяя естественнонаучные дисциплины, технологию, инженерию, искусство и математику, активизирует интерес учащихся к ним, обеспечивает их подготовку к технико-технологическим инновациям жизни. В реализации STEAM-подхода в образовании математика, наряду с другими STEAM-дисциплинами становится одной из самых значимых учебных предметов [1].
Чтобы осуществить полноценную интеграцию STEAM подхода в образовательное пространство требуются педагоги нового формата, обладающие высоким уровнем профессиональной компетентности для обучения на базе STEAM.
Одной из значимых для успешной реализации STEAM образования в структуре профессиональной компетентности будущего педагога-бакалавра профиля «математика» выступает его STEAM-компетентность – интегральное личностно-деятельностное качество учителя, проявляющееся в готовности и способности разрабатывать и применять проблемные, практико-ориентированные задачи, задачи исследовательского характера с межпредметным содержанием; организовать проектно-исследовательскую деятельность учащихся [2].
Вопросы формирования STEAM-компетентности будущих педагогов не могут быть решены без надежной методики ее диагностики.
STEAM-компетентность будущих педагогов на сегодняшний момент можно оценивать лишь качественно, например, по уровням: низкий, средний, высокий. В этой связи интервальные измерительные шкалы оценки STEAM-компетентности студента малопригодны, что определяет необходимость создания порядковой диагностической модели.
Цель работы заключается в обосновании и разработке модели диагностики STEAM-компетентности будущих педагогов профиля «математика» на основе критериального способа и порядковой измерительной шкалы.
Методология и методы исследования. Диагностика STEAM-компетентности студента должна включать оценку его интегрированных предметных знаний в области математики, физики, информатики и технологий, а также деятельностно-познавательную активность.

В этой связи STEAM-компетентность следует структурировать из двух компонент: *когнитивного (КК) и деятельностного (ДК).* В свою очередь каждый компонент может быть оценен по трем уровням (низкий, средний, высокий) с помощью специальных тестов, заданий и проектов. Итоговый уровень STEAM-компетентности студента будет определяться совокупностью значений качественных оценок этих двух компонент на основе порядковой измерительной шкалы. При создании модели использованы совокупность личностно-деятельностного, компетентностного подходов; методы научного анализа, моделирования, сбора и интерпретации эмпирических данных.
Результаты и дискуссия. Для создания порядковой измерительной шкалы уровня STEAM-компетентности студента введен информационный вектор (КК, ДК). Множество студентов по этим информационным векторам разделяются на три класса Q1 (низкий уровень), Q2 (средний уровень), Q3 (высокий уровень). Методика диагностики уровня STEM-компетентности конкретного студента заключается в определении его принадлежности к соответствующему классу.
Выводы. Разработанная модель STEAM-компетентности студента предполагает создание диагностических информационных векторов, сформированных на основе тестовых и оценочных процедур в учебном процессе. Она обеспечивает возможность автоматизации диагностических процедур и облегчает процесс интегрированных оценок диагностических характеристик и не требует перевода порядковой измерительной шкалы в интервальную.
Материалы работы представляют интерес для преподавателей и работников педагогических вузов, а также имеют значимость для развития теории и практики диагностики образовательных результатов.

Ключевые слова: STEAM-образование, STEAM-компетентность учителя, модель диагностики, порядковая измерительная шкала.

1. Введение

В настоящее время STEAM-подход приобретает особую актуальность в образовании на всех ее уровнях. Аббревиатура STEAM используется для обозначения глубокой междисциплинарной связи между естественными науками, технологией, инженерией, искусством и математикой [3].

Актуальность внедрения STEAM в школах является современным требованием и необходимостью в сфере образования. STEAM-образование предоставляет учащимся возможность увидеть более целостную картину мира и образования. Увидеть не отдельными блоками предметов, а как единую картину, которая побуждает у учащихся естественное любопытство, тягу к исследовательской, конструкторской и изобретательской поисковой деятельности, вызывает интерес к учебе и науке. Это обеспечит им мощную базу для успеха: не только в школе, но и в дальнейшей профессиональной карьере.

STEAM-подход в образовании реализуется в лучших мировых учебных заведениях в Австралии, Великобритании, Израиле, Китае, Корее, Сингапуре, США и демонстрирует хорошие результаты. В последние годы он начинает активно развиваться в СНГ, в том числе и в Казахстане [4].

В основе STEAM-образования, безусловно, одной из важных дисциплин является математика. Здесь она изучается в контексте реальной жизни в рамках междисциплинарной интеграции с другими STEAM дисциплинами. Целые разделы математики можно смело

переносить на практико-ориентированные задачи, возникающие в реальных жизненных ситуациях и обучать им в процессе их решения. Подобные задачи в большинстве случаев вызывают у учащихся неподдельную заинтересованность и желание их решать, попутно осваивая необходимые математические знания.

Успешная реализация STEM-подхода в образовании невозможна в одиночку даже для творческих педагогов, она требует специальной подготовки учителя с высоким уровнем STEAM-компетентности.

По определению STEAM-компетентность означает интегральное личностно-деятельностное качество, проявляющееся в готовности и способности разрабатывать и применять проблемные, практико-ориентированные задачи, задачи исследовательского характера с межпредметным содержанием, организовать проектно-исследовательскую деятельность [2].

Вопросы формирования STEAM-компетентности будущих педагогов не могут быть решены без определения ее структурных компонент и надежной методики диагностики.

STEAM-компетентность будущих педагогов на сегодняшний момент можно оценивать лишь качественно, например, по уровням: низкий, средний, высокий. В этой связи интервальные измерительные шкалы оценки STEAM-компетентности студента малопригодны, что определяет необходимость создания порядковой диагностической модели.

Цель работы заключается в обосновании и разработке модели диагностики STEAM-компетентности будущих педагогов профиля «Математика» на основе критериального способа и порядковой измерительной шкалы.

2. Обзор литературы

Для реализации программ в рамках обновленного содержания образования недостаточно обеспечить учителя математики знаниями, навыками, компетенциями в рамках одной конкретной учебной дисциплины. Традиционная модель обучения в школе, основанная на отдельных предметах в реальных условиях постепенно теряет свою актуальность, поскольку изучаемые дисциплины никоим образом не пересекаются между собой, оставляя в голове обучающегося разрозненные знания. Не хватает умения синтезировать знания, и в ситуациях, требующих демонстрации навыков рассуждения и научной аргументации, умения связать несколько источников знания воедино при решении реальных задач, встречающихся на практике, учащийся испытывает затруднения. STEAM-подход в образовании призван решить эту проблему.

В основе STEAM-образования одним из главных интеллекто-образующих предметов является математика. Для успешного ее обучения в рамках реализации STEAM-подхода в образовании требуются педагоги, знающие и владеющие методикой обучения математике в логике STEAM, обладающие высоким уровнем профессиональной компетентности для организации ее обучения на базе STEAM.

Одной из значимых для успешной реализации STEAM-подхода в образовании в структуре профессиональной компетентности будущего педагога-бакалавра профиля «математика» выступает его STEAM-компетентность – интегральное личностно-деятельностное качество, проявляющееся в готовности и способности разрабатывать и применять проблемные, практико-ориентированные задачи, задачи исследовательского характера с межпредметным содержанием, основанной на знаниях, умениях и опыте деятельности, приобретенных в процессе подготовки, организовать проектно-исследовательскую деятельность учащихся в команде, научить их навыкам 21 века, включающем такие составляющие, как: Creativity (Творчество), Critical Thinking (Критическое мышление), Communication (Общение) и Cooperation (Сотрудничество), а также создавать и применять современные технологии при решении профессионально-педагогических задач.

В этой связи в систему подготовки будущих бакалавров математики в педагогических вузах, безусловно, должны быть включены дисциплины по каждому блоку STEAM, объединённые в единый учебный кластер [5-6]. Учитель математики, как и все учителя, преподающие одну из STEAM дисциплин, должен иметь базовый уровень подготовки и по другим STEAM дисциплинам. Более того, он должен быть готов к реализации междисциплинарной интеграции предметов, входящих в STEAM, для решения реальных практических задач, поскольку в реальной практике нет проблем только математических, технологических или естественнонаучных. Для решения реальных проблем наряду со знаниями и умениями в области математики, как правило, необходим комплекс знаний и умений практически по всем STEAM дисциплинам.

Вместе с тем, для эффективной реализации STEAM-подхода в школьном образовании, он должен владеть методикой организации обучения в логике STEAM. С этой целью в содержание подготовки STEAM-учителя математики необходимо включить еще и дисциплины, обеспечивающие формирование у него знаний по основным STEAM-технологиям, умений в области организации учебного процесса в условиях реализации STEAM-подхода, развитие навыков создания STEAM-заданий для учащихся.

Изучение STEAM-технологий, возможности их применения в обучении должно стать частью профессиональной подготовки будущего педагога-бакалавра профиля «математика» в педагогических вузах. Одним из образовательных результатов при этом у будущего педагога-бакалавра должна быть сформированная STEAM-компетентность.

Организовать учебно-познавательную деятельность обучающихся без оценивания невозможно, так как оценка является одним из компонентов деятельности, ее регулятором, показателем результативности. Очень важно научиться оценивать уровни развития STEAM-компетентности будущего педагога-бакалавра профиля «математика».

Новые образовательные цели, к каковым относится и развитие STEAM-компетентности будущего педагога, не проверяются старыми контрольно-измерительными материалами. Их оценивание может быть только критериальным.

Основными критериями оценивания выступают планируемые результаты обучения. При этом нормы и критерии оценивания, алгоритм выставления оценки, как правило, должны быть заранее известны и педагогам, и обучающимся.

Критериальное оценивание подразделяется на два вида: формирующее (текущее) оценивание и констатирующее (итоговое) оценивание. Использоваться при этом могут разнообразные подходы и инструменты оценивания.

Оценки обычно измеряются в той или иной шкале [7]. Шкала, условно говоря, представляет собой множество возможных значений оценок по критериям. Важно знать вид используемой шкалы измерений как для обоснованного, корректного оценивания, так и облегчения выбора совокупности методов для обработки экспериментальных данных. В связи с этим выделяют несколько типов шкал. Среди них наиболее часто используются следующие:

– шкала наименований (nominal scale);
– порядковая шкала (ordinal or ranked scale);
– интервальная шкала (interval scale);
– шкала отношений (ratio scale).

Измерения, осуществляемые с помощью двух первых шкал, считаются качественными, а измерения, осуществляемые с помощью двух последних шкал, – количественными. Принято также шкалы, приводящие к качественным измерениям, называть дискретными (например, школьная пятибалльная оценка со значениями от "1"до "5"), а шкалы, приводящие к количественным измерениям, – непрерывными (например, время в минутах, затрачиваемое учащимися на выполнение задания) [8].

Для того чтобы определить наиболее подходящую шкалу измерения при оценивании STEAM-компетентности будущего учителя целесообразно рассмотреть характерные свойства каждой из этих шкал.

Шкала наименований (номинальная шкала), получается путем присвоения «имен» объектам и используется только с целью отличить один объект от другого: фамилии учеников, номера телефонов, пол ученика, темперамент и т.п. Это самая простая измерительная шкала, она только классифицирует по названию. Хотя в качестве названий могут использоваться числа, эти названия не измеряются количественно, они лишь позволяют отличить один объект от другого.

Принципиальным отличием порядковой шкалы от шкалы наименований является то, что шкала порядка упорядочивает объекты по тому или иному признаку.

В порядковой шкале числа используют не только для различения объектов, но и для установления порядка между объектами. Простейшим примером является 5-балльная система в школе (1, 2, 3, 4, 5). В вузах – аналогичная шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично». Словесные оценки подчеркивают нечисловой характер шкалы.

Мнения экспертов обычно выражаются в порядковой шкале, потому что проще ответить, что лучше, а что хуже, чем сказать насколько это лучше или хуже.

Шкалы порядка чаще других шкал используются в педагогике и в психологии. Классическим примером их использования является тестирование способностей личности.

Интервальная шкала классифицирует объекты по правилу «больше на определенное количество единиц – меньше на определенное количество единиц». Шкала интервалов в отличие от порядковой шкалы позволяет определить не только различие между объектами, но и величину различий между объектами в проявлении того или иного свойства. Однако в этой шкале априори не существует ни начало отсчета, ни единицы измерения. Здесь необходимо договариваться и о точке отсчета, и об единице измерения.

Единственное ограничение интервальной шкалы заключается в том, что нельзя определить, во сколько раз один объект больше другого по величине измеряемого свойства. Классическим примером применения этой шкалы является измерение температуры по Цельсию. Эта шкала имеет масштабную единицу, но положение нуля на ней произвольно. Поэтому, например, если один объект имеет температуру 30°C, а другой – 10°C, то это не означает, что первый объект имеет втрое большую температуру, чем второй. Справедливо говорить лишь об интервалах температур – температура 30°C на 20°C больше, чем температура 10°C.

Этот же недостаток имеет и шкала времени, которая не имеет начала отсчета и поэтому является интервальной шкалой. Если время решения задачи измеряется в секундах, то это уже явно шкала интервалов. Например, психологически различие в 10 секунд между испытуемыми А и Б может быть не равно различию в 10 секунд между испытуемыми В и Г, если испытуемый А решил задачу за 3 секунды, Б – за 13, В – за 313, а Г – за 323. С уверенностью можно лишь утверждать, что испытуемый А решил задачу быстрее Б, Б – быстрее В, а В – быстрее Г.

Такая ситуация характерна, в частности, и для сферы образования. Там нет смысла говорить о полном отсутствии изучаемого качества при измерении знаний или умственного развития. Здесь нуль верных ответов на вопросы задания не означает полного отсутствия знаний у учащегося – это условный нулевой уровень.

Шкала отношений одна из самых мощных шкал измерения. Она позволяет оценивать, во сколько раз один измеряемый объект больше/меньше другого объекта, принимаемого за эталон. Для шкал отношений существует естественное начало отсчета, но нет естественной единицы измерений. Такими шкалами измеряются почти все физические величины – время, линейные размеры, площади, объемы, сила тока, мощность и т.д. В педагогических измерениях шкала отношений применяется, например, когда измеряется время выполнения

того или иного задания (в секундах, минутах, часах и т.п.), количество ошибок или число правильно решенных задач.

Подробное описание типов шкал обеспечит обоснованный выбор шкалы измерения для оценки уровня развития STEAM-компетентности будущего педагога.

Наличие диагностического инструментария является необходимым компонентом для проведения исследований и осуществления учебного процесса. Термин «диагностика» (diagnostikos – «способный распознавать») можно определить как процесс распознавания и оценки свойств, особенностей и состояний человека, заключающийся в целенаправленном исследовании, истолковании полученных результатов и их обобщении в виде заключения [9].

Диагностики должны быть направлены не только на выявление образовательных результатов, но и на когнитивные и психолого-педагогические аспекты учебно-воспитательного процесса [10].

3. Методология и методы

STEAM-компетентность будущих бакалавров по профилю «Математика» можно разделить на когнитивный и деятельностный компонент.

К когнитивному компоненту следует отнести интегрированные знания в области математики, физики, информатики, а также знание технологий, включая математическое моделирование. Представляется целесообразным в список данных дисциплин дополнительное включение иностранных языков для эффективного освоения учебной импортной материально-технической и программно-аппаратной базы STEAM-подготовки будущего специалиста.

К деятельностному компоненту STEAM-компетентности будущих бакалавров следует отнести коммуникативные навыки, творчество, критическое мышление, исследовательские навыки и решение комплексных задач (рис. 1).

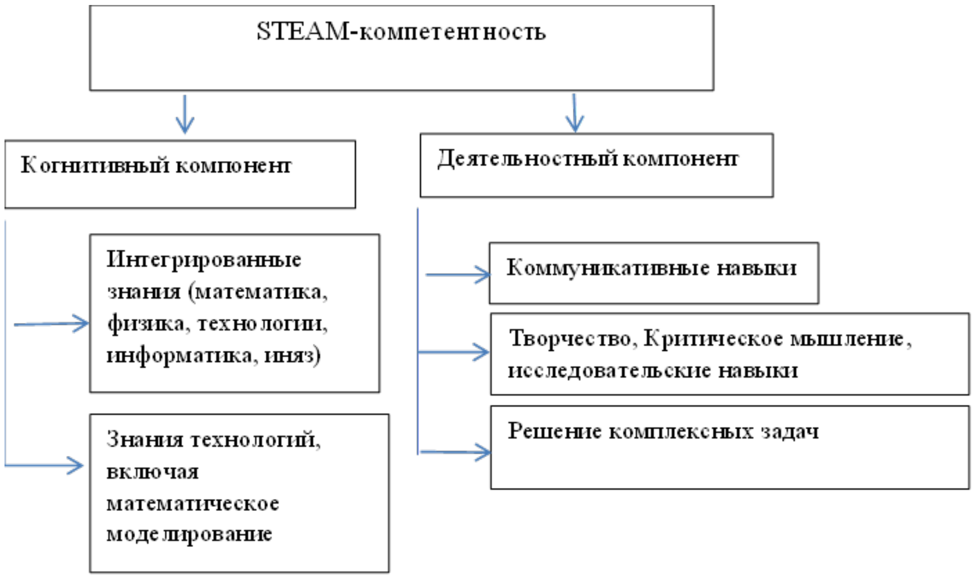


Рис. 1. Структурная схема STEAM-компетентности будущих педагогов-бакалавров по профилю «Математика»

Представленная на рис.1 структурная схема STEAM-компетентности будущих бакалавров-математиков позволяет определить порядковую оценочную шкалу, в которой каждый из выделенных ее структурных компонент (когнитивный и деятельностный) оценивается по трем уровням: 1 - Низкий; 2 - Средний; 3 – Высокий (таблица 1).

Когнитивный компонент измеряется с помощью предметных интегрированных тестовых заданий и задач, а также по вопросной викторине, включающей вопросы из разных предметных областей.

Деятельностный компонент можно оценивать на основе выполненных практических заданий и проектной работы.

STEAM-задания несколько схожи с заданиями PISA, проверяющими естественнонаучную грамотность обучающихся, но их решениями, как правило, служат конкретные инженерно-творческие продукты или их прототипы, полученные на основе применения знаний из разных предметных областей с учетом современных достижений в научно-технической индустрии. Например, проект «Город моей мечты» – создание макета городских зон 3D; создание 3D модели молекул химических соединений; создание модели беспилотного летательного аппарата с фиксированной зоной для записи видео, доставки спасательных баллонов на пляже, курьерской доставки пиццы и др. на основе полученных знаний по математике, физике и информатике. Создание метеостанции, которая сможет определять влажность и температуру воздуха, количество углекислого газа, атмосферное давление [11]. Или же создание различных инженерных конструкций: мостов, башен, кранов, создание турникетов, банкоматов, где, на основе изучения истории каждой конструкции, ее научной составляющей, проводятся математические расчеты, опыты и эксперименты.

Количество разработанных, готовых к использованию, проектных заданий для STEAM-обучения постоянно растет. Достаточно много интересных заданий представлено в трехтомном сборнике «Практические задания в области STEM-образования» российских авторов [12].

Интегрированная оценка этих компонент позволяет оценить искомый уровень STEAM-компетентности студента (рис.2).

Рис. 2. Структурная модель диагностики STEAM-компетентности студента

Сопоставим каждой компоненте (КК, ДК) весовые показатели, имеющие значения: 1 – низкий, 2 – средний, 3 – высокий. На основе их различных сочетаний можно выразить интегральный вес уровня сформированности STEAM-компетентности студента для 9 возможных случаев. Согласно полученным информационным векторам (КК, ДК), выделим три уровня: низкий (1,1) (1,2), средний (1,3) (2,1) (2,2) (2,3) (3,1), высокий (3,2) (3,3). Данные представлены в таблице 2.

Полученная таблица позволяет определить искомый уровень STEAM-компетентности студента. Например, пусть студент по итогам вышеприведенных измерений когнитивного компонента получил вес 3, что соответствует высокому уровню, по деятельностному компоненту - вес 3 (в таблице столбец выделен серым цветом). Тогда интегральный уровень STEAM-компетентности студента является высоким.

Таблица 1. Уровни развития STEAM-компетентности будущих бакалавров-математиков

уровень	Низкий	Средний	Высокий
когнитивный компонент	Знания не сформированы, факты и явления описываются интуитивно, без понимания связи между ними, не может обосновать все свои действия при решении задачи.	Студент демонстрирует знание основных методов решения задачи, условий их применения, но испытывает трудности с доказательством методов и обоснованием полученных результатов.	Студент имеет обобщённые и систематизированные знания по предметам; анализирует и доказывает методы, обосновывает при использовании. Действия полностью осознаны и логически обоснованы; студент корректно использует известные методы при решении новых задач; умеет выдвигать и доказывать гипотезы; прогнозировать результаты решения
деятельностный компонент	не проявляет активности при работе над задачей, не коммуникабелен; Анализ выбора метода исследования недостаточен, зачастую неверный, дается наугад или дается формальное пояснение; не способен контролировать, осознавать и корректировать свою деятельность в условиях совместной командной работы; не владеет навыками решения комплексных задач	часто проявляет инициативу, в меру общителен; умеет правильно обосновать выбор метода исследования, но слабо аргументированно; демонстрирует готовность к совместной деятельности при решении исследовательской задачи, но затрудняется в распределении ролей в команде; слабо владеет навыками решения комплексных задач	активно привлекает окружающих детей к своим действиям и предлагает различные варианты взаимодействия, весьма общительный, любопытный; активно выслушивает другие точки зрения и идеи; обладает высокой степенью самостоятельности и дает верное обоснование выбора метода исследования; хорошо осознает поставленную цель и свои задачи в командной работе; владеет навыками решения комплексных задач

Таблица 2. Уровни сформированноси STEAM-компетентности студента

Критерий / Уровень	Низкий		Средний					Высокий	
КК	1	1	1	2	2	2	3	3	3
ДК	1	2	3	1	2	3	1	2	3

4. Результаты и дискуссия

Представленная модель диагностики имеет порядковую шкалу оценки и имеет ряд недостатков. Главным среди них является одинаковая «весомость» каждого компонента STEAM-компетентности студента. Следующий недостаток носит субъективный фактор: отнесение информационного вектора (КК, ДК) к тому или иному уровню разными экспертами может быть произвольным.

В этой связи, весомость каждого компонента и «шкалирование» порядковой шкалы необходимо осуществлять путем результирующей экспертной оценки по соответствующим опросным листам.

Полученная модель диагностики STEAM-компетентности студента может быть использована в качестве контролирующего оценочного средства по дисциплинам в рамках STEAM-обучения, а также для проведения психолого-педагогических исследований.

Модель может быть адаптирована к диагностике качества образовательных результатов, допускающих критериальную форму.

Список литературы

[1] Ibrayeva, A. Assessment of digital transformation in the education system of Kazakhstan *Экономическая серия Вестника ЕНУ им. Л.Н. Гумилева.*, 2022. – No. 4. – P. 152-160.

[2] Оспанова Н.Б., Пак Н.И., Камалова Г.Б. О подготовке будущего учителя математики к реализации STEAM-подхода в образовании *Вестник КазНПУ им. Абая, серия «Физико-математические науки»*, №3(79), 2022. – С.134-142

[3] Сологуб Н.С., Аршанский Е.Я. STEAM-компетентность как интегративное качество современного педагога *Вестник ВДУ.*, 2022. – № 1(114). – С.54-65

[4] Сачинская И.В., Федорова Т.В. Что такое STEAM-образование? *Вестник научных конференций.*, 2019. – № 8- 2(48). – С. 61-63.

[5] Мошева Е.А. STEAM-подход: обзор опыта зарубежных стран. *Проблемы и перспективы развития индустрии гостеприимства Калининградской области глазами молодых ученых: Материалы научно-практической конференции молодых ученых, проведенной по результатам научно-практических семинаров студентов и магистров. – Калининград: Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта*, 2019. – С. 113-117.

[6] Анисимова Т.И., Сабирова Ф.М., Шатунова О.В. Подготовка педагогов для STEAM-образования *Высшее образование сегодня.*, 2019. – № 6. – С. 31-35. DOI:10.25586/RNU.HET.19.06.P.31

[7] Конюшенко С.М., Кузьмин С.В. STEAM образование: профессиональная подготовка будущих учителей математики и информатики *Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки*, 2019. – №4(50). – С.185-89

[8] Новиков Д.А. *Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи).*, М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.

[9] Маслак А.А. *Измерение латентных переменных в социальных системах. Монография.*, Славянск-на-Кубани, 2012. – 432 с.

[10] Шарохина Е. В., Петрова О. О., Долганова О. В. *Педагогика: конспект лекций.*, М.: Эксмо, 2008. – 160 с.

[11] Баженова И.В., Клунникова М.М., Пак Н.И., Пушкарева Т.П., Хеннер Е.К. *Кластер дисциплин как платформа развития вычислительного мышления студентов: монография.*, Красноярск: Сиб. федер.ун-т, 2021. –184 с.

[12] Садуакасова Б.С. *Использование STEAM–технологий на уроках математики.*, URL: https://melimde.com/ispolezovanie-steam-tehnologij-na-urokah-matematiki.html

[13] Практические задания в области STEM-образования: Сборник в трех томах. Том 2. Задания для работы с учащимися 5-11 классов / Редактор и составитель А.С. Обухов. Научный консультант С.А. Ловягин. – М.: Библиотека журнала «Исследователь/Researcher», 2022. – 266 с.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

БАСТАУЫШ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫНА РОБОТОТЕХНИКАНЫ ОҚЫТУДА ВИРТУАЛДЫ ЛАБОРАТОРИЯЛАРДЫ ПАЙДАЛАНУДЫҢ МАҢЫЗДЫЛЫҒЫ

НУРЛАН КАРАТАЕВ[1], АЛЬМИРА ИБАШОВА[2]

[1]Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университетінің докторанты, Шымкент, Қазақстан
[2]Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан

e-mail: karataev.90@mail.ru

Аңдатпа. Бұл мақалада бастауыш сынып оқушыларына робототехниканы оқытуда виртуалды лабораторияларды пайдаланудың маңыздылығы қарастырылады. Технология қазіргі білім беруде ажырамас рөл атқара беретіндіктен, робототехниканы оқыту сыни ойлау, мәселелерді шешу және ынтымақтастық сияқты қажетті дағдыларды дамытудың маңызды құрамдас бөлігі болды. Дегенмен, дәстүрлі робототехника лабораториялары ресурстардың шектеулі болуына, қауіпсіздік мәселелеріне және логистикалық шектеулерге байланысты жиі қиындықтар тудырады. Осы кедергілерді жеңу және оқу процесін жақсарту үшін виртуалды лабораториялар нақты робототехника эксперименттерін виртуалды ортаны қамтамасыз ету арқылы перспективалы шешім ұсынады. Бұл мақалада виртуалды лабораториялардың артықшылықтары, соның ішінде қолжетімділіктің жоғарылауы, белсенділіктің жоғарылауы, интерактивті оқу тәжірибесі және бастауыш сынып оқушыладың ынтасының жоғарылауы қарастырылады. Білім беру саласындағы эмпирикалық деректер мен идеяларды ұсына отырып, бұл зерттеу жас оқушыларда STEM дағдыларының берік негізін қалыптастыру үшін виртуалды лабораторияларды бастауыш мектепте робототехниканы оқытуға біріктірудің маңыздылығын көрсетеді.

Кілттік сөздер: виртуалды лаборатория, білім берудегі робототехника, бастауыш мектеп, STEM білім беру, эмпирикалық оқыту, педагогика.

AMS пәндік классификация: 68

Технологиялардың қарқынды дамуы білім алушылар арасында цифрлық сауаттылық пен мәселелерді шешу дағдыларына сұраныстың артуына әкелуде [1]. Робототехника арқылы білім беру балаларға шығармашылық қабілеттерін ашуға, сыни ойлауды дамытуға және болашақ мансабында маңызды құнды дағдыларды алуға тамаша мүмкіндіктерді ұсынады [2]. Білім беру робототехникасы техникалық және инженерлік білім беру салаларында маңызды құрал ретінде барлық білім беру жүйелеріне енгізілуде. 2015 жылы білім беру робототехникасы алғаш рет Қазақстанның мектептері мен университеттерінде бейресми түрде пайда болды. Осы кезеңде мұғалімдер робототехниканы оқытудың тиімді тәсілдерін іздей бастады [3].

Мектепте білім беру робототехникасын оқыту мәселесі қазіргі уақытта білім беруді дамыту жүйесінде талқыланатын мәселелердің бірі болып табылады [4]. Білім берудегі робототехниканы оқытуда виртуалды лабораторияларды пайдалану балалардың қызығушылығын тиімді пайдалана алады және оларды қоршаған әлемді түсінуге жетелейді [5]. Виртуалды лабораторияларды оқу бағдарламасына біріктіру оқу процесін жақсартады, өйткені ол оқушыларға қымбат физикалық жабдықты қажет етпестен робототехникаға практикалық тәсіл ұсынады.

Робототехникаға қызығушылық көбінесе ерте балалық шақтағы білімге байланысты [6]. Дегенмен, білім беру туралы сөз болғанда, бастауыш сынып оқушыларын оқыту сирек қолданылады, [7] басқаша айтқанда, білім берудегі робототехниканың математикалық және ғылыми компоненттері бастауыш сынып мұғалімдеріне, оқушыларға және ата-аналардың көпшілігіне жақсы таныс [8]. Бастауыш сыныптан бастап шығармашылық жұмыстар балаларға математикалық ұғымдарды дамытуға мүмкіндік береді, соның ішінде санау, есептерді шешу, өлшеу, пішіндер мен кеңістік, өрнектер, алгебра негіздері, сандар, бір-біріне сәйкестік және реттілік [9]. Оқушылар бұл математикалық дағдылар мен ұғымдарды шығармашылық ойын және еркін ойын сияқты құрылымдалмаған әрекеттермен айналысу арқылы пайдалана алады.

D. Alimisis бастаған ғалымдар тобы білім беру робототехникасы мен оқытудың инновациялық әдістемелеріне маманданған мұғалімдердің біліктілігін арттыруға бағытталған TERECoP жобасын енгізді. Жоба шығармашылық пен практикалық оқытуға ықпал ететін сындарлы оқыту тәсілін қолдануға бағытталған. Бұл әдістеме әрбір оқушыға өзінің бірегей тәжірибесі мен бар түсінігіне сүйене отырып, жаңа білім жинауға мүмкіндік береді [10]. Ал басқа бір топ Робототехника саласындағы авторлар [11] конструктивизм принциптеріне сәйкес келетін әртүрлі педагогикалық тәсілдерді ұстанады. Бұл әдістемелерге топтық оқыту технологиялары, ынтымақтастық технологиялары, жобаға негізделген әдістер, проблемалық оқыту және зерттеуге негізделген оқыту кіретінін алға тартады. [12].

Балалар салыстыру, заттарды санау, зерттеу және кеңістіктік байланыстар жасау үшін үйде немесе мектепте алған ресурстарын виртуалды лабораторияларды орындау кезінде пайдаланады [13]. Математикамен қатар, табиғат әлемі оқу іс-әрекетінде маңызды рөл атқарады [14]. Бастауыш сынып оқушылары жануарлар мен өсімдіктерден бастап адам ағзасына дейінгі әртүрлі іс-шаралар мен экскурсиялар арқылы табиғат әлемін зерттей алады. Шынында да, ерте жастағы балаларға білім беру саласындағы зерттеулерді өмір және денсаулық ғылымдарының элементтерін виртуалды лабораториялар арқылы жылдам қабылдай алатыны анық [15]. Балалар өздері жасаған тәжірибелер мұғалім көмегімен немесе техникалық процестер арқылы жасалғанға жасалған жұмыстарға қарағанда әлде қайда қызықты болары сөзсіз. Ұстаздармен немесе жасанды ортамен жасалған жұмыстарға қарағанда бастауыш сынып оқушылары үшін табиғат әлемімен танысу үлкен мән ие [16].

Балаларға адам жасаған әлемді зерттеуге мүмкіндік беру олардың дамуы үшін оларды табиғат әлемімен таныстыру сияқты маңызды [17]. Балалар біз жасаған әлемнің дизайны мен құрылымын түсініп, бағалауы керек [18]. Заттардың құпиясын түсінбес бұрын, алдымен адамның ойлауы мен еңбегінің туындылары болып табылатын заттарды қоршап тұрған құпияны түсіну керек [19]. Бұған "заттарды"қоршап тұрған құпияны түсіну арқылы қол жеткізіледі. Есіктердің қалай жұмыс істейтіні туралы іргелі білімсіз балалар оларды өздері аша алмайды [20]. Осы тұста бастауыш сынып оқушыларына робототехниканы виртуалды лаборториялар арқылы оқыту маңызды. Бұл технологиялар бастауыш сынып оқушылары үшін робототехниканы виртуалды лабортория арқылы оқыту үшін білім беру процесінде кеңінен қолданылады, өйткені олар мұғалімге кәсіби қызметінде жаңа әдістер мен тәсілдерді қолдануға, сондай-ақ кез-келген ақпаратты түсіндіруге оңай қол жеткізуге мүмкіндік береді. Виртуалды лабoратоияларды топтық оқыту әдісі ретінде және ойын технологиясымен қолдануға да болады, біз оларды фронтальды және пікірталас жаттығуларында қолдана

аламыз. Бастауыш сыныпта робототехниканы оқытуда ең қолайлы әдістің бірі топтық сабақтар және ойын технологиялары. Мысалы, бастауыш сыныпта оқушылардың танымдық мотивациясы мен қызығушылығын, оқушының мұғаліммен немесе сыныптастарымен бірлесіп жұмыс істеуге және жұмыс істеуге деген ұмтылысы мен қабілетін қамтамасыз ететін әртүрлі сайыс ойын сабақтарын ұйымдастыруға болады.

Виртуалды лабораториялардың маңызды артықшылықтарының бірі-олардың қол жетімділігі. Географиялық шектеулер мен шектеулі ресурстар дәстүрлі робототехниканы оқытуға кедергі келтіруі мүмкін. Дегенмен, виртуалды лабораториялардың көмегімен әртүрлі ортадан және орналасқан жерінен келген оқушылар оқу процесіне тең негізде қатыса алады. Мұндай инклюзивтілік бірде-бір баланың назардан тыс қалмауын қамтамасыз етеді, бұл әділ білім беру ортасын құруға ықпал етеді.

Робототехника-бұл шығармашылық пен инновация арқылы өркендейтін сала. Виртуалды лабораториялар оқушыларды қораптан тыс ойлауға және роботтардың түпнұсқа дизайнымен және олардың функционалдығымен тәжірибе жасауға шақырады. Сынақ және қателік арқылы оқушылар өз идеяларын жетілдіре алады және модельдеуде ұсынылған мәселелерге инновациялық шешімдер ұсына алады. Шығармашылық мәселелерді шешудің бұл процесі өсуге деген көзқарасты дамытады және оқушыларды нақты мәселелерді тиімді шешуге дайындайды.

Робототехника жобалары көбінесе табысқа жету үшін ынтымақтастық пен топтық жұмысты қажет етеді. Виртуалды лабораториялар оқушыларға онлайн ынтымақтастыққа, идеялармен алмасуға және күрделі тапсырмаларды бірлесіп шешуге мүмкіндік беру арқылы топтық жобаларға үлес қоса алады. Топтық жұмысты ынталандыру арқылы виртуалды лабораториялар оқушыларға болашақ академиялық және кәсіби қызмет үшін қажет құнды тұлғааралық дағдыларды қалыптастырады.

Біз Цифрлық дәуірде алға жылжып келе жатқанда, робототехника мен онымен байланысты технологияларды меңгеру барған сайын маңызды бола түсуде. Бастауыш сынып оқушыларын виртуалды робототехника лабораторияларымен таныстыра отырып, біз оларға болашаққа қажетті дағдылар жиынтығын береміз. Кодтау, бағдарламалау және проблемаларды шешуді қоса алғанда, бұл дағдылар оларды робототехника саласындағы әлеуетті мансапқа дайындап қана қоймайды, сонымен қатар олардың үнемі өзгеріп отыратын технологиялық ландшафтқа бейімделуін арттырады.

Гарвард жоғары білім беру мектебінің докторы Карен Бреннан сияқты зерттеушілер робототехниканы оқытудың бастауыш сынып оқушыларға әсерін зерттейтін зерттеулер жүргізді. Оның жұмысы робототехниканы оқытуда виртуалды лабораторияларды қолдануға сәйкес келетін практикалық тәжірибе мен шығармашылық мәселелерді шешудің маңыздылығын көрсетеді. Сонымен қатар, доктор Митчел Ресник, сонымен қатар MIT Media Lab, жобалық оқытудың артықшылықтары мен оның оқушылардың робототехника тұжырымдамаларын түсінуіне оң әсері туралы зерттеу жүргізді. Оның нәтижелері жобалық оқытуды виртуалды лабораториялармен біріктірудің әлеуетті артықшылықтары туралы құнды ақпарат бере алады.

Қолданыстағы зерттеулерді талдауды ағымдағы зерттеуде жиналған деректермен біріктіру арқылы бұл зерттеу бастауыш сынып оқушыларына робототехниканы оқытуда виртуалды лабораторияларды пайдаланудың маңыздылығын жан-жақты түсінуге бағытталған. Сонымен қатар, ол осы саладағы оқу процесін оңтайландыру үшін қолдануға болатын ең тиімді педагогикалық әдістерді анықтауға бағытталған. Әртүрлі білім беру қажеттіліктерін қанағаттандыратын әртүрлі виртуалды лабораториялық платформалар бар. Таңдау процесі қолданудың қарапайымдылығы, жас ерекшеліктеріне сәйкестігі, оқу жоспарының сәйкестігі және платформаның бастауыш сынып оқушыларының оқу процесіне белсенді түрде тарту мүмкіндігі сияқты факторларды ескеруі керек. Бастауыш сынып оқушыларының басқа пәндермен қатар робототехника ұғымдарын тиімді меңгеруін қамтамасыз ету үшін виртуалды

лабораторияларды қолданыстағы оқу бағдарламасына сәтті біріктіру өте маңызды. Әртүрлі пәндердің мұғалімдерімен үйлестіру робототехника мен басқа пәндер арасында байланыс орнатуға, пәнаралық оқытуды ынталандыруға көмектеседі.

Виртуалды лабораториялар оңтайлы тиімді болуы үшін мұғалімдерге тиісті дайындық пен қолдау қажет. Біліктілікті арттыру семинарлары мен ресурстар мұғалімдерді виртуалды лабораториялар арқылы оқушылардың робототехниканы игеруін жеңілдету үшін қажетті дағдылармен қамтамасыз етеді. Виртуалды лабораториялар бастауыш сынып оқушылардың назарын аударып, белсенді қатысуға ықпал ететін терең білім беру тәжірибесін ұсынады. Виртуалды орталардың интерактивті табиғаты қызығушылықты оятып, зерттеуді ынталандырады, бұл оқушылардың оқу үдерісі бойына белсенді болуын қамтамасыз етеді.

Дәстүрлі робототехника білімі шектеулі ресурстар мен қолжетімділік мәселелері сияқты кедергілерге жиі ұшырайды. Виртуалды лабораториялар бұл кедергілерді жояды, бұл географиялық орналасуына немесе экономикалық жағдайына қарамастан барлық бастауыш сынып оқушыларына робототехниканы қол жетімді етеді. Ол сонымен қатар әртүрлі оқу стилі мен қабілеттері бар оқушыларды қабылдайтын инклюзивті ортаны жасайды.

Виртуалды лабораторияда оқушылар физикалық жабдыққа зақым келтіруден немесе өздеріне зиян келтіруден қорықпай робототехника тұжырымдамаларымен тәжірибе жасай алады. Бұл оқушыларға қателерден сабақ алуға және өз жобаларын еркін қайталауға мүмкіндік беретін қауіпсіз және қолдау көрсететін оқу ортасын қалыптастырады. Виртуалды лабораториялар оқушыларға робототехника тұжырымдамаларын практикалық жағдайларда қолдануға мүмкіндік беретін нақты әлемдегі сценарийлерді имитациялайды. Мұндай тәжірибелер олардың болашақ мансаптары үшін мықты іргетас жасайды және оларды бастауыш сыныпта робототехниканы оқытумен байланысты салаларда жұмыс істеуге шабыттандырады. Виртуалды лабораториялар оқушылардың үлгерімін қадағалайтын және жылдам кері байланысты қамтамасыз ететін кірістірілген бағалау құралдарын ұсынады. Мұғалімдер бұл деректерді оқушыларға қосымша қолдауды қажет ететін аймақтарды анықтау үшін пайдалана алады, бұл әрбір бала үшін жекелендірілген оқу тәжірибесін қамтамасыз етеді.

Бастауыш сынып оқушыларына робототехниканы оқытуда виртуалды лабораторияларды пайдаланудың пайдасы айтарлықтай болғанымен, ықтимал қиындықтарды мойындау және шешу маңызды: Виртуалды лабораторияларды енгізу сенімді технологиялық инфрақұрылымды, соның ішінде компьютерлерге немесе планшеттерге қол жеткізуді және тұрақты интернет байланысын қажет етеді. Ресурсы шектеулі мектептер барлық оқушыларға тең мүмкіндіктер беруде қиындықтарға тап болуы мүмкін. Педагогтар практикалық тәжірибе мен виртуалды оқыту арасындағы тепе-теңдікті сақтауы керек. Виртуалды лабораторияларға шамадан тыс тәуелділік бастауыш сынып оқушыларына робототехникада маңызды болып табылатын маңызды моториканы және кеңістіктік сананы дамытуға кедергі келтіруі мүмкін. Виртуалды лабораторияларды тиімді пайдалану үшін мұғалімдерді дұрыс оқыту өте маңызды. Жаттығудың жеткіліксіздігі технологияның толық пайдаланылмауына немесе оқушыларға дұрыс емес нұсқауларға әкелуі мүмкін. Экранға ұзақ әсер ету балалардың денсаулығы мен әл-ауқатына теріс әсер етуі мүмкін. Виртуалды оқытуды басқа физикалық жаттығулармен және сыртқы тәжірибемен теңестіруге мұқият қарау керек.

Бастауыш сыныпты физикалық роботтық лабораторияларды құру және оларға қызмет көрсету қажетті жабдықтар мен кеңістікке байланысты қиын міндет болуы мүмкін. Виртуалды лабораториялар оқушыларға мектептің ресурстарына қарамастан робототехника сабақтары үшін қолжетімді платформаны ұсына отырып, осы кедергілерді бұзады. Виртуалды ортаны қамтамасыз ете отырып, мектептер әр балаға робототехника бойынша оқытуға тең қол жетімділікті қамтамасыз ете алады, инклюзивтілікке ықпал етеді және технологияның әртүрлілігін ынталандырады.

Бастауыш сынып оқушыларына роботтар сияқты технологиялармен таныстыру кезінде қауіпсіздік бірінші кезектегі мәселе болып табылады. Физикалық Роботтар нәзік болуы мүмкін және дұрыс өңдеуді қажет етеді, егер олар дұрыс өңделмесе, жазатайым оқиғаларға немесе зақымға әкелуі мүмкін. Виртуалды лабораторияда оқушылар ешқандай қауіпқатерсіз тәжірибе жасай алады, бұл оларға зиян келтіруден қорықпай зерттеп, қателіктер жібере алатындығына сенімділік береді. Бұл қауіпсіз оқу ортасы оқушыларға өз қателіктерінен сабақ алуға және жобаларын қайталауға мүмкіндік беру арқылы шығармашылық пен практикалық оқуды ынталандырады.

Виртуалды лабораториялар робототехника бойынша оқытуды ұйымдастыруда үлкен икемділікті қамтамасыз етеді. Оқытушылар әртүрлі білім деңгейлері мен қызығушылықтары бар оқушыларға назар аудара отырып, әртүрлі сценарийлер мен тапсырмаларды әзірлей алады. Жеке оқыту стильдеріне негізделген сабақтарды теңестіру мүмкіндігінің арқасында виртуалды лабораториялар әрбір оқушының қажеттіліктеріне бейімделе алады, бұл білімнің оңтайлы қатысуын және сақталуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, виртуалды платформаларды оқу бағдарламасын жаңарта отырып, соңғы технологиялық жетістіктерге сәйкес оңай жаңартуға болады.

Виртуалды лабораториялар арқылы робототехниканы оқыту бастауыш сынып оқушыларына ерте жастан бастап бағдарламалау мен есептеу ойлауын меңгеруге мүмкіндік береді. Виртуалды орталар көбінесе интуитивті бағдарламалық интерфейстермен қамтамасыз етіледі, бұл кодтау процесін жеңілдетеді, бұл оны жас оқушыларға қол жетімді етеді. Оқушылар виртуалды роботтарды тапсырмаларды орындау үшін бағдарламалаған кезде, олар проблемаларды шешу дағдыларын, логикалық ойлауды және сыни ойлау қабілеттерін дамытады. Бұл негізгі есептеу дағдылары робототехникада ғана емес, сонымен қатар қазіргі өмірдің көптеген басқа аспектілерінде де қажет.

Виртуалды робототехника лабораториялары оқушылардың ынтымақтастық пен топтық жұмыс сезімін дамытуға ықпал ете алады. Бұл платформалар көбінесе оқушыларға жобаларда бірлесіп жұмыс істеуге және әлеуметтік өзара әрекеттесу мен коммуникативті дағдыларды дамытуға ықпал ететін тапсырмаларды бірлесіп шешуге мүмкіндік беретін мүмкіндіктерді қамтиды. Бірлескен оқыту арқылы оқушылар идеялармен бөлісуді, бір-бірін қолдауды және топтық жұмыстың құндылығын бағалауды үйренеді, бұл олардың жеке және кәсіби дамуы үшін маңызды дағдылар.

Бастауыш сыныптарда робототехника бойынша оқытуды енгізу кіші жастағы оқушылар үшін олардың технологияға деген қызығушылығы мен құмарлығын ояту арқылы трансформациялық тәжірибе болуы мүмкін. Виртуалды лабораториялар бұл қол жетімділікті, қауіпсіздікті, икемділікті және бірлескен оқу мүмкіндіктерін қамтамасыз ететін таптырмас ресурс болып табылады. Виртуалды лабораторияларды пайдалана отырып, оқытушылар оқушыларға технологиялық әлемде өркендеу үшін қажетті дағдылар мен білімді сіңіре алады. Робототехникалық білім беру арқылы келесі ұрпақтың мүмкіндіктерін кеңейту жас ақыл-ойды ғылым мен инновацияның шексіз мүмкіндіктерін зерттеуге шабыттандырып, жарқын болашақтың негізін қалады.

Үнемі өзгеріп отыратын білім беру ландшафтында технологияның интеграциясы дәстүрлі оқыту әдістерін түрлендірудің қозғаушы күшіне айналды. Оқушылар арасында интерактивті оқыту мен дағдыларды дамытуда үлкен перспективалары бар осындай технологиялық жетістіктердің бірі-білім беру робототехникасы. Робототехника бойынша 25-тен астам тақырыптық білім беру модульдерін бастауыш сыныптарға, әсіресе экология сабақтарына қосу теорияны практикалық қолданумен үйлестірудің бірегей тәсілін ұсынады. Білім беру робототехникасын қолдана отырып, мұғалімдер белгілі бір құбылыстарды нақты бейнелейтін сыныптарда динамикалық схемалар жасай алады. Мысалы, "жылыжай"бағдарламасында білім беру робототехникасы оқушылардың экологиялық ұғымдарды түсінуіне ұзақ әсер ете отырып, эксперименттерді қызықты, түрлі-түсті және көрнекі түрде тартымды ете алады.

Сурет 1. «LEGO Digital Designer» бағдарламалау ортасы

Сыныптарда білім беру робототехникасын енгізу оқушылардың дамуының әртүрлі аспектілеріне оң әсер етуі мүмкін. Сенсорлық даму, ойлау, зейін, есте сақтау және қиял сияқты когнитивті процестер оқушылар роботтармен практикалық іс-әрекеттермен айналысқан кезде ынталандырылады. Роботтарды бағдарламалау және олардың реакциясын бақылау процесі сыни ойлау мен проблемаларды шешу дағдыларын дамытады.

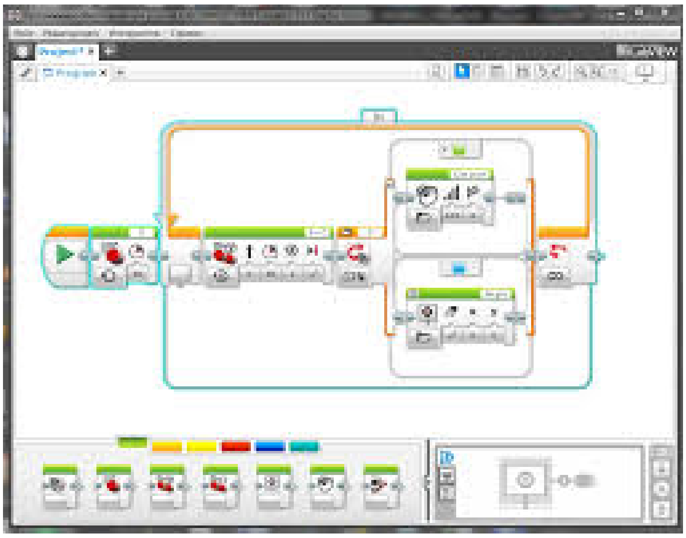
Сонымен қатар, оқушылардың эмоционалдық саласы байытылған, өйткені олар роботтық тапсырмаларды сәтті орындаған кезде жетістік сезімін сезінеді. Оқушылардың шығармашылық қабілеттері робототехника жобаларына қатысты мәселелердің инновациялық шешімдерін зерттей отырып дамиды. Білім беру робототехникасын оқу бағдарламасына біріктіре отырып, мұғалімдер қазіргі әлемнің күрделілігін бағдарлай алатын жан-жақты дамыған тұлғаларды тиімді тәрбиелей алады.

Білім беру робототехникасы информатика саласындағы білім беруде шешуші рөл атқарады. Оқушылар басқару процестерінің ақпараттық негіздері, объектілер жүйесі, модельдеудің негізгі кезеңдері және қоршаған әлем объектілері сияқты маңызды ұғымдармен танысады. Олар алгоритмдерді орындау, бағдарламалау орталары және компьютерлік архитектура сияқты тақырыптарды меңгеруді үйренеді.

Виртуалды үш өлшемді дизайн және LEGO Digital Designer оқушыларға стандартты LEGO блоктарын пайдаланып, дизайн мен инженерияда шығармашылықты ынталандыратын үш өлшемді модельдерді жасауға және визуализациялауға мүмкіндік береді. "LabVIEW"бағдарламалау ортасы оқушыларға әртүрлі алгоритмдік құрылымдарды үйренуге және қолдануға, олардың бағдарламалау дағдыларын жетілдіруге тамаша платформа ұсынады.

LEGO MINDSTORMS Education EV3 визуалды бағдарламалау ортасы оқушыларға Lego EV3 роботтарын бағдарламалауға мүмкіндік береді, бұл олардың бағдарламалау білімін практикалық сценарийлерде қолдану қабілетіне сенімділік береді.

Білім беру робототехникасы әлеміне ену тек техникалық дағдыларды игеру немесе роботтар жасау емес; бұл сонымен қатар сыныптан тыс белгілі бір міндеттерді қабылдауды қамтиды. Бұл сапарға барған кезде оқушылар өздерінің алдында тұрған мүмкіндіктер мен



Сурет 2. «LEGO MINDSTORMS Education EV3» бағдарламалау ортасы

олардың күш-жігерінің қоғамға тигізетін оң әсерін білуі керек. Білім беру робототехникасымен айналысатын оқушылар алған тәжірибелері оларды оқу мен мансапта Алға жылжытатынын біле отырып, бұған табандылықпен және ынтамен қарауы керек. Процесс барысында қиындықтар туындауы мүмкін болса да, оларды өсу мүмкіндігі ретінде қарастырған жөн, әсіресе олар топ ішінде бірлесіп шешілген кезде. Өз бойында өміршеңдік пен проблемаларды шеше білуге тәрбиелеу арқылы оқушылар мақсат пен шешімділік сезімімен қиындықтарды жеңуге үйренеді.

Робототехникалық жобаларды әзірлеу кезінде оқушылар әртүрлі ғылымдардың көптеген тұжырымдамалары мен заңдылықтарына тап болады, олардың кейбіреулері мүлдем жаңа немесе бұрыннан ұмытылған болуы мүмкін. Жауапкершілік-мұғалімдерден кеңес алу немесе күмәнді түсіндіру және олардың түсінігін тереңдету үшін өз бетінше зерттеу жүргізу. Мұндай пәнаралық тәсіл олардың білім базасын кеңейтеді және нақты мәселелерді шешуге әртүрлі салалардағы принциптерді қолдану қабілетін нығайтады.

Білім беру робототехникасының маңызды аспектісі оқушыларды роботтарды жасауға өз идеялары мен теорияларын енгізуге ынталандыру болып табылады. Бұл процесс шығармашылықты және мәселелерді жоғары деңгейде шешуді ынталандырады, өйткені оқушылар өмірлік және кәсіби мәселелерді шешудің әмбебап әдісін жасауға белсенді қатысады. Өз шешімдерін нақты және қол жеткізуге болатын нәтижелерге айналдыру мақсатында Оқушылар табандылықтың, инновацияның және өз туындыларының қоғамға ықтимал әсерінің құндылығын біледі.

Білім беру робототехникасы оқушыларға нақты мәселелерді шешу үшін технологияның өзектілігін түсінуге бірегей мүмкіндік береді. Практикалық қосымшалары бар жобалармен жұмыс жасай отырып, оқушылар өздерінің дағдыларын қоғамның игілігі үшін қалай пайдалануға болатындығын елестете алады. Мүмкіндігі шектеулі жандарға арналған қосалқы роботтарды жобалаудан бастап, тұрақты ауыл шаруашылығына арналған автоматтандырылған жүйелерді құруға дейін мүмкіндіктер өте зор және жауапкершілік оң өзгерістердің әлеуетін тану және пайдалану болып табылады.

Білім беру робототехникасы техникалық білім мен робот жасау дағдыларынан гөрі көп нәрсені ұсынады; ол жауапты, бейімделуге және инновациялық тәсілдерге қабілетті тұлғаларды қалыптастырады. Осы білім беру сапарына қатысатын оқушылар мүмкіндіктерді пайдаланудың және оң көзқарастағы мәселелерді шешудің маңыздылығын түсінеді. Әр түрлі пәндердің тұжырымдамаларын зерттей отырып және өз шығармашылығын қолдана отырып, оқушылар өмір мен кәсіптің әртүрлі аспектілеріне қолданылатын мәселелерді шешудің

әмбебап тәсілін жасайды. Робототехника мен нақты өмірдегі қосымшалар арасындағы байланыс оқушыларға қоғамды жақсартуға ықпал етудегі рөлін елестетуге мүмкіндік береді. Оқушылар робототехника саласындағы білім беру саласына кіріскенде, олар өздеріне және өз қауымдастықтарына тигізетін трансформациялық әсерлері туралы жауапкершілікті еске салуы керек.

Қорытындылай келе, виртуалды лабораториялар бастауыш сынып оқушыларына робототехниканы оқытуда таптырмас құрал болып табылады. Олардың жас оқушыларды қызықтыру, ынталандыру және мүмкіндіктерін кеңейту қабілеті теңдесі жоқ. Виртуалды лабораторияларды қолданудың артықшылықтары, мысалы, кеңейтілген қатысу, қолжетімділік, тәуекелсіз эксперименттер, нақты әлемде қолдану және үздіксіз бағалау олардың заманауи білім берудегі таптырмас рөлін көрсетеді.

Дегенмен, виртуалды лабораториялардың әсерін барынша арттыру үшін мұғалімдер, саясаткерлер және мүдделі тараптар технологиялық инфрақұрылымға, педагогикаға, мұғалімдерді оқытуға және экран уақытына қатысты мәселелерді шешу үшін бірлесіп жұмыс істеуі керек. Виртуалды лабораториялардың әлеуетін пайдалана отырып, теңдестірілген тәсілді сақтай отырып, біз цифрлық дәуірдің қиындықтарына жақсы дайындалған инновациялық, креативті және технологиялық сауатты тұлғалардың болашақ ұрпағына жол аша аламыз.

Робототехника бойынша оқытуды бастауыш мектептерге біріктіру баланың танымдық және жеке дамуына терең әсер етуі мүмкін. Виртуалды лабораториялар жас ақыл-ойларды робототехника тұжырымдамаларымен қауіпсіз, үнемді және қызықты түрде таныстырудың баға жетпес құралын ұсынады. Виртуалды лабораториялардың көмегімен оқушылар шығармашылық, мәселелерді шешу, ынтымақтастық және инновация сияқты қажетті дағдыларды дамыта отырып, робототехниканың қызықты әлемін зерттей алады. Виртуалды лабораториялардың әлеуетін пайдалана отырып, біз келесі ұрпаққа барған сайын роботтандырылған әлемнің қиындықтары мен мүмкіндіктерін жеңу үшін қажетті білім мен тәжірибе бере аламыз.

Әдебиеттер тізімі

[1] Серик М., Нурбекова Г.Ф., Жармаганбетова Г.М. Роботтарды программалау негіздері пәніне арналған оқу-әдістемелік құрал (MINDSTORMS NXT). – Астана, 2015. – 72 бет.

[2] Бидайбеков Е. Ы., Сагимбаева А. Е. Особенности обучения информатике в школах республики Казахстан //Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. ВП Астафьева. – 2016. – №. 1 (35). – С. 11-15.

[3] Nurbekova Z. K. et al. Methodological system of educational robotics training: Systematic literature review // Espacios. – 2018. – Т. 39. – №. 15. – С. 28-28.

[4] Han S. et al. In-service teachers' implementation and understanding of STEM project based learning // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2015. – Т. 11. – №. 1. – С. 63-76.

[5] Chalmers C. Preparing teachers to teach STEM through robotics //International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education. – 2017. – Т. 25. – №. 4. – С. 17-31.

[6] Portelance D. J., Bers M. U. Code and Tell: Assessing young children's learning of computational thinking using peer video interviews with ScratchJr //Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children. – 2015. – С. 271-274.

[7] Cameron D. et al. Children's age influences their perceptions of a humanoid robot as being like a person or machine //Biomimetic and Biohybrid Systems: 4th International Conference, Living Machines 2015, Barcelona, Spain, July 28-31, 2015, Proceedings 4. – Springer International Publishing, 2015. – С. 348-353.

[8] Sala A. L. Infusing mechatronics and robotics concepts in engineering curriculum //2013 ASEE Annual Conference & Exposition. – 2013. – С. 23.751. 1-23.751. 18.

[9] Portelance D. J., Bers M. U. Code and Tell: Assessing young children's learning of computational thinking using peer video interviews with ScratchJr //Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children. – 2015. – С. 271-274.

[10] Benedettelli D. The LEGO Mindstorms EV3 laboratory: build, program, and experiment with five wicked cool robots. – No Starch Press, 2013.

[11] Nurbekova Z. K., Mukhamediyeva K. M., Assainova A. Z. Educational robotics technologies in Kazakhstan and in the world: comparative analysis, current state and perspectives //Astra Salvensis. – 2018. – №. 11.

[12] Arlegui J. et al. Robotics, computer science curricula and interdisciplinary activities //Proceedings of the terecop workshop teaching with robotics, conference simpar. – 2008. – С. 10-21.
[13] Cheryan S. et al. Why are some STEM fields more gender balanced than others? //Psychological bulletin. – 2017. – Т. 143. – №. 1. – С. 1.
[14] Alimisis D. Educational robotics: Open questions and new challenges //Themes in Science and Technology Education. – 2013. – Т. 6. – №. 1. – С. 63-71.
[15] Dasgupta A. et al. Computational thinking in K-2 classrooms: evidence from student artifacts (fundamental) // 2017 ASEE Annual Conference & Exposition. – 2017.
[16] D. P. Miller, I. R. Nourbakhsh, and R. Siegwart. Robots for Education, pages 1283–1301. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2008.
[17] Rao A. The application of LeJOS, Lego Mindstorms Robotics, in an LMS environment to teach children Java programming and technology at an early age //2015 IEEE Integrated STEM Education Conference. – IEEE, 2015. – С. 121-122.
[18] Kim H. et al. The effect of a climate change monitoring program on students' knowledge and perceptions of STEAM education in the republic of Korea //Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2015. – Т. 11. – №. 6. – С. 1321-1338.
[19] Филиппов С. А. Робототехника для детей и родителей. Издание 3-е, исправленное и дополненное. Под ред. Фрадкова А. Л //Фрадкова АЛ. – 2013.С 319.
[20] Isogawa Y. The LEGO Mindstorms EV3 idea book: 181 simple machines and clever contraptions. – No Starch Press, 2014.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО НАСЛЕДИЯ АЛЬ-ФАРАБИ

РОЗА БЕКМАГАМБЕТОВА[1]

[1] Казахский национальный педагогический университет им.Абая, Алматы, Казақстан
e-mail: r.bekmagambetova@mail.ru

Аннотация. Педагогическое наследие великого ученого-мыслителя и энциклопедиста Аль-Фараби как непреходящая историческая, общечеловеческая ценность не утратило своего значения до настоящего времени и может найти применение в современной педагогике [1].

Идеи мыслителя продолжают жить и сегодня, поэтому изучение и осмысление педагогических идей Аль-Фараби поможет глубже осознать современные проблемы воспитания и обучения подрастающего поколения. По его мнению, целью воспитания является формирование всестороннее развитой личности, именно это высказывание созвучно с требованиями, которые предъявляются к воспитанию современной молодежи, поэтому с уверенностью можем сказать, что его педагогические идеи приобретают новый облик.

В связи с этим, в настоящее время идет поиск эффективных способов обучения будущих учителей педагогическому наследию Аль-Фараби.

На наш взгляд, в современных условиях цифровизации образования приобщение студентов к педагогическому наследию Аль-Фараби немыслимо без использования информационных технологий.

Информационные технологии будут способствовать пробуждению интереса к педагогическим взглядам великого мыслителя, сделают процесс обучения интересным и увлекательным.

При изучении педагогического наследия мыслителя возможно применение различных видов компьютерных средств, в частности, таких как:

- мультимедийные презентации,
- программные тренажеры,
- интерактивный электронный учебник, включающий информационную часть с информацией о великом мыслителе, его взглядах о воспитании и обучении подрастающего поколения, о роли учителя в формировании личности, блок с заданиями для самостоятельной работы студентов по рассматриваемому вопросу, и контролирующую часть, содержащую тесты, творческие задания по изученной теме.

Вышеуказанные компьютерные средства облегчат изучение педагогического наследия великого мыслителя, дадут возможность под руководством преподавателя или самостоятельно изучить учебный материал, выявить уровень усвоения рассматриваемой проблемы.

Ключевые слова: информатизация, персональный сайт, электронный учебник, презентация, обучающие тренажеры, видеолекции.

1. Введение

В любой образовательной системе присутствует вопрос об эффективности наглядных и интерактивных учебных материалов. Без использования визуализации и практических заданий, процесс обучения может оказаться неэффективным. Визуализация учебных материалов играет ключевую роль в упрощении процесса изучения разнообразных объектов и концепций, основываясь в основном на визуальном представлении информации. Это не только стимулирует интерес студентов, но также помогает сократить время на усвоение материала. Существуют ситуации, когда передача информации без использования визуализации практически невозможна.

Педагогическое наследие великого ученого-мыслителя Востока и ученого - энциклопедиста, выходца из тюркского племени Аль-Фараби как непреходящая историческая, общечеловеческая ценность не утратило своего значения до настоящего времени и может найти применение в современной педагогике.

Идеи мыслителя продолжают жить и сегодня, поэтому изучение и осмысление педагогических идей Аль – Фараби поможет глубже осознать современные проблемы воспитания и обучения подрастающего поколения.

В условиях модернизации национальной системы образования проблема совершенствования процесса воспитания и обучения подрастающего поколения весьма злободневна.

В этой связи раскрываются широкие возможности использования богатого педагогического наследия величайшего мыслителя, которое вполне можно применить в современных условиях.

По его мнению, целью воспитания является формирование всестороннее развитой личности, именно это высказывание созвучно с требованиями, которые предъявляются к воспитанию современной молодежи, поэтому с уверенностью можем сказать, что его педагогические идеи приобретают новый облик.

Каждый будущий педагог должен хорошо знать педагогическое наследие ВЕЛИКОГО УЧИТЕЛЯ, умело использовать его идеи в своей профессиональной деятельности.

Педагогические идеи Аль-Фараби включены в содержание дисциплины «История педагогики» и элективного курса «Педагогическое наследие Аль-Фараби».

В связи с этим, в настоящее время идет поиск эффективных способов изучения в вузе педагогического наследия Аль – Фараби.

На наш взгляд, для приобщения студентов к педагогическому наследию Аль – Фараби необходимо использовать информационные технологии.

Инновационные технологии значительно расширят возможности для глубокого изучения педагогического наследия великого мыслителя.

Под инновационными технологиями мы подразумеваем использование на занятиях компьютера, Интернета, видео, аудиовизуального оборудования и т.д.

Информационные технологии будут способствовать пробуждению интереса к педагогическим взглядам великого мыслителя, сделают процесс обучения болеем интересным и увлекательным.

При изучении педагогического наследия мыслителя мы предлагаем применять различные виды компьютерных средств, в частности, таких как:

- сайт,
- презентации,
- обучающие тренажеры,
- электронный учебник, который будет состоять из трех разделов:
- 1 раздел – информационная часть, включающая информацию о великом мыслителе, его взглядах о воспитании и обучении подрастающего поколения, о роли учителя в формировании личности,
- 2 раздел - самостоятельная работа студентов по рассматриваемому вопросу,

- 3 раздел - контролирующая часть будет включать тесты, творческие задания по изученной теме.

Создание персонального сайта педагогом даст возможность студентам самостоятельно получить информацию о педагогических идеях Аль – Фараби.

На персональном сайте педагога можно открыть следующие страницы сайта:

1 страница сайта – Копилка высказываний великого мыслителя

2 страница сайта – Вклад Ауданбека Кубесова в раскрытии педагогического наследия Аль-Фараби:

- Философские и социально-этические предпосылки педагогики Аль-Фараби
- Общепедагогические идеи Аль-Фараби
- Проблемы дидактики у Аль-Фараби
- Применение и реализация общепедагогических идей Аль-Фараби в его математических трудах

3 страница сайта – Роль великого мыслителя в развитии педагогики

4 страница сайта – Педагогические идеи Аль-Фараби и современность

5 страница – Миссия педагога в трудах Аль-Фараби

6 страница сайта. Источники по теме «Педагогическое наследие Аль-Фараби»

7 страница сайта. Задания студентам

Организацию работы по материалу персонального сайта можно осуществить индивидуально или в группах, задания могут быть самые разнообразные:

- подготовка докладов и презентации по каждой теме,
- разработка тестов по каждой теме,
- защита проектов,
- составление проблемных вопросов по каждой теме,
- разработка схем и таблиц,
- анализ источников по вышеназванной теме.

Персональный сайт педагога – это рабочий инструмент педагога, предоставляющий студентам новую информацию о великом мыслителе, помогающий проконтролировать их знания.

Презентации облегчают процесс ознакомления с педагогическими идеями великого мыслителя.

Тематика презентации о педагогическом наследии Аль-Фараби:

1.Педагогические труды Аль-Фараби:

- Большая книга музыки,
- Комментарий к «Алмагесту»,
-Книга приложений к Алмагесту,
- Комментарий к «Физике» Аристотеля,
- Что правильно и что неправильно в приговорах звезд,
- О необходимости искусства алхимии,
- О возвращении Галену,
- О происхождении наук,
- О вакууме,
- Указания пути к счастью,
- О достижении счастья

2.Первый исследователь педагогического наследия Аль-Фараби – Ауданбек Кубесов: его вклад в раскрытии педагогических взглядов великого мыслителя, создании облика методолога педагогики и методиста.

3. Ученые, частично затронувшие проблему педагогического наследия Аль-Фараби.

4.Аль-Фараби о педагогике

- Педагогика – это искусство управления волей и желанием воспитуемого человека в определенном направлении соответствующими средствами, методами, а правитель – педагог [1].

- Великий мыслитель о методологии педагогики: о целях, идеалах педагогики

5.Аль-Фараби о воспитании и обучении:

- Система воспитания человека по Аль-Фараби, в основе которой лежит самосовершенствование и человеческое достоинство, возвеличивание роли воспитания в формировании личности, процесс воспитания необходимо начинать с раннего детства, важно научить ребенка побеждать в себе отрицательные черты характера и способствовать формированию положительных черт, крайне важно в основу теории познания окружающего мира ставить разум, только разумный человек может получить новые знания, становление личности человека происходит на основе разума, и лишь при правильном воспитании и обучении человек становится разумным.

Великий мыслитель в тесной связи рассматривал воспитание и обучение, при этом акцентировал внимание на то, что воспитание зависит от окружающей среды, воли и желания воспитанника.

Аль-Фараби акцентировал внимание на индивидуальном подходе в воспитании личности.

Великий мыслитель в системе воспитания человека ведущее место отводил нравственному воспитанию, которое сопровождается другими видами воспитания, такими как интеллектуальное, трудовое, физическое, патриотическое, эстетическое.

Педагогические идеи великого Учителя отличаются гуманистической направленностью, его гуманизм основан на признании человека высшей ценностью общества, именно современная педагогическая наука опирается на его взгляды, ставя в центр воспитания и обучения обучающегося.

Человек должен всегда стремиться к совершенству, а для этого он должен учиться, развить разум, воспитать нравственные качества, быть счастливым.

6. Аль-Фараби о счастье

Аль-Фараби в трудах «Указание пути к счастью», «О достижении счастья», отмечает, что истинное счастье достигается посредством овладения знаниями, истинное счастье наступает тогда, когда устранено зло, человеческая душа и разум в познании достигают наивысшего уровня своего совершенства.

Ключевыми моментами в учении великого мыслителя, являются то, что каждый человек благодаря воспитанию и обучению должен быть счастливым, счастье – это достижение совершенного знания и высоких нравственных норм, которые даже после смерти отдельного человека или исчезнувшего данного поколения могут служить человечеству.

Аль-Фараби считает, что счастье каждый человек видит по-своему: для кого-то счастье – богатство, другие видят счастье в чем-то другом, основным путем достижения счастья является обучение, сопровождаемое умственным воспитанием и тесно связанное с нравственным воспитанием личности.

По мнению Аль-Фараби, каждый человек – кузнец своего счастья, каждый человек может достичь счастья только сам при помощи свершения добрых дел, лучшие его деяния будут бессмертными.

По его убеждению, человека делают счастливым его духовное богатство и хорошие качества характера, плохой нрав – это душевная болезнь, хороший нрав и сила ума – это главные человеческие достоинства, они вырабатываются при умеренных действиях.

Таким образом, анализируя труды великого мыслителя, можно заключить, что знание должно быть результатом упорного, последовательного, систематического труда ученика, учеба, обучение трудны, но они посильны.

7.Дидактические взгляды Аль-Фараби: великим мыслителем раскрыты глубоко вопросы дидактики, затронуты проблема содержания предмета, формы, методы и средства обучения, психологические основы обучения.

Особый акцент в трудах великого мыслителя делается на развитие логического мышления в процессе обучения.

К основным приемам развития логического мышления аль-Фараби относит абстрагирование, анализ и синтез, индукцию и дедукцию, аналогии, обобщение, конкретизацию, а к принципам обучения: научность, наглядность, последовательность, систематичность, сознательность, доступность.

6.Великий мыслитель о музыкальном и литературном образовании, о их влиянии на формирование личности ребенка.

Аль-Фараби особое значение придавал музыке и музыкальному воспитанию.

В труде «Большая книга музыки» по Аль-Фараби «полезна в том смысле, что умеряет нравы тех, которые потеряли равновесие, делает совершенными тех, которые еще не достигли совершенства, и сохраняет равновесие у тех, которые находятся в состоянии равновесия».

По Аль-Фараби музыка положительно воздействует на человека через мелодии, улучшают психологическое состояние человека, развивает эмоции, формирует личность. Музыка развивает воображение и фантазию.

Аль-Фараби раскрывает большие возможности музыки в формировании личности.

7.Аль-Фараби о роли учителя в формировании личности: воспитание разумного человека происходит только благодаря учителю, его усилиям в процессе воспитания ученика. Воспитание должно осуществляться опытным педагогом.

Великий мыслитель предъявляет к нему высокие требования: учитель должен хорошо знать основы педагогики и психологии, обладать педагогическим талантом, интеллектом, быть целеустремленным, трудолюбивым, владеть запасом знаний, уметь объяснять и растолковывать поэтические и музыкальные произведения, главная задача учителя воспитать подрастающее поколение, привить ученикам уважение к моральным ценностям, учитель должен заботиться о детях как их родители, испытывать к детям добрые чувства.

Применение презентации облегчают процесс запоминания учебного материала, позволяет сделать образовательную деятельность более динамичной и яркой.

Для ознакомления студентов с педагогическим наследием Аль-Фараби можно применить обучающие тренажеры, включающие тесты и задания по следующим темам:

- Аль-Фараби о роли учителя в формировании личности,
- Аль-Фараби о сущности воспитания личности,
- Дидактические взгляды Аль-Фараби,
- Аль-Фараби об эстетическом воспитании подрастающего поколения,
- Аль-Фараби о счастье
- Аль-Фараби о нравственном воспитании личности
- Аль-Фараби о влиянии музыки на формирование личности
- Роль Аль-Фараби в развитии педагогической науки

По каждой теме предусматривается 25 тестов с одним правильным ответом. Кроме тестов в обучающий тренажер включаются задания творческого характера, решение педагогических ситуаций, контекстные задания.

Обучающие тренажеры позволяют закрепить изученный материал и выявить уровень знаний студентов по рассматриваемой проблеме.

Тренажеры позволяют учитывать индивидуальный темп работы студента, который сам регулирует учебный процесс, повышает мотивацию обучения. Видеолекции преподавателя способствуют качественному усвоению учебного материала, их длительность 10-15 минут.

Тематика видеолекции:

- Педагогические идеи Аль-Фараби
-Аль-Фараби о назначении учителя
- Сущность и содержание воспитания по Аль-Фараби
- Проблемы дидактики у Аль-Фараби

- Роль музыки в формировании личности
- Аль-Фараби о счастье

Вышеуказанные компьютерные средства облегчат изучение педагогического наследия великого мыслителя, дадут возможность под руководством преподавателя или самостоятельно изучить учебный материал, выявить уровень усвоения рассматриваемой проблемы.

Список литературы

[1] Кубесов А. *Педагогическое наследие аль-Фараби.* – Алма-Ата: Мектеп, 1989. – 152с.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

СВЕТЛАНА КОНЕВА[1], ЕСЕН БИДАЙБЕКОВ[1], ГРИНШКУН В.В.[2], КАМБАР БЕДЕЛОВ[1]

[1] Казахский национальный педагогический университет им.Абая, Алматы, Казақстан
[2] Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация

e-mail: konevasveta@mail.ru

В Концепции развития образования Республики Казахстан на 2022-2026 годы говорится о том, что сегодня «особое внимание уделяется педагогическим направлениям подготовки, инженерным, обрабатывающим и строительным отраслям, IT направлениям» [1].

Будущий учитель информатики это такой специалист, профессиональная подготовка которого стоит на стыке двух направлений: педагогического и IT. И от того насколько компетентны будут учителя информатики, на столько уровень подготовки учащихся по информатике будет выше, на столько ученики будут готовы к жизни и работе в информационном обществе.

Современное информационное общество вышло за рамки информационных процессов и постепенно с развитием информационно-коммуникационных технологий переросло в цифровое общество. Появление парадигмы облачных вычислений способствовало развитию облачных вычислений от «уровня инфраструктуры как услуги» до «уровня программного обеспечения как услуги», отказ от управления инфраструктурой облака пользователем. В связи с этим становится актуальным использование именно облачных сервисов.

Облачные технологии как технологии удаленного взаимодействия позволяют решить ряд задач Национального проекта «Качественное образование «Образованная нация» Республики Казахстан, к которым относятся: обеспечение доступа и равенства в сфере образования, создание благоприятных условий и среды для обучения и как следствие повышение качества образования [2].

В условиях модернизации современного образования обучение в школах Республики Казахстан по обновленным программам требует от будущего учителя информатики формирования навыков использования ИКТ, применения способов коммуникации и ряд других навыков в профессионально деятельности.

Современное информационное общество вышло за рамки информационных процессов и постепенно с развитием информационно-коммуникационных технологий переросло в цифровое общество, где происходит сбор, хранение, обработка и передача цифровой информации с помощью информационно-коммуникационных технологий, способных эффективно, надежно и быстро осуществить эти процессы. Цифровое общество столкнулось с одной из проблем такой, как хранение больших цифровых массивов данных с целью последующей обработки и/или передачи. Отход от безбумажных технологий к информационным, в том числе цифровым, имеет как положительные, так и отрицательные аспекты. Одним из положительных аспектов является несомненно отказ от «бумажной» версии документов и необходимости ее печати, избавления от «бумажной» перезагруженности, более оперативный поиск актуальной информации и ее своевременное обновление, экономия на расходных материалах (картридж, бумага) и др. Отрицательным аспектом на данном этапе перехода

к цифровому обществу является неумение большинства людей пользоваться цифровыми технологиями, возникшая проблема информационного неравенства, проблемы с услугами связи, с наличием современных телекоммуникационных, мобильных технических средств у населения.

В Стандарте, утвержденном Институтом IEEE в 2008 году облачные технологии, точнее «облачная обработка данных», определяется как парадигма, «в рамках которой информация постоянно хранится на серверах в Интернете и временно кэшируется на клиентской стороне» [3]. Появление парадигмы облачных вычислений (облачных технологий) как технологии распределенной обработки данных, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как Интернет-сервис, способствовало развитию облачных вычислений от «уровня инфраструктуры как услуги» до «уровня программного обеспечения как услуги», отказ от управления инфраструктурой облака пользователем. В связи с этим становится актуальным использование именно облачных сервисов.

Вопросы формирования ИКТ-компетентности с помощью облачных технологий подробно изложены в исследованиях А.И. Газейкина [4], О.Б. Голубева [5], А.И. Каптерева [6], В.Г. Шевченко []7, С. Уварова [8]. В работах ученых дальнего зарубежья делается акцент на внедрение «cloud computing» («облачные вычисления») в систему высшего образования [9-17].

Повышенное внимание к использованию облачных сервисов в учебном процессе остается и требует более глубокого исследования применения облачных технологий для формирования ИКТ-компетенции будущих учителей. Слабое учебно-методическое обеспечение обучения будущих учителей информатики по применению облачных технологий в профессиональной деятельности учителя, а также недостаточность разработки соответствующей методики использования облачных технологий для формирования. Отсюда вытекает необходимость методической подготовки бакалавров информатики и будущих учителей информатики к использованию облачных технологий. Обучение, в основе которого «облако», позволяет решить ряд вопросов с использованием специального программного обеспечения, хранения результатов учебной деятельности и организации доступа к ним.

Для организации обучения, в основе которого «облако» необходимо решить ряд задач:

- проанализировать существующие подходы к системе подготовки учителей информатики в современном образовании в условиях развития облачных технологий, а также обосновать необходимость подготовки будущих учителей информатики к использованию облачных технологий и их сервисов в профессиональной деятельности;

- разработать модель методической системы подготовки будущих учителей информатики к использованию облачных технологий в профессиональной деятельности;

- определить цели и содержание подготовки будущих учителей информатики к использованию облачных технологий в профессиональной деятельности;

-выявить особенности методики подготовки будущего учителя информатики к использованию облачных технологий в профессиональной деятельности, определить критерии отбора облачных сервисов и на их основе отобрать необходимые облачные сервисы, а также определить основные организационные формы и методы этой подготовки.

Как известно, опыт профессиональной подготовки будущих учителей информатики позволяет говорить о том, что современные студенты достаточно часто взаимодействуют в своей повседневной жизни с облачными хранилищами данных, облачными сервисами. В условиях модернизации современного образования и развития облачных технологий возрастает роль цифровизации во всех сферах деятельности человека, происходит естественный переход к использованию облачных хранилищ данных, облачных сервисов. Именно облачные технологии позволяют доступно и легко. в современном образовании в условиях цифровизации образования использовать гибко те или иные цифровые образовательные

инструменты. Такая возрастающая роль облачных технологий в условиях современного образования и процессах, связанных с его цифровизацией, естественно обуславливает необходимость профессиональной подготовки будущих учителей информатики к использованию облачных технологий.

Сегодня Президент К.-Ж. Токаев видит роль будущего Казахстана в качестве международного хаба по обработке и хранению данных, развитию цифрового майнинга, привлечению цифровых гигантов, что потребует от педагога новых актуальных знаний в области информационно-коммуникационных технологий. Таким образом, современное состояние системы образования зависит от состояния информатизации системы образования, что является следствием информатизации общества.

Таким образом, в современной системе образования в Республике Казахстан меняются акценты как в методической, так и предметной подготовке учителей. В условиях модернизации системы казахстанского образования учитель выступает в роли проводника процесса развития образования и приобретения обучающимися ключевых компетенций. В современном образовании, где процессы информатизации образования требуют от учителя быть ИКТ-компетентным, особая роль отводится учителю информатики. Учитель информатики это не только учитель-предметник, он должен обладать ИКТ-компетентностью на более профессиональном уровне, чем учитель-предметник.

В основе модели формирования ИКТ-компетентности будущего учителя информатики в области облачных технологий необходимо учесть модели управления инфраструктурой в «облаке», так как именно эти модели управления влияют на использование того или иного подхода к обучению облачным технологиям, а именно рассматривать облачные технологии как объект изучения или / и как средство обучения, профессиональной деятельности.

При построении модели необходимо учесть системный подход, который подчеркивает целостность и структурированность предлагаемой модели, указывает на приоритетность качественных изменений в области развития облачных технологий. Модель системы методической подготовки будущих учителей информатики, основанная на использовании облачных технологий позволяет рассматривать облачные технологии в качестве объекта изучения и средства обучения, характеризуется целостностью представления и формирования ИКТ-компетентности посредством развития профессиональных компетенций.

Эффективность формирования ИКТ-компетентности в области облачных технологий будущего учителя информатики требует создания особых «облачных» условии реализации, а именно наличие облачной среды.

Профессиональная подготовка требует разработки учебного курса, в рамках которого происходит основная подготовка специалиста. Поэтому предлагается введение курса «Облачные технологии», профессионально-ориентированного на будущую профессиональную педагогическую деятельность учителя. Темы содержания теоретического модуля курса облачные технологии для будущих учителей информатики находятся в тесной связи с теоретическими основами облачных технологий и их классификацией, видами, моделями и др. и являются составляющими инвариантного ядра данного курса. Профессиональная направленность курса определяется направлениями профессиональной деятельности учителя информатики. Теоретический модуль является фундаментальным, теоретическим по отношению к содержанию тем, связанным с облачными технологиями, как правило, в изучении фундаментальных законов, теорий развития природы и общества, направленности на формирование системного мышления обучаемого. содержания базового модуля данного курса.

При разработке теоретического модуля курса «Облачные технологии» для будущих учителей информатики необходимо, как говорилось выше, заложить теоретические основы облачных технологий, которые позволяют будущему учителю информатики быть на уровень выше в области облачных технологий других учителей. Одной из первоначальных и приоритетных задач рассматриваемой подготовки является задача формирования, прежде всего,

представлений об облачных вычислениях, облачных технологиях, их видах и типах, моделях облачных технологий, уровнях управления и др. На данном этапе первоначальная задача подготовки по облачным технологиям заключается в овладении будущими учителями методами и средствами облачных технологий для решения учебных задач, навыками применения облачных технологий в учебной и будущей профессиональной деятельности. При этом формируются общеучебные умения и навыки такие, как работа с облачными сервисами, умение проектировать архитектуру облака, умение развертывать и администрировать публичные и частные облака. Теоретический модуль и его содержание охватывает следующие базовые темы курса облачные технологии: основные понятия облачных вычислений, облачные технологии, основные понятия архитектуры облака, виды облаков, модели облаков, облачные сервисы и т.д.

Перечисленные темы, определенные стандартом IEEE [3], в полном объеме раскрывают базовые темы курса облачные технологии для системы высшего образования, но не ориентированы на профессиональную деятельность будущего учителя информатики.

Таким образом, изучение теоретических основ облачных технологий позволит:

- обеспечить достижение целей обучения облачным технологиям согласно новым тенденциям развития информатики и информационных технологий;

-реализовать принцип профессиональной направленности;

-реализовать компетентностный подход.

Далее рассмотрим подходы к построению профессионального модуля методической подготовки будущих учителей информатики к использованию облачных технологий в профессиональной деятельности.

Профессиональный модуль строится с учетом профильной дифференциации, т.е. будущей профессиональной деятельности учителя информатики. профессиональному модулю является развитие единого подхода к изучению облачных технологий на основе таких принципов как:

-изучение облачных технологий должно опираться на теоретические основы облачных технологий;

-необходимым условием качественного усвоения облачных технологий является формирование базовых знаний;

-в содержании изучения облачных технологий должны найти отражение основные компоненты стандарта облачных технологий;

-единство методического подхода к изучению облачных технологий.

В нашем исследовании нами был выбран «комбинированный» подход, основанный на рассмотрении облачных технологий как объекта изучения информатиками и как средства обучения учителями. Выбранный подход требует от нас предусмотреть в процессе подготовки будущих учителей информатики темы, связанные с теоретическими основами облачных вычислений, и с решением ряда педагогических задач, а также возможности коммуникации. Поэтому модель управления инфраструктурой в облаке при таком подходе сочетает в себе все модели управления. Эти подходы в большей части напоминают комбинации моделей управления инфраструктурой в облачной среде: IaaS+PaaS реализует идеи первого подхода, PaaS +/ SaaS второго, IaaS+ PaaS+ SaaS – третьего, IaaS+ PaaS+ SaaS + CaaS – четвертого [18].

Сегодня в Казахстане имеются как отечественные, так и зарубежные провайдеры облачных сервисов. Приведем наиболее крупные облачные сервисы, представленные в Казахстане:

- JusanMobile - предоставляет облачные сервисы для управления и хранения данных, виртуальных выделенных серверов, облачных вычислительных мощностей, облачного хранилища данных и услуги резервного копирования данных;

- Hoster.kz - один из ведущих хостинг-провайдеров в Казахстане, который предоставляет услуги в области облачных сервисов, включая виртуальный хостинг, VPS, выделенные серверы и др.;

- ТОО «1 Клауд» - крупнейший центр обработки данных в Казахстане, предоставляющий услуги облачных вычислений, хостинга, аренды серверов и других IT-услуг;

- PS Internet Company - компания, специализирующаяся на облачных сервисах для бизнеса, таких как виртуальные рабочие столы, хранение данных, виртуальные серверы и др.;

- Kazteleport - провайдер облачных сервисов, который предоставляет услуги в области хранения и обработки данных, виртуализации серверов, управления проектами и других IT-услуг;

- Cloud4Y Kazakhstan - подразделение компании российского облачного провайдера Cloud4Y, которое предоставляет облачные сервисы в Казахстане, такие как хранение данных, виртуализация серверов, виртуальные рабочие столы и др.;

- Microsoft Azure – облачный сервис, запущенный компанией Microsoft., включающий вычислительные ресурсы, хранилища данных, Интернет вещей и др.;

- Google Cloud - облачный сервис, запущенный компанией Google., включающий вычислительные ресурсы, хранилища данных и др.;

- Amazon Web Services (AWS) – облачный сервис компании Amazon, который предоставляет вычислительные ресурсы, хранилища данных, Интернет вещей и др. ;

- Yandex Cloud – облачный сервис, запущенный компанией Яндекс в 2018 году. Он предоставляет вычислительные ресурсы, хранилища данных, Интернет вещей и др.;

- Huawei Cloud – китайская компания, которая предоставляет облачные вычисления, хранение данных, Интернет вещей (IoT) и др.

Говоря об облачных сервисах, доступных для методической подготовки будущих учителей информатики, следует особое внимание уделить моделе облачных технологий SaaS (Software as a Service). SaaS – бизнес-приложения, поставляемые в качестве Интернет-сервисов. Примерами могут служить Google WorkPlace, Microsoft 365.

Среди педагогов Казахстана самым популярным «облаком» является Google и его онлайн web-сервисы. Суть технологии Google заключается в возможности привлечения обучающихся для участия в образовательном процессе не только в качестве потребителей образовательного контента, но и как его активных создателей, она способствуют тому, чтобы в центре педагогического процесса оказывался обучающийся. Одной из задач педагогов в области информатики является изучение, отбор новых цифровых технологий и инструментов, обучение педагогического коллектива. Одними из таких технологий по рекомендациям МОН РК относят BilimLand, Kundelik.kz, Daryn.online, Mektep.OnLine, QaradomalakStudio, Opiq.kz, Microsoft Teams, Google ClassRoom и др.

Ведущие преподаватели-ученые в области теории и методики обучения, особенно в области теории и методики обучения информатике, предлагают более расширенный перечень педагогических инструментов Moodle, Discord, Merlot, Miro, Padlet, Socrative и др. Перечисленные инструменты рассматриваются в ряде предлагаемых курсов повышения квалификации для педагогов по цифровым технологиям: «Цифровая трансформация образования» (КазНПУ им.Абая); «Цифровой педагог» (КазНПУ им.Абая.); «Цифровые навыки современного преподавателя в условиях дистанционного обучения» (ЕНУ им. Л.Н. Гумилева); «Modernization of Higher Education in Central Asia through New Technologies» (Русенский университет им. А. Кынчева), «Инновационные образовательные технологии и дидактические модели» (ЕНУ им. Л.Н. Гумилева) и др.

Рассмотрев каждую технологию по отдельности с точки зрения технической организации и управлениями этими технологиями можно выделить один общий принцип организации этих технологий, который с точки зрения решения класса педагогических задач позволяет практически решить многие, если не все, педагогические задачи. Мы говорим о построении

этих инструментов на базе облачных вычислений, об организации их на основе «облачных» технологий.

Google Класс – это интегрированная полноценная образовательная онлайн платформа, состоит из компонентов:

1.Google Диск – «облако» для хранения учебно-методических материалов урока.

2.Google Документы – онлайн-сервис для создания текстовых материалов урока.

3.Google Таблицы – онлайн-сервис для создания материалов урока в табличном виде.

4.Google Презентации – онлайн-сервис для создания учебных интерактивных презентаций для организации занятий.

5.Google Календарь – онлайн-сервис для планирования сроков сдачи заданий.

6.Gmail – почтовый сервис для организации дополнительного взаимодействия между учителями и учащимися.

До появления Google Класс для эмуляции подобного класса была необходимость в наличии специальных знаний у учителя для организации взаимодействия между перечисленными онлайн-сервисами Google. С появлением интегрированной образовательной онлайн-платформы Google Класс эта задача значительно упростилась и стала более доступна для любого учителя.

Онлайн-сервис Google Класс удовлетворяет минимальным требованиям к интернет-платформам, а созданный класс с помощью облачного сервиса Google Класс удовлетворяет требованиям виртуального класса.

В результате проделанной нами работы также были отобраны облачные сервисы в соответствии с направлениями профессиональной деятельности учителя и в соответствии с критериями, определенными IEEE [3].

Подводя итог сказанному, можно отметить, что профессиональная подготовка будущих учителей информатики в области облачных технологий, не ограничивается перечисленными в работе направлениями. Развитие облачных сервисов позволяет применять их и в изучении специальных дисциплин.

Ключевые слова: профессиональная подготовка, профессиональная подготовка будущих учителей информатики, облачные технологии, облако, использование облачных технологий.

Список литературы

[1] Концепция развития образования Республики Казахстан на 2022-2026 годы, утвержденная Постановлением Правительства Казахстан от 24 ноября 2022 года № 941.

[2] Национальный проект «Качественное образование «Образованная нация»», утвержденный Постановлением Правительства Республики Казахстан от 12 октября 2021 года №726 (Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 12 қазандағы № 726 қаулысымен бекітілген ««Білімді ұлт» сапалы білім» ұлттық жобасы).

[3] IEEE/ISO/IEC 8802-IX-2013-IEEE/ISO/IEC Information technology- Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Part IX: Port-based network access control. https://standards.ieee.org/standard/8802-1X-2013.html

[4] Газейкин А.И. Применение облачных технологий в процессе обучения школьников *Педагогическое образование в России.*- 2012. - №6.- С.55-59

[5] Голубев О.Б. Использование облачных сервисов при обучении информатике /О.Б. Голубев, О.Ю. Никифоров *Сборник научных статей Всероссийской научной конференции «Системные стратегии: наука, образование, информационные технологии.».* – Вологда.: ВГПУ, 2013.- С.44-47.

[6] Каптерев А.И., Шевченко В.Г. Облачные технологии в изучении профессионального сознания магистрантов педагогического направления. *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования.* 2015. No 2 (32). С. 57-75.

[7] Шевченко В.Г. Облачные технологии как средство формирования ИКТ-компетентности будущих учителей информатики. Дисс. на соиск... к.п.н. М.-2016. - 263 с.

[8] Уваров С.А. Облачные технологии / С.Уваров.- URL: http://www.ixbt.com/cm/cloud-computing.shtml

[9] Hanan Elazhary Internet of Things (IoT), mobile cloud, cloudlet, mobile IoT, IoT cloud, fog, mobile edge, and edge emerging computing paradigms: Disambiguation and research directions. *Journal of Network and Computer Applications* 128 (2019) 105-140.

[10] Hakan Aydin A Study of Cloud Computing Adoption in Universities as a Guideline to Cloud Migration url: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/21582440211030280

[11] Hosam AlSamarraie, Noria Saeed: A systematic review of cloud computing tools for collaborative learning. *Computers end Education*, 124 (2018) 77-91.

[12] Ibrahim Arpaci A hybrid modeling approach for predicting the educational use of mobile cloud computing services in higher education. *Computers in Human Behavior* 90 (2019) 181-187.

[13] Jakub T. Mościcki, Luca Mascetti Cloud storage services for file synchronization and sharing in science, education and research. *Future Generation Computer Systems* 78 (2018) 1052-1054.

[14] Maiia V. Popel, Mariya P. Shyshkina The areas of educational studies of the cloud-based learning systems https://ceur-ws.org/Vol-2433/paper09.pdf

[15] Saqib Hakaka, Nurul Fazmidar MohdNoor, Mohamad Nizam Ayub etc.: Cloud-assisted gamification for education and learning – Recent advances and challenges. *Computers and Electrical Engineering,* Vol. 74 (2019) 22-34.

[16] Vanessa Ratten Cloud computing: A social cognitive perspective of ethics, entrepreneurship, technology marketing, computer self-efficacy and outcome expectancy on behavioural intentions. *Australasian Marketing Journal* 21 (2013) 137-146.

[17] Wang Chao, Wang Junzheng Cloud-service decision tree classification for education platform. *Cognitive Systems Research* 52 (2018) 234–239.

[18] Bedelov K., Bidaibekov E., Grinshkun V., Bostanov B., Koneva S. The effective use of telecommunication cloud services for the training of future computer science teachers. *World Transactions on Engineering and Technology Education.* – 2021. – Vol. 19, Iss. 4. – P. 398-403.

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

ТАКИР БАЛЫКБАЕВ[1], ЕСЕН БИДАЙБЕКОВ[2], ВАДИМ ГРИНШКУН[3]

[1] Национальная академия наук Республики Казахстан, Алматы, Казахстан
[2] Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан
[3] Московский городской педагогический университет, Москва, Российская Федерация
e-mail: vadim@grinshkun.ru

Аннотация. В статье рассматриваются факторы, значимые для интеграции и унификации разрозненных цифровых ресурсов в рамках единых сред. Подчеркивается целесообразность и возможность построения таких сред не только в рамках информатизации отдельных образовательных организаций, но и в рамках глобализации образовательных систем, что значимо для усиления трансграничности образования, в том числе и в тюркоязычном сообществе.

Ключевые слова: цифровые ресурсы, информатизация образования, глобализация образования, цифровая образовательная среда.

1. Постановка проблемы

В настоящее время во всех сферах деятельности человека, включая систему математического и естественнонаучного образования, в большинстве стран накоплено огромное количество разрозненных цифровых ресурсов. В связи с этим целесообразно сосредоточиться не столько на разработке новых средств и технологий, сколько на определении способов их объединения в единые комплексы не только в одном государстве [1], но и на региональном или мировом уровне. Неслучайно большинство ученых считают, что создание и внедрение цифровой образовательной среды – это способ объединения разрозненных цифровых средств и систем, применяемых в системе образования.

Вопросы построения и развития цифровых образовательных сред для разных уровней системы образования рассматривались в научной и учебно-методической литературе [2], [3], [4] (С.Л. Атанасян, Б.С. Ахметов, Е.Ы. Бидайбеков, С.Г. Григорьев, В.В. Гриншкун, И.Г. Захарова, Е.К. Хеннер). Подходы к оценке эффективности образования и управления его качеством отражены в научной, научно-публицистической и учебной литературе казахстанских и российских авторов [5], [6] (Т.О. Балыкбаев, Н.М. Борытко, Д.И. Иванов, В.И. Загвязинский, И.А. Колесникова, Н. Курмангалиева, А.Г. Каспржак, А.Н. Майоров, А.М. Новиков, М.М. Поташник, В.А. Сластенин, П.И. Третьяков). В числе зарубежных авторов, посвятивших свои публикации разработке новых управленческих решений и подходов к комплексной информатизации, направленных на развитие всех ступеней образования, можно выделить несколько ученых [7] (М. Барбер., Дж. Брунер, М. Муршед, Д. Россидис, М. Фуллан, А. Шляйхер, Э.Ханушек, Л. Воссман, С. Гиббонс, С.Макнейли, М. Виаренго, А. Хобсон, А.Мальдерез, П. Блатчфорд, П. Бассет, П. Браун, К. Шваб и др.). Содержательные, методические и организационные подходы к информатизации и цифровизации школ и вузов рассмотрены в работах [8] (Т.О. Балыкбаева, С.А. Бешенкова, Е.Ы. Бидайбекова, Т.А. Бороненко, С.Г. Григорьева, В.В. Гриншкуна, О.Ю. Заславской, А.М. Кондакова, А.А.

Кузнецова, И.В. Левченко, М.П. Лапчика, Г.К. Нургалиевой, Н.Т. Ошановой, И.В. Роберт, А.Е. Сагимбаевой, А.Л. Семенова).

В этих и других работах прослеживается стремление к ликвидации неоправданного многообразия цифровых ресурсов одинакового назначения, но различных по совокупности параметров, уменьшению технических, интерфейсных, смысловых, дидактических и других различий в функционировании и применении в образовании цифровых средств и систем.

Имеет место недостаточно разрешенная проблема поиска путей и преимуществ интеграции и унификации цифровых средств и систем, применяемых в разных образовательных организациях и системах образования разных стран. Необходимо проведение соответствующих исследований и разработок. Прогнозирование последствий формирования и внедрения цифровой образовательной среды, а также учет рекомендаций, вырабатываемых в ходе таких исследований, может позволить развивать системы образования в направлении подготовки кадров, способных высококачественно осуществлять профессиональную деятельность в условиях повсеместного внедрения цифровых технологий, что в настоящее время значимо абсолютно для всех государств и регионов мира.

2. Методы исследования

В ходе проводимых исследований, связанных с разработкой теоретических и практических основ развития цифровой образовательной среды, используются методы анализа статистических и социологических данных, методы сопоставительных исследований, методы сравнения и обобщения полученных результатов, методы экспертной оценки.

Задачи, решаемые в рамках таких исследований:

– анализ международного опыта комплексного применения современных цифровых технологий в образовательных организациях;

– изучение казахстанских, российских и зарубежных нормативно-правовых актов, информационно-аналитических материалов, статистических данных, характеризующих состав, направления внедрения и особенности использования цифровой образовательной среды;

– сбор и обработка данных о состоянии и развитии систем образования разных регионов и стран в условиях использования цифровых технологий;

– определение возможности и преимуществ цифровизации учебной, контрольно-измерительной, внеучебной, научно-методической и организационно-управленческой деятельности образовательных организаций;

– выработка рекомендаций по развитию структуры и компонентного состава цифровой образовательной среды для глобальной и региональных систем образования;

– прогнозирование развития систем образования в условиях формирования и внедрения цифровой образовательной среды;

– разработка рекомендаций по совершенствованию педагогических, организационных, управленческих и других ресурсов образовательных организаций для подготовки кадров к работе в условиях использования цифровых технологий.

За счет применения указанных методов и решения перечисленных задач в рамках исследования возможна выработка рекомендаций для оценки степени влияния комплексного использования цифровых технологий на развитие региональных систем образования, корректировки и обоснования принимаемых управленческих решений, направленных на совершенствование функционирования таких систем образования, внедрения в практику новых цифровых технологий и создания современной цифровой образовательной среды.

Например, цифровизация КазНПУ им. Абая описывается специально разработанной коцепцией [1], согласно которой комплексность такой цифровизации должна базироваться на теоретическом подходе, согласно которому необходимо объединение ресурсов, задействованных в информационном обеспечении:

– учебного процесса,

– контроля и измерения результатов обучения,
– внеучебной деятельности,
– научной и методической деятельности,
– организационно-управленческой и хозяйственной деятельности.

Положения, выводы и предложения, сформулированные в концепции, опираются на предварительно проведённый анализ:
– сложившихся в КазНПУ им. Абая информационных потоков,
– работоспособности и эффективности уже имеющихся цифровых средств, систем и сетей,
– наличия естественных потребностей в использовании электронных ресурсов,
– наличия кадрового потенциала и потребностей в нем.

Разработка концепции и определение её структуры опирались на наличие в КазНПУ им. Абая следующих предпосылок и факторов, значимых для проведения работ по комплексной цифровизации университета:
– потребность в определении используемых терминов, таких как «цифровой университет», «цифровая образовательная среда» и других для формулирования чётких действий работникам,
– необходимость выявления целей, определения преимуществ и рисков формирования и внедрения в КазНПУ им. Абая цифрового университета,
– потребность в описании структуры цифрового университета, видов информационных потоков и данных,
– целесообразность системной разработки подходов к взаимосвязанной и взаимообусловленной цифровизации учебной и методической, контрольно-измерительной, внеучебной и воспитательной, научной и исследовательской, а также организационно-управленческой деятельности университета,
– значимость поиска возможностей и преимуществ использования технологий четвёртой индустриальной революции (блокчейн, большие данные, дополненная и смешанная реальность, цифровая робототехника и мехатроника, искусственный интеллект и т.п.) в цифровизации всех видов деятельности университета,
– потребность в определении механизмов, требований и условий, позволяющих интегрировать разрозненные средства и технологии цифровизации различных видов деятельности университета,
– необходимость формирования способов взаимодействия КазНПУ им. Абая со сторонними организациями с целью формирования цифрового университета,
– целесообразность создания модели, содержания, методов и средств подготовки сотрудников университета к работе в новых условиях,
– необходимость систематизации и описания способов привлечения имеющихся в КазНПУ им. Абая цифровых, материальных и кадровых ресурсов для формирования цифрового университета.

Перечень общих и частных мер, направленных на комплексную цифровизацию и информатизацию КазНПУ им. Абая, предусматривающих его трансформацию в цифровой университет, может быть значительно расширен.

3. Обсуждение

Анализ сложившейся ситуации, цифровых ресурсов и научной литературы показывает, что в прошедшие десятилетия большая работа проводилась в направлении создания всё большего количества цифровых ресурсов и соответствующих методологических разработок. При этом практически не велась работа по поиску путей их унификации (поиска единообразных подходов к их созданию, функционированию, применению) и интеграции (объединения в объемлющие системы, комплексно решающие задачи образования).

Частично, попытки объединить такие ресурсы применялись в рамках масштабных проектов и коллекций, таких как российские «Единое окно доступа к электронным ресурсам»,

«ФЦИОР», «Российская электронная школа», «Московская электронная школа», казахстанские «BilimLand», «iMektep» и многих других. Но в части таких проектов ресурсы, оформленные по единым правилам, систематизировались (как в библиотеке), не взаимодействуя между собой или ресурсами других типов. В других коллекциях такие относительно единообразные ресурсы «покрывали» только лишь некоторые аспекты деятельности школы или вуза (объяснение нового материала, проведение части лабораторных работ, учtт полученных оценок и т.п.).

Несмотря на огромное количество разработанных ресурсов и систем, до сих пор не существует единого подхода и связанной с ним единой системы, автоматизирующей все виды деятельности образовательных организаций. В этом случае каждый новый цифровой ресурс или методологическая разработка создавались бы с учетом потребности в последующем «встраивании» в такую систему.

Наличие единых подходов, систем и методологических разработок позволило бы оперативно и единообразно подготовить к работе с ними педагогов и обучающихся, связало бы между собой разные дисциплины и виды деятельности, очное и дистанционное обучение, характерные для большинства стран и регионов мира.

Важно учитывать, что отсутствие единых объемлющих информационных систем характерно не только для казахстанской или российской, но и для мировой системы образования. На рисунке 1 отражены результаты одного из исследований, проведенного на базе большого количества вузов в странах Европейского союза.

Существенная разница в применении конкретных технологий обусловлена не их образовательной значимостью и реальной востребованностью (доступ к библиотекам – более 90%, доступ к портфолио и экзаменационным материалам – менее 30%), а несвязностью и локальной недоступностью этих ресурсов, непредоставлением их в рамках единой системы.

Рис. 1. Недостаточная интеграция электронных ресурсов. Информационные технологии предоставляются европейскими вузами разрозненно

Способом решения подобных проблем может стать определение и внедрение подходов к унификации и интеграции разрозненных цифровых ресурсов в единые для школы или вуза

цифровые системы, «покрывающие» преимуществами информатизации все, без исключения, виды деятельности, характерные для образовательных организаций (в том числе, и дистанционную работу). Эти системы могут рассматриваться как цифровые образовательные среды [9] таких организаций.

В основу проводимых исследований целесообразно положить корректный подход к толкованию понятия «информатизация образования» и пониманию роли цифровых технологий в такой трактовке. Под информатизацией образования можно понимать область научной и практической деятельности человека, обеспечивающей формирование и систематизацию существующих и новых знаний для достижения психолого-педагогических целей обучения и воспитания с использованием технологий и средств сбора, обработки, хранения и распространения информации. Проще говоря, информатизацией образования можно считать деятельность педагогов и других работников школ, вузов и колледжей, направленную на обеспечение системы образования информацией и ресурсами для её обработки. В этом случае так можно назвать учебную дисциплину или блок таких дисциплин для современной подготовки педагогов.

Нужно обратить внимание на то, что в понятии «информатизация образования» отсутствуют понятия «компьютер» и «цифровые технологии». Информатизация не обязательно означает компьютеризацию или цифровизацию. Работа с информацией в образовании может эффективно осуществляться с применением цифровых средств или без них. Это доказано многовековой практикой обучения студентов и школьников с помощью книг и тетрадей. Очевидно, что необходимо в рамках развития информатизации умело сочетать применение цифровых и нецифровых средств обучения и воспитания. Безусловно, всё чаще, говоря о работе с информацией, акцент оправданно расставляется на особенностях применения именно цифровых технологий. Информатизация образования является фундаментальной научной основой, определяющей в том числе и все процессы, связанные с цифровой трансформацией образования.

В основу систематизации и связывания между собой технологических и методологических ресурсов следует положить классификацию видов деятельности, характерных для любой образовательной организации, выделив учебную, внеучебную, контрольно-измерительную, научно-методическую и организационно-управленческую деятельность. Другие виды работ, характерные для школ или вузов, как правило, могут быть включены в эти объемлющие виды. В части образовательных организаций возможны специфические виды деятельности, требующие отдельного рассмотрения (например, клиническая деятельность – практика студентов медицинских вузов).

Следует обратить внимание, что практически во всех странах большинство технологических и методологических разработок, выполненных для одного из перечисленных видов деятельности, в настоящее время являются не связанными с разработками для других видов деятельности. При этом не существует цифровых систем и сред, «покрывающих информатизацией» одновременно все указанные виды деятельности образовательных организаций и работающих в них сотрудников.

В числе возможных механизмов для унификации и связывания разрозненных цифровых ресурсов вне зависимости от «информатизируемого» вида деятельности уже на данном этапе проводимого исследования можно предложить:

– базирование на единых общих базах данных, принципах организации информационных потоков и обмена информацией между цифровыми ресурсами;

– унификацию содержания цифровых ресурсов, выработку формальных методов описания содержания и терминологии образовательных областей;

– единообразное использование элементов математической теории графов и цифровых иерархических структур при структуризации информации в рамках разработки новых средств для образования;

– введение единой системы спецификаций и метаописания цифровых ресурсов;

– создание единого комплекса требований к качеству цифровых средств для образования;

– реализация единой унифицированной апробации и экспертизы цифровых ресурсов;

– соблюдение единой терминологии в разработке, экспертизе и эксплуатации цифровых средств для образования.

При реализации этих и других мер цифровая образовательная среда образовательной организации будет представлять собой основанную на использовании цифровых технологий и техники программно-телекоммуникационную среду, реализующую едиными технологическими средствами и взаимосвязанным содержательным наполнением качественное достаточное информационное обеспечение обучающихся, педагогов, родителей, администрацию образовательной организации и общественность (в равной степени при реализации очных и дистанционных или смешанных видов деятельности).

С учетом вышесказанного цифровая образовательная среда может быть построена как интегрированная многокомпонентная система [10], компоненты которой соответствуют учебной, внеучебной, научной и методической деятельности, измерению, контролю и оценке результатов обучения, деятельности по управлению образовательной организацией. Такие подходы могут быть экстраполированы на систему образования региона или государства, применены при развитии систем обучения математическим, естественнонаучным и многим другим дисциплинам.

Преимуществом реализации такого подхода мог бы стать существенный вклад в решение обозначенных ранее ключевых проблем через:

– сокращение сроков освоения и повышение эффективности использования унифицированных цифровых средств обучающимися и педагогами в рамках очного, дистанционного и смешанного взаимодействия;

– упрощение технической интеграции в рамках единых рекомендованных цифровых комплексов и Интернет-порталов;

– упрощение содержательно-методической интеграции в рамках методических систем обучения разным дисциплинам;

– создание основы для универсальной подготовки кадров, способных комплексно использовать преимущества цифровых технологий во всех видах деятельности в системе образования;

– появление новых технологий разработки цифровых средств, эффективных методов обучения и воспитания, содержательное, технологическое и методологические обеспечение персонализации обучения, воспитания и развития;

– создание, ведение и информационная защита единых цифровых систем, появление экономических и управленческих эффектов.

Очевидно, что большинство из предлагаемых мер должно базироваться на исследованиях, проводимых научно-педагогическим сообществом, координация которых может осуществляться в рамках функционирования различных межрегиональных и международных междисциплинарных научных союзов и организаций. Исследованию подлежит поиск идейной, содержательной, терминологической и методической базы для описанных интеграции и унификации цифровых ресурсов, а также поиск механизмов влияния цифровой образовательной среды на развитие всех видов и уровней образования, разработка моделей построения и внедрения такой среды в конкретных образовательных организациях, оценка педагогического и других эффектов от такого внедрения.

Эти и другие подходы позволят вузу или школе, формирующей у себя цифровую образовательную среду максимально комплексно участвовать в реализации государственных программ, таких как казахстанская программа «Цифровой Казахстан» или российский приоритетный национальный проект «Образование». При комплексной цифровизации необходимо опираться на имеющийся опыт, сложившийся в мире и каждой отдельно взятой стране. В Казахстане соответствующим примером может стать национально-исторический научный и просветительский опыт казахского народа, явным компонентом которого является

математическое и естественнонаучное наследие Аль-Фараби, исследованное в Казахском национальном педагогическом университете имени Абая в рамках практической информатизации образовательного процесса [11]. Существенным подспорьем для комплексного использования цифровых технологий окажутся также и сложившиеся в стране научные школы в области информатизации образования.

Кроме вышесказанного, в свете развития цифровой образовательной среды следует обратить внимание и на появление новых цифровых и иных технологий. В различных публикациях все чаще встречаются идеи о наступлении новой, четвертой по порядку индустриальной революции, иначе называемой четвертой промышленной революцией или «промышленной революцией – 4.0». При этом даже сегодня нельзя выделить однозначного критерия, согласно которому можно было бы характеризовать указанную индустриальную революцию, которая может выделяться за счет интеграции технологий и ликвидации границ между цифровыми, физическими и биологическими сферами. Изучать и учитывать при комплексной цифровизации следует те технологии, которые реально существуют, и относятся к новой индустриальной революции, а также взаимосвязанные с ними последствия социального характера и шаги, которые имеет смысл предпринять для совершенствования системы образования, в целом, и для развития цифровой образовательной среды, в частности.

Новую индустриальную революцию обычно увязывают с появлением больших данных, «Интернета вещей», новой цифровой робототехники, виртуальной, смешанной и дополненной реальности, 3D-печати, квантовых вычислений. Любая из указанных технологий и особенности ее проникновения в общество и производство дают возможность говорить об особом направлении рефлексии системы образования на очередной этап научно-технического развития регионов и стран.

Необходимость трансформации информационных ресурсов в цифровую форму вызвана рядом особенностей цифрового представления информации, к числу которых относится: изоморфизм информационных процессов, системность и единообразность средств обработки информации, возможность интеграции различных процессов, доступность информации. Эти качественные изменения позволяют обеспечить синергетическое взаимодействие всех пяти видов деятельности, имеющей место в учебном заведении, а именно: обучение, научнометодическая работа, воспитание, оценка качества обучения, управление учебным заведением.

Технология блокчейн может служить примером использования цифровых технологий для решения проблем, связанных с защитой данных [6]. Первоначальное появление технологии блокчейн в качестве инструмента для проведения транзакций с электронной валютой «биткоин» в настоящий момент получило развитие как обособленная технология, которая может использоваться за рамками оперирования криптовалютами. Можно перечислить следующие значимые особенности технологии блокчейн:

- блокчейн – это цепочка блоков, содержащих информацию, ее копии хранятся на разных компьютерах независимо друг от друга,

- каждый блок состоит из «транзакций», в этом качестве может выступать запись об операции, или алгоритме взаимодействия блоков (смарт-контракт). Все транзакции шифруются специальным алгоритмом хеширования. Хэш-функция обеспечивает взаимодействие разных объектов, соотносит их значения,

- блокчейн представляет собой распределенный цифровой журнал, хранящий записи о практически всем, что имеет ценность.

Важно отметить, что многие из перечисленных мер будут способствовать большему включению школ и вузов в глобальное информационное образовательное пространство и внесению явного вклада в глобализацию образования. Так, в частности, появятся дополнительные возможности для доступа преподавателей и обучающимся к мировым, а не региональным источникам информации. Разрабатываемые цифровые ресурсы и MOOCs как компоненты цифровой среды будут изначально создаваться для более широкой аудитории,

а телекоммуникационные технологии и электронные системы перевода позволят вовлечь в учебный процесс зарубежных преподавателей и способствовать реальной и виртуальной международной мобильности обучающихся. Другой важной тенденцией информатизации высшей школы является проникновение в образовательный процесс все большего количества MOOCs как компоненты цифровой среды, многие из которых разработаны авторскими коллективами, не работающими в том вузе, в котором такие курсы применяются. Это, с одной стороны, расширяет возможности содержательного и методического обеспечения реализуемых систем обучения, с другой стороны, требует дополнительных шагов по адаптации, включению и «сглаживанию» нового учебного материала в существующие объемлющие курсы. Такая работа продолжается. Она требует дополнительных дидактических исследований, поскольку количество таких курсов и число студентов, использующих их в рамках своей подготовки, неуклонно растет.

Следует сформулировать несколько рекомендаций, имеющих отношение к развитию цифровой образовательной среды в рамках четвертой индустриальной революции, в целом. Образовательная система должна стремиться в будущее, и скорее всего, нацеливаться не на четвертую индустриальную революцию, которая по мнению ученых имеет место уже сегодня, а на революции будущего. Примером универсального рецепта для повышения «неустареваемости» образования, приобретаемого обучающимися, следует рассматривать повышение фундаментальности образования [12] , применяя ее в качестве защиты от частой смены технологий. Это повлечет за собой не столько изучение устройства новой техники и обучение ее использованию, сколько приоритетное изучение принципов ее совершенствования. Важным является изучение фундаментальных учебных курсов с новым содержанием и комплексом практических заданий, обучение подходам к прогнозированию развития технологий, соединение фундаментальных исследований, проводимых учеными, и фундаментальной подготовки обучающихся. Значимую роль в «подстраивании» образовательной системы к революционным процессам на производстве, безусловно, будет иметь связь образовательной организации и ее цифровой среды с обновляемыми предприятиями.

Продолжая разговор о применении цифровых технологий в образовании в этой связи важно отметить, что такая фундаментальность приводит не только к освоению особенностей устройства и функционирования новых конкретных компьютерных и программных систем, но и к необходимости понимания преимуществ обучения принципам и инвариантным основам их построения и развития, которые мало изменяются с годами. Целесообразно предусмотреть в вузах обучение фундаментальным по содержанию учебным курсам с комплексом лабораторных работ на новейшем оборудовании, освоение приёмов прогнозирования путей совершенствования цифровых систем. В высшей школе должна быть предусмотрена интеграция фундаментальной подготовки обучающихся с фундаментальной научной деятельностью педагогов и учёных. Всё это можно и нужно сделать за счёт демонстрации студентам общих мало устаревающих способов исполнения технологических операций с применением конкретных технических устройств, а не нацеливать всё обучение только лишь на освоение отдельных, пусть и очень актуальных сегодня, образцов техники и технологий. В вузах республики следует отдать приоритет сочетанию повышения размера классической и фундаментальной составляющих подготовки студентов с практикой на реальном современном оборудовании, доля которого неуклонно растёт на развивающихся казахстанских предприятиях в условиях развития цифровой экономики.

4. Заключение

Проведение такой интеграционной деятельности в рамках развития глобальной и региональных систем образования может дать существенный эффект. В частности, уже сегодня можно прогнозировать развитие трансграничности образования, распространение и унификацию информации о системах образования, координацию развития и возможность

сравнения систем образования разных стран, повышение доступности глобальных информационных ресурсов. Кроме этого, внедрение единой цифровой образовательной среды, построенной по единым правилам, будет способствовать расширению академической мобильности педагогов и обучающихся, возможности продолжения обучения в другой стране, непрерывности образования в течение всей жизни, технической интеграции и информационному обмену между глобальными информационными образовательными ресурсами. Наряду с этим у педагогов и методистов появится возможность в рамках применения цифровой образовательной среды использовать при формировании содержания обучения не только национальные источники информации, но и информационные ресурсы из других стран.

Страны тюркского мира могли бы осуществлять совместные фундаментальные научно-педагогические исследования соответствующих путей обновления и интеграции информационных технологий, информационных ресурсов и их содержательного наполнения, унифицированных систем подготовки педагогов в области информатизации образования, методических систем обучения математическим, естественнонаучным и другим дисциплинам в условиях подобной комплексной информатизации образования.

Список литературы

[1] Государственная программа «Цифровой Казахстан». Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан №827 от 12.12.2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://zerde.gov.kz/upload/docs/Digital%20Kazakhtan_ru.pdf

[2] Атанасян С.Л., Григорьев С.Г., Гриншкун В.В. Проектирование структуры информационной образовательной среды педагогического вуза. *Информатика и образование.* М., 2009, №3. С. 90-96.

[3] Балыкбаев Т.О., Бидайбеков Е.Ы., Ахметов Б.С., Гриншкун В.В. *Концепция цифровизации Казахского национального педагогического университета имени Абая.*, Алматы: Издательство «Ұлағат», 2020. 122 с.

[4] Балыкбаев Т.О., Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В. КазНПУ – «Цифровой университет»: особенности формирования и развития. *Вестник КазНПУ им. Абая. Серия «Физико-математические науки».*, № 2(62). 2018. С.13-19.

[5] Балыкбаев Т.О., Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В. Построение «Цифрового университета» в КазНПУ им. Абая как подход к информатизации педагогического образования. *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия информатика и информатизация образования.*, №2 (48), 2019, С. 8-16.

[6] Бидайбеков Е.Ы., Курмангалиева Н.А., Гриншкун В.В. Использование технологии блокчейн в организационно-управленческой деятельности университета. *Информатизация непрерывного образования – 2018 (ICE-2018): материалы Международной научной конференции.*, М: РУДН, 2018. Т. 2. С. 645-649.

[7] Шваб К. *Четвертая промышленная революция.*, М.: ООО «Издательство «Эксмо», 2016. 208 с.

[8] Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В., Ошанова Н.Т., Сагимбаева А.Е. Особенности формирования системы обучения цифровым технологиям в образовании при подготовке бакалавров педагогического направления. *Вестник КазНПУ им. Абая. Серия «Физико-математические науки».*, 2018. № 2(62). С.39-46.

[9] Гриншкун В.В., Краснова Г.А. *Современная цифровая образовательная среда: ресурсы, средства, сервисы.*, М.: Издательство «Проспект», 2023. 216 с.

[10] Левицкий М.Л., Гриншкун В.В., Заславская О.Ю. Многокомпонентная модель унификации и интеграции цифровых ресурсов вуза *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Информатика и информатизация образования.*, 2023. №1 (63). С. 7-23.

[11] Бидайбеков Е.Ы., Бостанов Б.Г., Гриншкун В.В., Умбетбаев К.У. О разработке и использовании образовательного портала по геометрическому наследию аль-Фараби в качестве средства информатизации обучения истории математики *Вестник Московского городского педагогического университета. Серия информатика и информатизация образования.*, М.: МГПУ, 2015, №4(34). С. 30-37.

[12] Бидайбеков Е.Ы., Гриншкун В.В., Камалова Г.Б. О фундаментализации подготовки педагогов в области информатики и информатизации образования. *Материалы X Всероссийской научно-практической конференции «Применение информационно-коммуникационных технологий в образовании»*, Йошкар-Ола: МарГУ, 2013. С. 187-192.

Теориялық және қолданбалы механика, тұтас орта механикасы

Theoretical and applied mechanics, continuum mechanics

Теоретическая и прикладная механика, механика сплошной среды

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

MELTING ENHANCEMENT OF PCM IN A TUBE LATENT HEAT THERMAL ENERGY STORAGE

ALINA ABDIDIN[1], ABZAL SEITOV[1], YERZHAN BELYAYEV[1], AMANKELDY TOLEUKHANOV[2]

[1]Department of Mechanics, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2] Department of Mechanical Engineering, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: alinaab808@gmail.com

Abstract. The sun is a source of enormous amounts of energy, and it is one of the most affordable and environmentally friendly sources of thermal energy on Earth. Daily and seasonal thermal energy storage is required to continuously meet the heat demand due to the intermittent nature of solar energy. A promising method for storing and using thermal energy for various purposes is the use of materials with a phase transition (PCM). In this study, we propose various mechanisms for accumulating solar thermal energy using phase transition materials for continental climate conditions. In a previous study, the authors developed a numerical algorithm using COMSOL Multiphysics software to calculate complex heat and mass transfer processes in phase transition materials.

The algorithm solves the coupled system of Navier-Stokes equations, the energy conservation equation and the enthalpy method. This numerical algorithm was applied to simulate latent heat accumulation processes using different reservoir models containing the same PCM. In this study, the efficiency of heat accumulation will be calculated in three different shapes of PCM containers will be explored: the first is a standard cylinder shape, the second is a wavy shell wall and the third is a wavy shape. In this regard, the numerical algorithm will be modified to take into account this new configuration: stratification of water in the tank under both laminar and turbulent flow regimes, modeling of a new models of containers located in tanks and internal ribbed structures of PCM cylinders were added for additional studies.

Keywords: solar thermal energy, phase change material, water storage tank, heat transfer, fluid flow

AMS Subject Classification: 76-05, 76-10, 76D05, 76F60, 76T06, 80-04.

1. Introduction

The advancement of innovative energy storage technologies has emerged as a crucial enabler for a greener and more robust future in the search for sustainable and effective energy solutions. Latent Heat Thermal Energy Storage (LHTES) systems using Phase Change Materials (PCMs) have drawn a lot of interest among these cutting-edge storage techniques for their ability to store and release thermal energy through latent heat absorption and release during phase transitions. Researchers and engineers have been investigating novel strategies to improve LHTES system performance in recent years, with an emphasis on enhancing PCM melting procedures within tube-based containers. Countries all around the globe are moving toward low-carbon and renewable energy sources as a result of the critical global issue of decarbonizing our energy systems to prevent climate change. Although renewable energy sources like solar and wind have

This research is funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan, Grant No. AP14872287 “Study of Cascade Solar Thermal Energy Storage Efficiency Using Phase Change Materials in Continental Climate” and the Postdoctoral Research Programme, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

had impressive development and acceptance, the instability of the grid is severely hampered by their intermittent nature. Energy storage technologies are essential in bridging the gap between energy generation and consumption in order to guarantee a dependable and robust energy supply. LHTES systems can reduce the intermittent problems with renewable and enable a more sustainable and effective power grid by storing excess renewable energy during times of high output and releasing it during times of peak demand.

While effective, conventional tube-based PCM containers have limits in terms of heat transmission effectiveness and melting rates. To increase the LHTES systems' capacity for storing energy, researchers have realized the necessity for creative container designs. Wavy containers for PCMs offer an innovative and interesting approach. In contrast to ordinary smooth-walled tubes, these containers include undulating surfaces or corrugations that run the length of them, increasing the surface area for heat exchange. Wavy containers' complex geometrical features enable better heat dispersion within the PCM, speeding up the melting and solidification processes. Additionally, the wavy shape encourages effective PCM mixing during phase transitions, improving heat transfer performance and efficiency. There has been a lot of promise in the study of PCM melting enhancement in wavy containers. Studies into various geometrical elements, such as wave amplitude, wavelength, and geometry configurations, have shown their profound impact on the overall effectiveness of LHTES systems. Researchers want to push the limits of LHTES technology and broaden its use in a variety of energy storage applications by maximizing the energy storage capacity and heat transfer efficiency.

This comprehensive research aims to investigate the most recent breakthroughs and findings in the melting improvement of PCM in a tube LHTES system using wavy containers. This study seeks to help to the development of efficient and sustainable energy storage systems by examining the impact of various geometrical parameters on energy storage performance. Furthermore, research on the possible applications of wavy containers in renewable energy integration, waste heat recovery, and other thermal management systems will offer light on their potential role in driving global efforts toward a decarbonized energy landscape. As the globe moves toward a cleaner and more sustainable energy future, the search for new and efficient energy storage solutions becomes increasingly important. This study aims to open up new options for energy storage applications and pave the way for a brighter, lower-carbon future by merging the principles of latent heat storage with the innovation of wavy container shapes.

2. System description

Figure 1 shows an LHTS (Latent Heat Thermal Energy Storage) system using multiple PCM (Phase Change Materials) container types. The apparatus comprises of a cylindrical tank around a PCM-filled cylindrical container. In the first tank, a straight cylindrical container is shown. In the second tank, a container with a waved edge is shown, and in the third tank, a cylindrical container with transient waves is shown. In order to provide consistent HTF (Heat Transfer Fluid) flow around the PCM container and speed up computation, the upper and lower portions of the tank function as inlet and outlet pipes. These LHTS devices can be vertically or horizontally integrated into heating systems, such as solar water heaters. The LHTS performs a flow heat exchanger in addition to serving as a heat storage reservoir. Charging and discharging are the two modes of operation for the LHTS system. High-temperature HTF enters the PCM container with a high PCM content from the top during charging and transfers heat to it. This study compares the effectiveness of employing wavy containers against cylindrical containers that are straight. The wavy shape of PCM containers permits a wider HTF temperature range at the input and outlet, improving the effectiveness of the thermal system during heat removal. Similar to the charging procedure, cold HTF enters the tank from the top and leaves the bottom while being heated by PCM containers. The overall energy balance of the system is ensured as the PCMs solidify inside the containers and emit the same amount of heat as was absorbed while melting.

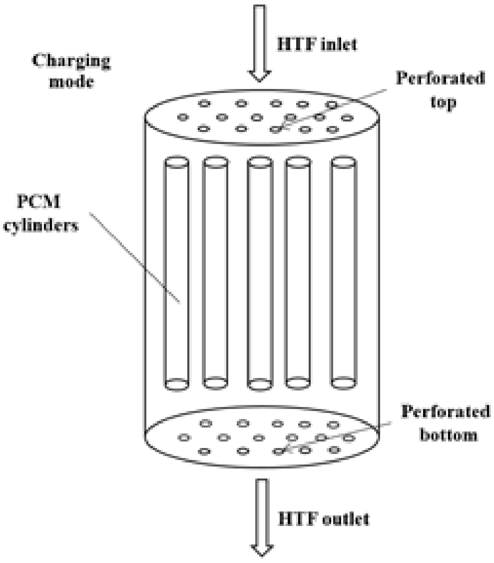


Figure 1. The latent heat thermal energy storage device with phase changing materials

3. Mathematical model

The HTF flow inside the cascade LHTS is described by the system of 3D Navier-Stokes equations for an in compressible fluid. Continuity is described by Eq. (1):

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0 \tag{1}$$

Conservation of momentum in three directions is described by the following equation:

$$\begin{aligned}
\rho_f\frac{\partial u}{\partial t}+\rho_f(u\frac{\partial u}{\partial x}+v\frac{\partial u}{\partial y}+w\frac{\partial u}{\partial z}) &= -\nabla p_f+\mu_f\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial z^2}\right)\\
\rho_f\frac{\partial v}{\partial t}+\rho_f(u\frac{\partial v}{\partial x}+v\frac{\partial v}{\partial y}+w\frac{\partial v}{\partial z}) &= -\nabla p_f+\mu_f\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 v}{\partial z^2}\right)\\
\rho_f\frac{\partial w}{\partial t}+\rho_f(u\frac{\partial w}{\partial x}+v\frac{\partial w}{\partial y}+w\frac{\partial w}{\partial z}) &= -\nabla p_f+\mu_f\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}+\frac{\partial^2 w}{\partial z^2}\right)+F_z
\end{aligned} \tag{2}$$

here the index f - is an indicator of the HTF, and gravity is considered in the direction z. Energy conservation is presented in the form of temperature for the HTF, the PCM container wall material, and the PCM itself inside the container:

$$\begin{aligned}
&\rho_f c_f\frac{\partial T_f}{\partial t}+\rho_f c_f(u\frac{\partial T_f}{\partial x}+v\frac{\partial T_f}{\partial y}+w\frac{\partial T_f}{\partial z})\\
&=\frac{\partial}{\partial x}(k_f\frac{\partial T_f}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(k_f\frac{\partial T_f}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(k_f\frac{\partial T_f}{\partial z})
\end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
&\rho_s c_s\frac{\partial T_s}{\partial t}+\rho_s c_s(u_s\frac{\partial T_s}{\partial x}+v_s\frac{\partial T_s}{\partial y}+w_s\frac{\partial T_s}{\partial z})\\
&=\frac{\partial}{\partial x}(k_s\frac{\partial T_s}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(k_s\frac{\partial T_s}{\partial y})+\frac{\partial}{\partial z}(k_s\frac{\partial T_s}{\partial z})
\end{aligned} \tag{4}$$

$$
\begin{aligned}
&\rho_p c_p \frac{\partial T_p}{\partial t} + \rho_p c_p (u_P \frac{\partial T_p}{\partial x} + v_P \frac{\partial T_p}{\partial y} + w_P \frac{\partial T_p}{\partial z}) \\
&= \frac{\partial}{\partial x}(k_p \frac{\partial T_p}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(k_p \frac{\partial T_p}{\partial y}) + \frac{\partial}{\partial z}(k_p \frac{\partial T_p}{\partial z})
\end{aligned} \tag{5}
$$

where indexes w and p are the container wall and PCM indicators, respectively.

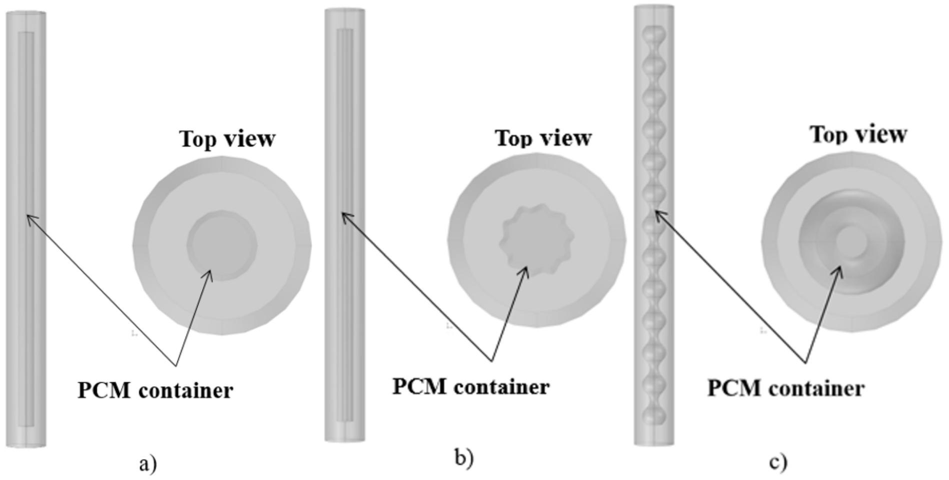


FIGURE 2. Single tube – single container configuration: a) strong cylinder, b) wavy cylinder, c)wavy-shaped cylinder

Density, specific heat capacity and thermal conductivity of PCMs that considers phase changing processes are presented in the following forms:

$$\rho_P = \theta \rho_{\text{phase1}} + (1 - \theta)\rho_{\text{phase2}} \tag{6}$$

$$c_P = \frac{1}{\rho}\left(\theta \rho_{\text{phase1}} c_{\text{phase1}} + (1 - \theta)\rho_{\text{phase2}} c_{\text{phase2}}\right) + L\frac{da}{dT} \tag{7}$$

$$k_P = \theta k_{\text{phase1}} + (1 - \theta) k_{\text{phase2}} \tag{8}$$

$$\alpha = \frac{1}{2}\frac{((1-\theta)\rho_{\text{phase2}} - \theta\rho_{\text{phase1}})}{(\theta\rho_{\text{phase1}} + (1-\theta)\rho_{\text{phase2}})} \tag{9}$$

The phase transition occurs in a transition interval $T_{PC} - \frac{\Delta T}{2}$ and $T_{PC} + \frac{\Delta T}{2}$, where ΔT is the melting temperature. θ - temperature difference at the beginning and end of the phase transition, so within this interval the material is transformed from phase 1 to phase 2. θ is equal to 1 means phase 1, and θ is equal to 0 means phase 2. According to Eq. (7) the specific heat capacity is the sum of an equivalent heat capacity and the latent heat distribution. The last term in Eq. (7) describes given amount of latent heat, which is released over the phase transition interval ΔT. α is the mass fraction which is defined from ρ_{phase1} , ρ_{phase2} and θ according to Eq. (9).

To study the efficiency of selected strong cylindrical container and two types of wavy containers arranged phase-exchange materials, i.e. heat exchangers, we use the following form:

$$\epsilon = \frac{T_{\text{in}} - T_{\text{out}}}{T_{\text{in}} - T_{\text{HE}}} \tag{10}$$

The LHTES tank, as seen in Fig. 1, is the computational domain from the perforated top to the bottom. The HTF and PCM temperatures within the containers were set to 20 °C in the charging mode as the beginning settings. The HTF and PCM temperatures within the containers were set to 80 °C in the discharging mode as the beginning conditions. All parameters for the velocities were set to zero and the pressure was 1 atm as the beginning circumstances. In the charging mode, the HTF temperature at the intake is continually maintained at 80 °C, while the Neumann boundary conditions are established at the computational domain's outlet. The entrance is the bottom of the tank in the discharging mode, and a constant temperature of 10 °C is maintained here, while the Neumann boundary conditions are established at the outflow (top of the tank). The entrance velocity was set to 0.005 m/s in both modes, whereas the outflow velocity was set to Neumann conditions. The HTF flow at the solid surfaces of the LHTES device was subjected to no-slip boundary conditions.

Table 1. Properties of PCM

Properties	PCM
Melting point (°C)	60
Heat of fusion (J/kg)	2.09×10^5
Density [solid] (kg m^{-3})	861
Density [liquid] (kg m^{-3})	778
Specific heat [solid] (J kg^{-1} K^{-1})	1850
Specific heat [liquid] (J kg^{-1} K^{-1})	2384
Thermal conductivity [solid] (W m^{-1} K^{-1})	0.4
Thermal conductivity [liquid] (W m^{-1} K^{-1})	0.15
Viscosity [liquid] (Pa s)	6.3×10^{-3}
Expansion coefficient [liquid] (K^{-1})	7.1×10^{-4}

4. Solver and validation

The licensed program COMSOL Multiphysics 5.6 was used for the numerical solution of the provided mathematical models (1)-(9) with the required starting and boundary conditions. To characterize incompressible HTF flow in the storage device, the Laminar Flow module was utilized to solve mass and momentum Eqs. (1) and (2). The Heat Transfer in Fluids module is used to solve Eqs. (3)-(9) numerically. In this module, three distinct media can be described, including the HTF in Eq. (3), the container wall material in Eq. (4), and PCMs in Eq. (5). The Apparent Heat Capacity formulation described in (6)-(9) is employed in Eq. (5) to numerically implement phase transition.

The aforementioned modules and techniques are COMSOL Multiphysics 5.6 solvers. The resulting numerical findings were compared with the experimental data of Seitov et al.[3] to validate the numerical calculation algorithm. In [3] describes the geometric properties of the prototype, as well as the materials utilized and the experimental technique. The comparison of numerical and experimental data on the change in PCM (E53) temperature within the container is shown in Fig.3. The largest temperature difference between computational and experimental data is 6.8%, as shown in Fig.3. The thermophysical properties of PCM gathered from a range of experimental data are used to attain high accuracy. The obtained findings suggest that the numerical calculation technique may be extended to increasingly complicated geometric designs of LHTES devices.

5. Results

The calculations performed for the configuration shown in Figure 1 were similarly performed for all three configurations. Instead of a large tank with several containers, one container in a

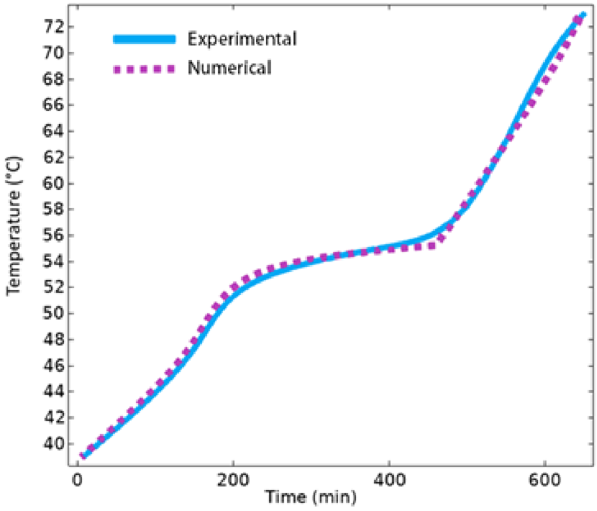


FIGURE 3. Temperature comparison at the middle point in the PCM container of experimental and numerical findings for charging LHT with PCM

small tank was used. Numerical solution of this problems was solved by COMSOL Multiphysics 5.6 solvers and was built new geometry of containers which has shown in Fig.2. The height of the outside tube is 1.1 m, while the height of the inner container is 1.0 m, as shown in Fig.2. PCM containers have a diameter of 40mm in both wavy and strong forms. The HTF circulates around the single container from top to bottom of the tube in the charging mode at a speed of 0.005 m/s, and from bottom to top in the discharge mode. Table 1 PCM properties were utilized as PCM inside the container. The wall of the tube and container was made of AISI 4340 grade steel from the COMSOL Multiphysics 5.6 material library.Section 1 displayed all geometric dimensions. The components listed in Table 1 were utilized to fill the PCM containers. Table 1 shows that PCM 1 with a melting point of 60-62 °C is employed on the upper layer of the LHTES tank.

Fig.5 shows a three-dimensional contour plot of the surface of various containers in the solid phase after 30 minutes of charging. Visually, a large volume is in the solid phase for a certain period of time. In these figures, it can be seen that the first cylindrical container melted well enough for this charging period compared to the third container with wavy edges, the second wavy container showed that the material of the phase period melts according to the shape of the container, since circular slices of the material of the phase period remained in the container. According to Fig.7-9, when using a wavy container, the charging time is reduced from 20 minutes to 15-17 minutes. This value does not show a large time difference, but better results are observed compared to the efficiency of energy storage. For comparison, in Fig.7-8-9 of the heat distribution in containers with different geometric configurations, the melting time of one material of the phase period at the same points of the container begins and ends at different times. A similar trend was observed for the unloading mode as in the case of three different containers. The volume and height of the containers are different in three cases and have a symmetrical appearance. From this it can be concluded that the wavy geometry of containers is relatively more efficient than a cylindrical container and allows you to efficiently charge and discharge the LHTS device.

A three-dimensional mathematical model with associated initial and boundary conditions, as well as a calculation algorithm based on COMSOL Multiphysics 5.6 software, were developed for numerical simulation of charging and discharging time estimates of latent heat storage devices with different geometric characteristics and using phase transition materials.

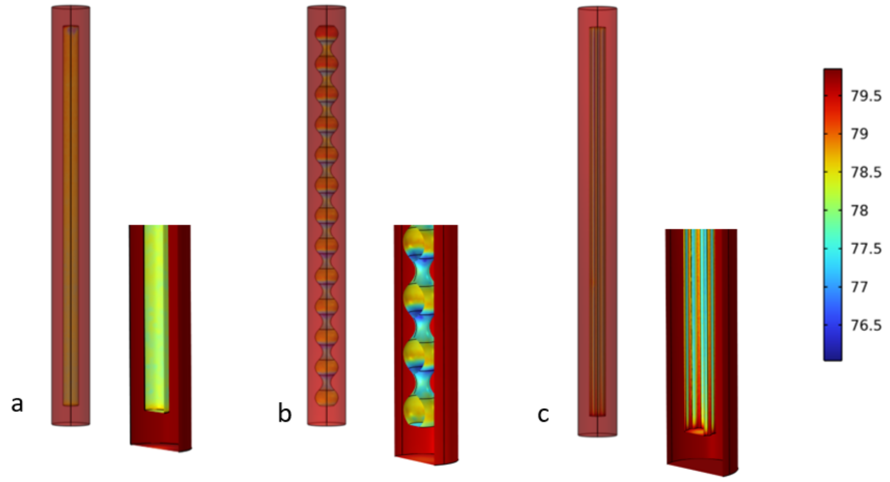


FIGURE 4. 3D result of heat distribution by 30 min of charging: a) strong cylinder, b) wavy cylinder, c)wavy-shaped cylinder

The tried-and-true calculation technique was used to simulate charging and discharging of single latent heat storage devices made of phase transition materials and novel wavy containers. The following key results are reached:

- the charging and discharging time of the thermal battery does not depend on phase transition materials in the proposed configurations;
- the use of wavy containers considerably enhances the charging and discharging process.

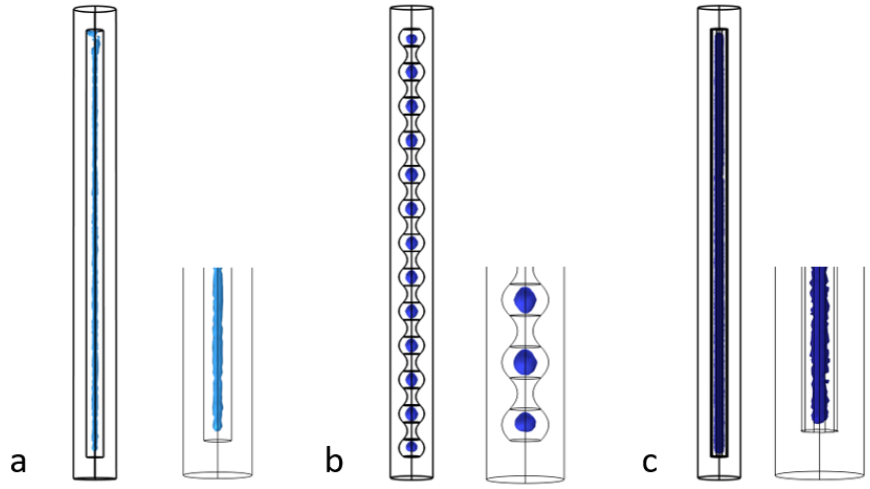


FIGURE 5. Isosurface plot of the phase change material : a) strong cylinder, b) wavy cylinder, c)wavy-shaped cylinder

To optimize the design to optimize the design of the LHTES block based on a wavy tube in the current numerical analysis was used the Taguchi technique of quality control which an engineering strategy that stresses the responsibilities product design and development in decreasing the occurrence of faults and failures in produced goods.As control factors, the amplitude A of the wavy tube and the number of bends N were examined.

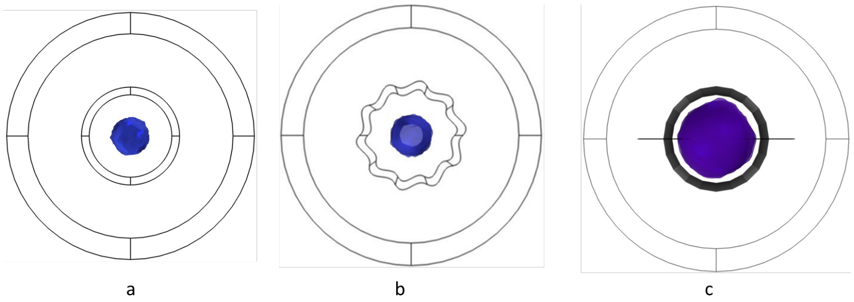


FIGURE 6. Isosurface plot of the phase change material (top view) : a) strong cylinder, b) wavy cylinder, c)wavy-shaped cylinder

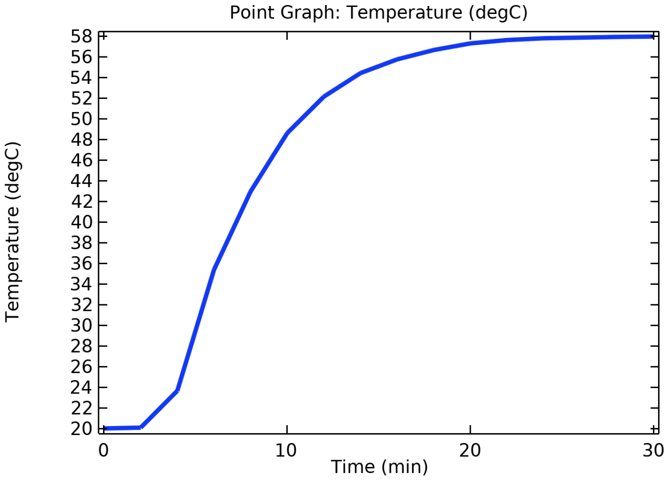


FIGURE 7. Phase change material temperature variation vs time in charging mode in the strong cylinder

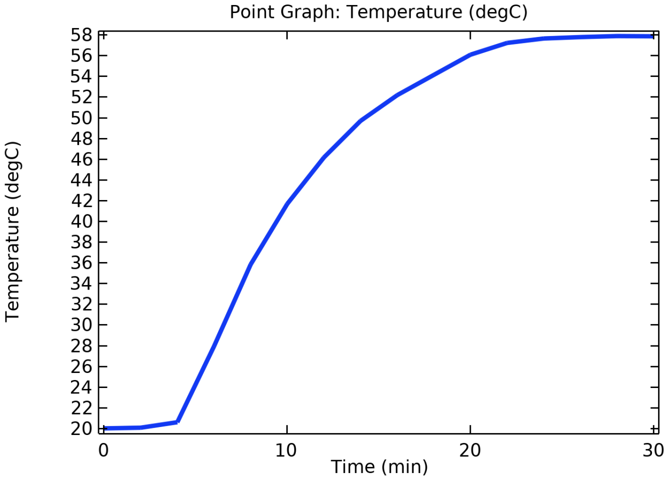


FIGURE 8. Phase change material temperature variation vs time in charging mode in the wavy-shaped cylinder

• Each control factor was allocated a different value. An similar setting was employed in all situations to decrease the number of needed testing. The time necessary for complete melting of

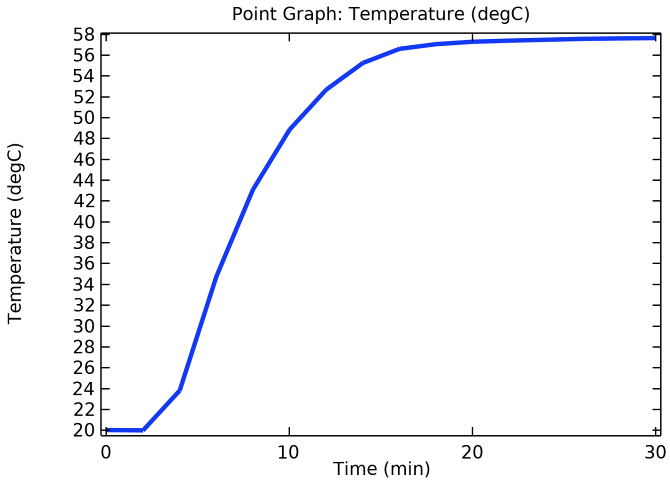


FIGURE 9. Phase change material temperature variation vs time in charging mode in the wavy cylinder

the PCM was determined as a consequence of optimization, therefore the design was optimized based on the following: the shorter the time required for complete melting, the better the outcome. In addition, for a complete calculation of efficiency, the temperature data of each tank's inlet and outlet valves were collected, and it was determined how much the percentages of energy storage efficiency of the same phase transition materials differ with different geometric configurations, such as a wavy pipe and an ordinary straight pipe.

• It was discovered that the control coefficient values are: $\epsilon = 0.6$ and a flat pipe without undulation ($A = 0$ and $N =$ not applicable),but when computed for a wavy container, this efficiency coefficient was more than twice $\epsilon = 1.22$. Further simulations using near to ideal values verified that the melting time is the shortest when optimal values are used. The fabrication of isotherms and current lines for various control coefficient values revealed that decreasing the amplitude enhances heat transport in the lower zone, as well as PCM melting and energy storage.

• Increasing the amount of nanoparticles enhances heat transmission and increases the thermal conductivity of PCM, resulting in rapid melting and a large energy reserve. Finally, increasing the number of bends in the wavy tube increases the heated contact surface with the PCM, which causes the PCM to melt quicker and increases the stored energy.

The task was to reduce charging time and increase efficiency percentages. In our case, the charging time decreased by 25 % and the energy storage efficiency doubled due to the wavy structure of the containers. Additionally, there is another option to reduce the charging time, this is the addition of a container with fin, which increases the thermal characteristics of the phase period material. For an even better version of the study, even more experiments and calculations will be done on these tasks. In the future, it is planned to combine wavy and straight containers with various types of fin to improve the results of the study.

NOMENCLATURE

Q - Heat energy, J;
m- Mass flow rate, kg/s;
F - Gravity, N;
P - Pressure, Pa;
c - Heat capacity, J/kg°C;
T - Temperature, °C;
u,v,w - Velocity components, m/s;

k - Thermal conductivity, W/mK;
L - Latent heat of phase change;
t- Time, s;
ρ - Density, kg/m3;
μ - Dynamic density, kg/ms;
α- Mass fraction;
θ - Phase indicator.
ϵ - efficiency

Subscripts

f – heat transfer fluid;
z – vertical direction;
s – solid wall;
p – phase change material;
phase1 – phase state 1;
phase2 – phase state 2;
PC – melting/solidification temperature.

Abbreviations

HTF – Heat Transfer Fluid;
CFD – Computational Fluid Dynamics;
H & M – Heat and Mass Transfer;
PCT – Phase Changing Temperature.
PCM – Phase Change Materials;
LHTES – Latent Heat Thermal Energy Storage;
TES – Thermal Energy Storage;
in - inlet
out - outlet
HE - Heat Exchanger

References

[1] K. Huang, G. Feng, J. Zhang. Experimental and numerical study on phase change material floor in solar water heating system with a new design. Solar Energy 105, 126-138 (2014).

[2] X. Xu, Yi. Zhang, K. Lin, H. Di, R. Yang. Modeling and simulation on the thermal performance of shape-stabilized phase change material floor used in passive solar buildings. Energy and Buildings 37, 1084-1091 (2005).

[3] A. Seitov, B. Akhmetov, A. Georgiev, A. Kaltayev, R. Popov, D. Dzhonova-Atanasova, M. Tungatarova. Numerical simulation of thermal energy storage based on phase change materials. Bulgarian Chemical Communications, Special Edition - Renewable Energy and Innovative Technologies Conference, 181-188 (June 2016).

[4] M.Ghalambaz, S.A.M.Mehryan ,A.Hajjar ,M.Yacoub Al Shdaifat ,O.Younis, P.Talebizadehsardari , W.Yaïci. Thermal Charging Optimization of a Wavy-Shaped Nano-Enhanced Thermal Storage Unit. Molecules 26(5): 1496 (2021).

[5] B. Akhmetov, A. Seitov, R. Popov, A. Georgiev, A. Kaltayev. Experimental and numerical studies of PCM-based storage for solar thermal energy storage applications. Journal of Mathematics, Mechanics and Computer Science 1 (93), 55-68 (2017).

[6] P. Yang, B. Wu, X. Tong, M. Zheng, Q. Wang, Z. Cheng. Insight into the heat transfer process of graphene aerogel composite phase change material. Energy (In Press), 128051 (2023).

[7] B. Xu, S. Lu, R. Wang, X. Zhai, M. Fan, W. Jia, H. Du. Exergy analysis and optimization of charging-discharging processes for cascaded latent heat storage system. Energy 223, 120080 (2021).

[8] S. Yang, X-F. Shao, J-H. Luo, S.B. Oskouei, O. Bayer, L-W. Fan. A novel cascade latent heat thermal energy storage system consisting of erythritol and paraffin wax for deep recovery of medium-temperature industrial waste heat. Energy 256, 126359 (2023).
[9] M.E. Nakhchi, M. Hatami, M. Rahmati. A numerical study on the effects of nanoparticles and stair fins on performance improvement of phase change thermal energy storages. Energy 215 (Part A), 119112 (2021).
[10] Sameh E. Ahmed,Aissa Abderrahmane,Abdulkafi Mohammed Saeed, Kamel Guedri. Melting enhancement of PCM in a finned tube latent heat thermal energy storage.Scientific Reports 12(1), 11521 (2022).

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

STUDY OF THERMAL COMFORT IN ELECTRIC VEHICLES

ARMAN UBIYEV[1], ABDURASHID ALIULY[1]

[1]Department of Mechanics, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: buritom@bk.ru

Abstract. Nowadays, individuals have a growing desire for comfortable driving conditions, leading to the widespread installation of air conditioning systems in cars. This has resulted in an increased variety of available air conditioners. The advantages of air conditioning have greatly benefited people by allowing them to achieve their desired temperature while on the road. Consequently, conducting a calculation and numerical study that considers the temperature inside the car compared to the surrounding environment is highly relevant.

The subject matter of this project is frequently encountered in everyday life, as car air conditioning is commonly used. This means that when we sit inside a car, we have the ability to adjust the climate to our preferred temperature, even if the outside temperature or internal climate of the car is uncomfortable. By activating the air conditioner, we can create the desired climate. The experimental results clearly demonstrate that the proposed system significantly benefits from the thermostatic control of the car's air conditioning system. It ensures that the average temperature on board remains within the range of 23°C to 25°C.

The main objective of this study is to establish a framework for assessing the heat load inside the cabin. By accurately calculating the heat load, it becomes possible to determine the cooling capacity required and the corresponding cooling tonnage needed.

Keywords: electric vehicles, thermal comfort, climate control, user experience, sustainable transportation.

AMS Subject Classification: 65-02, 80-02, 80A05, 80M50.

The advent of electric vehicles (EVs) has presented a promising avenue to address environmental challenges in the transportation sector. Integral to the modern EV architecture is the incorporation of advanced air conditioning systems, pivotal in providing occupants with a regulated and comfortable cabin environment. Operated solely by electricity, the electric car's air conditioner assumes the crucial role of cooling and maintaining the desired temperature inside the cabin. Its operational functionality hinges on the utilization of electrical power from the vehicle's battery, which energizes essential components, including the compressor, fan, and air distribution system. Additionally, the air conditioning system exhibits the capability to function as a cabin heater during colder periods, ensuring year-round comfort irrespective of external climatic conditions. The convergence of enhanced passenger comfort and a commitment to environmental conservation has rendered this eco-friendly approach instrumental in mitigating ecological degradation and fostering environmental stability.

Given the burgeoning demand for electric cars, which prioritize a comfortable driving experience, the ubiquitous adoption of air conditioning systems is evident. The prospect of regulating temperature settings while in transit fosters individualized comfort for passengers, facilitated by the seamless integration of air conditioners into electric vehicles. Subsequently, an array of distinct air conditioning types caters to diverse climatic exigencies.

Our sincere gratitude goes out to all those who directly or indirectly contributed to this study.

This scientific inquiry presents an all-encompassing investigation into the efficiency of electric vehicle air conditioning systems, with a principal focus on ascertaining thermal equilibrium. Our primary endeavor is to scrutinize the system's competence in maintaining a consistent and optimal cabin temperature, ensuring occupant comfort and well-being. In this pursuit, we seek to elucidate intrinsic insights that optimize energy consumption, heighten thermal balance, and positively impact the vehicular ecological footprint.

Furthermore, this comprehensive study explores the wide-ranging application of electric car air conditioners in everyday life, spotlighting the transformative benefits they engender for drivers and passengers alike. As the demand for EVs surges, the pertinence of understanding the efficacious functioning of air conditioning systems intensifies, as it directly influences energy conservation and ecological stewardship.

The overarching relevance of this study lies in the contemporary landscape, where despite the proliferation of electric cars equipped with air conditioners, an appreciable knowledge deficit prevails amongst drivers regarding the intricate intricacies of these systems. Consequently, an exhaustive investigation into their efficacy assumes pivotal importance in disseminating awareness, promoting informed decision-making, and optimizing the sustainable potential of electric transport conditioners.

Through a meticulous analysis of electric vehicle air conditioning systems and their attendant impact on thermal balance, our research aims to advance the paradigm of sustainable and environmentally-conscious transportation solutions. Aligned with the overarching goal of elevating driving experiences while minimizing ecological consequences, this study endeavors to furnish invaluable insights that engender a conscientious and judicious approach towards the seamless interplay of electric transport conditioners, contributing to a greener and more salubrious future for society at large.

1. Working principle of electric car air conditioner

The working principle of an electric car air conditioner is similar to the working principle of a traditional car air conditioning system with some changes according to the requirements of an electric car. An overview of how an electric car air conditioner works, as shown in Figure 1 [5-6]:

1. Compressor: The air conditioning system in an electric car includes an electrically driven compressor. The compressor is responsible for compressing the refrigerant gas, increasing its pressure and temperature.

2. Refrigerant: The system uses a refrigerant, usually a liquid with excellent heat transfer properties that circulates through the various components of the air conditioning system. It undergoes a phase change cycle from gas to liquid and vice versa, absorbing and releasing heat at the same time.

3. Heat exchange: coolant passes through a condenser located at the front of the vehicle. The condenser releases heat from the refrigerant to the surrounding air, causing the refrigerant to condense and become a high-pressure liquid.

4. Expansion valve: The high-pressure liquid refrigerant then passes through the expansion valve or expansion device. The expansion valve reduces the pressure and regulates the supply of refrigerant to the evaporator.

5. Evaporator: The low-pressure liquid refrigerant enters the evaporator, which is usually located inside the vehicle interior. As the cabin air passes through the evaporator coils, the refrigerant absorbs heat from the air, causing the refrigerant to vaporize and turn into a low-pressure gas.

6. Blower and air distribution: A blower or fan in an air conditioning system blows the cooled evaporator coils. The cooled air is then distributed through the vents to the various rooms of the cabin, ensuring a comfortable temperature for the passengers.

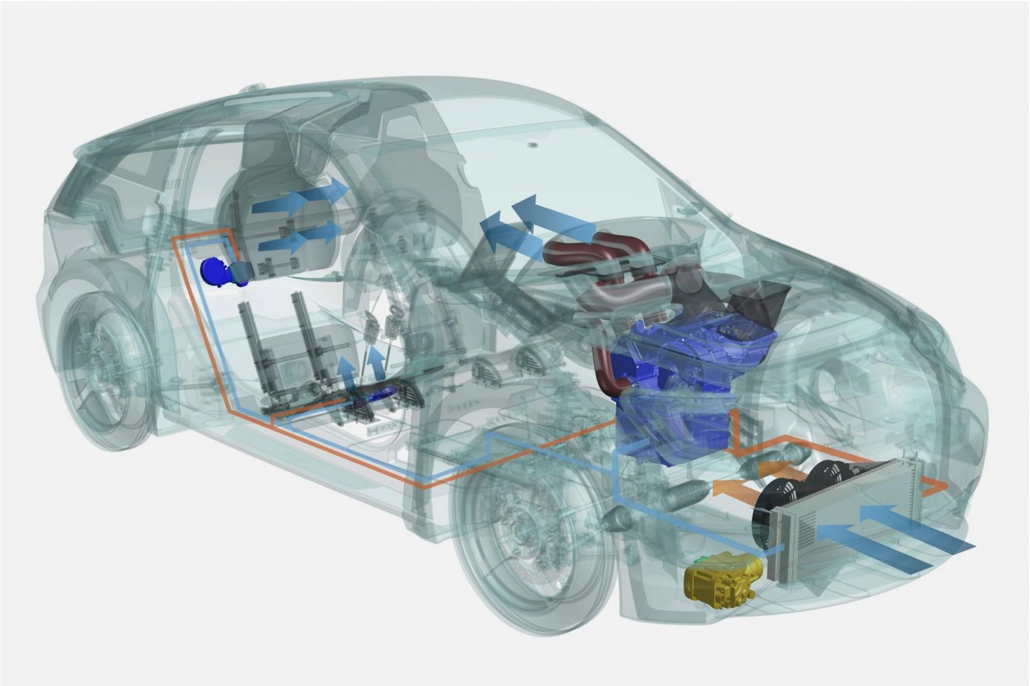


FIGURE 1. Operation cycle of an electric car air conditioner

7. Recirculation and filtration: the system may also include a recirculation mode that provides recirculation of cooled air inside the cabin. In addition, many electric car air conditioning systems are equipped with filters to remove dust, pollen and other airborne particles, which improves the air quality inside the vehicle. An electric car's air conditioning system is controlled by sensors and a control unit that controls various parameters such as indoor temperature, outdoor temperature, humidity and adjustable settings. Based on these inputs, the control unit adjusts the speed of the compressor, fan and temperature to effectively maintain the desired interior temperature.

In general, the working principle of an electric car air conditioner is to circulate the refrigerant and control it so that it absorbs heat from the air in the cabin and releases it outside, providing a comfortable and controlled temperature in the cabin for the passengers.

2. VEHICLE AIR CONDITIONER CONTROL

2.1. **An alternative method of electric car air conditioner control, increasing performance and reducing high temperature.**

Air conditioning systems have a long history as automotive equipment. Before 1940, the side windows could be rolled up and down for the required air flow to keep you comfortable and cool in a closed car. Conclusions were made using the main scheme of the system as shown in Figure 2.

One of the alternative ways to control the air conditioner of an electric car, increase performance and reduce high temperatures, is the introduction of intelligent or predictive climate control systems. Some key aspects of this approach are:

1. Intelligent climate control systems use predictive algorithms and data input to pre-configure the air conditioning system based on various factors. These factors may include outside temperature, vehicle location, sun position, weather forecasts, and passenger preferences. By anticipating changes in temperature and conditions, the system optimizes cooling efficiency and can more effectively maintain a comfortable temperature in the cabin.

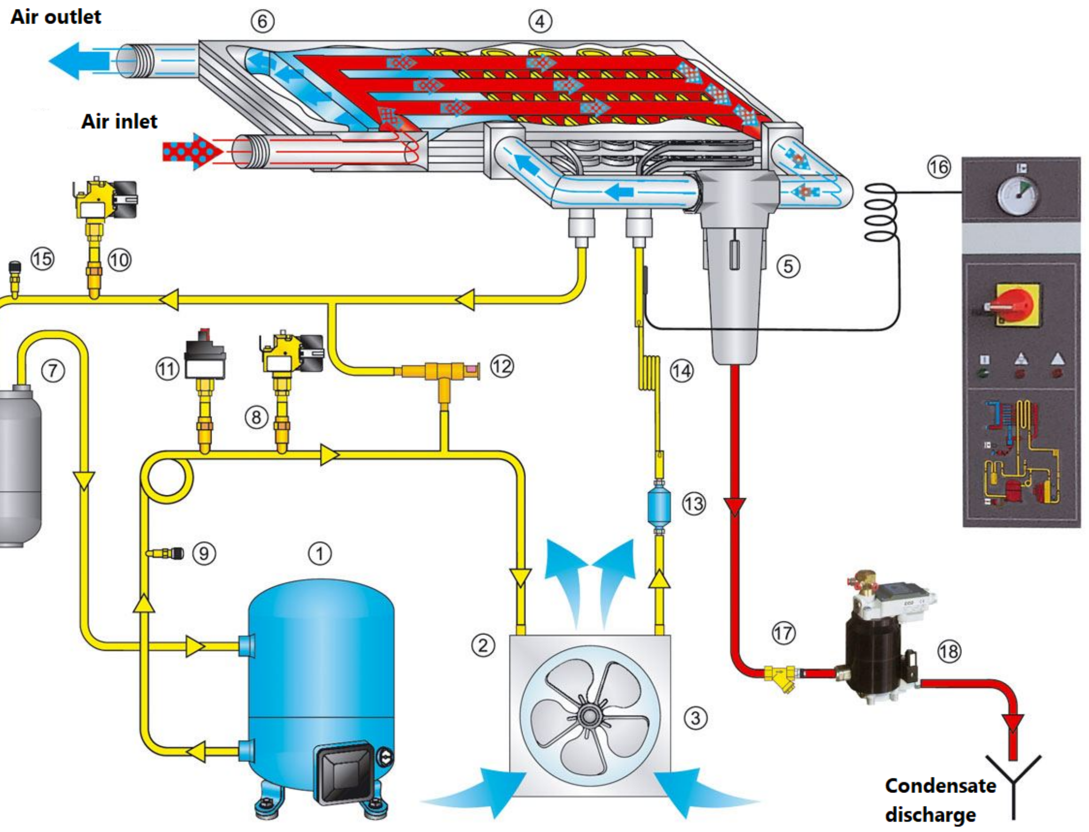


FIGURE 2. Basic diagram of a vapor compression air conditioning system

2. Pre-cooling: One strategy is to pre-cool the interior of the vehicle when connected to a charging station or power source. This allows the air conditioner to work to cool the cabin before passengers get into the car. Precooling helps shorten the time it takes to reach the desired temperature and reduces the discomfort caused by high temperatures.

3. App or Remote Control: Some electric cars offer mobile app or remote control options that allow passengers to adjust the air conditioning system before getting into the vehicle. This allows for remote pre-cooling or heating of the cabin, ensuring a comfortable temperature in the cabin when passengers are ready to drive.

4. Vehicle integration with the electric grid: Electric vehicles connected to the smart Grid infrastructure can use the grid's energy data and load management capabilities. By intelligently scheduling the operation of the charging and air-conditioning system during off-peak periods or with high production of renewable energy, the overall energy efficiency of the car can be improved while reducing the load on the electrical grid.

5. Thermoregulation systems: electric cars can use advanced thermoregulation systems integrated with the air conditioning system. These systems use complex algorithms to optimize the cooling or heating distribution of various components, such as the battery, electric motor and electrical electronics. By effectively managing the heat load inside the vehicle, the overall performance of the system can be increased and the effects of high temperatures can be reduced.

6. Cabin Air Filtration: Effective cabin air filtration systems can improve the air quality inside the vehicle by removing pollutants, allergens and particles. This not only increases passenger comfort, but also contributes to a healthy and pleasant driving experience.

By implementing intelligent control and prediction strategies, pre-cooling options, remote control capabilities and efficient thermoregulation, air conditioning systems for electric vehicles

can be optimized to provide performance, energy efficiency and comfort even in high temperature conditions. These approaches help create a more pleasant and sustainable driving experience for electric car passengers.

Reducing the car's internal heat load is important to increase the car's fuel economy, as shown in Figure 3. The main task of the air conditioning system is to pass the heat load in the cabin until it reaches a comfortable temperature. In cold weather, the cabin should be heated. In addition, the cabin should be cooled in hot weather.

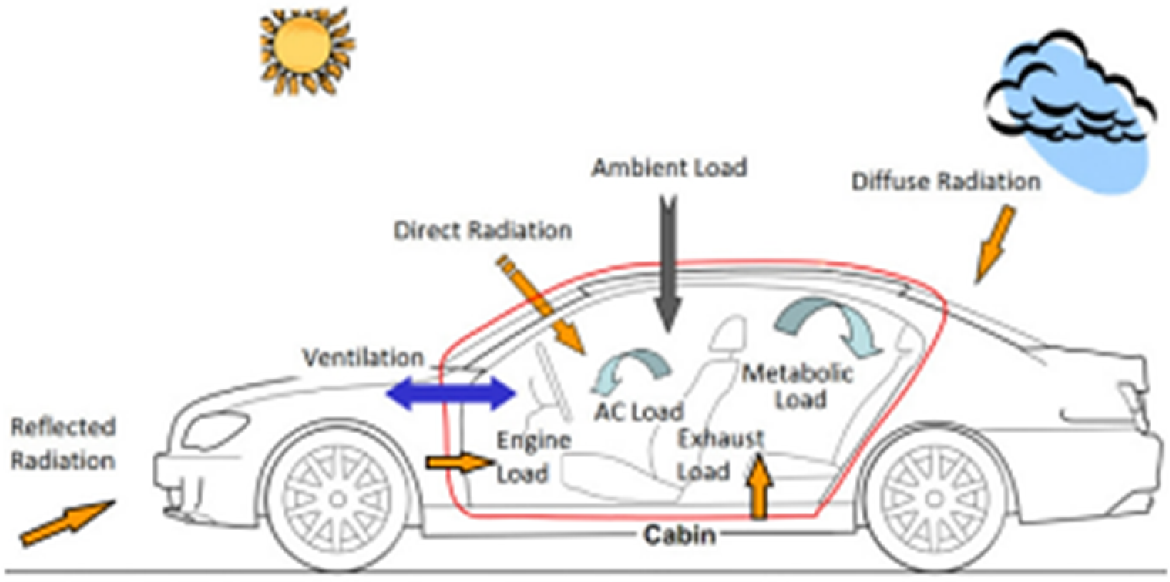


FIGURE 3. Heat balance in the car

2.2. Alternative ways to reduce the temperature in the car interior.

There are several alternative ways to reduce the temperature in the interior of an electric car, rather than relying solely on the air conditioning system. Here are some effective ways:

1. Pre-cooling: Before getting into the car, use the remote control or mobile app to turn on the air conditioning system and pre-cool the cabin while the car is still connected to the power source. This helps to reduce the temperature in the cabin before driving.

2. Ventilation mode: Instead of using the air conditioning system, switch the ventilation mode to draw in outside air and create air flow inside the vehicle. This helps to dissipate heat and cool the cabin.

3. Sun Shades and Window Shades: Use sun shades or window shades to block direct sunlight and reduce solar heat gain. This significantly lowers the temperature inside the car, reducing the need for excessive cooling.

4. Park in shady areas: Park your electric car in shady areas whenever possible to minimize exposure to direct sunlight. This prevents the cabin from overheating.

5. Open windows or sunroof: If the temperature outside is lower than inside, opening the windows or sunroof will help to let the hot air out and provide fresh air circulation by lowering the overall temperature.

6. Cabin pre-conditioning: Some electric cars offer cabin pre-conditioning capabilities that allow you to pre-set the desired temperature in the cabin. This feature uses the vehicle's battery charge to cool the cabin before starting the journey.

7. Seat ventilation: If your electric car has ventilated seats, use this feature to keep you cool and comfortable. Ventilated seats circulate air through the seat cushion and back to provide a cooling effect.

8. Natural ventilation: Before getting into the car, briefly open the doors or windows to let hot air out and fresh air in. Be aware of safety hazards and only do so under safe conditions.

9. Anti-reflective inner curtains: Using anti-reflective inner curtains on the windshield and other windows helps block sunlight and reduce heat absorption inside the vehicle.

By using these alternative methods, you can reduce the temperature inside the electric car without relying solely on the air conditioning system, which can help save energy and improve driving quality.

3. Factors affecting the air conditioning load on the engine

3.1. **Climatic conditions.**

Depending on the battery technology, climate conditions can affect electric vehicles (EVs) differently. Some climatic conditions that can affect the performance and range of an electric vehicle are as shown in Figure 15:

1. Temperature: Hot and cold temperature extremes can affect the efficiency and range of an electric car. Battery performance may decrease in cold weather, resulting in reduced range. On the other hand, in hot weather, the battery may have trouble regulating its temperature because energy is needed to cool it down, which can also affect range.

2. Humidity: a high level of humidity does not directly affect the operation of electric cars, but it can cause discomfort in the cabin. Electric cars equipped with air conditioning systems help regulate humidity levels and maintain comfortable conditions.

3. Precipitation: rain, snow and other types of precipitation do not significantly affect the operation of electric cars. However, for safety reasons, it is important to drive carefully and adapt to changing road conditions.

4. Altitude: Driving at altitude can affect range due to less air and less oxygen, which can affect battery performance. However, compared to traditional vehicles with an internal combustion engine, the impact is less.

5. Wind: Wind conditions can affect a vehicle's aerodynamics, which can affect energy consumption and range. A headwind can increase drag and decrease efficiency, while a tailwind can have the opposite effect.

It should be noted that electric car manufacturers design their vehicles for use in a wide range of climatic conditions. Battery management systems, thermoregulation systems and other technologies are used to optimize performance and reduce the impact of climate conditions on electric vehicles. In addition, advances in battery technology and vehicle design continue to improve the performance and range of electric vehicles in a variety of climates.

15 pictures. Physical parameters and modes of heat transfer affecting the passenger compartment

3.2. **Conditions in the salon.**

Conditions in the electric car cabin are designed to provide comfort and convenience to passengers. Some key aspects of conditions in an electric car cabin are:

1. Temperature control: Electric cars are usually equipped with climate control systems that allow passengers to set and maintain the desired temperature in the cabin. These systems use electrically driven compressors or heat pumps to cool or heat the cabin air as needed.

2. Zone Climate Control: Some electric cars offer Zone Climate Control, which allows you to set different temperatures in different areas of the cabin. This allows passengers to individually choose the level of comfort depending on the position of the seats.

3. Air Distribution: Electric cars use strategically placed air vents to deliver conditioned air to different areas of the cabin. The air distribution system ensures uniform air flow and temperature throughout the cabin, ensuring optimal comfort for all passengers.

4. Air quality: Electric cars are often equipped with advanced air filtration systems to maintain good cabin air quality. These systems help remove particles, allergens and pollutants, providing a healthier environment for passengers.

5. Noise reduction: Electric cars have quieter cabins compared to traditional internal combustion engine vehicles because they do not have the noise of an internal combustion engine. Electric cars typically use soundproofing materials and technologies to reduce outside noise, creating a quieter driving experience.

6. Seat Comfort: Electric cars often favor comfortable seats to improve the overall driving experience. They can be equipped with adjustable seats that are heated, ventilated and even have massage functions for maximum comfort during the trip.

7. Infotainment systems and connectivity: Electric car cabins are often equipped with advanced infotainment systems that provide entertainment, navigation and communication capabilities. Passengers can access a variety of apps, control music, make calls, and pair their smartphones for convenient driving.

8. Interior lighting: Electric cars often have exterior lighting options that allow passengers to adjust the interior lighting to their liking. This can contribute to creating a pleasant and personalized atmosphere inside the car.

9. Storage and ergonomics: Electric cars are designed with practicality in mind, offering spacious storage compartments and convenient controls. In the layout and design of the cabin, priority is given to ergonomics, which provides easy access to controls and functional space for passengers.

The conditions in the electric car salon are aimed at providing passengers with a comfortable, quiet and technologically advanced environment. Manufacturers are constantly updating and improving cabin features to improve the overall driving experience and meet the expectations of electric car owners.

$$\dot{Q}_{\mathrm{Tot}} = \dot{Q}_{\mathrm{Met}} + \dot{Q}_{\mathrm{Dir}} + \dot{Q}_{\mathrm{Dif}} + \dot{Q}_{\mathrm{Ref}} + \dot{Q}_{\mathrm{Amb}} + \dot{Q}_{\mathrm{Exh}} + \dot{Q}_{\mathrm{Eng}} + \dot{Q}_{\mathrm{Ven}} + \dot{Q}_{\mathrm{AC}} \tag{1}$$

All of the above Q values represent thermal energy per unit of time; $\dot{Q}_T ot$-net total thermal load of the cabin; $\dot{Q}_{\mathrm{met}}$-metabolic load; $\dot{Q}_{\mathrm{Dir}}$, $\dot{Q}_{\mathrm{Dif}}$ and $\dot{Q}_{\mathrm{Ref}}$-direct, scattered and reflected radiation load, respectively; $\dot{Q}_{\mathrm{Amb}}$-load on the environment; $\dot{Q}_{\mathrm{Exh}}$ and $\dot{Q}_{\mathrm{Eng}}$ these are the loads on the exhaust gases and the engine due to the high temperature of the exhaust gases and the engine. Thus, the term $\dot{Q}_{\mathrm{Ven}}$ refers to the loads generated by ventilation, and the $\dot{Q}_{\mathrm{AC}}$ heat load is generated by the AC cycle. Figure 16 schematically shows the various heat loads that occur in the cab of a conventional vehicle.Some of the above loads pass through the plates and components of the car, while others do not depend on the surface elements of the cabin.

Figure 16 schematically shows the various heat loads that occur in the cab of a conventional vehicle. Some of the above loads pass through the plates and components of the car, while others do not depend on the surface elements of the cabin.

Each heat load is calculated taking into account the forecasts of the quasi-stationary state. Load calculations are performed with a time step in the period of interest to us, and after each time step, all components of the load are summed up algebraically, and the temperature of the new air temperature and surface elements in the cabin is calculated by the Formula 2 [15].

$$\Delta T_i = \frac{Q_{\mathrm{Tot}}}{m_a c_a + \mathrm{DTM}} \Delta t \tag{2}$$

$$\Delta T_s = \frac{Q_s}{m_s c_s} \Delta t \tag{3}$$

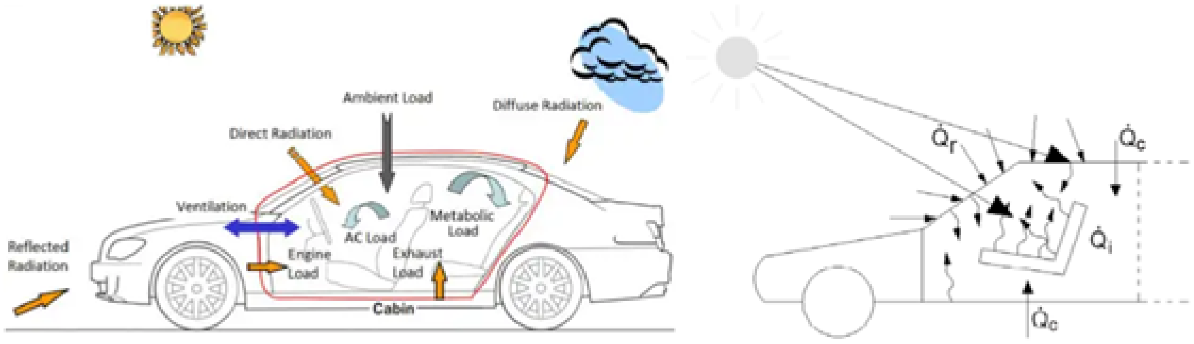


FIGURE 4. Schematic representation of heat loads in a typical vehicle cab

Where T_i and T_s are changes in cabin temperature and surface elements in the current time step. DTM is the sum of all deep thermal masses, that is, the sum of the thermal inertia of all objects in the cabin, except Air. These facilities include dashboard components integrated into the model, where the seat design, dashboard and air cabin are central. m_s and c_s are the mass and specific heat capacity of each surface element, $\dot{Q}_s = \dot{Q}_{s,\mathrm{Rad}} + \dot{Q}_{s,\mathrm{Amb}}$ - - the net heat transfer capacity of the surface element,which includes heat transfer from radiation $\dot{Q}_(s, rad))$ and heat transfer from the environment $\dot{Q}_(s, amb))$. Metabolic load. As a result of metabolic activity, heat and moisture are constantly released in the human body (i.e. sweat). This heat travels through body tissues and eventually enters the cabin air. This value is considered as an increase in the amount of heat emitted by the cabin air and is called metabolic load. The metabolic load can be calculated as follows.

$$\dot{Q}_{\mathrm{Met}} = \sum_{\mathrm{Passengers}} MA_{\mathrm{Du}} \tag{4}$$

Where M is the metabolic heat capacity of the participant. It is defined in the ISO 8996 table based on various criteria such as class type and activity level. The value can be estimated at 85 $W/m2$ for the driver and 55 $W/m2$ for the seated passenger. Dubois A_due, which evaluates body surface area as a function of height and weight.

$$A_{\mathrm{Du}} = 0.202W^{0.425}H^{0.725} \tag{5}$$

where W and H are the weight and height of the passenger, respectively.

Radiation Load The increase in heat caused by solar radiation accounts for a significant part of the vehicle cooling load; according to ASHRAE, the solar thermal load can be divided into direct, scattered and reflected radiation load. Direct sunlight is the part of sunlight that falls directly on the surface of the car body.

$$\dot{Q}_{\mathrm{Dir}} = \sum_{\mathrm{Surfaces}} S\tau\dot{I}_{\mathrm{Dir}}\cos\theta \tag{6}$$

where I_Dir is the heat transfer coefficient of direct radiation to the area, θ is the angle between the normal size of the surface and the position of the sun in the sky, τ and S are the width of the Strip and the surface area of the surface element, respectively.Radiation loads before sunrise and after sunset are ignored. The coefficient of direct radiation heat transfer per unit area is determined by the following equation.

$$\dot{I}_{\mathrm{Dir}} = \frac{A}{\exp\left(\frac{B}{\sin\beta}\right)} \tag{7}$$

Where A and B are constants listed in the ASHRAE Handbook of Fundamentals table. β is the height calculated depending on the location and time. Diffuse radiation is the part of sunlight that results from indirect radiation on the Earth's surface. On cloudy days, most of the solar radiation comes from this scattered radiation. The coefficient of thermal amplification of the emitted radiation is determined by the following equation:

$$\dot{Q}_{\text{Dif}} = \sum_{\text{Surfaces}} S\tau\dot{I}_{\text{Dif}} \tag{8}$$

Similarly, I_Dif is the heat emission coefficient of scattered radiation per unit area, which is calculated as follows.

$$\dot{I}_{\text{Dif}} = C\dot{I}_{\text{Dir}}\frac{1+\cos\Sigma}{2} \tag{9}$$

Where θ is the angle of inclination of the surface measured in the horizontal plane, and the values of C are given in Table B. reflected radiation is part of the heat amplification of radiation reflected from the ground and falling on the surface of the car body. The reflected radiation is calculated using the following equation.

$$\dot{Q}_{\text{Ref}} = \sum_{\text{Surfaces}} S\tau\dot{I}_{\text{Ref}} \tag{10}$$

I_Ref-coefficient of thermal gain of reflected radiation per unit area

$$\dot{I}_{\text{Ref}} = (\dot{I}_{\text{Dir}} + \dot{I}_{\text{Dif}})\rho_g\frac{1-\cos\Sigma}{2} \tag{11}$$

Where p_g is the reflection coefficient of the Earth. Depending on the absorption capacity of each surface element, some of the incoming radiation charge can be absorbed by that surface, causing its temperature to rise. Therefore, the total amount of heat absorbed by each surface element with respect to radiation can be written as follows.

$$\dot{Q}_{s,\text{Rad}} = S\alpha(\dot{I}_{\text{Dir}}\cos\theta + \dot{I}_{\text{Dif}} + \dot{I}_{\text{Ref}}) \tag{12}$$

Where α is the absorption capacity of the surface.

Environmental burden The load on the surrounding deck is part of the heat load transferred to the air in the cabin due to the temperature difference between the environment and the air in the cabin. External convection, conduction through hull panels, and internal convection are involved in the overall heat exchange between the deck and interior. Equation (12) shows the general shape of the environmental load model.

$$(\dot{Q})_{\text{Amb}} = \sum_{\text{Surfaces}} SU(T_s - T_i) \tag{13}$$

Where U is the total heat transfer coefficient of the surface element. T_s and T_i is the average surface temperature and the average temperature inside the Cabinet. U has several components, including internal convection, surface conduction, and external convection. This can be written as follows.

$$U = \frac{1}{R} \tag{14}$$

$$R = \frac{1}{h_0} + \frac{\lambda}{k} + \frac{1}{h_i} \tag{15}$$

Where R is the total heat resistance per unit surface area. where h_0 and h_i are the external and internal convection coefficients, k is the thermal conductivity of the surface, and λ is the thickness of the surface element. You can easily measure the thermal conductivity and surface thickness of the vehicle. $h_(0)$and and $h_convection$ coefficients depend on the direction of the

surface and the air velocity. Here, the following estimates are used to estimate the convective heat transfer coefficient depending on the speed of the vehicle.

$$h = 0.6 + 6.64\sqrt{V} \tag{16}$$

Where h is the convective heat transfer coefficient $W/m2k$, and V is the speed of the vehicle m/s.the air in the cabin is considered constant, and the speed of the surrounding air is considered equal to the speed of the car. Numerical modeling can also be used to represent a model of very accurate convection coefficients, taking into account the different aspects and positions of each surface component. As with the above radial loads, part of the external load on the surface of the housing is absorbed by the material of the housing plate. The decking or loss of each element of the surface is the difference between the heat released from the environment and the heat emitted by the WTO. So we can register the heat absorbed by the network.

$$(\dot{Q})_{s,\text{Amb}} = S \cdot U(T_o - T_s) - S \cdot U(T_s - T_i) = S \cdot U(T_o - 2T_s + T_i) \tag{17}$$

Where T_o, T_i, and T_s - average temperature of the environment, cabin and surface. Exhaust gas load. Conventional electric and hybrid vehicles have an internal combustion engine (ICE) that produces exhaust gases. The temperature (EGT) of the exhaust gases can reach 1000 °C.due to the high temperature of the exhaust gases, part of their heat can be transferred from the cabin floor to the cabin. Taking into account the area of the lower surface in contact with the exhaust pipe, the heat load of exhaust gases entering the cabin can be written as follows.

$$\dot{Q}_{\text{Exh}} = S_{\text{Exh}} \cdot U(T_{\text{Exh}} - T_i) \tag{18}$$

Where U is the total heat transfer coefficient of the surface elements in contact with the exhaust pipe, and since the temperature of the exhaust gases is measured outside the subsurface, in the absence of external convection (13) is calculated by equation S_Exh is the soil surface that affects the temperature of the exhaust pipe, and T_Exh is the temperature of the exhaust gases. Temperature of the exhaust gases in Celsius.

$$T_{\text{Exh}} = 0.138\,\text{RPM} - 17 \tag{19}$$

Here RPM is the engine speed per minute. Load on the engine. In addition to the above emissions, hot engines in conventional or hybrid vehicles can contribute to internal heat pollution. Equation (18) shows the concept used to calculate the heat load of an engine.

$$\dot{Q}_{\text{Eng}} = S_{\text{Eng}} \cdot U(T_{\text{Eng}} - T_i) \tag{20}$$

Where U is the total heat transfer coefficient of the surface elements in contact with the engine, and S_Eng is the surface area exposed to the engine temperature. Since the engine temperature is measured outside the front surface, if there is no external convection, the total heat transfer coefficient can be calculated using Equation (13). T_Eng -engine temperature

$$T_{\text{Eng}} = -2 \times 10^{-6}\,\text{RPM}^2 + 0.0355\,\text{RPM} + 77.5 \tag{21}$$

Ventilation load To maintain air quality, fresh air can enter the cabin for passengers in July. When passengers breathe, the CO2 concentration increases linearly over time. Therefore, in order to maintain the comfort of passengers, a minimum flow of fresh air must be provided in the cabin. Arndt and Sauer reported in July that the need for fresh air for ordinary vehicles for various passengers was minimized. For example, a passenger needs at least 13 % fresh air. July. On the other hand, Fletcher and Saunders reported airflow in different vehicles. They showed that for conventional or typical vehicles, leakage is due to the pressure difference between the cabin deck and the environment and the speed of the vehicle. A 0.02 m^2/s leak was reported for a small sedan with a pressure drop of 10 pa. The cabin pressure is usually slightly higher than the ambient pressure due to the air conditioning and ventilation system. Thus, the ventilation load must take into account the speed of the incoming air flow. In addition, it is assumed that

the pressure generated during continuous operation remains constant. Therefore, it is assumed that the ambient air enters the cabin at ambient temperature and relative humidity, and the same flow leaves the cabin at temperature and relative humidity. According to cyclometric calculations, the heat output of ventilation consists of concrete and hidden loads. Taking into account the flow of fresh air into the cabin, these two conditions are clearly calculated to increase the heat.

$$\dot{Q}_{\text{Ven}} = \dot{m}_{\text{Ven}}(e_0 - e_i) \tag{22}$$

Where m_Ven is the mass consumption of ventilation, and e_o and e_i are the enthalpy of the environment and cabin, respectively. Calculated by enthalpy.

$$e = 1006T + (2.501 \times 10^6 + 1770T)X \tag{23}$$

Where m_ven is the volume of ventilation, T is the air temperature, and X is the ratio of humidity to one gram of dry air to one gram of water. The humidity coefficient is calculated as a function of the relative humidity of the flow, where e_0 and e_i are the enthalpy of the medium and Cabinet, respectively. Calculated by enthalpy.

$$X = 0.62198 \frac{\phi P_s}{100P - \phi P_s} \tag{24}$$

Where is the relative humidity, p is the air pressure, and P_s is the saturation pressure of water at T temperature.

AC loads

The task of the air conditioning system is to compensate for other thermal loads so that the cabin temperature remains within the acceptable comfort range in December. In the cold season, the cabin requires a positive variable load (heating). In contrast, a negative variable load (cooling) is required to maintain favorable conditions in warm conditions. The specific load generated by the AC system depends on the parameters of the system and its operating conditions. In this work, the AC cycle (or heat pump) provides the calculated heat load.

$$\dot{Q}_{AC} = -(\dot{Q}_{Met}+\dot{Q}_{Dir}+\dot{Q}_{Dif}+\dot{Q}_{Ref}+\dot{Q}_{Amb}+\dot{Q}_{Exh}+\dot{Q}_{Eng}+\dot{Q}_{Ven})-(m_a c_a+DTM)(T_i-T_{\text{comf}})/t_c \tag{25}$$

T_comf is the target comfortable temperature commonly used and defined by the ASHARE standard. This is the target volume temperature of the cabinet, which is considered useful in the conditions in question. t_c is a constant return value that determines the total return time. Shooting time is defined as the time it takes for the temperature inside the Cabinet to reach a comfortable temperature within 1k.

$$t_c = \frac{t_p}{\ln |T_o - T_{\text{comf}}|} \tag{26}$$

Here T_o is the initial temperature of the Cabinet. Of course, the actual variable load depends on the size and design of the system. The load of this system may depend on the speed of the compressor and fan. The actual energy consumption in the cycle must be estimated taking into account the corresponding efficiency factor (efficiency) for the Steam compression cycle. In this study (23), the equation was used as a guide to analyze the operation of air conditioning systems in conventional vehicles. This shows that the analysis of various conditioning cycle scenarios can help determine the effective size and control of the conditioning cycle.

4. Quantitative research

The numerical calculation is based on the car model of Ford focus electric.

4.1. **Parameters of the Report.**

- Month: July
- Time: from 13:00 to 16:00
- Location: Almaty
- Driver's height: 1.84 m
- Driver weight: 84 kg
- Passenger height: 1.64 m
- Passenger weight: 55 kg
- Fan flow: 0.1 m/s
- Reflection coefficient from the ground: 0.02
- Ambient temperature: 35°C
- Starting temperature in the cabin: 80°C
- Relative humidity of the environment: 70%
- Relative humidity in the cabin: 50%
- Comfortable temperature: 23°C
- Descent time: 10 min (600 SEC)
- Deep thermal mass: 5600 J/K

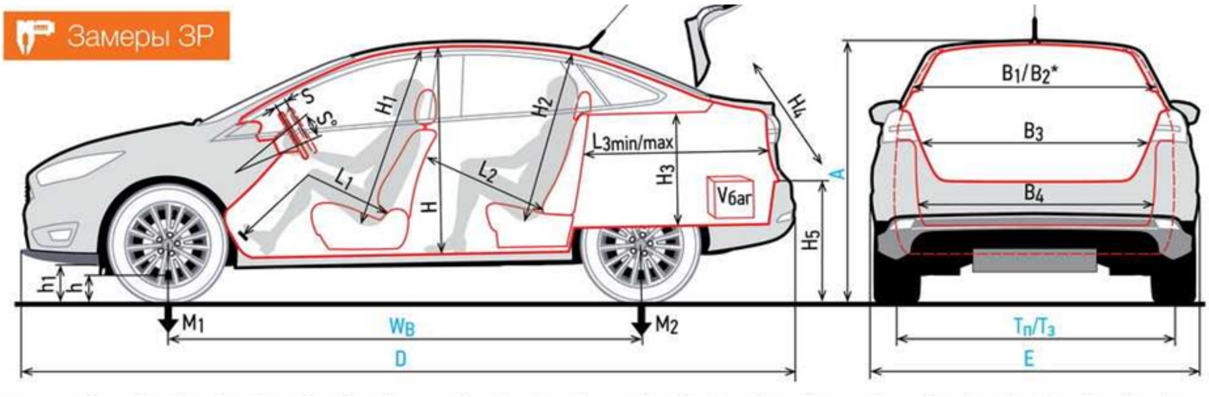


Figure 5. Ford Focus Electric front view, Rear view and Side view

Material Properties

Properties	Glass Vehicle Body 1	Glass Vehicle Body 2
Conductivity (W/mK)	1.05	0.2
Density (kg/m^3)	2500	1500
Bandwidth	0.5	0
Absorption capacity	0.3	0.4
Specific heat capacity (J/kgK)	840	1000
Thickness (mm)	3	10

5. Quantitative research results

Car air conditioning systems and ordinary air conditioning systems have many similarities: the duty cycle of both systems is a cooling cycle with a steam compressor. The ideal cooling system Tuesday consists of four reversible thermodynamic processes: isoentropic compression, isothermal heat dissipation, isoentropic expansion and recyclable isothermal heat dissipation the cooling Tuesday consists of four reversible thermodynamic processes: isoentropic compression, isothermal heat dissipation, isothermal heat dissipation and isothermal heat dissipation. It is useful to place the Carnot cycle under a saturated dome, as the isothermal heat addition and heat release process can be changed by the WTO through a phase transition process at constant

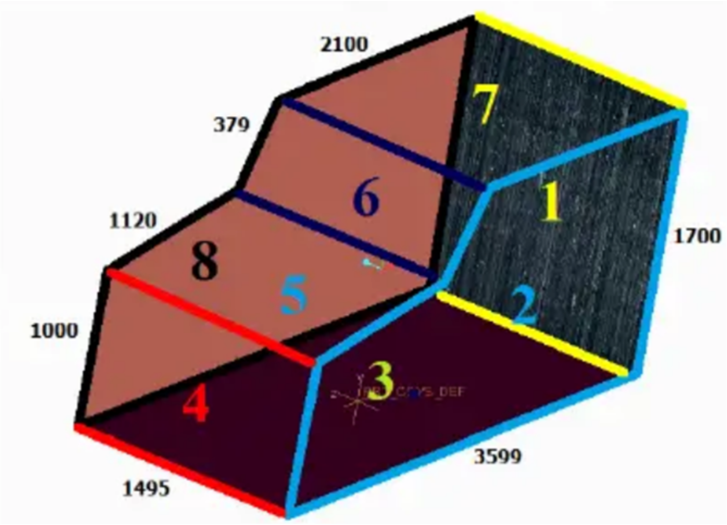


FIGURE 6. Cabin geometry

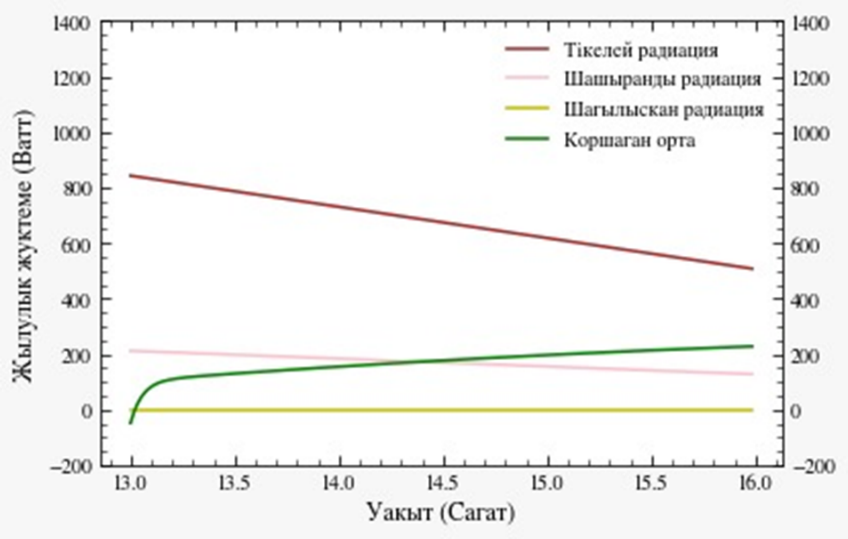


FIGURE 7. The result of the cooling of the room in a given time interval

pressure. The working environment of the cooling cycle is called cooling. However, there are practical difficulties with wet compression and wet expansion. Therefore, wet compression is replaced by dry, saturated steam compression, and wet expansion is replaced by an opening process. With these changes, the Carnot cycle also changes. All processes are called standard, except for the processing process, as shown in Figure 24 . it is considered reversible.

Real-cycle decks contain irreversible factors such as the temperature difference between the heat source and the refrigerant in the evaporator, as well as between the refrigerant and the refrigerant in the condenser. Steam entering the compressor can overheat and cause hypothermia of the condenser. Compression processes also differ from isoentropy processes. Rice illustrates the compression cycle with steam overheating and hypothermia. Shown in Figure 25th at points 1 and 3 T-s and P-H 4. from Point 4, the 4th process is the release of heat from the WTO air until it is saturated. The pressure deck in process 4 is caused by friction between the coolant and the inner walls of the pipe. Process E-1 overheating in the suction line indicates an increase in heat and steam.

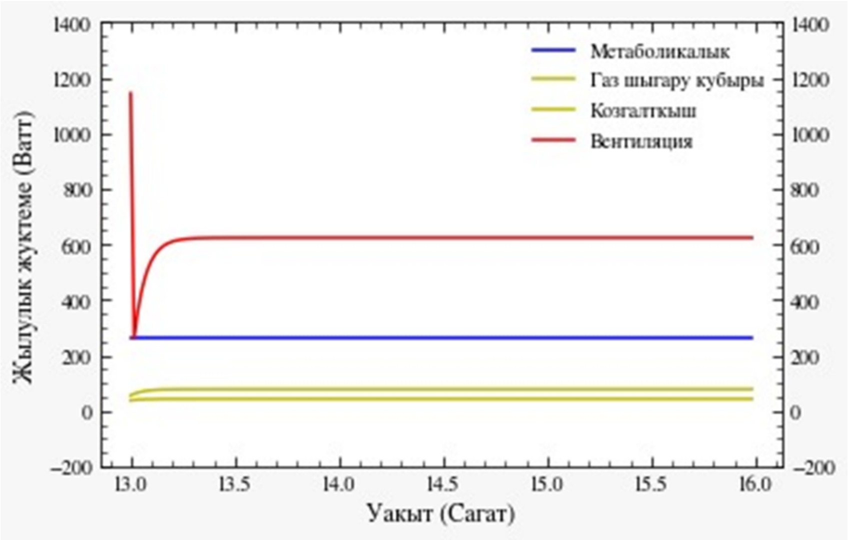


FIGURE 8. The result of the cooling of the room in a given time interval, Internal influencing factors

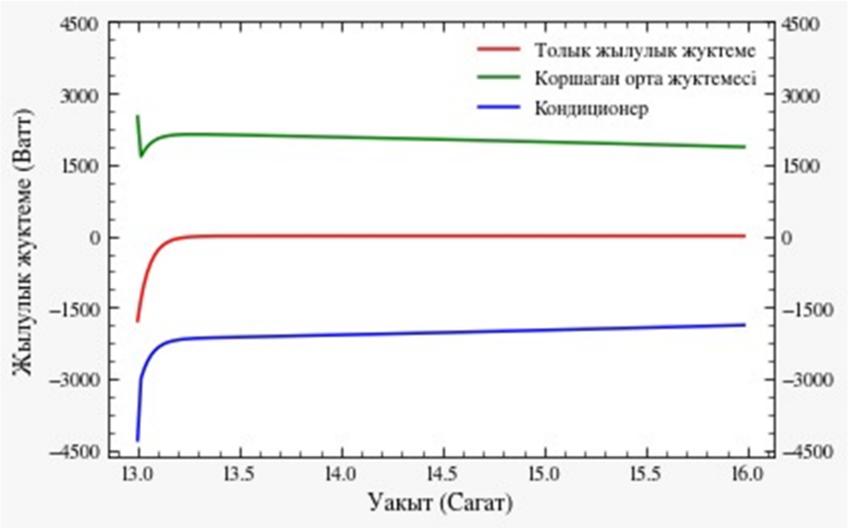


FIGURE 9. With the surface of temperature falling over time, our graph of relative origin

Figure 1-A shows the pressure drop at the compressor inlet valve, as shown in Figure 26. 1-b process-polytropic compression process. The process shows a pressure drop in the B-2 safety valve. Process 2-C implies heat loss and overheating of the steam line. The C-D process is the heat loss relative to the surrounding air when the pressure in the condenser decreases. The D-3 process is the hypothermia of the liquid from saturation. The process consists of 3-4 processing processes.

6. Conclusion

The reason this study considers a car's intelligent climate control system is to provide a thermostatic environment inside the vehicle for the driver and passengers. When a low-power climate control system is operating, the system can calculate the total heat load of the vehicle and provide alternative cooling performance to compensate.

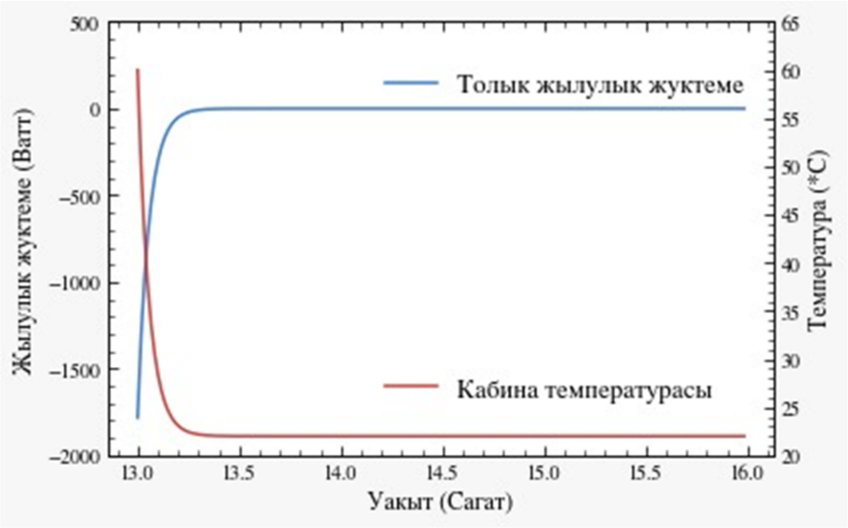


FIGURE 10. The result of temperature over time

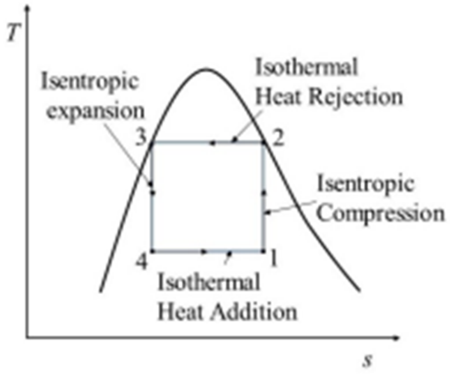


FIGURE 11. Carno reverse cycle for cooling.

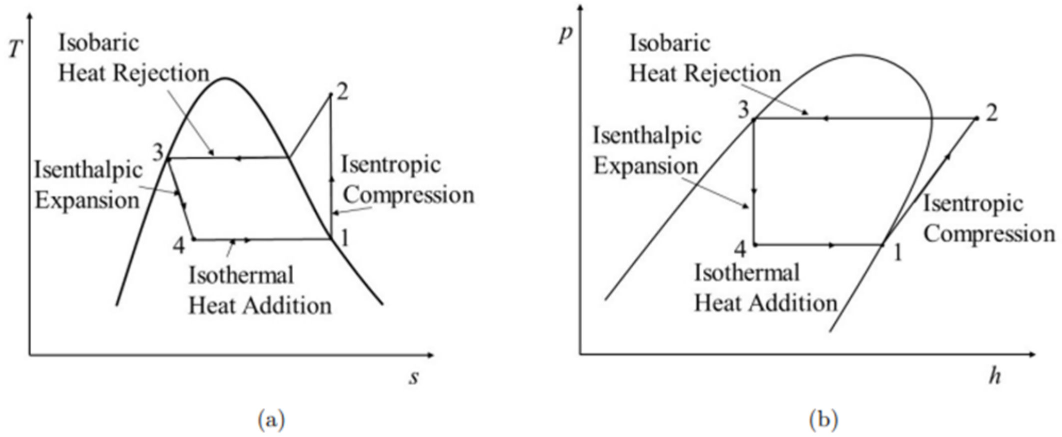


FIGURE 12. Standard Steam compression cycle

Mathematical models of heat transfer phenomena are used to calculate loads for different categories. Mathematical models of load calculation are developed and collected from various sources to evaluate loads. Assumptions have been made about the concentrated bodies.

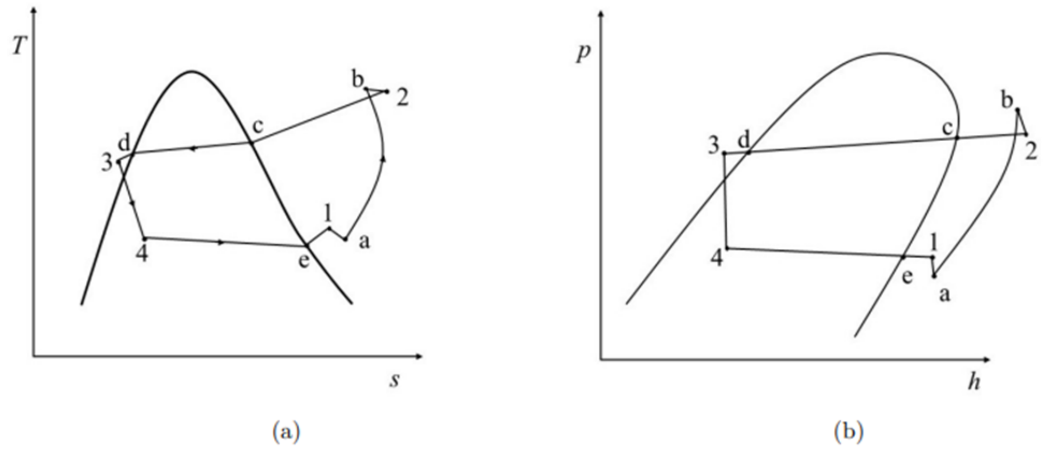


FIGURE 13. Precise steam compression cycle

When operating the Ford Focus Electric, specific material characteristics and simplified geometry are taken into account. some categories of loads, such as engine, exhaust emissions, and reflected radiation, are usually negligible, while others, such as loads for the environment and internal ventilation, are negligible.

The results of the experiments show that the planned system will significantly benefit from thermostatic control of the car's air conditioning system. The average deck temperature can be maintained between 23°C and 25°C.

The purpose of this study is to provide a basis for assessing the thermal load in the cabin. By calculating the load, you can calculate the cooling performance and determine the required cooling ton.

REFERENCES

[1] Welstand, J., Haskew, H., Gunst, R. and Bevilacqua O. "Evaluation of the Effects of Air Conditioning Operation and Associated Environmental Conditions on Vehicle Emissions and Fuel Economy" // SAE Technical Paper. -2003. - PP. 13-14.
[2] Lambert, M.A., and Jones. B.J. Automotive Adsorption Air Conditioner Powered by Exhaust Heat. Part 1: Conceptual and Embodiment // Journal of Automobile Engineering. -2006. – PP.4-5.
[3] Johnson, V. Fuel Used for Vehicle Air Conditioning: A State-by-State Thermal Comfort-Based Approach // SAE Technical Paper, -2002. - PP.22-26.
[4] Fanger, P. O. Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering. // Danish Technical Press. -1972. - PP.45-78.
[5] Ingersoll, J., Kalman, T., Maxwell, L., and Niemiec, R. Automobile Passenger Compartment Thermal Comfort Model - Part II: Human Thermal Comfort Calculation. // SAE Technical Paper. - 1992. - PP.133-140.
[6] ASHRAE Handbook of Fundamental, American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning. // Atlanta: GA. - 1988. - PP.77-81.

DESIGN OF THE IMPELLER OF A CENTRIFUGAL PUMP USING THE LAW OF AFFINITY

BEKET BODAU[1,2], AIDARKHAN KALTAEV[1], ZHASULAN BAZARLINOV[3]

[1]Department of Mechanical Engineering, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[2]Department of Mechanics, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[3]Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan

e-mail: beket.bodau19@gmail.com

Abstract. This paper investigates the application of the law of affinity in the design of centrifugal pump impellers. It presents a comprehensive analysis of the relevant theory, models for calculating pump data and performance. Based on the law of affinity, an empirical mathematical model of the impeller design was developed and implemented using Matlab. The study demonstrates the effectiveness of affinity theory in impeller design and its potential in hydrodynamics.

By using the affinity law, designers can create efficient and economical impeller designs, reducing the need for physical testing. The developed Matlab program allows engineers to evaluate various impeller configurations and optimize performance. Integration of CFD methods using the law of affinity can optimize the design and optimization of the impeller.

This research serves as a valuable resource for researchers and engineers involved in centrifugal pump impeller design. By integrating the law of affinity, fluid dynamics research can be improved leading to improved pumping systems in various industries.

Keywords: centrifugal pump, impeller design, affinity law, geometric affinity, Matlab program.

AMS Subject Classification: 49-04, 51-02, 51-08, 51-11, 93B27, 93B51, 93B52.

1. Introduction

The principle of affinity theory design is based on the use of a working pump model that demonstrates high performance and reliability in tests. This method makes it possible to determine the dimensions of the designed pump faster and more accurately compared to using statistical data.

The main advantage of accuracy lies in the fact that the designed pump is highly likely to meet the specified parameters (pressure and flow) with maximum efficiency. The main requirement is to choose a affinity model, which should be affinity to the pump being designed. However, how to choose a affinity model for a pump that does not yet exist? The affinity theory is used for this.

The table below shows the calculation of the basic pump data when changing the diameter of the impeller and the rotation speed of the current pump model according to the affinity theory.

1. Values at initial conditions. 2. Values at new conditions.

This work is carried out within the framework of the project BR18574035 "development, development, application of scientific and technological methods and digital tools to increase the productivity and competitiveness of pumps at the level of Industry 4.0 in Kazakhstan" (2022-2024) on targeted program financing. This work was partially supported by Karlskrona LC AB LLP. We sincerely thank all those who participated directly and indirectly in this study.

TABLE 1. Changing the basic pump data according to affinity theory

Diameter Change	Speed Change	Diameter and Speed Change
Flow $Q_2 = Q_1(\frac{D_2}{D_1})$	$Q_2 = Q_1(\frac{n_2}{n_1})$	$Q_2 = Q_1(\frac{D_2}{D_1})(\frac{n_2}{n_1})$
Head $H_2 = H_1(\frac{D_2}{D_1})^2$	$H_2 = H_1(\frac{n_2}{n_1})^2$	$H_2 = H_1(\frac{D_2}{D_1})^2(\frac{n_2}{n_1})^2$
Power $N_2 = N_1(\frac{D_2}{D_1})^5$	$N_2 = N_1(\frac{n_2}{n_1})^3$	$N_2 = N_1(\frac{D_2}{D_1})^5(\frac{n_2}{n_1})^3$
Generalized affinity law not applicable. Proportionality dependent on the specific characteristics of the pump.	$NPSHr_2 = NPSHr_1(\frac{n_2}{n_1})^2$	$NPSHr_2 = NPSHr_1(\frac{n_2}{n_1})^2$

1.1. **Changing the rotation speed.** From Table 1, it can be seen that when the pump rotation speed changes, the Q-H characteristics, power and cavitation, i.e. NPSH, change. Recalculation of the pump characteristics when the rotation speed changes is performed using affinity equations, in particular the affinity law. As shown in Figure 1, each parameter changes proportionally according to the law of affinity. After evaluating the changes, you can understand that the pump meets special requirements. In the next chapter, affinity theory will be used to design a new pump.

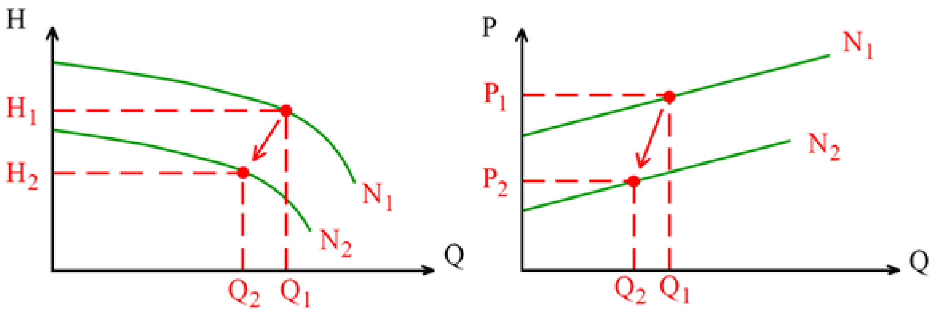


FIGURE 1. Curves of characteristics when changing the speed of rotation

1.2. **A complete explanation of the affinity theory and its principles.** The processes occurring in vane pumps do not have a sufficiently satisfactory theoretical description due to their complexity, therefore it is not possible to theoretically derive calculation formulas. When designing new pumps, so-called affinity formulas based on the theory of affinity of hydraulic phenomena are widely used.

The theory of affinity of hydraulic phenomena is based on the conditions of geometric, kinematic and dynamic affinity.

For plate pumps, the condition of **geometric affinity** means the proportionality of all affinity geometric dimensions (Figure 2) of the flow part, as well as the equality of the calculated angles of the blades and the same number of them :

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{b_2}{b_1} = \frac{s_2}{s_1} = K_l, \quad (1)$$

$$\beta_2 = \beta_1, \qquad \alpha_2 = \alpha_1, \qquad z_2 = z_1, \quad (2)$$

Here $D_2, b_2, s_2, \beta_2, \alpha_2, z_2$ - dimensions, angles and number of blades of the designed pump;
$D_1, b_1, s_1, \beta_1, \alpha_1, z_1$- for a full-size pump;
K_l - geometric affinity coefficient, linear scale of modeling.

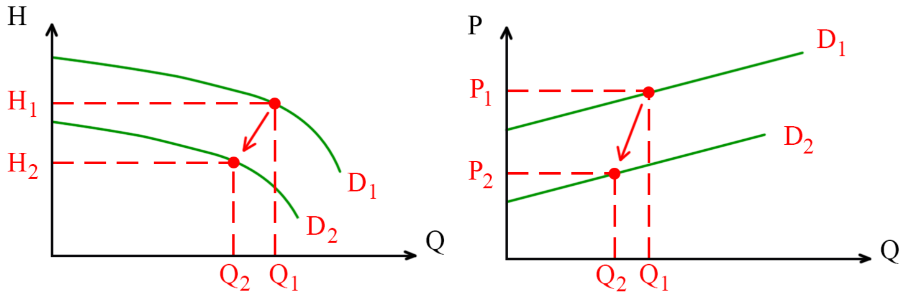


FIGURE 2. Curves of characteristics when changing the wheel diameter

Kinematic affinity occurs when the ratio of velocities applied to affinity points is the same. This means that the velocity triangles at affinity points of the designed and model pumps are affinity (Fig. 3).

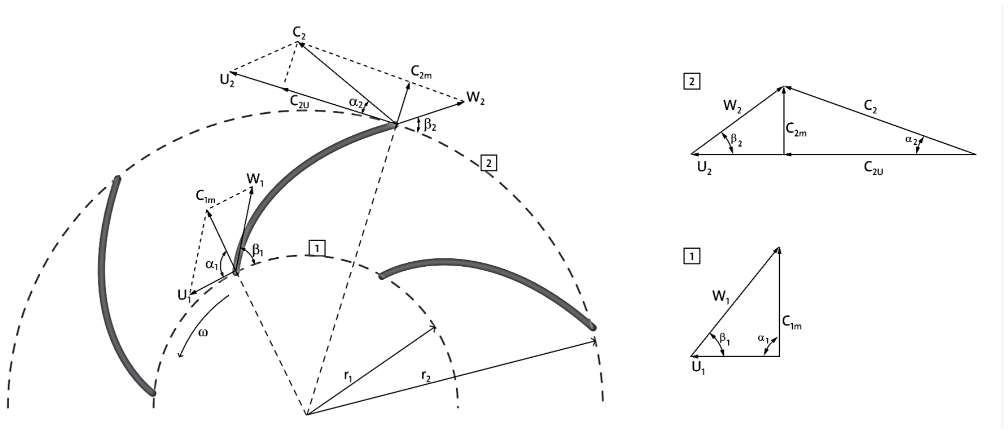


FIGURE 3. Triangles of velocity vectors at the input (1) and output (2)

From the affinity of triangles follows:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{u_2}{u_1} = \frac{w_2}{w_1} = \frac{C_m 2}{C_m 1} = K_v; \tag{3}$$

$$\beta_2 = \beta_1, \qquad \alpha_2 = \alpha_1; \tag{4}$$

$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{\omega_2 R_2}{\omega_1 R_1} = \frac{w_2}{w_1} K_l = \frac{n_2}{n_1} K_l = K_v; \tag{5}$$

K_v - kinematic affinity coefficient.

Dynamic affinity provides affinity of the forces of the same name at affinity points of the flow. All forces in the model flow must be scaled with the same coefficient of relative forces in the calculated flow. The affinity criteria given in Table 2 are derived from these coefficients.

When studying the characteristics of model pumps in hydraulic machines , modeling is carried out according to the criteria of Struhal and Euler . In the case of free flow or flow with internal cavities (developed cavitation), modeling is carried out according to the Froude criterion.

When studying hydraulic losses, this is practically impossible with a large difference in the absolute sizes of the pumps being compared, therefore the condition Re = idem must be met. Therefore, models are tested only in the region of self-affinity flow, where the resistance coefficient is constant with a constant relative roughness of smoothed surfaces.

TABLE 2. The main criteria of dynamic affinity used in the study of pumps

Criteria	Criteria Characteristics	Calculation Formula
Reynolds criterion (Re)	Inertia forces / Friction forces	$Re = (v * l)/v = (p * v * l)/\mu$
The Struchal Criterion (Sh)	Uneven fluid motion	$Sh = (v * l)/v$
Euler Criterion (Eu)	Hydraulic Pressure force / Inertia force	$Eu = p/(p * v^2)$
Froude Criterion (Fr)	Inertia Force / Gravity	$Fr = v^2/(g * l)$

1.3. **Parameters and characteristics of pumps taken into account in the design. Pump affinity criteria.** Now, in order to compare pumps, there must be a criterion showing the affinity of pump design and operating modes.

Several such criteria are used in pumping practice. The main ones are:

1. The specific rotation speed n_u is the rotation speed of the reference pump (geometrically affinity to pumps of this type and operating in the same fluid), developing 1 m of head with maximum efficiency when feeding 1 m^3/s (formula 6).

$$n_u = n\frac{\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}, \tag{6}$$

2. The speed coefficient ns is a reference pump operating in water ($\gamma = 1000kgf/m^3$) with a useful capacity of 0.075 m^3/s, a head of 1 m and a rotational speed at maximum efficiency (formula 7).Knowing the head H, the feed Q and the rotation speed n, the engineer can use a dimensionless parameter called the speed coefficient. It represents changes in H, Q and n that create affinity flow variants in geometrically affinity turbomachines, and is widely used in the design of pumps and the processing of test results (Fig. 4).

$$n_s = 3.65n\frac{\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}, \tag{7}$$

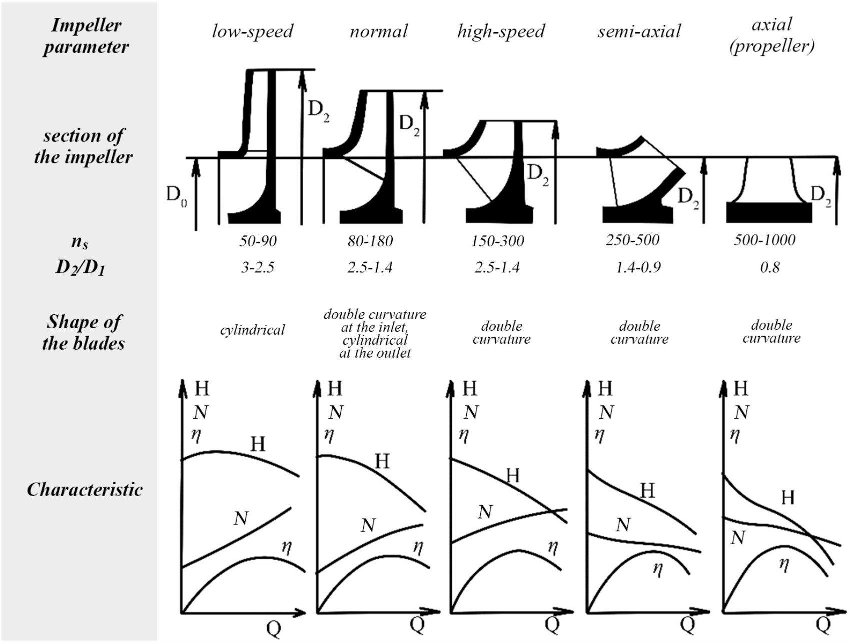


FIGURE 4. The dependence of the actual speed on the type of pump and the form of efficiency

1.4. **Pump specification, technical specifications.** For this study, a horizontal centrifugal cantilever pump CHP 150-315 manufactured by Karlskrona LC AB LLP, located in Shymkent, Kazakhstan, was taken as a full-scale pump. The affinity method was used to reduce the full-scale pump to a smaller model while maintaining geometric, kinematic and dynamic affinity. Geometric affinity was achieved by reducing the size of the pump, kinematic - by maintaining the ratio of speeds and accelerations, dynamic - by equalizing efficiency and maintaining the ratio of forces and moments. The pump model is designed using reduced dimensions and verified by calculations to make sure that it satisfies the affinity conditions. Tables 3, 4 show the basic data and geometric dimensions of the pump CHP 150-315.

From the data provided by the engineering group of the company for the calculation, basic data and basic geometric dimensions of the pump were obtained according to the drawings. These data (Figures 5, 6) are presented below:

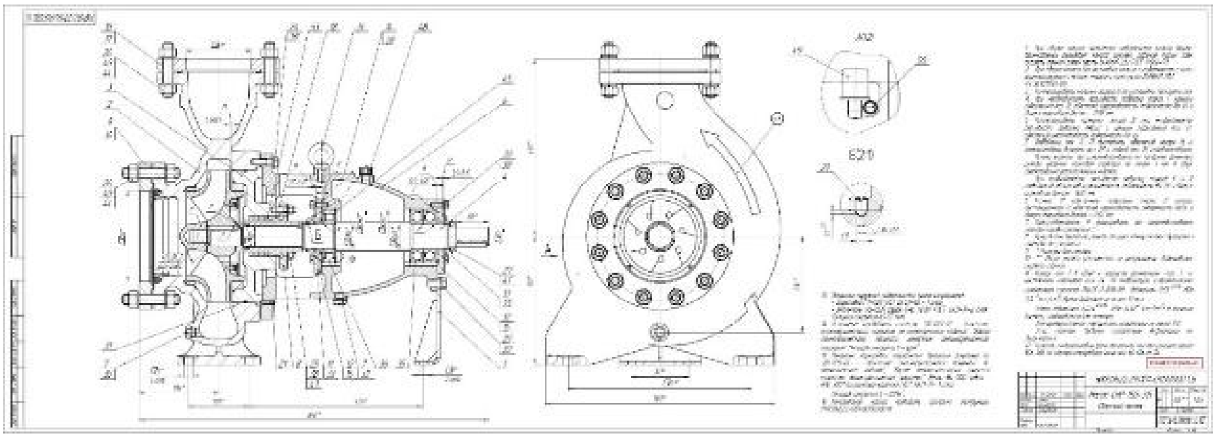


FIGURE 5. Assembly drawing of the pump CHP 150-315

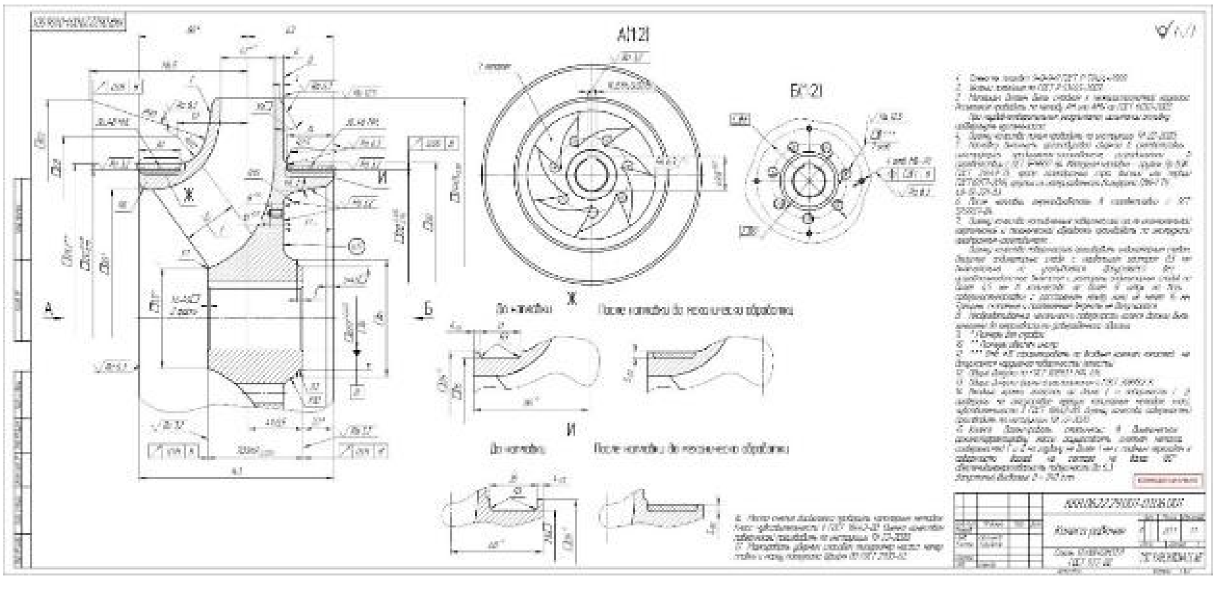


FIGURE 6. Drawing of the impeller of the pump CHP 150-315

Table 3. Basic data of the CHP 150-315 pump

Parameter	Value	Unit of Measurement	Name
Q	300	m^3/h	Pump Feed
H	32	m, water column	Besides the pump
ν	1500	rpm	Pump Shaft Speed
η	62%	-	Efficiency, efficiency
N	45000	W	Power (Electric Motor)
ρ	1029	t/m^3	Density

Table 4. Basic geometric dimensions of the pump CHP 150-315

Parameter	Value	Unit of Measurement	Name
D_0	190	mm	Wheel inlet diameter
D_1	120	mm	Diameter of the beginning of the blades
D_2	324	mm	Outer Diameter
$D_{\text{St g}}$	73.5	mm	Width at the entrance
d_{in}	46	mm	Output width
b_1	70	mm	Hub Diameter
b_2	40	mm	Drive Shaft Diameter
z	7	-	Number of Blades
s	6	mm	Blade Thickness

2. Calculation section

2.1. **Analytical calculation and comparison of the main geometric parameters of the full-scale and projected pump.** For the analytical calculation of the geometric parameters of the centrifugal wheel, the calculations of the authors on the design of Ivanovsky V.N., Lomakin A.A., Mikhailov A.K. were compared, and the method of Ivanovsky V.N. was chosen as the main one. This is due to the fact that in the book "Design and Study of degrees of dynamic pumps" Ivanovsky V.N. considers the theory, the calculation and design of paddle pumps also provides an up-to-date methodology for designing the working stages of electric centrifugal pumps and describes an algorithm for creating 3D models of impellers.

Figure 7 below shows a 3D model of the impellers of two pumps ($Kl = 0.5$). And table 5 shows the constant data.

Figure 7. Visualization of 3D models of standard and design impellers

During the calculation, we will assume that the efficiency of the full-scale and prototype, that is, the efficiency coefficient, is the same, and the liquid used is the same.

Calculation:

According to the law of affinity, basic data were calculated:

Basic data of the pump CHP 150-315: Basic data of the pump CHP 150-315 reduced by 2 times ($Kl = 0.5$):

TABLE 5. Basic data of the designed pump

Parameter	Value	Unit of Measurement	Name
n	1500	rpm	Pump Shaft Speed
Efficiency	62%	-	Efficiency
ρ	1029	t/m^3	Density (sea water)
Z	7	-	Number of wheel blades

TABLE 6. Basic data of the pump CHP 150-315

Parameter	Value	Parameter (Reduced)	Value (reduced)	Unit of Measurement
Q_1	300	Q_1	37.5	m^3/h
H_2	32	H_1	8	m, water column.
n_2	1500	n_1	1500	rpm
η_2	62%	eta_1	62%	-
N_2	45000	N_1	1406.25	W
ρ_2	1.029	ρ_1	1.029	t/m^3

Geometric dimensions of the designed impeller according to geometric affinity (Table 7 shows the values after applying the Kl coefficient to the original dimensions):

TABLE 7. Basic geometric dimensions of the designed pump

Parameter	Value	Unit of Measurement	Name
D_{02}	95	mm	Wheel inlet diameter
D_{12}	60	mm	Diameter of the beginning of the blades
D_{22}	162	mm	Outer diameter
b_{12}	35	mm	Width at the input
b_{22}	20	mm	Output width
$d_{\text{stp } 2}$	36.75	mm	Hub Diameter
$d_{\text{shaft } 2}$	23	mm	Drive Shaft diameter
z_2	7	-	Number of blades
S_2	3	mm	Blade Thickness

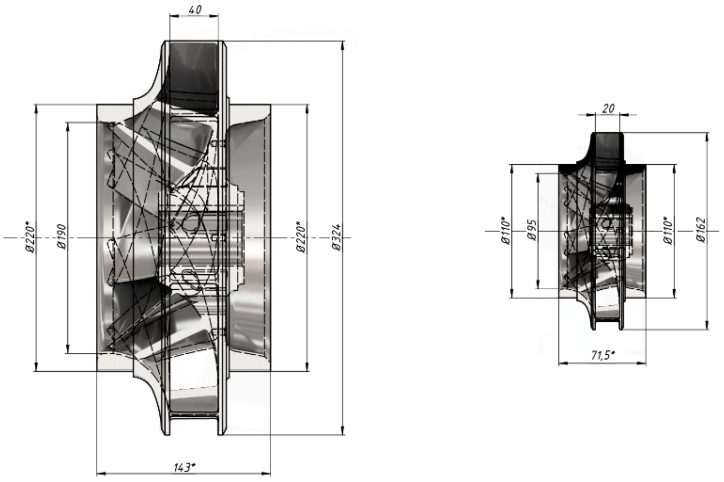


FIGURE 8. The main geometric parameters of the model and projected impellers

According to kinematic affinity, the flow velocities at the inlet and outlet were obtained and triangles of velocity vectors ($Kl = 0.5$) were constructed (Fig. 3.3).

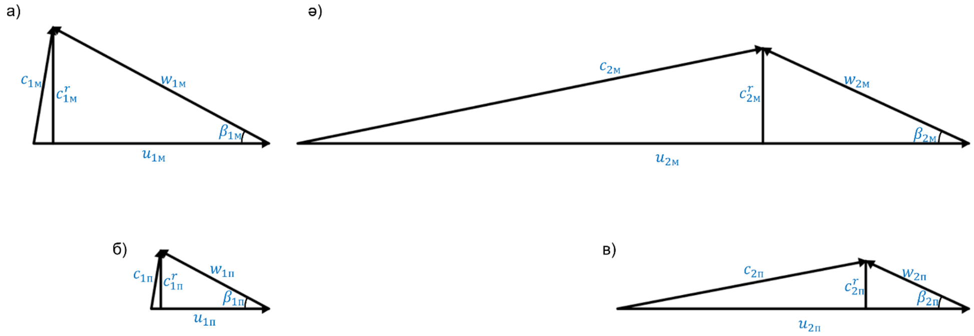


FIGURE 9. Speed triangles for the model and the projected impellers, where: a - at the beginning of the model impeller; b - at the end of the model impeller; b - at the beginning of the calculated impeller; c – at the end of the projected impeller.

The main criteria of the method of affinity by dynamic affinity:

The Struhal Criterion:

$$Sh = C_2m_1/(D_{21} \times n_1) = C_2m_2/(D_{22} \times n_2) \tag{8}$$

$$Sh = 3,77751/(324 \times 10^{-3} \times 1500) = 1,888777/(162 \times 10^{-3} \times 1500) = 0,007773$$

Euler's criterion:

$$Eu = P_1/(C_2{m_1}^2 \times \rho_1) = P_2/(C_2m_2)^2 \times \rho_2) \tag{9}$$

$$P = \rho \times g \times H \tag{10}$$

$$P_1 = \rho_1 \times g \times H_1 = 323023,68Pa, P_2 = \rho_2 \times g \times H_2 = 80755,92Pa$$

$$Eu = 323023,68/(3,77751^2 1029) = 80755,92/(1,888777^2 \times 1029) = 22$$

The Reynolds Criterion:

$$Re = (D_2 \times u_2)/\nu \tag{11}$$

$$Re_1 = (D_{21} \times C_2m_1)/\nu = (0,324 \times 3,77751)/(1,188 \times 10^{-6}) = 1030230$$

$$Re_2 = (D_{22} \times u_{22})/\nu = (0,162 \times 1,888777)/(1,188 \times 10^{-6}) = 257560,5$$

$$Re_2/Re_1 = 0,25$$

To simplify the choice of the model, considering that both the designed pump and the model operate in the field of self-affinity friction at Re ¿ 10^5, like most centrifugal pumps, the equality of the Reynolds criteria is ignored, i.e. the friction forces in the pumps do not depend on the viscosity, the influence on the shape of the fluid movement and the value of the resistance coefficient is not renders.

The Froude Criterion:

$$Fr = (C_2m)^2/(g \times D_2)(3.27) \tag{12}$$

$$Fr_1 = (C_2m_1)^2/(g \times D_{21}) = 3,77751^2/(9,81 \times 0,324) = 4,4849$$

$$Fr_2 = (C_2m_2)^2/(g \times D_{22}) = 1,888777^2/(9,81 \times 0,162) = 2,2448$$

$$Fr_2/Fr_1 = 0,5$$

In the absence of free surfaces in the field of motion, the hydrostatic pressure field balances the effect of gravity on the fluid, and the condition of dynamic affinity Fr = idem disappears. When modeling fluid motion in the flow part of hydraulic machines, the Froude criterion is not included in the conditions of dynamic affinity.

2.2. **Implementation of the program using Matlab for the design of the impeller.** This chapter describes the operations and calculations performed in the Matlab program. The program was developed as a tool to assist the pump designer in the initial design of a centrifugal pump.

In the course of the work, a program was introduced to determine the geometric data of an existing pump by the affinity theory method, display the characteristics of the pump, calculate velocity triangles, visualize the cross-section profiles of the impeller and the median lines of the blades, calculate the main criteria by the affinity method, most of the calculations were made by V. N. Ivanovsky.

The main calculations are based on the empirical mathematical model given above.

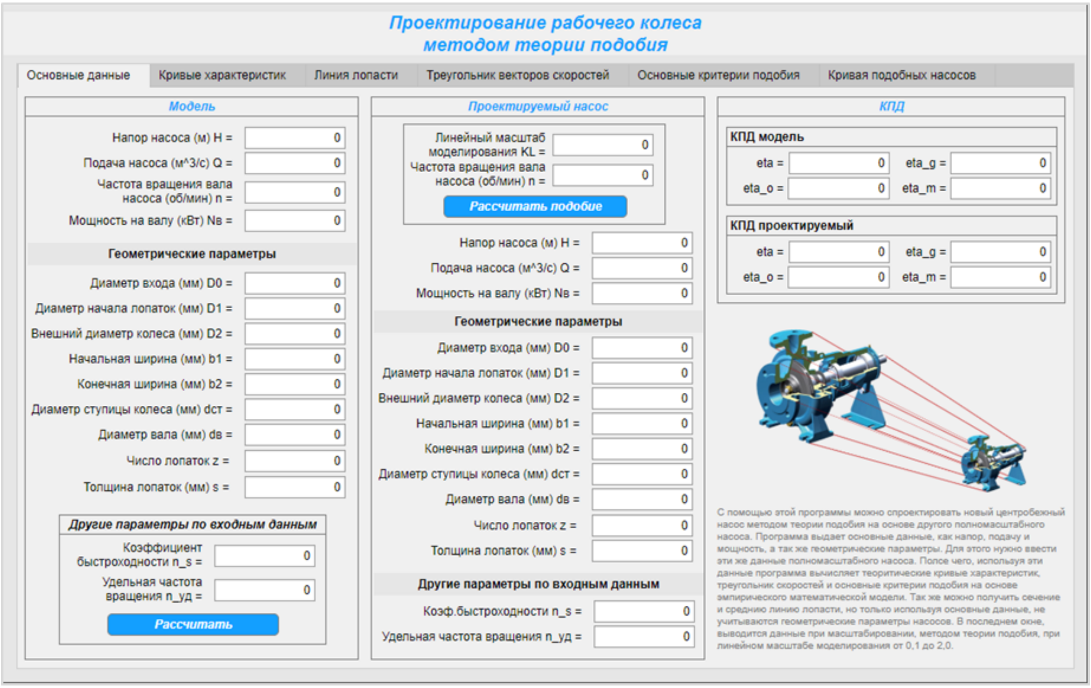


FIGURE 10. The basic page of the program compiled in Matlab

The program is written in Matlab and provides a graphical user interface (GUI) with which the user can manipulate all input values. The program is compiled in the interactive development environment of App Designer in the Matlab environment. The program starts by installing the file .exe and its launch. Here, most of the design parameters of the pump are processed and a graphical representation of the impeller, inlet and outlet speeds (Fig. 13) and pump characteristics is given, as shown in Fig. 10, the basic data of the affinity method and the processed values from it. After performing the basic measurements, the experimental curves of the pump characteristics calculated by the full-scale method and the analogy method are displayed in the next window (Fig. 11). Then it provides visualization of cross-section profiles, blade lines (Fig. 12), affinity criteria (Fig. 14) and affinity lines for a full-size centrifugal pump (Fig. 15).

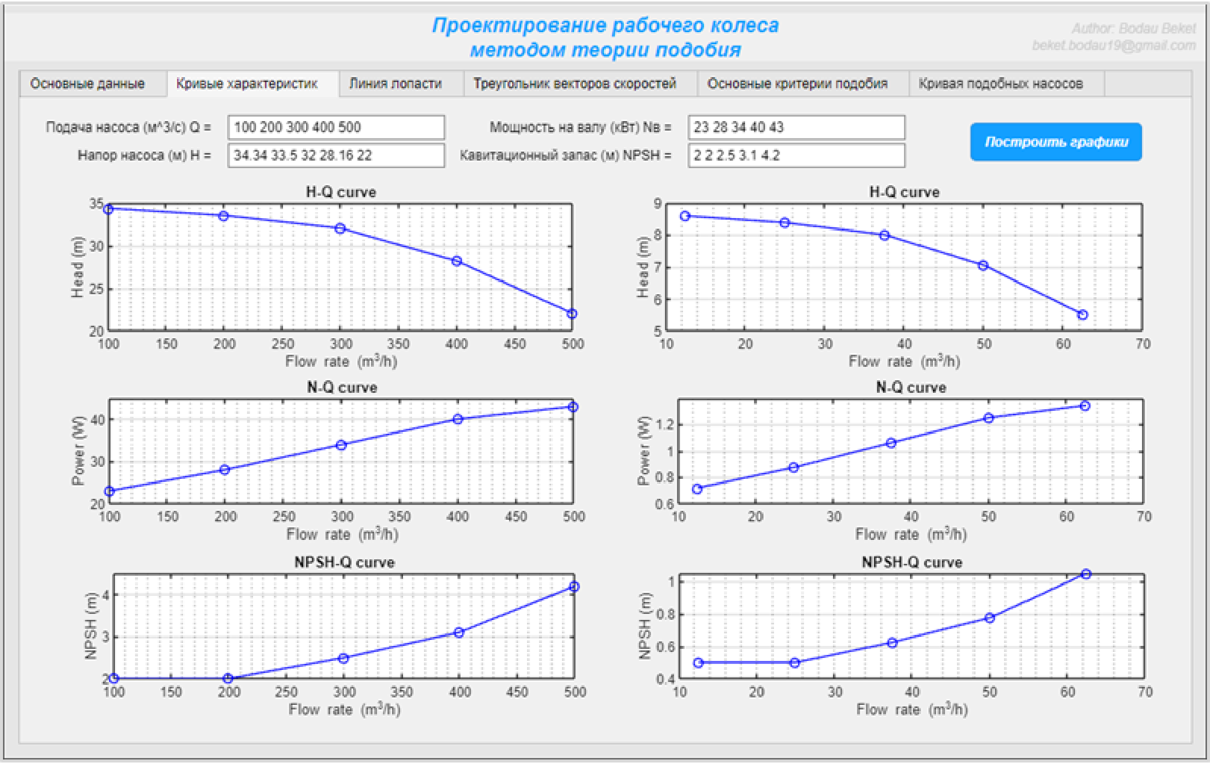


FIGURE 11. Window for displaying characteristic curves of a program compiled in Matlab

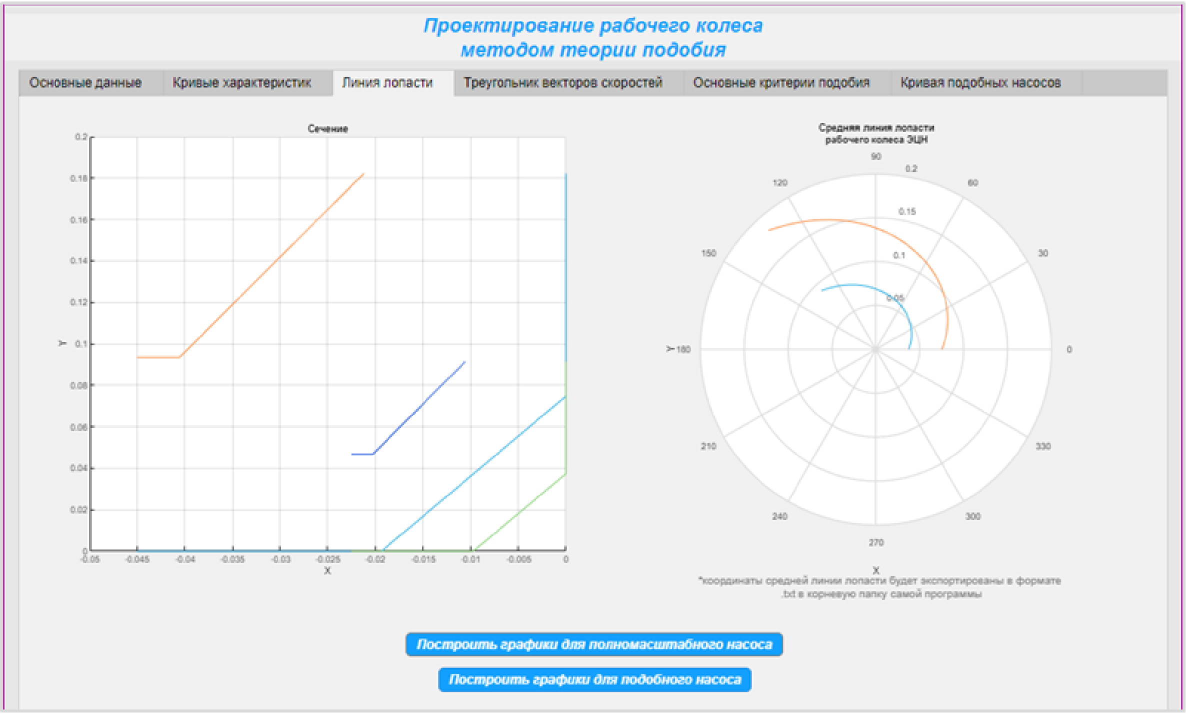


FIGURE 12. Window for displaying the blade line and the section of the program compiled in Matlab

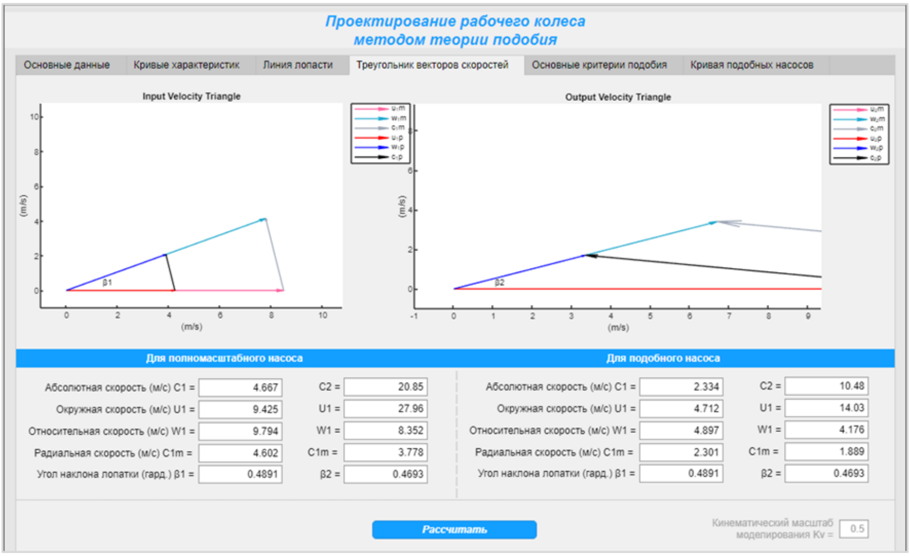


FIGURE 13. The window for displaying the triangle of velocity vectors of a program compiled in Matlab

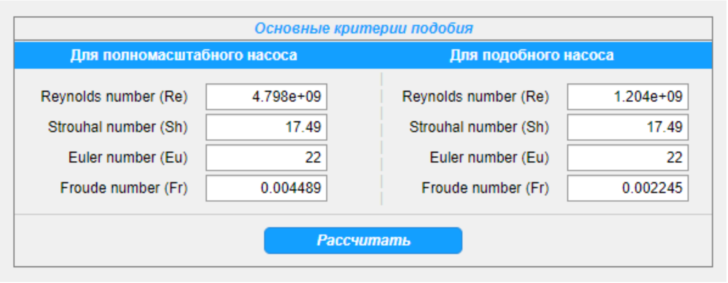


FIGURE 14. Window for displaying affinity criteria based on the affinity theory of a program compiled in Matlab

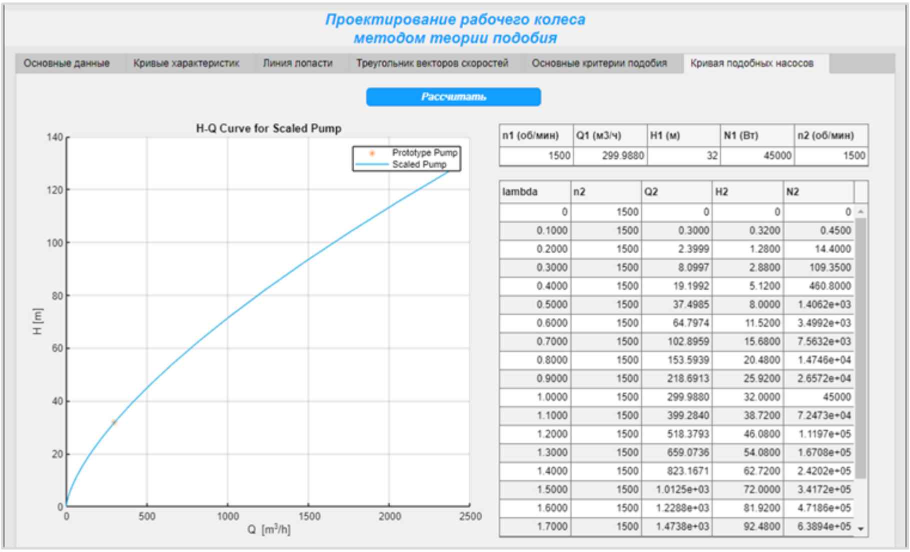


FIGURE 15. Window for displaying the affinity string of a program compiled in Matlab

The working scheme of a software function written in Matlab is explained in Figure 16.

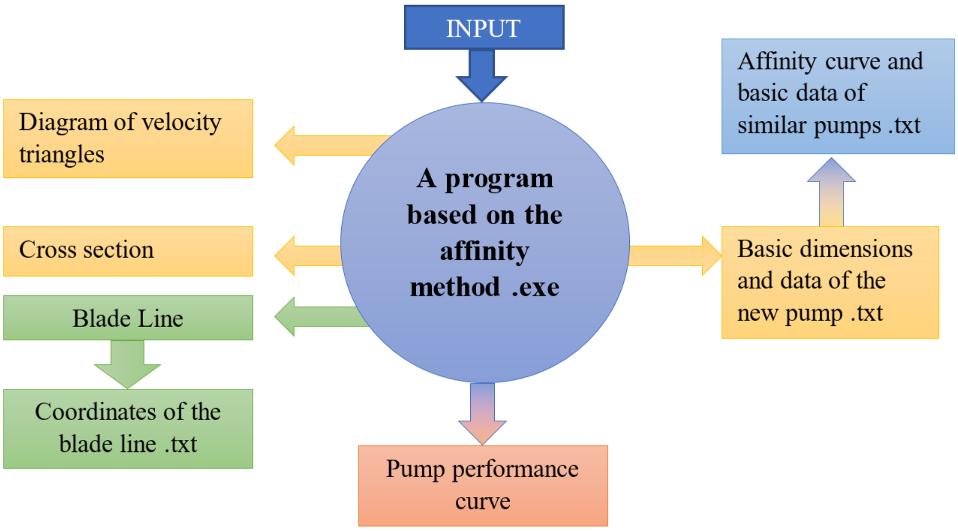


FIGURE 16. The working structure of Matlab functions

3. RESEARCH RESULTS

3.1. **Results obtained by using an empirical mathematical model.** Having calculated the main parameters of the new centrifugal pump based on the CHP 150-315 scale 2 times smaller and having proved that it is affinity to the full-scale model, the following conclusions can be drawn. The basic data and dimensions of the prototype obtained are affinity to horizontal centrifugal cantilever pumps of the CHP 65-160 version manufactured by Karlskrona LC AB LLP (Fig. 17). Basic preliminary data:

TABLE 8. Basic data of the newly developed pump

Parameter	Value	Unit of measurement	Name
Q_p	37.5	m^3/h	Pump supply
H_p	8	m, water.st.	Pump head
n_p	1500	rpm	Pump shaft rotation speed
η_p	62%	-	Efficiency
N_p	1406.25	W	Power

In addition, it can be noted that the main geometric dimensions of the pumps CHP 65-160 and CHP 150-315 are affinity and differ by 2 times (Fig. 18).

Using the affinity method, it was possible to compare pumps in operation and identify several pumps affinity in their characteristics (Tables 9, 10). Having plotted on the graph (Fig. 19.1) the required flow rate "N [m]" and "Q [m3/h]" and having determined the intersection point, the corresponding analogous models were determined (Fig. 19.2). In addition, the design design (i.e. $K_l = 0.5$) of the new pump lies on this curve. Other affinity models of CHP pumps: 50-160, 65-160, 100-250, 150-315, 200-500. When comparing the performance characteristics of a new pump with affinity pumps, it was found that the affinity method is an effective approach to designing new centrifugal pumps and identifying affinity pumps in production.

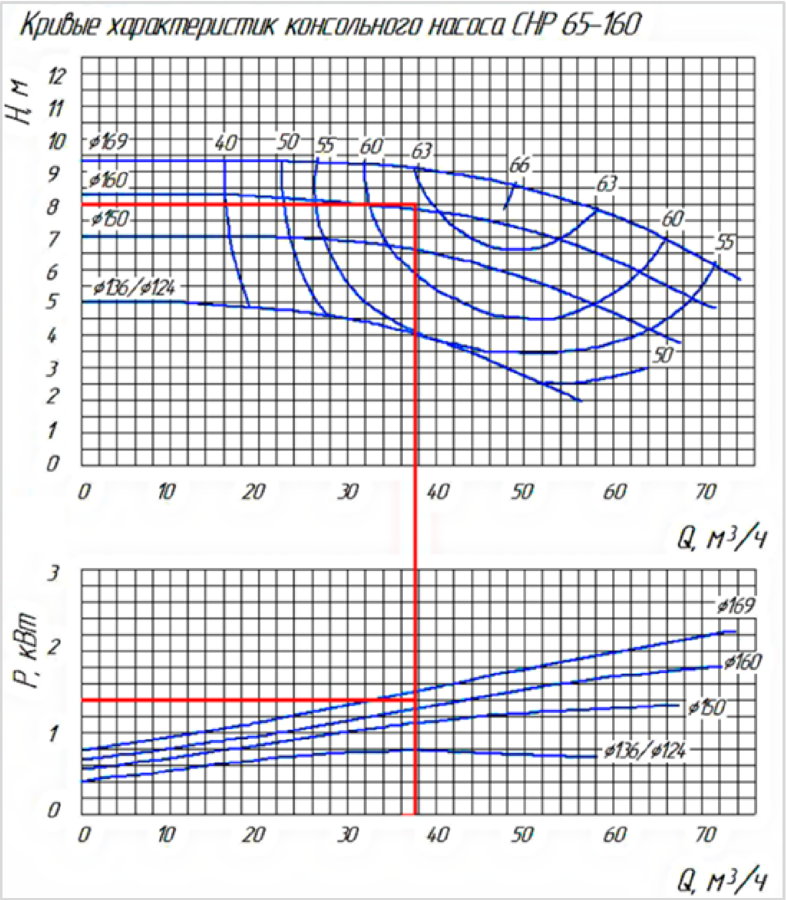


FIGURE 17. Curves of cantilever pumps CHP 65-160

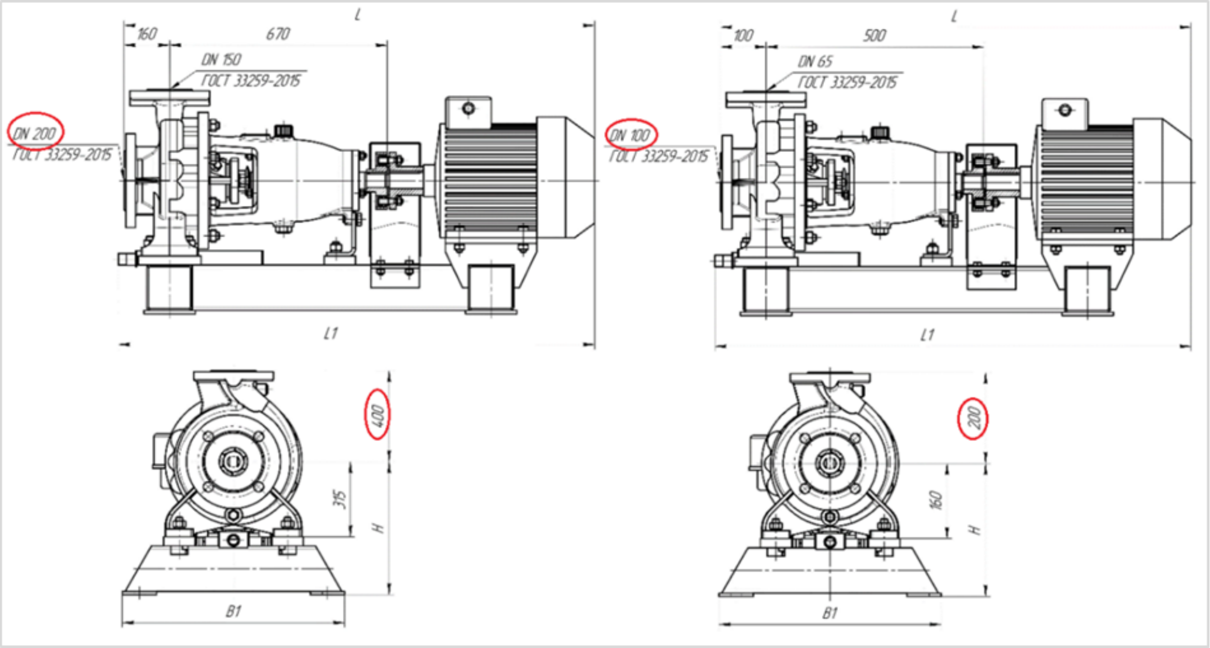


FIGURE 18. Overall dimensions of the cantilever pumps CHP 150-315 and CHP 65-160

TABLE 9. Initial input data

n_1 (rpm)	Q_1 (m^3/h)	H_1 (m)	N_1 (W)	n_2 (rpm)
1500	300	32	45000	1500

TABLE 10. Resulting data

Kl	n2	Q2	H2	N2	Kl	n2	Q2	H2	N2
0	1500	0	0	0	1.1	1500	399.3	38.72	72472.95
0.1	1500	0.3	0.32	0.45	1.2	1500	518.4	46.08	111974.4
0.2	1500	2.4	1.28	14.4	1.3	1500	659.1	54.08	167081.9
0.3	1500	8.1	2.88	109.35	1.4	1500	823.2	62.72	242020.8
0.4	1500	19.2	5.12	460.8	1.5	1500	1012.5	72	341718.8
0.5	1500	37.5	8	1406.25	1.6	1500	1228.8	81.92	471859.2
0.6	1500	64.8	11.52	3499.2	1.7	1500	1473.9	92.48	638935.7
0.7	1500	102.9	15.68	7563.15	1.8	1500	1749.6	103.68	850305.6
0.8	1500	153.6	20.48	14745.6	1.9	1500	2057.7	115.52	1114245
0.9	1500	218.7	25.92	26572.05	2	1500	2400	128	1440000
1	1500	300	32	45000					

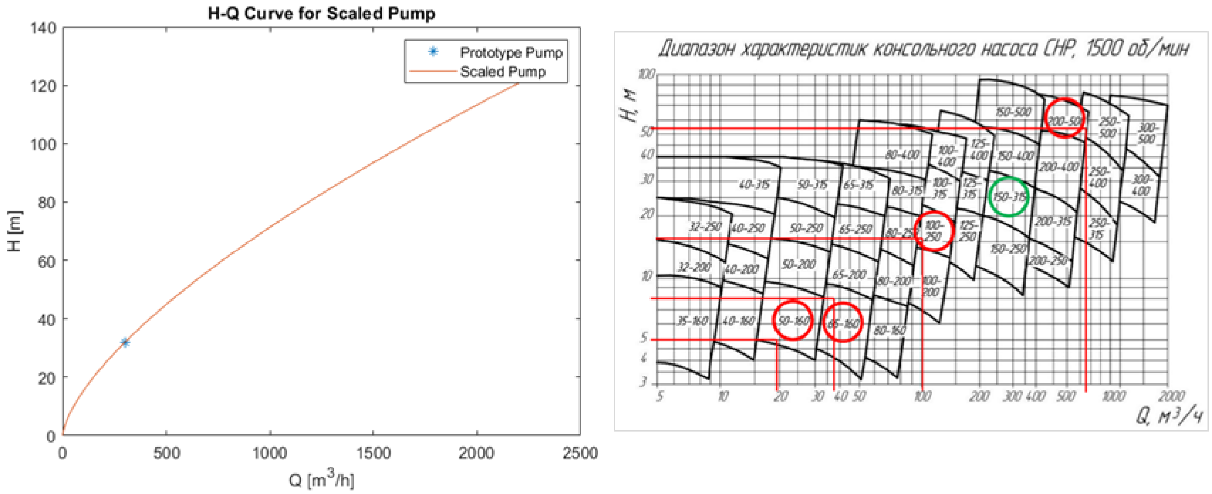


FIGURE 19. 1 - The Kl curve for affinity pumps in the range from 0 to 2.0;
2 - Characteristics of Cantilever Units in CHP Series at 1500 rpm and Affinity Pumps

4. CONCLUSION

The study on using affinity theory for designing centrifugal pump wheels yielded significant and cost-effective results. It efficiently optimized the design process, reducing time and cost for impeller design. The research demonstrated the effectiveness and reliability of the affinity theory method, offering valuable tools for future pump design, research, and production.

The Matlab program developed using affinity theory successfully achieved these goals. Furthermore, the study indicates the potential to extend affinity theory's application to other centrifugal pump components, paving the way for advancements in external characteristics, energy efficiency, stability, and reliability.

Future research should concentrate on enhancing pumping system efficiency through the exploration of new technologies, such as external characteristics, energy efficiency, stability, and

reliability. Improvements to the Matlab orientation and impeller design using computational methods like Computational Fluid Dynamics (CFD) should also be pursued.

Moreover, the application of affinity theory can be studied in designing other pump types, like axial flow and mixed flow pumps, promising enhanced efficiency and performance across various industries.

To conclude, applying affinity theory in centrifugal pump impeller design is a vital and promising research area. Its implementation can boost pumping system efficiency, contributing to global energy conservation and reduced operational costs in industries worldwide.

References

[1] http://karlskrona.kz/chp-pick

[2] Ivanovsky, V.N. et al. Design and Study of the Characteristics of the Degrees of Dynamic Pumps. Moscow: Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2014. 124 p.

[3] Lomakin, A.A. Centrifugal and Axial Pumps, 2nd edition. Moscow: "Mechanical Engineering", 1966. 358 p.

[4] Mikhailov, A.K. and Malyushenko, V.V. Vane Pumps. Theory, Calculation and Design. Moscow: "Mechanical Engineering", 1977. 288 p.

[5] Zimnitsky, V.A. et al. Vane Pumps: Handbook. Leningrad: "Mechanical Engineering", 1986. 334 p

[6] Mikhailov, A.K. and Malyushenko, V.V. Designs and Calculation of High-Pressure Centrifugal Pumps. Moscow: "Mechanical Engineering", 1971. 304 p.

[7] Hailu, G., Varchola, M., and Glbokan, P. (2022). Designing a Hydrodynamic Language: Pumps and Hydraulic Turbines (1st ed.). CRC-pre-S. https://doi.org/10.1201/9781003007142

[8] Gulikh, J. F., 2010. Centrifugal Pumps, 2nd edition. Springer.

[9] Grundfos, 2008. Centrifugal Pump, 1st edition. S.N.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

FREE VIBRATION OF CROSS-PLY LAMINATED PLATES UNDER CLAMPED BOUNDARY CONDITION: A COMPARATIVE STUDY

KODAKKAL KANNAN VISWANATHAN[1,2], ZOKHIDJON KAYTAROV[1], NIGORA KHOLMURZAYEVA[2]

[1]Department of Mathematical Modeling, Faculty of Mathematics, Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan
[2]Department of Applied Mathematics and Informatics, Termez State University, Termez, Uzbekistan
e-mail: visu20@yahoo.com, z.qaytarov@gmail.com, xna_7488@mail.ru

Abstract. Free vibration of laminated cross-ply plates including first order shear deformation theory under clamped-clamped boundary condition using Radial Basis Function (RBF) and Spline Function are presented. The equations of motion derived using YNS theory and the solution is assumed in separable form to obtain a coupled differential equation. The differential equations are then approximated using RBF for first case and the displacement and rotational functions are approximated using Bickley-Spline function for the second case. The frequency parameter is analyzed with respect to odd and even number of layers, fiber orientations, side-to-thickness ratio and aspect ratio. Both RBF and Spline methods are compared and the results are presented in term of tables and graphs.

Keywords: Cross-ply; Free vibration; Radial basis function; Splines.

AMS Subject Classification: 76-10

1. Introduction

Composite materials are closely attached to civil, aerospace, automobile and aeronautic fields. The use of composite material in engineering field increased drastically due to its mechanical behaviour. Thus, many researchers show more interest to study the mechanical behaviour of these composite materials. Kirchhoff, (1850) [1] initiated the plate behaviours study while neglecting shear deformation. This ignorance leads to an inaccurate result for moderately thick plates and obtain higher frequency value than Mindlin plate theory [2]. Shear deformation theory was introduced by Stavsky [3] for isotropic plates and generalized to laminated anisotropic plates by Yang et al [4]. Many researchers have used various numerical approach to study the mechanical behaviour of plates using first order shear deformation theory (FSDT).

Radial basis function is related to scattered data approximation where it depends on Euclidian distance between collocation points. In this present work, RBF approximate ODE solution directly, which introduced by Kansa [5] for PDE equation. Kansa's Multiquadric (MQ) interpolation function, where a shape parameter has considered as a variable across the problem domain, and the shape parameter value obtained by an optimization approach. Kansa [6], and few other researchers used RBFs method to solve plate problems. Ferreira [7, 8] worked on Timoshenko beams and Mindlin plates using RBF and also formulate multiquadric RBF method for moderately thick laminated composite plates.

Liew et al., Rodrigues et al., and Liu et al. [9, 10, 11] furthered their study on buckling analysis using radial basis function for laminated plates. Apart from them, Ferreira [12, 13, 14, 15] and his group produced numerous research on plates using RBF with first order and higher order shear deformation theories since last few years, and Liu at el.[16] also investigated laminated

composite plates using the radial point interpolation method. Meanwhile, Sanyasiraju [17], also had used RBF technique to solve some problems

Spline is another type of approximation where widely it used in numerical calculation. This method introduced by Schoenberg for a special study, then developed by Bickley [18] for two point boundary problems. Viswanathan and Navaneethakrishnan [19], Viswanathan and Kim [20], and Viswanathan et al. [21, 22] showed interest in plate and shell study, and used spline technique to solve various problems. Irie et al. [23], Irie and Yamada [24] also had done some studies on free vibration of rotating non-uniform discs and annular plate with variable thickness respectively.

The purpose of this study is to investigate the frequency parameter of cross-ply laminated plate under clamped-clamped (C-C) boundary condition using Radial Basis Function (RBF) and spline approximation. The formulation of this problem is based on Hamilton's principle, where the second order differential equations are obtained in term of mid-plane displacements and rotational functions. The solution is then assumed in separable form to get ordinary differential equations. Then the differential equations are approximated using Radial Basis Functions for the first case and the displacements and rotational functions are approximated using spline functions. In both the cases, the final equations became as generalized eigenvalue problem. To find the frequency parameter. The frequency parameter is analysed with respect to side-to-thickness ratio, aspect ratio, and number of layers considering different types of materials.

2. Formulation of the problem

Consider a rectangular plate with length a, width b and constant thickness h, which made up of even and odd number of layers are given in which the angle orientation fixed at 0° and 90° to analyze the problem. Based on YNS theory, the displacement components are considered as

$$u = u_0(x,y,t) + z\psi_x(x,y,t), \quad v = v_0(x,y,t) + z\psi_y(x,y,t), \quad w = w(x,y,t) \tag{1}$$

where u, v, and w is displacement component in x, y and z directions respectively. u_0 and v_0 are the displacements at middle surface of the plate and ψ_x and ψ_y are shear rotation in middle surface of plate at any point and t is time. The Hamilton principle is given as

$$\int_0^T (\delta U + \delta V - \delta K) dt = 0 \tag{2}$$

where $\delta U, \delta V$, and δK are strain energy, work done and kinetic energy respectively, and the governing equations are obtained from Hamilton's principle,

$$\begin{gathered} N_{x,x} + N_{xy,y} = I_0 \frac{\partial^2 u_0}{\partial t^2}, N_{xy,x} + N_{y,y} = I_0 \frac{\partial^2 v_0}{\partial t^2}, Q_{x,x} + Q_{y,y} = I_0 \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} \\ M_{x,x} + M_{xy,y} - Q_x = I_1 \frac{\partial^2 \psi_x}{\partial t^2}, M_{xy,x} + M_{y,y} - Q_y = I_1 \frac{\partial^2 \psi_x}{\partial t^2} \end{gathered} \tag{3}$$

where $N_x, N_y, N_{xy}, M_x, M_y, M_{xy}, Q_x, Q_y, I_0$, and I_1 are defined in Appendix A. Substituting the stressstrain and strain-displacement relations, we get the following equation,

$$\left[A_{11}\frac{\partial^2}{\partial x^2}+A_{66}\frac{\partial^2}{\partial y^2}+I_0\omega^2\right]u+\left[(A_{12}+A_{66})\frac{\partial^2}{\partial x\partial y}\right]v+\left[2B_{16}\frac{\partial^2}{\partial x\partial y}\right]\psi_x+$$
$$\left[B_{16}\frac{\partial^2}{\partial x^2}+B_{26}\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right]\psi_y=0,$$
$$\left[(A_{12}+A_{66})\frac{\partial^2}{\partial x\partial y}\right]u+\left[A_{66}\frac{\partial^2}{\partial x^2}+A_{22}\frac{\partial^2}{\partial y^2}+I_0\omega^2\right]v+\left[B_{16}\frac{\partial^2}{\partial x^2}+B_{26}\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right]\psi_x+$$
$$\left[2B_{26}\frac{\partial^2}{\partial x\partial y}\right]\psi_y=0,$$
$$\left[2B_{16}\frac{\partial^2 u}{\partial x\partial y}\right]+\left[B_{16}\frac{\partial^2}{\partial x^2}+B_{26}\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right]v+\left[(D_{11}+D_{66})\frac{\partial^2}{\partial x\partial y}\right]\psi_y$$
$$+\left[D_{11}\frac{\partial^2}{\partial x^2}+D_{66}\frac{\partial^2}{\partial y^2}-KA_{55}+I_1\omega^2\right]\psi_x+\left[-KA_{55}\frac{\partial}{\partial x}\right]w=0,$$
$$\left[B_{16}\frac{\partial^2}{\partial x^2}+B_{26}\frac{\partial^2}{\partial y^2}\right]u+\left[2B_{26}\frac{\partial^2}{\partial x^2}\right]v+\left[(D_{12}+D_{66})\frac{\partial^2}{\partial x\partial y}\right]\psi_x+$$
$$\left[D_{66}\frac{\partial^2}{\partial x^2}+D_{22}\frac{\partial^2}{\partial y^2}-KA_{44}+I_1\omega^2\right]\psi_y+\left[-KA_{44}\frac{\partial}{\partial y}\right]w=0,$$

$$\left[KA_{55}\frac{\partial}{\partial x}\right]\psi_x+\left[KA_{44}\frac{\partial}{\partial x}\right]\psi_y+\left[-KA_{55}\frac{\partial^2}{\partial x^2}-KA_{44}\frac{\partial^2}{\partial y^2}-I_0\omega^2\right]w=0 \tag{4}$$

The displacement and rotation functions are assumed in separable form as

$$\begin{aligned}
u(x,y)&=U(x)\cos(n\pi y/b)e^{i\omega t},\\
v(x,y)&=V(x)\sin(n\pi y/b)e^{i\omega t},\\
w(x,y)&=W(x)\sin(n\pi y/b)e^{i\omega t},\\
\psi_x(x,y)&=\Psi_X(x)\sin(n\pi y/b)e^{i\omega t},\\
\psi_y(x,y)&=\Psi_Y(x)\cos(n\pi y/b)e^{i\omega t}
\end{aligned} \tag{5}$$

with ω is the angular frequency and t is time. Non-dimensional parameters were introduced as

$$\begin{gathered}
\lambda=\omega a\sqrt{I_0/A_{11}}, frequencyparameter\\
\phi=a/b, \quad aspectratio\\
X=x/a, \quad distancecoordinate\\
H=a/h \quad side-to-thicknessratio
\end{gathered} \tag{6}$$

where A_{11} is standard extensional rigidity coefficient.

Substitute Eq.(5) and (6) into Eq.(4) to obtain the coupled differential equation in term of U, V, W, Ψ_X, and Ψ_Y and given as follows,

$$\left[A_{11}\frac{d^2}{dX^2}+2A_{16}\frac{d^2}{dXdY}+A_{66}\frac{d^2}{dY^2}+I_0\omega^2\right]U+\left[A_{16}\frac{d^2}{dX^2}+(A_{12}+A_{66})\frac{d^2}{dXdY}+A_{26}\frac{d^2}{dY^2}\right]V$$
$$+\left[B_{11}\frac{d^2}{dX^2}+2B_{16}\frac{d^2}{dXdY}+B_{66}\frac{d^2}{dY^2}\right]\Psi_X+\left[B_{16}\frac{d^2}{dX^2}+(B_{12}+B_{66})\frac{d^2}{dXdY}+B_{26}\frac{d^2}{dY^2}\right]\Psi_Y=0$$
$$\left[A_{16}\frac{d^2}{dX^2}+(A_{12}+A_{66})\frac{d^2}{dXdY}+A_{26}\frac{d^2}{dY^2}\right]U+\left[A_{66}\frac{d^2}{dX^2}+2A_{26}\frac{d^2}{dXdY}+A_{22}\frac{d^2}{dY^2}+I_0\omega^2\right]V$$

$$+\left[B_{16}\frac{\partial^2}{\partial X^2}+(B_{12}+B_{66})\frac{\partial^2}{\partial X\partial Y}+B_{26}\frac{d^2}{dY^2}\right]\Psi_X+\left[B_{66}\frac{\partial^2}{\partial X^2}+2B_{26}\frac{\partial^2}{\partial X\partial Y}+B_{22}\frac{d^2}{dY^2}\right]\Psi_Y=0$$

$$\left[B_{11}\frac{d^2}{dX^2}+2B_{16}\frac{d^2}{dXdY}+B_{66}\frac{d^2}{dY^2}\right]U+\left[B_{16}\frac{d^2}{dX^2}+(B_{12}+B_{66})\frac{d^2}{dXdY}+B_{26}\frac{d^2}{dY^2}\right]V$$

$$+\left[D_{11}\frac{d^2}{dX^2}+2D_{16}\frac{d^2}{dXdY}+D_{66}\frac{d^2}{dY^2}-kA_{55}-kA_{45}\frac{\partial}{\partial Y}+I_1\omega^2\right]\Psi_X$$

$$+\left[D_{16}\frac{d^2}{dX^2}+(D_{12}+D_{66})\frac{d^2}{dXdY}+D_{22}\frac{d^2}{dY^2}\right]\Psi_Y-\left[kA_{45}\frac{d}{dY}+kA_{55}\frac{d}{dX}\right]W=0$$

$$\left[B_{16}\frac{d^2}{dX^2}+(B_{12}+B_{66})\frac{d^2}{dXdY}+B_{26}\frac{d^2}{dY^2}\right]U+\left[B_{66}\frac{d^2}{dX^2}+2B_{26}\frac{d^2}{dXdY}+B_{22}\frac{d^2}{dY^2}\right]V+$$

$$\left[D_{16}\frac{d^2}{dX^2}+(D_{12}+D_{66})\frac{d^2}{dXdY}+D_{26}\frac{d^2}{dY^2}\right]\Psi_X+$$

$$\left[D_{66}\frac{d^2}{dX^2}+2D_{26}\frac{d^2}{dXdY}+D_{22}\frac{d^2}{dY^2}-kA_{44}-kA_{45}\frac{d}{dY}+I_1\omega^2\right]\Psi_Y-\left[kA_{44}\frac{d}{dY}+kA_{45}\frac{d}{dX}\right]W=0$$

$$\begin{gathered}[kA_{55}+kA_{45}]\,\tfrac{d\Psi_X}{dX}+[kA_{44}+kA_{45}]\,\tfrac{d\Psi_Y}{dX}\\ \left[kA_{55}\tfrac{d^2}{dX^2}+2kA_{45}\tfrac{d^2}{dXdY}+kA_{44}\tfrac{d^2}{dY^2}+I_0\omega^2\right]W=0\end{gathered}\tag{7}$$

where I_0 and I_1 is gives as

$(I_0,I_1)=\sum_m\int_{z_{m-1}}^{z_m}\rho^{(m)}\left(1,z^2\right)dz$

and $\rho^{(m)}$ is the material density of the m^{th} layer.

For anti-symmetric cross-ply lamination, the coefficients $A_{16},A_{26},A_{45},B_{16},D_{16}$, and D_{26} are identically zero, Viswanathan and Lee [19]. Thus the coupled differential equation, equation (7) can be written in matrix form as,

$$\begin{bmatrix}L_{11}&L_{12}&L_{13}&L_{14}&L_{15}\\L_{21}&L_{22}&L_{23}&L_{24}&L_{25}\\L_{31}&L_{32}&L_{33}&L_{34}&L_{35}\\L_{41}&L_{42}&L_{43}&L_{44}&L_{45}\\L_{51}&L_{52}&L_{53}&L_{54}&L_{55}\end{bmatrix}\begin{pmatrix}U\\V\\W\\\Psi_X\\\Psi_Y\end{pmatrix}=0\tag{8}$$

where $L_{ij}(ij=1,2,3,4,5)$ are the differential operators given in Appendix B.

3. Solution Procedure

The differential equation given by Eq.(8) consists of second order derivatives in term of $U(X)$, $V(X),W(X),\Psi_X(X)$, and $\Psi_Y(X)$. These differential equations are approximated using radial basis function and the displacement and rotational functions are approximated using spline functions.

3.1. **Method of Radial Basis Function Approximation.** Radial basis function is one of the mesh free method which depends on distance of points from centre. The distance from the centre represent as $g\left(\|X-X_j,c\|\right)$, where X_j is centre point, c is shape parameter, and $\|X-X_j\|$, is the Euclidian norm. Multiquadrics radial basis function is one of the approach to solve differential equations. The RBF interpolant is represented as

$$Lu(X)=s(X)=\sum_{j=1}^{N}a_jg_j\left(\|X-X_j\|,c\right)\tag{9}$$

The differential functions $U(X),V(X)$, and $W(X)$ and rotation functions Ψ_X and Ψ_Y were approximated by using RBF interpolant as

$$LU(X)=\sum_{j=1}^{N} a_j g_j\left(\|X-X_j\|\right), \quad LV(X)=\sum_{j=1}^{N} b_j g_j\left(\|X-X_j\|\right), LW(X)= \sum_{j=1}^{N} c_j g_j\left(\|X-X_j\|\right), \quad L\Psi_X(X)=\sum_{j=1}^{N} d_j g_j\left(\|X-X_j\|\right), \quad L\Psi_Y(X)=\sum_{j=1}^{N} e_j g_j\left(\|X-X_j\|\right), \tag{10}$$

By substitute Eq.(10) into equilibrium equation, Radial basis function produce (5 N + 5) coefficients with 5 N+5 homogeneous equation. Therefore, this equation became as a generalized eigenvalue problem and resulting equation can be written as

$$L\mathbf{u}+\lambda\mathbf{u}=0 \tag{11}$$

where L represent differential operator, $\mathbf{u}$ and λ represent eigenvectors and eigenvalues respectively.

3.2. **Method of Spline Approximation.** The displacement $U(X), V(X)$ and $W(X)$ and rotation functions Ψ_X and Ψ_Y are approximated by using cubic spline functions.

$$\begin{aligned} U(X)&=a_0+a_1X+a_2X^2+\sum_{j=0}^{N-1} b_j\left(X-X_j\right)^3 H\left(X-X_j\right), \\ V(X)&=c_0+c_1X+c_2X^2+\sum_{j=0}^{N-1} d_j\left(X-X_j\right)^3 H\left(X-X_j\right), \\ W(X)&=e_0+e_1X+e_2X^2+\sum_{j=0}^{N-1} f_j\left(X-X_j\right)^3 H\left(X-X_j\right), \\ \Psi_X(X)&=g_0+g_1X+g_2X^2+\sum_{j=0}^{N-1} p_j\left(X-X_j\right)^3 H\left(X-X_j\right), \\ \Psi_Y(X)&=l_0+l_1X+l_2X^2+\sum_{j=0}^{N-1} q_j\left(X-X_j\right)^3 H\left(X-X_j\right), \end{aligned} \tag{12}$$

where $H\left(X-X_j\right)$ is Heaviside function with N number of interval between [0,1]. The collocation points chosen from $X=X_s=s/N$, where $s=0,1,2,\ldots,N$, and the spline produce $(5\text{ N}+15)$ coefficients for $5\text{ N}+5$ homogeneous equation.

Here, clamped-clamped (C-C) boundary condition is considered, to get ten more equations and making a total of $(5\text{ N}+15)$ homogeneous equations, to obtain the generalized eigenvalue problem. The resulting equations can be written in form of

$$[M]\{q\}=\lambda^2[P]\{q\} \tag{13}$$

Here [M] and [P] are square matrices and {q} is column matrix also known as eigenvector and λ is the eigenparameter.

4. Numerical Results and Discussion

In this study the frequency parameter analysed with respect to the aspect ratio (a/b) and length-tothickness ratio (a/h) using different number of layers and materials. The plates are arranged in odd and even number of layers, with material combination of Kevlar-49/Epoxy (KGE), Graphite/Epoxy $(\text{AS } 4/3501-6)$, (AGE) and E-glass/Epoxy (EGE) and the results are presented in both graphical and tabulated form.

Before proceeding the study, validation study has been carried out to validate the obtained results. Table 1 shows the validation of developed formulation against Khdeir [25]. Khdeir done research on symmetric cross-ply laminated composite plates and solve using Levy type solution. The properties of plate material used are as follows:

$$\mathrm{E}_1/E_2=40, \mathrm{G}_{12}/E_2=\mathrm{G}_{13}/E_2=0.6, \mathrm{G}_{23}/E_2=0.5, v_{12}=0.25$$

The fundamental frequency parameter, $\lambda=\omega a\left(\rho/A_{11}\right)^{1/2}$, is analysed for cross-ply laminated plates under clamped-clamped boundary condition for x-axis where the y-axis is fixed at simply-supported boundary condition. The frequency parameter is analysed with respect to the length-to-thickness ratio (a/h) and aspect ratio (a/b), for odd and even number layered plates using two different methods, Radial Basis Function (RBF) and Spline method and the results are shown in tabulated and graphical form.

TABLE 1. The effect of the plate length-to-thickness ratio (b/h) on the frequency parameter of a clamped-clamped three layered laminated square plate with $\theta = 0°/90°/0°$

b/h	Khdeir	Present
2	6.756	6.702
5	12.333	12.411
10	20.315	20.239
15	26.183	25.907

TABLE 2. The effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter of a clampedclamped three layered rectangle plate with $\theta = 0°/90°/0°$ and $a/b = 1.5$ with material arrangement AGE-KGE-AGE

a/h method	RBF	Spline
10	0.8904	0.879
20	0.8155	0.8032
30	0.7841	0.7711
40	0.7699	0.7565
50	0.7626	0.749
60	0.7584	0.7447

TABLE 3. The effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter of a clamped-clamped three layered rectangle plate with $\theta = 0°/90°/0°$ and $a/b = 1.5$ with material arrangement KGE-AGE-KGE

a/h method	RBF	Spline
10	1.0038	0.9894
20	0.9327	0.9171
30	0.9052	0.8889
40	0.8931	0.8765
50	0.887	0.8702
60	0.8835	0.8666

Table 2, 3, and 4 shows the frequency parameters, λ, with respect to the a/h for three layered plates with different materials, arranged in the form of AGE-KGE-AGE, KGE-AGE-KGE and KGE-EGE-KGE. From the Tables which says that, the values of the fundamental frequency parameter decreases with increasing in the length-to-thickness ratio. The value obtained using RBF method are higher than its corresponding values obtained by Spline. The maximum differences percentage for AGE-KGE-AGE layered plate with its corresponding values is 1.8064% and the minimum differences is 1.2803%. The highest differences percentage of second and third type of arrangements are 1.9128% and 1.7649% and smallest difference are 1.4345% and 1.3529% with mean difference of 0.0161 and 0.0148 respectively.

Among these three types of arrangement of layers, AGE-KGE-AGE arrangements gives lowest fundamental frequency.

Fig 1-3 shows the results for frequency parameter with respect to the length-to-thickness ratio for five layered plate ($0°/90°/0°/90°/0°$) with different material arrangements analysed using Spline and RBF methods. In Fig 1. the material are arranged as AGE-KGE-AGE-KGE-AGE, Fig 2. and 3. the material arranged as AGE-EGE-AGE-EGE-AGE and KGE-EGE-KGE-EGE-KGE respectively. The frequency parameter decreases as the side-to-thickness ratio increases, the gradient of the graph is steeper from a/h10 to 30 , and then the gradient of the line almost

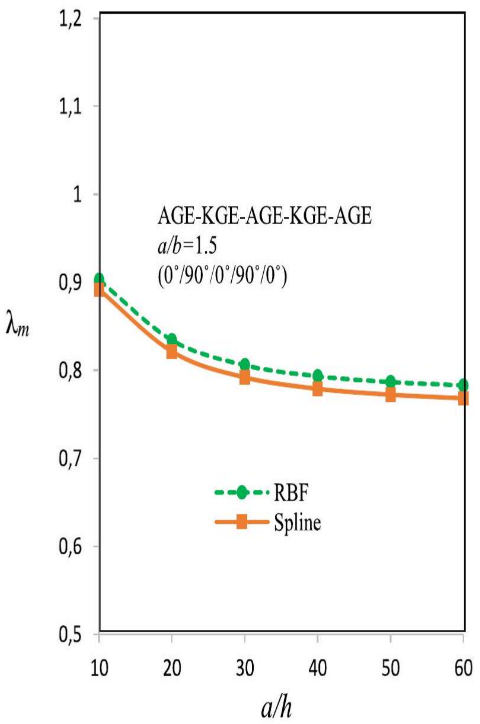


FIGURE 1. Comparison of two methods for effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter for five layered rectangle plate using material AGE-KGE under C-C boundary conditions

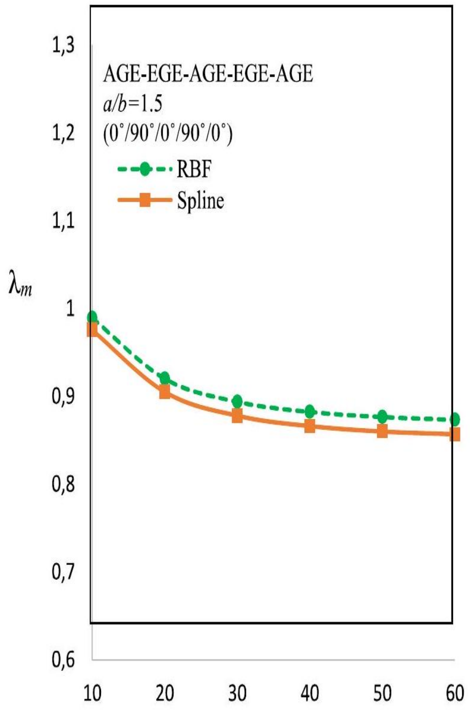


FIGURE 2. Comparison of two methods for effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter for five layered rectangle plate using material AGE-EGE under C-C boundary conditions

TABLE 4. The effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter of a clamped-clamped three layered rectangle plate with $\theta = 0°/90°/0°$ and $a/b = 1.5$ with material arrangement KGE-EGE-KGE

a/h method	RBF	Spline
10	0.9978	0.9843
20	0.9272	0.9128
30	0.8997	0.8848
40	0.8877	0.8725
50	0.8816	0.8663
60	0.8782	0.8627

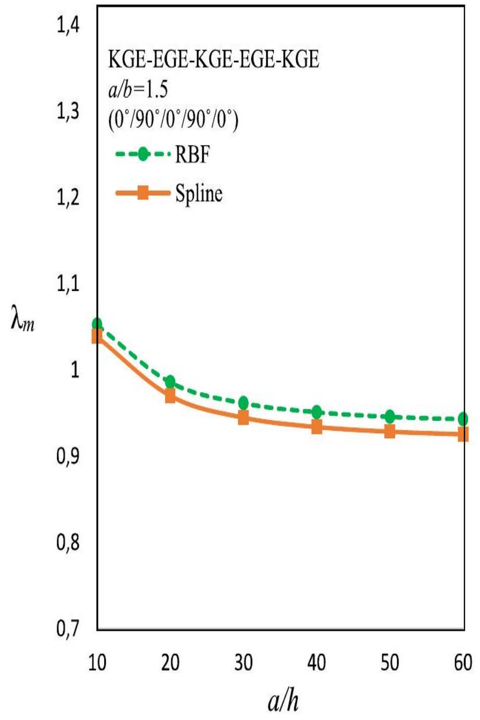


FIGURE 3. Comparison of two methods for effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter for five layered rectangle plate using material KGE-EGE under C-C boundary conditions

0 . The maximum difference for Fig 1 . is 0.0146 and lowest difference is 0.0112 . For Fig 2. the results obtained using RBF and Spline varies from 0.0138 to 0.0173 with mean difference 0.0160 . Similarly for Fig 3 . the difference varies from 0.0137 to 0.0174 and the mean difference is 0.0163 . The layers arrangement using material AGE-KGE combination shows the lowest frequency readings, where the highest frequency values is between the range of $0.95 < \lambda < 0.85$ and the lowest value is between 0.8 and 0.75

Table 5 and 6 shows the frequency parameter obtained for seven layered plates with material arrangements as AGE-EGE-AGE-EGE-AGE-EGE-AGE and KGE-EGE-KGE-EGE-KGE-EGEKGE respectively and a/b fixed as 1.5 . From the Table 5 and 6 , the value of frequency parameter decreases as the value of a/h increases. The value calculated using RBF is slightly high compare to the values obtained using Spline method. The maximum difference for AGE-EGE, and KGE-EGE are 0.017 and 0.0182 respectively, and the minimum difference are 0.0136

TABLE 5. The effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter of a clampedclamped seven layered rectangle plate with $\theta = 0°/90°/0°/90°/0°/90°/0°$ and $a/b = 1.5$ with material arrangement AGE-EGE-AGE-EGE-AGE-EGE-AGE

a/h method [2]	RBF	Spline
10	1.0110	0.9974
20	0.9387	0.9233
30	0.913	0.8967
40	0.9021	0.8854
50	0.8966	0.8798
60	0.8936	0.8766

TABLE 6. The effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter of a clampedclamped seven layered rectangle plate with $\theta = 0\%190°/0°/90°/0°/90°/0°$ and $a/b = 1.5$ with material arrangement KGE-EGE-KGE-EGE-KGE-EGE-KGE

method	RBF	Spline
10	1.0823	1.0680
20	1.0136	0.9971
30	0.9900	0.9726
40	0.9802	0.9623
50	0.9753	0.9572
60	0.9725	0.9543

and 0.0143 with mean difference 0.0160 and 0.0171 respectively. The combination of AGE-EGE materials produce lower frequency compared to KGE-EGE materials.

Fig. 4-6 shows the comparison of frequency parameter with respect to the aspect ratio for three layered plates with different material combinations. In general the frequency parameter increases as a/b increase. The frequency increase slowly in the range of $0.2 \leq \lambda \leq 0.8$ and increase rapidly for $\lambda > 0.8$. All three graphs shows that the value obtained using RBF is slightly higher compare to the Spline values.

The differences in percentage of RBF values and its corresponding values obtained using Spline varies from 4.6812% to 0.7841%, 9.9955% to 0.7432% and 6.1527% to 0.7740% for Fig 4 , 5 , and 6 respectively. Among the three types of material combinations, AGE-KGE amalgamation gives lower frequency values.

Table 7, 8 and 9 depicts the effect of aspect ratio on the frequency for five, seven and nine layered plates respectively using different combination of materials by fixing $a/h = 1/10$ under clampedclamped boundary condition. The results are analysed using the material combination as KGE-AGE, EGE-KGE and AGE-KGE are shown in Table 7, 8 and 9 respectively. The frequency parameter value increases as increase in a/b value and the value obtained using RBF is slightly higher compared to its corresponding Spline results. The difference between its corresponding values directly proportional to a/h and as the number of layers increases the frequencies obtained increases. The jump of frequency values is high when the number of layers increases from seven to nine.

The frequency parameter is analysed for four layered plates with respect to the side-to-thickness ratio shown in Table 10. The material arrangement for four layered plates is KGE-EGE-KGE-EGE with ply angle $0°/90°/0°/90°$. For six and eight layered plates material AGE-KGE and AGE-EGE were used with the arrangement AGE-KGE-AGE-KGE-AGE-KGE ($0°/90°/0°/90°/0°/90°$) and AGEEGE-AGE-EGE-AGE-EGE-AGE-EGE

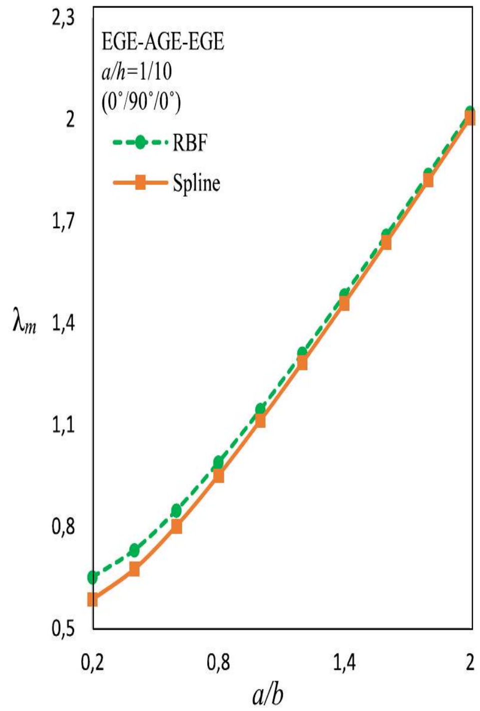


FIGURE 4. Comparison of two methods for effect of plate aspect ratio (a/b) on the frequency parameter of a clamped-clamped three layered rectangle plate with material AGE-KGE

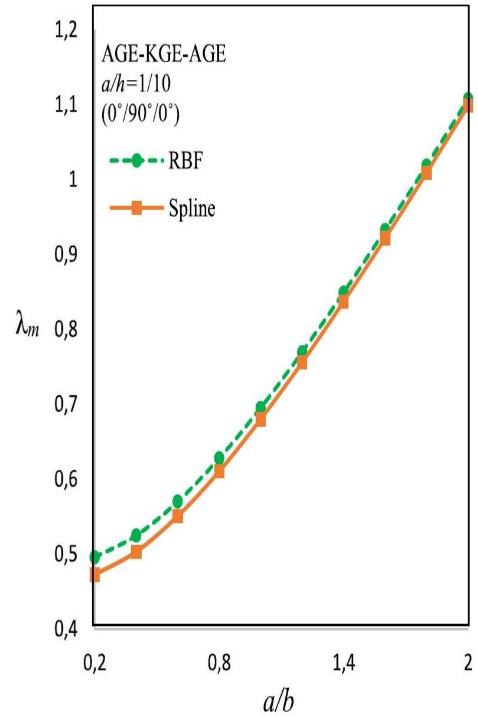


FIGURE 5. Comparison of two methods for effect of plate aspect ratio (a/b) on the frequency parameter of a clamped-clamped three layered rectangle plate with material EGE-AGE

TABLE 7. The effect of plate aspect ratio (a/b) on the frequency parameter of a clamped-clamped five layered rectangle plate with $\theta = 0°/90°/0°/90°/0°$ and materials KGE-AGE-KGE-AGE-KGE

a^{method}	RBF	Spline
0.2	0.5075	0.4705
0.4	0.5519	0.5191
0.6	0.6190	0.5909
0.8	0.7021	0.6788
1.0	0.7963	0.7771
1.2	0.8982	0.8824
1.4	1.0053	0.9924
1.6	1.1161	1.1057
1.8	1.2298	1.2214
2.0	1.3454	1.3388

TABLE 8. The effect of plate aspect ratio (a/b) on the frequency parameter of a clamped-clamped seven layered rectangle plate with $\theta = 0\%190°/0°/90°/0°/90°/0°$ and materials EGE-AGE-EGE-AGEEGE-AGE-EGE

a/h $^{\text{method}}$	RBF	Spline
0.2	0.6338	0.5572
0.4	0.7258	0.6625
0.6	0.8575	0.8071
0.8	1.0135	0.9735
1.0	1.1843	1.1523
1.2	1.3643	1.3380
1.4	1.5502	1.5292
1.6	1.7403	1.7229
1.8	1.9331	1.9188
2.0	2.1280	2.1161

TABLE 9. The effect of plate aspect ratio (a/b) on the frequency parameter of a clamped-clamped nine layered rectangle plate with $\theta = 0°/90°/0°/90°/0°/90°/0°/90°/0°$ and materials AGE-KGE-AGE-KGEAGE-KGE-AGE-KGE-AGE

a/b method	RBF	Spline
0.2	0.4931	0.4677
0.4	0.5259	0.5029
0.6	0.5763	0.5564
0.8	0.6403	0.6235
1.0	0.7142	0.7002
1.2	0.7953	0.7838
1.4	0.8815	0.8722
1.6	0.9715	0.9640
1.8	1.0644	1.0585
2.0	1.1594	1.1549

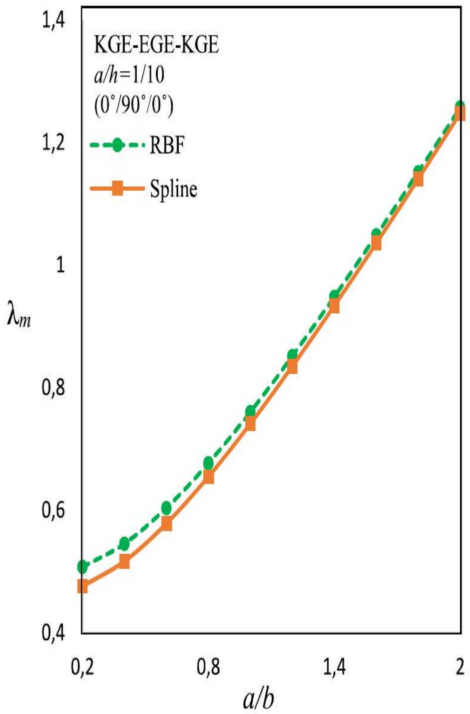


FIGURE 6. Comparison of two methods for effect of plate aspect ratio (a/b) on the frequency parameter of a clamped-clamped three layered rectangle plate with material KGE-EGE

TABLE 10. The effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter of a clampedclamped four layered rectangle plate with $\theta = 0°/90°/0°/90°$

alh method	RBF	Spline
10	1.0142	0.8148
20	1.0101	0.7243
30	1.0058	0.6960
40	1.0015	0.6846
50	0.9973	0.6790
60	0.9932	0.6759

TABLE 11. The effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter of a clamped six layered rectangle plate with $\theta = 0°/90°/0°/90°/0°/90°$

a/h method	RBF	Spline
10	1.0328	0.9232
20	1.0312	0.8555
30	1.0297	0.8324
40	1.0281	0.8227
50	1.0265	0.8179
60	1.0250	0.8152

TABLE 12. The effect of plate length-to-thickness ratio (a/h) on the frequency parameter of a clampedclamped eight layered rectangle plate with $\theta = 0°/90°/0°/90°/0°/90°/0°/90°$

a/h method	RBF	Spline
10	1.1779	1.0376
20	1.1738	0.9689
30	1.1697	0.9472
40	1.1658	0.9384
50	1.1619	0.9341
60	1.1582	0.9317

(0°/90°/0°/90°/0°/90°/0°/90°) shown in Table 11 and Table 12 respectively. The vibration decreases as the side-to-thickness increases from 10 to 60 and the value obtain using RBF is higher compared to its corresponding Spline value for all three types of layers. The maximum difference between frequencies of four layers plates is 0.3173 and the minimum difference is 0.1994 , with mean value of 0.2912 . For six and eight layered plate the maximum difference between its two methods corresponding values is 0.2097 and 0.2265 , and the minimum difference is 0.1096 and 0.1403 respectively.

5. CONCLUSIONS

Frequency parameter for laminated cross-ply plates including first order shear deformation theory under clamped-clamped boundary condition for odd and even number of layers are analysed. The displacement and rotational functions are approximated by two different approximations namely Radial Basis function and Spline function. The results are analysed with respect to the side-to-thickness ratio, aspect ratio and number of layers using two methods. The result's pattern for odd and even number of layered plates are discussed and the results obtained by both the methods are significant. The difference between Radial Basis Function method's result and Spline method's results for odd number of layered plates is smaller compared to difference for even number of layered plates.

REFERENCES

[1] Autar, K. K., *Mechanics of Composite Materials 2 nd ed.)*, Boca Ratom, Fl: CRC Press, 2006, 416p.

[2] R. D. Mindlin., Influence of rotary inertia and shear on flexural motion of isotropic elastic plates, *Journal of Applied Mechanics*, Vol.18, 1951, Pp.31-38.

[3] Y. Stavsky., *On the theory of symmetrically heterogeneous plates having the same thickness variation of the elastic moduli: D. Abir, F. Ollendorff, M. Reiner (Eds.)*, Topics in applied mechanics, American Elsevier, New York, 1965, 105p.

[4] P. C. Yang, C. H. Nooris, and Y. Stavsky., Elastic wave propagation in heterogeneous plates, *International Journal of Solids and Structures*, No.2, 1996, Pp.665-684.

[5] E. J. Kansa., Multiquadrics- A scattered data approximation scheme with application to computational fluid-dynamics-I, *Computers Mathematics with Applications*, Vol.19, No 8/9 1990, 127145.

[6] E. J. Kansa., Multiquadrics- A scattered data approximation scheme with application to computational fluid-dynamics-II, *Computers Mathematics with Applications*, Vol.19, No.8/9, 1990, Pp.147-161.

[7] A. J. M. Ferreira., Free vibration analysis of timoshenko beams and mindlin plates by radial basis functions, *International Journal of Computational Methods*, Vol.2, No 1, 2005, Pp.15-31.

[8] A. J. M. Ferreira., A formulation of the multiquadric radial basis function method for the analysis of laminated composite plates, *Composite Structures*, Vol.59, 2003, Pp.385-392.

[9] K. M. Liew, X. L. Chen, and J. N. Reddy., Mesh-free radial basis function method for buckling analysis of non-uniformly loaded arbitrarily shaped shear deformable plates, *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, Vol.193, 2004, pp.205-224.

[10] J. D. Rodrigues, C. M. C. Roque, A. J. M. Ferreira, E. Carrera, and M. Cinefra., Radial basis functions-finite differences collocation and a Unified Formulation for bending, vibration and buckling analysis of laminated plates, according to Murakami's zig-zag theory, *Composite Structure*, Vol.93, 2011, Pp.1613-1620.

[11] L. Liu, L. P. Chua, and D. N. Ghista., Mesh-free radial basis function method for static, free vibration and buckling analysis of shear deformable composite laminates, *Composite Structures*, Vol.78, 2007, Pp.58-69.

[12] A. J. M. Ferreira, C. M. C. Roque, and R. M. N. Jorge., Free vibration analysis of symmetric laminated composite plates by FSDT and radial basis functions, *Computer methods in applied mechanics and engineering*, Vol.194, 2005, Pp.4265-4278.

[13] A. J. M. Ferreira, C. M. C. Roque, and P. A. L. S. Martins., Radial basis functions and higherorder shear deformation theories in the analysis of laminated composite beams and plates, *Composite Structures*, Vol. 66, 2004. Pp 287-293.

[14] A. J. M. Ferreira, C. M. C. Roque, and P. A. L. S. Martins., Analysis of composite plates using higher-order shear deformation theory and a finite point formulation based on the multiquadric radial basis function method, *Composites Part B: engineering*, Vol.34, 2003, Pp 627-636.

[15] A. J. M. Ferreira, and G. E. Fasshauer., Analysis of natural frequencies of composite plates by an RBF-pseudospectral method, *Composite Structures*, Vol.79, 2007, Pp.202-210.

[16] G. R. Liu, X. Zhao, K. Y. Dai, Z. H. Zhong, G. Y. Li, and X. Han., Static and free vibration analysis of laminated composite plates using the conforming radial point interpolation method, *Composites Science and Technology*, Vol.68, 2008, Pp.354-366.

[17] Y.V.S.S. Sanyasiraju, and G. Chandhini., Local radial basis function based gridfree scheme for unsteady incompressible viscous flows, *Journal of Computational Physics*, Vol.227, 2008, Pp.8922-8948.

[18] W.G. Bickley., Piecewise cubic interpolation and two point boundary problems, *Computer Journal*, Vol.11, 1968, Pp.206-208.

[19] K. K. Viswanathan, and P. V. Navaneethakrishnan., Free vibration study of layered cylindrical shells by collocation with splines, *Journal of Sound and Vibration*, Vol.260, 2003, Pp.807-827.

[20] K. K. Viswanathan, and K. S. Kim., Free vibration of antisymmetric angle-ply-laminated plates including transverse shear deformation: Spline method, *International Journal of Mechanical Sciences*, Vol.50, 2008, Pp.1476-1485.

[21] K. K. Viswanathan, S. Javed and Z.A. Aziz., Free vibration of symmetric angle-ply layered conical shell frusta of variable thickness under shear deformation theory, *Structural Engineering and Mechanics*, Vol.45, No.3, 2013, Pp.259-275.

[22] K.K.Viswanathan, J.H.Lee, Z.A. Aziz and I. Hossain., Free vibration of symmetric angle-ply laminated cylindrical shells of variable thickness, *Acta Mechanica*, Vol.221, No.2-3, 2011, Pp.309-319.

[23] T. Irie, G. Yamada, and R. Kanda., Free vibration of rotating non-uniform discs: spline interpolation technique calculation, *Journal of Sound and Vibration*, Vol.66, 1979, Pp.13-23.

[24] T. Irie, and G. Yamada., Analysis of free vibration of annular plate of variable thickness by use of a spline technique method, *JSME Bulletin*, Vol.23, 1980, Pp.286-292.

[25] A. A. Khdeir., Free vibration and buckling of symmetric cross-ply laminated plates by an exact method, *Journal of sound and vibration*, Vol.126, No.3, 1988, Pp.447-461.

Appendix A

$$\begin{pmatrix} N_x \\ N_y \\ N_{xy} \\ M_x \\ M_y \\ M_{xy} \\ Q_x \\ Q_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{16} & B_{11} & B_{12} & B_{16} & 0 & 0 \\ A_{12} & A_{22} & A_{26} & B_{12} & B_{22} & B_{26} & 0 & 0 \\ A_{16} & A_{26} & A_{66} & B_{16} & B_{26} & B_{66} & 0 & 0 \\ B_{11} & B_{12} & B_{16} & D_{11} & D_{12} & D_{16} & 0 & 0 \\ B_{12} & B_{22} & B_{26} & D_{12} & D_{22} & D_{26} & 0 & 0 \\ B_{16} & B_{26} & B_{66} & D_{16} & D_{26} & D_{66} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & kA_{45} & kA_{55} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & kA_{44} & kA_{45} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \\ \psi_{x,x} \\ \psi_{y,y} \\ \psi_{x,y} + \psi_{y,x} \\ \psi_x + w_{,x} \\ \psi_y + w_{,y} \end{pmatrix}$$

Where the extensional rigidities are represented by A_{ij}, the bending-stretching coupling rigidities, B_{ij}, bending rigidities, and $Dij.A_{ij}, B_{ij}$, and D_{ij}, given as follows;

$A_{ij} = \sum_k \bar{Q}_{ij} \left(z_k - z_{k-1}\right), B_{ij} = 1/2 \sum_k \bar{Q}_{ij} \left(z_k^2 - z_{k-1}^2\right), D_{ij} = 1/3 \sum_k \bar{Q}_{ij} \left(z_k^3 - z_{k-1}^3\right)$ for $i, j = 1, 2, 6 \ldots$

$A_{ij} = k \sum_k \bar{Q}_{ij} \left(z_k - z_{k-1}\right)$ for $i, j = 4, 5 \ldots$

K is shear correction factor and $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy}, \gamma_{xz}$ and γ_{yz} are given as

$\varepsilon_x = \frac{\partial u_0}{\partial y}, \varepsilon_y = \frac{\partial v_0}{\partial y}, \gamma_{xy} = \frac{\partial u_0}{\partial y} + \frac{\partial v_0}{\partial x}, \gamma_{xz} = \psi_x + \frac{\partial w}{\partial x}$, and $\gamma_{yz} = \psi_y + \frac{\partial w}{\partial y}$.

Appendix B

$L_{11} = \frac{d^2}{dX^2} - \beta^2 S_{10} + \lambda^2, L_{12} = -\beta\left(S_2 + S_{10}\right)\frac{d}{dX}, \quad L_{13} = L_{31} = S_4\frac{d^2}{dX^2} - \beta^2 S_{11}, L_{14} = -L_{41} = -\beta\left(S_5 + S_{11}\right)\frac{d}{dX},$

$L_{21} = \beta\left(S_2 + S_{10}\right)\frac{d}{dX}, L_{22} = S_{10}\frac{d^2}{dX^2} - \beta^2 S_3 + \lambda^2, L_{23} = -L_{32} = \beta\left(S_5 + S_{11}\right)\frac{d}{dX},$

$L_{24} = -L_{42} = S_{11}\frac{d^2}{dX^2} - \beta^2 S_6,$

$L_{33} = S_7\frac{d^2}{dX^2} - \beta^2 S_{12} - KS_{14} + \frac{I_1}{I_0 a^2}\lambda^2, \quad L_{34} = -L_{43} = -\beta\left(S_8 + S_{12}\right)\frac{d}{dX}, L_{35} = -L_{53} = -KS_{14}\frac{d}{dX},$

$L_{44} = S_{12}\frac{d^2}{dX^2} - \beta^2 S_9 - KS_{13} + \frac{I_1}{I_0 a^2}\lambda^2, L_{45} = L_{54} = -K\beta S_{13}, L_{55} = KS_{14}\frac{d^2}{dX^2} - K\beta^2 S_{13} + \lambda^2$

$L_{15} = L_{25} = L_{51} = L_{52} = 0$ and $\beta = n\phi$

where the $S_i(i = 2, 3, 4, \ldots.14)$ quantities are defined as

$$S_2 = \frac{A_{12}}{A_{11}}, S_3 = \frac{A_{22}}{A_{11}}, S_4 = \frac{B_{11}}{aA_{11}}, S_6 = \frac{B_{22}}{aA_{11}}, S_7 = \frac{D_{11}}{a^2 A_{11}}, S_8 = \frac{D_{11}}{a^2 A_{11}}, S_4 = \frac{D_{12}}{a^2 A_{11}}, S_9 = \frac{D_{22}}{a^2 A_{11}},$$

$$S_{10} = \frac{A_{66}}{A_{11}}, S_{11} = \frac{B_{66}}{aA_{11}}, S_{12} = \frac{D_{66}}{a^2 A_{11}}, S_{13} = \frac{A_{44}}{A_{11}}, S_{14} = \frac{A_{55}}{A_{11}}$$

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

BOUNDARY VALUE PROBLEMS OF THE DYNAMICS OF THERMOELASTIC RODS AND THEIR SOLUTIONS

LYUDMILA ALEXEYEVA[1], ASIYAT DADAYEVA[2], NURSAULE AINAKEYEVA[1,3,4]

[1]Institute of Mathematics and Mathematical Modeling, Almaty, Kazakhstan
[2]K.I.Satpayev Kazakh National Technical University, Almaty, Kazakhstan
[3]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty,Kazakhstan
[4]U.A.Joldasbekov Institute of Mechanics and Engineering, Almaty,Kazakhstan
e-mail: alexeeva@math.kz, dady1262@mail.ru, nursaule_math@mail.ru

Abstract. Space-one-dimensional boundary value problems of uncoupled thermoelasticity are considered, which can be used to study various bar structures under conditions of thermal heating. Here we propose a unified technique for solving various boundary value problems typical of practical applications. On the basis of the method of generalized functions, generalized solutions of non-stationary boundary value problems are constructed under the action of power and heat sources of various types, including those described by singular generalized functions, under various boundary conditions at the ends of the rod.Regular integral representations of generalized solutions are obtained, which give analytical solutions to the boundary value problems. The constructed solutions are convenient for engineering calculations, for example, for studying network thermoelastic systems that can be modeled by thermoelastic graphs.

Keywords: thermoelastic rod, generalized functions, Green's function, boundary value problems, temperature stresses.

AMS Subject Classification: 74A15, 65R20, 35L05, 35K05.

1. Statement of nonstationary boundary value problems of thermoelasticity

Thermoelastic rod of length $2L$, which is characterized by density ρ, thermoelastic constants γ and κ. The displacements of the rod sections and the temperature field of the rod are described by a system of hyperbolic-parabolic equations of the form [1]:

$$\begin{aligned} \rho c^2 u_{,xx} - \rho u_{,tt} - \gamma\theta_{,x} + \rho F_1 = 0 \\ \theta_{,xx} - \kappa^{-1}\theta_{,t} + F_2 = 0 \end{aligned} \tag{1}$$

Here $u(x,t)$ - components of longitudinal displacements, $\theta(x,t)$- relative temperature, - velocity of propagation of thermoelastic waves in the rod, ρ- density.

The thermoelastic stress in the rod is determined by the Duhamel-Neumann relation:

$$\sigma(x,t) = \rho c^2 u_{,x}(x,t) - \gamma\theta(x,t) \tag{2}$$

Let us consider a number of boundary-value problems of thermoelasticity typical for engineering practice, the solutions of which satisfy certain initial and boundary conditions.

This work was partially supported provided by the Fundamental Research Grant from the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan. Project AP19674789:Generalized solutions of biquaternion wave equations, their properties and applications in field theory.

Initial conditions (Cauchy conditions): at $t = 0$ the displacements, velocities and temperature are known:

$$u(x,0) = u_0(x),\ \theta(x,0) = \theta_0(x),\ |x| \le L, \\ \partial_t u(x,0) = \dot{u}_0(x),\ |x| < L \tag{3}$$

Boundary value problem 1. The displacements of the ends of the rod and the temperature on them are known:

$$U(x_j,t) = w_j(t),\ \theta(x_j,t) = \theta_j(t),\ ,j = 1,2 \tag{4}$$

Boundary value problem 2. Stresses at the ends of the rod and heat fluxes on them are known:

$$\sigma(x_j,t) = p_j(t),\ ,\theta_{,x}(x_j,t) = q_j(t),\ j = 1,2 \tag{5}$$

Boundary value problem 3. The displacements of the ends of the rod and the heat fluxes on them are known:

$$u(x_j,t) = w_j(t),\ \theta_{,x}(x_j,t) = q_j(t);\ ,j = 1,2 \tag{6}$$

Boundary value problem 4. Stresses and temperature at the ends of the rod are known:

$$\sigma(x_j,t) = p_j(t),\ \theta(x_j,t) = \theta_j(t),\ j = 1,2 \tag{7}$$

Boundary conditions belong to the class of generalized functions of slow growth. It is required to determine the thermally stressed state of the rod.

2. Solution of boundary value problems in the space of generalized vector functions

To solve the problem, we use the method of generalized functions. To do this, we turn to the formulation of a boundary value problem in the space of generalized vector functions $\hat{S'}_2(R^2) = \{\hat{f} = (\hat{f}_1, \hat{f}_2),\ \hat{f}_k \in S'(R^2),\ k = 1,2\}$, where $S'(R^3)$ - is the space of generalized functions of slow growth [2]:

To do this, we introduce a generalized vector function:

$$(\hat{u}_1, \hat{u}_2) = \hat{u}, \hat{\theta} = \{u(x,t)H(x)H(t),\ \theta(x,t)H(x)H(t)\},$$

Let us pass to the first formula (1) to generalized functions, where $u(x,t), \theta(x,t)$ - is the classical solution of the boundary value problem under, $H(0)$ - is the Heaviside function, we assume at the discontinuity point $H(0) = \frac{1}{2}$. In $S_2'(R^2)$ it satisfies the system of equations of the form:

$$c^2\hat{u}_{,xx} - \hat{u}_{tt} - \gamma\rho^{-1}\hat{\theta}_{,x} + \hat{F}_1 = -\{\dot{u}_0(x)\delta(t) + u_0(x)\delta'(t)\}H(L - |x|)+ \\ +c^2H(t)\{(p_1(t) - \tilde{\gamma}\theta_1(t))\delta(x+L) - (p_2(t) - \tilde{\gamma}\theta_2(t))\delta(x-L)\}+ \\ +c^2H(t)\{w_1(t)\delta'(x+L) - w_2(t)\delta'(x-L)\}, \tag{8}$$

For the second correspondence of equation (1)

$$\hat{\theta}_{,xx} - \kappa^{-1}\hat{\theta}_{,t} + \hat{F}_2 = \\ = H(t)\delta(L+x)q_1(t) - H(t)\delta(L-x)q_2(t)+ \\ +\theta_1(t)H(t)\delta'(L+x) - \theta_2(t)H(t)\delta'(L-x) - \kappa^{-1}\theta_0(x)\delta(t)H(L-|x|). \tag{9}$$

Here $\delta(t)$ - is a generalized singular δ- function,.$\tilde{\gamma} = \frac{\gamma}{\rho c^2}$

Using the property of fundamental solutions of the equations of this system $\hat{U}_j(x,t)$, its solution can be represented as the following convolution [2]:

$$u(x,t)H(t)H(L-|x|) = \hat{U}_1 * \hat{F}_1 - \tilde{\gamma}\hat{U}_{1,x} * \hat{\theta}(x,t) +$$

$$+c^2 \sum_{k=1}^{2} (-1)^k \{(p_k(t) - \tilde{\gamma}\theta_k(t)) \underset{t}{*} \hat{U}_1(x-(-1)^k L, t) + u_k(t) \underset{t}{*} \hat{U}_{1,x}(x-(-1)^k L, t)\} + \tag{10}$$

$$+\{\dot{u}_0(x)H(L-|x|) \underset{x}{*} \hat{U}_1 + u_0(x)H(L-|x|) \underset{x}{*} \hat{U}_{1,t}\},$$

$$\theta(x,t)H(t)H(L-|x|) = \hat{F}_2(x,t) * \hat{U}_2(x,t) +$$

$$+H(t) \sum_{k=1}^{2} (-1)^k \{q_k(t) \underset{t}{*} U_2(x-(-1)^k L, t) + \theta_k(t)H(t) \underset{t}{*} U_{2,x}(x-(-1)^k L, t)\} - \tag{11}$$

$$-\kappa^{-1}\theta_0(x)H(L-|x|) \underset{x}{*} U_2(x,t).$$

Here, $U_j(x,t)(j=1,2)$ are the fundamental solutions of the wave equation (1) at $F_1 = \delta(x,t) = \delta(x)\delta(t)$, $\theta = 0$, and the heat conduction equations at $F_2 = \delta(x,t) = \delta(x)\delta(t)$. Formulas (10), (11) determine the displacement and temperature inside the rod from the known displacements, stresses, temperature and heat fluxes at its ends. However, only 4 out of 8 boundary functions are known for well-posed boundary value problems.

To determine the unknown four boundary functions, resolving boundary equations are obtained at the left and right ends of the rod.

3. Fourier transform in time of the Green's function wave equation

The Green's function of the wave equation $\hat{U}_1(x,t)$ satisfies the d'Alembert equation:

$$c^2 \frac{\partial^2 \hat{U}_1}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \hat{U}_1}{\partial t^2} + \delta(x)\delta(t) = 0,$$

and radiation conditions:

$$\hat{U}_1(x,t) = 0 \,\text{at}\, t < 0,\ \hat{U}(x,t) = 0 \,\text{at}\, ||x|| > ct.$$

Its Fourier transform is the solution to the ordinary differential equation:

$$\frac{d^2\bar{U}_1}{dx^2} + k^2\bar{U}_1 = -c^{-2}\delta(x),\ k = \frac{|\omega|}{c} \tag{12}$$

It and its derivative are:

$$\bar{U}_1(x,\omega) = -\frac{sin(k|x|)}{2kc^2},\ \bar{U}_{1,x} = -\frac{1}{2c^2}cos|kx|sgn(x). \tag{13}$$

It's easy to see that

$$\tilde{U}_1(0,\omega) = 0,\ \bar{U}_{1,x}(\pm 0,\omega) = \mp 0,5c^{-2}. \tag{14}$$

We use this property to construct resolving equations for boundary value problems.

4. Fourier transform in time of the Green's function heat conduction equations

The Fourier transform of the Green's function of the heat equation satisfies the equation:

$$\frac{d^2\bar{U}_2}{dx^2} + i\omega\kappa^{-1}\bar{U}_2 = -\delta(x) \tag{15}$$

and symmetry conditions:

$$\bar{U}_2(x,\omega) = \bar{U}_2(-x,\omega),\ \bar{U}_2(x,\omega) \underset{|x|\to\infty}{\to} 0 \tag{16}$$

Let us denote $k = \sqrt{i\omega\kappa^{-1}} = e^{i\pi/4}\sqrt{\omega\kappa^{-1}} = (1+i)\sqrt{\frac{\omega}{2\kappa}}$. It is easy to see that the function

$$\bar{U}_2(x,\omega) = -\frac{sink|x|}{2k} \tag{17}$$

satisfies equations (31), (32) and

$$\bar{U}_2(0,\omega) = 0,\ \bar{U}_{2,x}(\pm 0,\omega) = \mp 0,5 \tag{18}$$

To solve the formulated boundary value problems, we consider separately the generalized solutions of the heat equation and the wave equation.

5. Solution of temperature boundary value problems in space Fourier transform in time

Let us determine the Fourier transform of the rod temperature using its representation (11) and the properties of the Fourier transform of convolutions of generalized functions.[2,3]. As a result, we get:

$$\begin{gathered}\bar{\theta}(x,\omega)H(L-|x|) = \bar{F}_2(x,\omega) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega) - \kappa^{-1}\theta_0(x)H(L-|x|) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega) + \\ + \sum_{k=1}^{2}(-1)^k\{\bar{q}_k(\omega)\bar{U}_2(x-(-1)^kL,\omega) + \bar{\theta}_k(\omega)\bar{U}_{2,x}(x-(-1)^kL,\omega)\}\end{gathered} \tag{19}$$

where for regular $F_j(x,t)$:

$$\bar{F}_j(x,\omega) = H(L-|x|)\int_0^\infty F_j(x,t)e^{i\omega t}d\omega \tag{20}$$

(for singular sources, the Fourier transform should be taken according to the rules of the theory of generalized functions).

Let us go to the limit in this formula (19) for: $x \to \pm L$, $x \in (-L,L)$:

$$\lim_{\varepsilon\to+0}\bar{\theta}(-L+\varepsilon,\omega) = \bar{F}_2(x,\omega) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega)|_{x=-L} - \kappa^{-1}\theta_0(x)H(L-|x|) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega)|_{x=-L} -$$

$$-\{\bar{q}_1(\omega)\bar{U}(\varepsilon,\omega) - \bar{\theta}_1(\omega)\bar{U}_{2,x}(\varepsilon,\omega)\} + \{\bar{q}_2(\omega)\bar{U}_2(-2L+\varepsilon,\omega) + \bar{\theta}_2(\omega)\bar{U}_{2,x}(-2L+\varepsilon,\omega)\}$$

$$\lim_{\varepsilon\to+0}\bar{\theta}(L-\varepsilon,\omega) = \bar{F}_2(x,\omega) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega)|_{x=L} + \kappa^{-1}\theta_0(x)H(L-|x|) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega)|_{x=L} -$$

$$-\{\bar{q}_1(\omega)\bar{U}(2L-\varepsilon,\omega) - \bar{\theta}_1(\omega)\bar{U}_{2,x}(2L-\varepsilon,\omega)\} + \{\bar{q}_2(\omega)\bar{U}_2(-\varepsilon,\omega) + \bar{\theta}_2(\omega)\bar{U}_{2,x}(-\varepsilon,\omega)\}$$

Using the property of the Fourier transform of the derivative of the fundamental solution (18): $\lim_{\varepsilon\to+0}\bar{U}_{2,x}(\pm\varepsilon,\omega) = \mp 1/2$, from these formulas we obtain boundary equations for determining the required boundary functions:

$$\begin{gathered}0,5\bar{\theta}(-L,\omega) = \bar{F}_2(x,\omega) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega)|_{x=-L} - \kappa^{-1}\theta_0(x)H(L-|x|) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega)|_{x=-L} + \\ +\{\bar{q}_2(\omega)\bar{U}(-2L,\omega) + \bar{\theta}_2(\omega)\bar{U}_{2,x}(-2L,\omega)\} \\ 0,5\bar{\theta}(L,\omega) = \bar{F}_2(x,\omega) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega)|_{x=L} - \kappa^{-1}\theta_0(x)H(L-|x|) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega)|_{x=L} - \\ -\{\bar{q}_1(\omega)\bar{U}(2L,\omega) - \bar{\theta}_1(\omega)\bar{U}_{2,x}(2L,\omega)\}\end{gathered} \tag{21}$$

From here, taking into account (21), the theorem follows.

Theorem. *The Fourier transforms in time of the boundary functions of the boundary value problems for the heat equation satisfy the system of linear algebraic equations of the form:*

$$\begin{Bmatrix} 0,5 & 0 \\ \bar{U}_{2,x}(2L,\omega) & \bar{U}_{2,x}(2L,\omega) \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{\theta}_1(\omega) \\ \bar{q}_1(\omega) \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} -\bar{U}_{2,x}(2L,\omega) & -\bar{U}_{2,x}(2L,\omega) \\ 0,5 & 0 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{\theta}_2(\omega) \\ \bar{q}_2(\omega) \end{Bmatrix} = \\ = \begin{Bmatrix} \bar{Q}_1(-L,\omega) \\ \bar{Q}_2(L,\omega) \end{Bmatrix} \tag{22}$$

where the right parts are determined by the initial conditions and the existing heat sources:

$$\begin{aligned} \bar{Q}_1(x,\omega) &= \bar{F}_2(x,\omega) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega) \mid_{x=-L} -\kappa^{-1}\theta_0(x)H(L-|x|) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega) \mid_{x=-L} \\ \bar{Q}_2(x,\omega) &= \bar{F}_2(x,\omega) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega) \mid_{x=L} -\kappa^{-1}\theta_0(x)H(L-|x|) \underset{x}{*} \bar{U}_2(x,\omega) \mid_{x=L} \end{aligned} \tag{23}$$

The resulting system of equations allows solving any boundary value problems for given two boundary functions of temperature (or heat flux) at the ends of the rod. The other two are determined by solving this system of equations.

To solve all the set temperature boundary value problems, it is convenient to consider an extended system of equations of the form:

$$\begin{Bmatrix} 0,5 & 0 & -\bar{U}_{2,x}(-2L,\omega) & -\bar{U}_2(-2L,\omega) \\ \bar{U}_{2,x}(2L,\omega) & \bar{U}_2(2L,\omega) & 0,5 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_4 2 & a_4 3 & a_{44} \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} \bar{\theta}_1(\omega) \\ \bar{q}_1(\omega) \\ \bar{\theta}_2(\omega) \\ \bar{q}_2(\omega) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \bar{Q}_1(-L,\omega) \\ \bar{Q}_2(L,\omega) \\ \bar{b}_3(\omega) \\ \bar{b}_4(\omega) \end{Bmatrix} \tag{24}$$

where the last two equations are the known boundary conditions at the ends of the rod:

$$\begin{Bmatrix} a_{31} & a_{32} \\ a_{41} & a_{42} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{\theta}_1(\omega) \\ \bar{q}_1(\omega) \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} a_{33} & a_{34} \\ a_{43} & a_{44} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{\theta}_2(\omega) \\ \bar{q}_2(\omega) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \bar{b}_3(\omega) \\ \bar{b}_4(\omega) \end{Bmatrix} \tag{25}$$

For given coefficients a_{ij} and the right side of $\bar{b}_i(\omega)$ this linear algebraic system of equations, its solution has the form:

$$D_j(\omega) = \frac{\triangle_j(\omega)}{\triangle(\omega)},\ D(\omega) = \begin{Bmatrix} \bar{\theta}_1(\omega) \\ \bar{q}_1(\omega) \\ \bar{\theta}_2(\omega) \\ \bar{q}_2(\omega) \end{Bmatrix}, \tag{26}$$

where $\triangle(\omega)$ - is the determinant of the system matrix (37), $\triangle_j(\omega)$ the determinant of the matrix, which is determined by the simple Cramer rule for each $.D_j(\omega)$.

As an example, we construct solutions for the temperature field of the following boundary value problem.

6. Solution of the BVP II

In the case of boundary value problem II, the heat fluxes at the ends of the rod are known: $\bar{\theta}_{,x}(x_j,\omega) = \bar{q}_j(\omega);\ j = 1,2$. Boundary conditions (25) for this problem have the following form:

$$\begin{Bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{\theta}_1(\omega) \\ \bar{q}_1(\omega) \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{\theta}_2(\omega) \\ \bar{q}_2(\omega) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \bar{b}_1(\omega) \\ \bar{b}_2(\omega) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \bar{q}_1(\omega) \\ \bar{q}_2(\omega) \end{Bmatrix} \tag{27}$$

Then we can calculate the unknown temperature

$$\bar{\theta}_1(\omega) = \frac{\triangle_1}{\triangle},\ \bar{\theta}_2(\omega) = \frac{\triangle_1}{\triangle},\ \text{where } j = 1,2, \\ \triangle = \begin{vmatrix} 0,5 & -\bar{U}_{2,x}(-2L,\omega) \\ \bar{U}_{2,x}(-2L,\omega) & 0,5 \end{vmatrix} = 0,25 + \bar{U}_{2,x}(-2L,\omega)\bar{U}_{2,x}(2L,\omega) \tag{28}$$

$$\triangle_1 = \begin{vmatrix} \bar{Q}_1 + \bar{U}_2(-2L,\omega)\bar{q}_2 & -\bar{U}_{2,x}(-2L,\omega) \\ \bar{Q}_2 - \bar{U}_2(2L,\omega)\bar{q}_1 & 0,5 \end{vmatrix} =$$
$$= 0,5(\bar{Q}_1 + \bar{U}_2(-2L,\omega)\bar{q}_2) + \bar{U}_{2,x}(-2L,\omega)\bar{q}_1(\bar{Q}_2 + \bar{U}_2(-2L,\omega)\bar{q}_1)$$
$$\triangle_2 = \begin{vmatrix} 0,5 & \bar{Q}_1 + \bar{U}_2(-2L,\omega)\bar{q}_2 \\ \bar{U}_{2,x}(2L,\omega) & \bar{Q}_2 - \bar{U}_2(2L,\omega)\bar{q}_1 \end{vmatrix} = \tag{29}$$
$$= 0,5(\bar{Q}_2 - \bar{U}_2(2L,\omega)\bar{q}_1) - \bar{U}_{2,x}(-2L,\omega)\bar{q}_1(\bar{Q}_2 + \bar{U}_2(-2L,\omega)\bar{q}_2)$$

7. Solution of an elastic boundary value problem in space Fourier transform in time

From formula (10) follows the representation of displacements in the space of the Fourier transform in time:

$$\bar{u}(x,\omega)H(L-|x|) = \bar{P}(x,\omega)+$$
$$+c^2\sum_{j=1}^{2}(-1)^j\{(\bar{p}_j(\omega))\bar{U}_1(x-(-1)^jL,\omega) + \bar{w}_j(\omega)\bar{U}_{1,x}(x-(-1)^jL,\omega)\}. \tag{30}$$

Taking into account the form of the Green's function of the wave equation (13), we obtain a generalized solution of boundary value problems in the form:

$$\bar{u}(x,\omega)H(L-|x|) = \{\bar{P}(x,\omega) + 0,5\bar{p}_1(\omega)k^{-1}sink|x| - 0,5k^{-1}\bar{p}_2(\omega)sink|(x-L)|+$$
$$+0,5\bar{w}_1cosk|x| - 0,5\bar{w}_2cosk|(x-L)|\}H(L-|x|). \tag{31}$$

If we pass in this formula to the limit to the left and right edges of the interval, taking into account the property of the derivative of the Green's function (13), we obtain linear algebraic equations for determining the unknown boundary functions:

$$0,5\bar{w}_1(\omega) = \bar{P}(x,\omega)\mid_{x=-L} -0,5k^{-1}\bar{p}_2(\omega)sin(2Lk) - 0,5\bar{w}_2(\omega)cos(2Lk),$$

$$0,5\bar{w}_2(\omega) = \bar{P}(x,\omega)\mid_{x=L} +0,5k^{-1}\bar{p}_1(\omega)sin(2Lk) + 0,5\bar{w}_1(\omega)cos(2Lk).$$

We can rewrite this system in matrix form:

$$\begin{Bmatrix} 0,5 & 0 \\ -0,5cos(2Lk) & -0,5k^{-1}sin(2Lk) \end{Bmatrix}\begin{Bmatrix} \bar{w}_1(\omega) \\ \bar{p}_1(\omega) \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0,5cos(2Lk) & 0,5k^{-1}sin(2Lk) \\ -0,5 & 0 \end{Bmatrix}\begin{Bmatrix} \bar{w}_2(\omega) \\ \bar{p}_2(\omega) \end{Bmatrix} =$$
$$= \begin{Bmatrix} \bar{P}_1(x,\omega) \\ \bar{P}_2(x,\omega) \end{Bmatrix} \tag{32}$$

where the right parts are known:

$$\begin{Bmatrix} \bar{P}_1(x,\omega) \\ \bar{P}_2(x,\omega) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \bar{P}(-L,\omega) \\ \bar{P}(L,\omega) \end{Bmatrix}$$

As an example, consider the solution of the problem: Boundary Problem. The stresses of the ends of the rod are known. $\bar{\sigma}(x_j,\omega) = \bar{p}_j(\omega)$, $j = 1,2$:Then from (32) we obtain the equations for determining the boundary stresses:

$$\begin{Bmatrix} 1 & cos(2Lk) \\ -cos(2Lk) & 1 \end{Bmatrix}\begin{Bmatrix} \bar{w}_1(\omega) \\ \bar{w}_2(\omega) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 2F_1 - k^{-1}sin(2Lk)\bar{p}_2(\omega) \\ 2F_2 - k^{-1}sin(2Lk)\bar{p}_1(\omega) \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \bar{f}_1(\omega) \\ \bar{f}_2(\omega) \end{Bmatrix} \tag{33}$$

$$\bar{w}_j(\omega) = \frac{\triangle_j(\omega)}{\triangle(\omega)},\ \triangle(\omega) = 1 + cos^2(2Lk),$$

$$\triangle_1 = \bar{f}_1(\omega) - \bar{f}_2(\omega)cos(2Lk),\ \triangle_1 = \bar{f}_2(\omega) + \bar{f}_1(\omega)cos(2Lk)$$

Now in formula (31) all boundary functions are defined. Performing the inverse transformation (20), we obtain the original solution in the original space-time.

References

[1] Novatsky V., *Dynamic Problems of Thermoelasticity*, M.: Mir, 1970, 256 p.

[2] Vladimirov V.S. *Generalized functions in mathematical physics*, M.: Nauka, 1978, 512 p.

[3] Alekseeva L.A., Dadaeva A.N., Ainakeyeva N.Zh. *Fundamental and generalized solutions of the equations of non-stationary dynamics of thermoelastic rods*,Vestnik of ENU. L.N. Gumilyova, 2018, 2 (123), pp. 56-64.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

DESIGN OF CENTRIFUGAL PUMP IMPELLER BASED ON HYDRAULIC CALCULATIONS

NAZERKE MOMYSH[1,2], TANNUR AMANZHOLOV[1,2], ABDURASHID ALIULY[1,2], ABZAL SEITOV[1,2], NURBULAT JAICHIBEKOV[2,3],BEKET BODAU[1,2], ZHASULAN BAZARLINOV[2,4], AIDARKHAN KALTAEV[1,2]

[1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
[2]Satbayev University, Almaty, Kazakhstan
[3]L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
[4]L.Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: momysh773@gmail.com

Abstract. This paper is devoted to the design process of centrifugal pump impeller via hydraulic calculations. Emphasis is placed on obtaining optimal impellers geometry and dimensions using empirical formulas, hydraulic laws, and mechanical principles. The centrifugal pump under study has a single inlet, as well as a double curvature at the inlet, which turns into a cylindrical shape at the outlet of the blade shape.

The main goal of the work is to create a systematic approach to the design of an effective impeller that provides the required performance and head of the pump. To achieve this goal, the work explores the fundamental principles of fluid mechanics and pump operation in order to optimize the geometry of the impeller to ensure efficient fluid flow.

Overall, the research results provide a comprehensive understanding of the relationship between impeller design and pump hydraulic efficiency. The resulting geometry and dimensions form the basis for creating an impeller tailored to specific operational requirements. Application of the proposed methodology allows engineers and researchers to design centrifugal pump impellers with improved performance characteristics, higher reliability and reduced energy consumption.

Keywords: centrifugal pump, impeller, blade, hydraulics, hydrodynamic characteristics, efficiency.

AMS Subject Classification: 18B20, 76U99, 97M50.

1. Introduction

Centrifugal pumps are the most common pump type in industry. They are used to pump liquids and gases, including circulating water in heating and cooling systems, to transport oil and gas through pipelines, and to provide water flow in hydroelectric power plants.

Centrifugal pumps work on the basis of converting the mechanical energy of a rotating wheel into the energy of a liquid or gas flow. They consist of an impeller, shaft, housing, and other components that work together to create flow [1].

Modern centrifugal pumps have high efficiency and reliability, which makes them indispensable in many industries. However, it is important to consider the specifics of each specific application and select the pump best suited to the specific requirements and operating conditions.

This work is being carried out within the framework of the programmatic financing project BR18574035 "development, development, application of scientific and technological methods and digital tools to increase the productivity and competitiveness of pumps at the level of Industry 4.0 in Kazakhstan" (2022-2024).

Impeller design is a key step in creating an efficient centrifugal pump. The impeller is the main element of the pump, which is responsible for pumping liquid or gas and converting the mechanical energy of the rotating shaft into flow energy [2].

Correct calculation and design of the impeller allows to optimize its geometry and increase the efficiency of the pump. For example, increasing the number of blades may improve pump performance, but it may also increase hydraulic costs. Therefore, each element of the wheel must be carefully calculated to achieve optimal performance and reduce costs.

Numerical hydraulic modeling is an effective tool for studying pump impeller characteristics and optimizing its design. Numerical simulations can be used to simulate pump performance under various conditions and to determine the optimal blade geometry for maximum efficiency.

Thus, the correct design of the pump impeller using calculations and numerical simulations is a key factor in creating a pump that can meet the requirements of a particular application and provide long-term and reliable operation.

This manuscript deals with hydraulic calculations for low speed pump impeller design. Centrifugal pumps are the most common pump type in industry. They are used to pump liquids and gases, including circulating water in heating and cooling systems, to transport oil and gas through pipelines, and to provide water flow in hydroelectric power plants.

2. Centrifugal pump impeller

When designing a centrifugal pump, first of all, it is necessary to pay attention to its classification, because the specific speed of the pump has a fundamental effect on its geometry. The type of pump considered in the manuscript is the "slow" type shown in Table 1 below. As we can see Table 1 [3], its specific speed is between 50-90, and the shape of the blade is cylindrical (Fig 2).

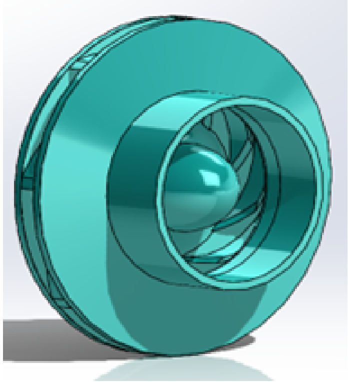


Figure 1. Cantilever closed impeller

3. Mathematical model

The calculation of specific speed is based on the similarity theory and is calculated as follows [4]:

$$n_s = 3,65\, n\, Q^{0.5}/H^{0.75} \tag{1}$$

The coefficient of useful action is volumetric: leakage from the seals and the effect of the cavity between the impeller and the snail-shaped body; hydraulic: cavitation, local resistances, hydraulic friction, eddies and flow separation from blades; mechanical: friction of the bearings, friction of the liquid in the cavity between the wheel and the snail with the disk, etc.; decreases under the influence of factors. Each component of efficiency is determined by the following empirical formulas [3]:

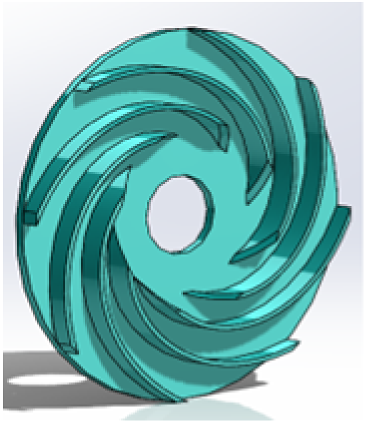


FIGURE 2. Position of the blade on the rear disc

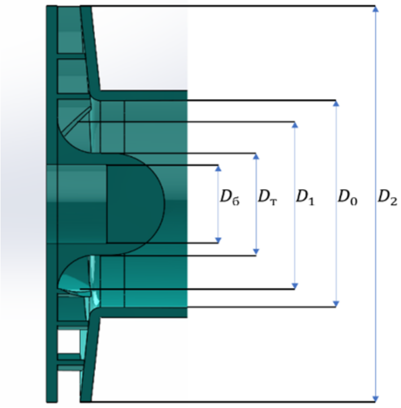


FIGURE 3. Meridian section of the impeller

$$\eta_b = 1/(1 + 0.68\, {n_s}^{(-2/3)}) \tag{2}$$

$$\eta_g = 0.7 + 0.00835 \lg \left(4 \sqrt[3]{\frac{3600Q}{n}} \right) \tag{3}$$

$$\eta_m \in (0.8; 0.85) \tag{4}$$

The mutual product of the efficiency in relation to the influence of each factor shows the full efficiency [5]:

$$\eta = \eta_v\, \eta_g\, \eta_m \tag{5}$$

The minimum shaft diameter is calculated from the maximum allowable shear stress of the shaft. The diameter of the joint (Figure 3) should be at least 1.1 times larger than the diameter of the shaft according to the strength condition [4]:

$$d_h = (1.1; 1.25) \cdot d_s \tag{6}$$

The following empirical formula is used to determine the absolute speed at the entrance [3]:

$$c_0 = 0,06 \sqrt[3]{Qn^2} \tag{7}$$

The flow of the impeller depends on the volumetric efficiency and is defined as follows [3]:

$$Q_{im} = Q/\eta_v \tag{8}$$

The formula for the diameter of the entrance to the wheel created according to the law of continuity [8]:

$$d_0 = \sqrt{(4Q_{im})/(\pi c_0) + {d_h}^2} \tag{9}$$

The starting diameter of the blades depends on the type of pump [3]:

$$d_1 = q\, d_0 \tag{10}$$

$$for\ n_s < 85\ q = 0.8,\ for\ n_s > 85\ q = 1.1 \tag{11}$$

Initially, we select compression coefficients and thrust coefficients at the inlet and outlet from the range of values, and then, during the calculation, we refine them so that the difference is not greater than 0.001 [3]:

$$k_1 \in (1.15; 1.3) \tag{12}$$

$$k_2 \in (1.05; 1.15) \tag{13}$$

$$k \approx 0.8 \tag{14}$$

One of the components of the absolute speed - the meridian component depends on the compression factor of the flow caused by the blades and has the following formula [3]:

$$c_{1m} = k_1\, c_0 \tag{15}$$

The formula for the height of the blade at the entrance, created according to the law of continuity [6]:

$$b_1 = Q_{im}/(\pi d_1 c_{1m}) \tag{16}$$

The transfer velocity at the entrance is determined by Euler's formula [7]:

$$u_1 = d_1 \pi n/60 \tag{17}$$

The flow angle is the angle between the relative flow velocity vector and the center line of the blade and is obtained in the following interval [3]:

$$\Delta\beta \in (-2; 5) \tag{18}$$

Since the flow enters without circulation, the projection of the absolute velocity onto the vector of the transferred velocity is equal to 0 [3]:

$$c_{1u} = 0 \tag{19}$$

The angle that the blade head makes in the plane of the back disk is determined from the velocity triangle and the formula is as follows [7]:

$$\beta_{1l} = \arctan\left(\frac{c_{1m}}{u_1 - c_{1u}}\right) + \Delta\beta \tag{20}$$

The optimal ratio of relative speeds is determined by the following empirical formula [3]:

$$(w_1/w_2)_{opt} = 5,65 \cdot 10^{-5}\, {n_s}^2 - 18,23 \cdot 10^{-3}\, n_s + 2.65 \tag{21}$$

The meridian component of the absolute speed at the outlet depends on the compression coefficient at the outlet [3]:

$$c_{2m} = k_2\, c_0 \tag{22}$$

Determination of the outer angle of the blade:

$$\beta_{2l} = \arcsin\left[\frac{(w_1/w_2)_{\text{opt}}\, c_{2m}\, k_2\, \sin(\beta_{1l})}{c_{1m}\, k_1}\right] \tag{23}$$

Transport speed at the exit [7]:

$$u_2 = c_{2m}/(2\, tg\beta_{2l}) \tag{24}$$

The theoretical thrust is the thrust without consideration of the loss of thrust [3]:

$$H_{theor} = H/(\eta_g k) \tag{25}$$

The outlet diameter is determined by Euler's formula and is calculated as follows :

$$d_2 = (60u_2)/(\pi n) \tag{26}$$

According to the law of continuity, the formula for the height of the blade at the exit is as follows [7]:

$$b_2 = (Qk_2)/(\pi d_2 c_{2m}) \tag{27}$$

The number of blades according to Pflederer's formula [3]:

$$z = A \cdot \frac{d_2 + d_1}{d_2 - d_1} \cdot \sin\left(\frac{\beta_{1l} + \beta_{2l}}{2}\right) \tag{28}$$

$$A \in (6.5; 9) \tag{29}$$

As mentioned above, the following formulas are used to specify compression and thrust coefficients (11):

$$k_1^{'} = 1/(1 - zs/(\pi d_1 sin\beta_{1l})) \tag{30}$$

$$k_2^{'} = 1/(1 - zs/(\pi d_2 sin\beta_{2l})) \tag{31}$$

$$k' = 1/(1 + 1.2/z((1 + sin\beta_{2l})/(1 - (d_1/d_2)^2))) \tag{32}$$

The value of the relative velocities at the entrance and exit is determined from the triangle of velocities, respectively, the formulas are as follows [9]

$$w_1 = c_{1m}/(sin\beta_{1l}) \tag{33}$$

$$w_2 = c_{2m}/(sin\beta_{2l}) \tag{34}$$

In order to determine the location of the blade on the back disk using the determined parameters, it is necessary to determine its coordinates in the polar coordinate system.

The relative speed to the beginning and the end of the blade and the radius-dependent change of the blade height are assumed to obey a linear law, and the function is written as follows [3]:

$$w(r) = w_1 - (w_1 - w_2)/(r_2 - r_1)(r - r_1) \tag{35}$$

$$b(r) = b_1 - (b_1 - b_2)/(r_2 - r_1)(r - r_1) \tag{36}$$

The radius dependence function of the radial velocity when considering the number of blades to be infinitely large and their thickness to be infinitely thin is written by the law of continuity [3]:

$$c_{m\infty}(r) = Q_{im}/(2\pi r b(r)) \tag{37}$$

Dependence of the angle of the blade on the rear disk plane on the radius [3]:

$$\beta(r) = \arcsin\left(\frac{c_{r\infty}(r)}{w(r)} + \frac{zs}{2\pi r}\right) \tag{38}$$

The angle of the radius-vector of the blade coordinates changes as follows depending on the radius change [10]:

$$\theta(r) = \int_{r_1}^{r} dr/(r \cdot tg\beta(r)) \tag{39}$$

In order to use the determined coordinate values in the CAd system, we move from the polar coordinate system to the Cartesian coordinate system:

$$x(r, \theta(r)) = r \cdot cos\theta(r) \tag{40}$$

$$y(r, \theta(r)) = r \cdot sin\theta(r) \tag{41}$$

4. Calculation

Performance, thrust, rotation frequency, shaft diameter and blade thickness are given as initial parameters. The specific speed of the impeller through these parameters (1) is calculated according to the formula, and the type of pump is determined. Then calculations are made according to formulas (2)-(10). Calculations according to formulas (15)-(29) are continued by using any value as compression and pressure coefficients, which are initially in the definition area shown in (12-14).

Using the determined parameters, we recalculate compression and thrust coefficients according to formulas (30)-(32) in order to clarify. The parameters used for this calculation are not exact, as they are calculated using approximate coefficients (12-14). For this reason, parameters calculated by formulas (15)-(29) are redefined using refined coefficients (30)-(32). The difference between the coefficients refined in this way and the coefficients before the cycle is recalculated to 0.001 accuracy, and the cycle is stopped when the accuracy is achieved. The parameters obtained from the cycle will be used in future calculations. According to formulas (33)-(34) relative speeds are calculated. Using the functions (35)-(39), the position of the blade on the disk is determined by the function (40-41).

Realization of the mathematical model is carried out in the Python 3 programming language. The code is written in the order mentioned above. The mentioned compression and stress coefficients were recorded in the while loop using the condition [$abs(k_1^{'} - k_1) > 0.001$ and $abs(k_2^{'} - k_2) > 0.001$ and $abs(k^{'} - k) > 0.001$]. Also, the trapezoidal method was used as a numerical reduction of the function (39): the calculated r_1, r_2 interval, that is, the radial distance between the beginning and the end of the blade, was calculated by dividing it into 100 parts. The determined coordinate values are transferred from the polar coordinate system to r the Cartesian coordinate system using formulas (40), (41) for use in the CAD modeling system. A block diagram of the calculation is presented in Fig 4.

Nomenclature

Q	performance, [m^3/s]
H	head, [m]
N	power, [kWt]
d,D	diameter, [m]
n	shaft velocity, [rpm]
n_s	velocity, [rpm] (usually taken as dimensionless)
c	absolute velocity, [m/s]
u	transfer velocity, [m/s]

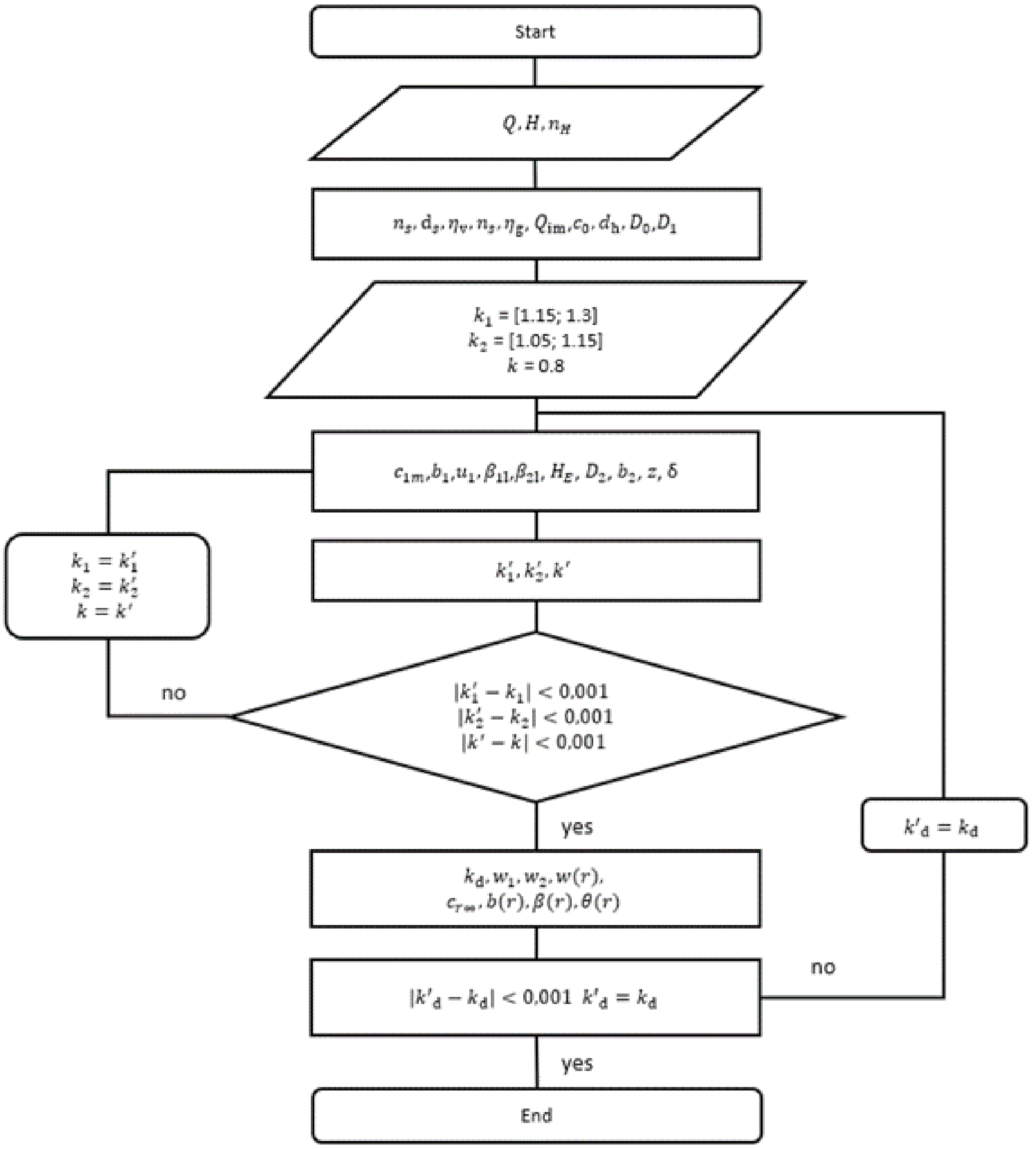


Figure 4. Block diagram

Table 1. Input and Output Parameters

Input			**Output**		
Parameter	**Unit**	**Value**	**Parameter**	**Unit**	**Value**
Q	m/h	300	D_0	m	0.187
H	m	32	D_1	m	0.150
n	RPM	1500	D_2	m	0.363
			b_1	m	0.04
			b_2	m	0.021
			β_1	°	22.64
			β_2	°	21.26
			$\Delta\beta$	°	3

w relative velocity, [m/s]

$k_1, 2$ coefficient of constraint at the inlet and outlet of the blades

k	head coefficient
b	blade height [m]
H_l	head loss, [m]
z	number of blades

Greek symbols

η	efficiency
β	angle between relative and transfer velocity, [°]
$\Delta\beta$	flow angle relative to the blade, [°]
s	blade thickness, [m]
θ	angle of the radius vector of the blade in the polar coordinate system, [°]

Indices

v	volume
g	hydraulic
m	mechanical
0	fluid inlet section
1	wheel input
2	wheel output
s	shaft
h	hub
theor	theoretical
im	impeller
m	meridian
l	blade thickness is taken into account
r	radial
∞	assuming that the number of blades is infinitely

References

[1] Getu H., Michal V., Peter H. design of Hydrodynamic Machines. Pumps and Hydro-Turbines. - Boca Raton Newgen: Publishing UK, 2022. - 269 p.

[2] Cherkasskiy V.M.. Pump, fan, compressor. - M.: Energoatomoizdat, 1984. - 416 p.

[3] Ivanovsky V.N., Sabirov A.A., degovtsov A.V., donsky Yu.A., Beijing S.S., Krivenkov S.W., Sokolov N.N., Kuzmin A.V. design and research of stage dynamic pumps. - M.: Russian State University of Oil and Gas named after Gubkin I.M., 2014. - 124 p.

[4] Mikhailov A.K., Malyushenko V.V.. Construction and calculation of high-pressure centrifugal pumps. - M.: "Mashinostroenie", 1971. - 304 p.

[5] Eisenstein M.d.. Centrifugal pumps for oil industry. - M.: Gostoptekhizdat, 1957. - 364 p.

[6] Tuzson J. Centrifugal pump design. "A Wiley-Interscience Publication". - Evanston: John Wiley and Son, 2000. - 431 p.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

NUMERICAL CALCULATION OF THE PARAMETERS OF HEAT CARRIERS IN HELICOID HEAT EXCHANGERS

NURBULAT JAICHIBEKOV[1], DINARA KURMANOVA[1], AIZHAN ZHUMANBAYEVA[1]

[1]Eurasian national university named after L.N.Gumilyov, Astana, Kazakhstan
e-mail: jaichnur@gmail.com

Abstract. The article is devoted to the numerical calculation of heat exchange processes in a helicoid heat exchanger. In the design of helicoid heat exchangers, profiled tubes and fins of a screw profile are used, leading to an improvement in the heat exchange conditions. The paper presents the results of calculations of the mass average temperature of oil at the outlet of the tube and the heat flow on the surface of the tube, depending on the dynamic and thermodynamic parameters of the flow, as well as on the number of twists of the tube. The numerical calculation was carried out in the "Ansys Fluent" software package, where stationary Navier-Stokes equations averaged by Reynolds were used.

Keywords: heat exchange, numerical calculation, helicoid heat exchanger, oil product.

AMS Subject Classification: 76A10

1. Introduction

In the design of helicoid heat exchangers, profiled tubes and fins of a screw profile are used, leading to an improvement in the heat exchange conditions. In [1],[2], modeling and calculation of the hydrodynamics of heat carriers (water, oil) flowing through smooth pipes are given. The paper [3] provides numerical modeling and calculation of heat transfer between heat carriers in heat exchangers. The paper [4] presents a simulation of the influence of parameters on heat transfer and fluid flow characteristics in helicoidal two-tube heat exchangers. Work [5] is devoted to parametric analysis of a spiral heat exchanger with various correlations of parameters.

The principle of operation of high-speed heat exchangers is based on the phenomenon of intensification of heat exchange between moving coolant flows during their simultaneous twisting. The twisting of high-speed flows leads to a change in their hydraulic state, increases the kinetic energy of movement, creates turbulence and additional mixing of layers inside the heat carriers, which leads to optimal values of heat transfer indicators. The vortex motion of the flow is accompanied by a decrease in the hydraulic resistances of the apparatus and the effect of self-cleaning of the heating surfaces from deposits [6]. The twisting of the flow of the medium passing through the pipe space is carried out by changing the profile of the pipes (helicoid surface) [7].

This paper presents the results of numerical calculation of the oil temperature at the outlet of the tube and the heat flow on the surface of the tube having windings. When solving this problem, the number of twists N, the heat transfer coefficient, the flow velocity and the temperature of the oil at the pipe inlet varied as input parameters.

2. Calculation method

The problem is solved in the "Ansys Fluent" software package, where stationary Navier-Stokes equations averaged by Reynolds (RANS, Reynolds-averaged Navier–Stokes) are used.

The numerical calculation was carried out by the finite Volume method FVM using an uneven grid in the computational domain. Schematically, the calculated pipe with windings and the calculated grid on it is shown in Figure 1.

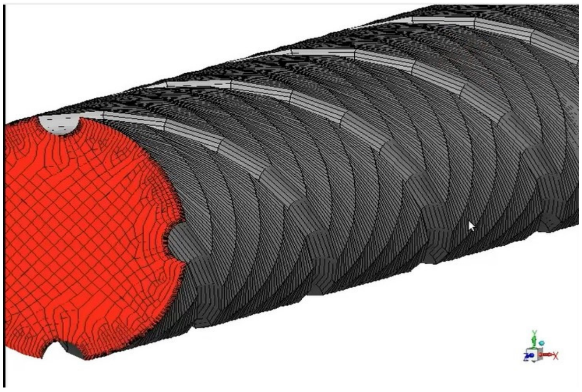


FIGURE 1. Calculation grid of the pipe with windings.

To save computing resources (time and memory), the calculation was carried out on the fourth part of the pipe, since the pipe is axisymmetric. Figure 2 shows a quarter of the calculated grid, which shows the thickening of the grid at the pipe boundary, where there are the greatest gradients of flow parameters. More details about unstructured grids are described in [8].

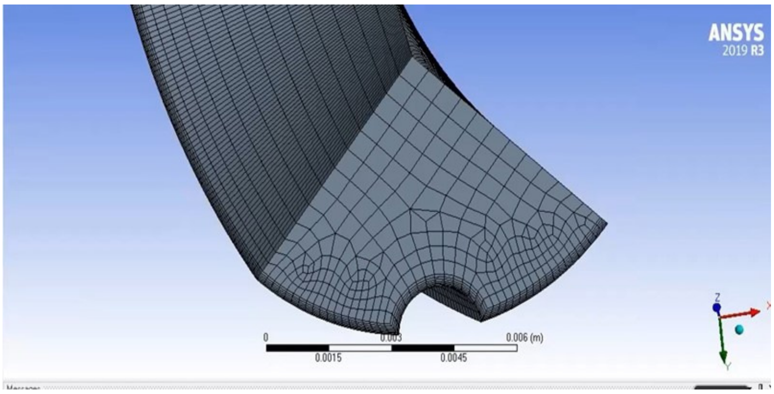


FIGURE 2. Calculation grid for a quarter of a pipe

The basic Navier-Stokes equations and the $k-\omega$ SST equations were used for the calculation [9].

The continuity equation:

$$\frac{\partial v_j}{\partial x_j} = 0 \tag{1}$$

The equation of momentum:

$$v_j \frac{\partial v_i}{\partial v_j} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i}\left[(\nu + \nu_t)\frac{\partial v_i}{\partial x_j}\right]; \tag{2}$$

The energy equation:

$$v_j \frac{\partial T}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_i}\left[(\frac{\nu}{Pr} + \frac{\nu_t}{Pr})\frac{\partial T}{\partial x_j}\right]. \tag{3}$$

Here ρ – is the density, and v_i – is the component of velocity in the direction of coordinates x_i, p – pressure, T – temperature, ν – kinematic viscosity of the liquid, ν_t – turbulent viscosity, Pr– Prandtl number.

The $k-\omega$ turbulence model includes two additional transport equations. One equation is written for the momentum of the beginning of the transition and the Reynolds number $Re_{\theta t}$ (it is included in the correlation between the location of the beginning of the transition and the location of the transition process), and the other equation is derived for the intermittency γ (a measure of the flow regime). The transfer equations for the pulse thickness and the Reynolds number and the intermittency have the form:

The transfer equation for the pulse thickness and the Reynolds number:

$$v_j \frac{\partial Re_{\theta t}}{\partial x_j} = P_{\theta t} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\sigma_{\theta t}(\nu+\nu_t)\frac{\partial Re_{\theta t}}{\partial x_j}\right]; \quad (4)$$

The equation for intermittency:

$$v_j \frac{\partial \gamma}{\partial x_j} = P_\gamma - E_\gamma + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[(\nu+\frac{\nu_t}{\sigma_\gamma})\frac{\partial \gamma}{\partial x_j}\right]; \quad (5)$$

Here $P_{\theta t}$ – is the derivative of the Reynolds number of the pulse thickness P_γ, and E_γ – conditions for the formation and dissipation of intermittency, $\sigma_{\theta t}$ and σ_γ– are constants of the model.

3. Results of calculations and discussions

Since the system of initial equations is nonlinear, an iterative approach was used for their numerical solution, in which the linearized Navier-Stokes equations were solved. According to the results of calculations, the mass average temperature and heat flow of oil at the outlet of the pipe are obtained. To solve this problem, the following initial parameters were used: the radius of the pipe $R_1 = 0,006$ m, the radius of the groove $R_2 = 0,001$ m, the length of the pipe $L_1 = 1$ m, the heat transfer coefficient $\alpha_1 = 1000$ W/(m$^2 \cdot K$), the temperature of the washing liquid (water) $T_2 = 423$ K, the speed oil flow $v_1 = 4$ m/s, oil temperature at the pipe inlet $T_{in_1} = 313$ K.

Boundary conditions of the third kind were used as boundary conditions (heat transfer coefficients and the temperature of the washing liquid were set on the surface of the pipe). The number of windings on the pipe surface is determined by the number of twists N, which in this problem ranged from 1 to 40 with an interval of 5.

Figure 3 shows a graph of the dependence of the mass average temperature of oil at the outlet of the pipe on the number of twist N. As can be seen from the figure, with an increase in the number of twists, the temperature of the oil at the outlet increases, i.e. there is an intensification of heat exchange between the heat carriers.

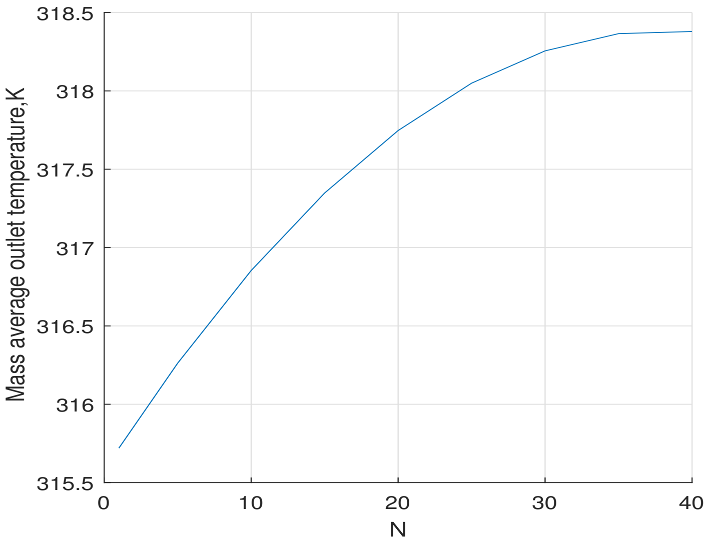


FIGURE 3. Dependence of the mass average temperature at the outlet of the heat exchanger on the twist N.

Figure 4 shows a graph of the dependence of the heat flow Q through the surface of the pipe from the side of the washing liquid on the number of twists N. Here , the amount of heat flow also increases with an increase in the number of twists on the pipe.

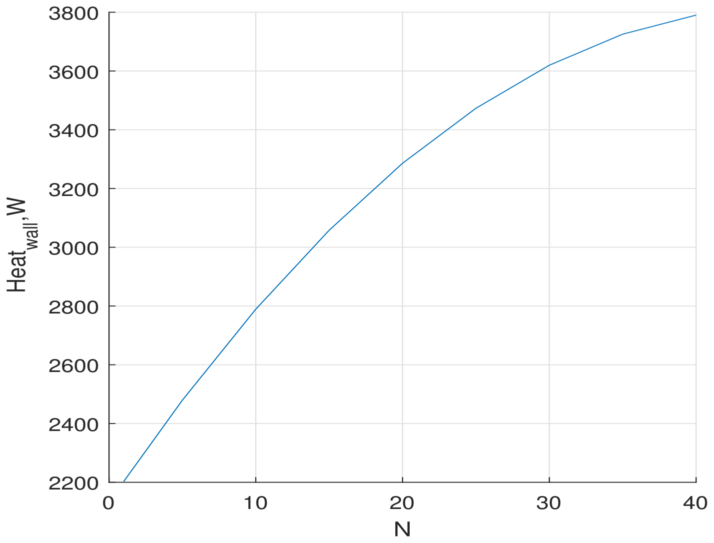


FIGURE 4. The dependence of the heat flow Q on the twist N.

Further, heat transfer coefficients α were set in the range from 1000 W/(m$^2 \cdot K$) to 6000 W/(m$^2 \cdot K$) with a constant number of twists equal to 10. Thus, Figure
5 shows a graph of the dependence of the mass average temperature of oil at the outlet of the heat exchanger on the heat transfer coefficient α. As can be seen from the figure, with an increase in the heat transfer coefficient, the mass average temperature at the outlet increases significantly.

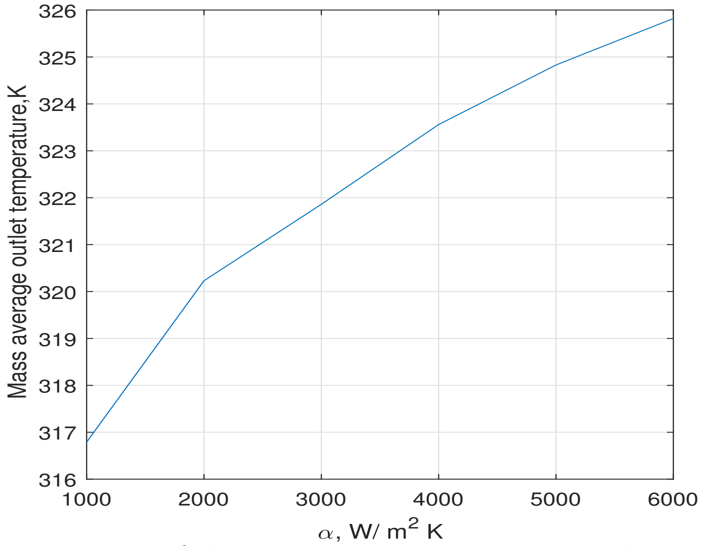


FIGURE 5. Dependence of the mass average temperature at the outlet of the heat exchanger on the heat transfer coefficient α .

Figure 6 shows the dependence of the heat flow through the pipe surface on the heat transfer α. As can be seen from the graph, with an increase in the heat transfer coefficient, the heat flow increases significantly, about 3 times from the initial value, which shows the intensification of heat exchange between heat carriers.

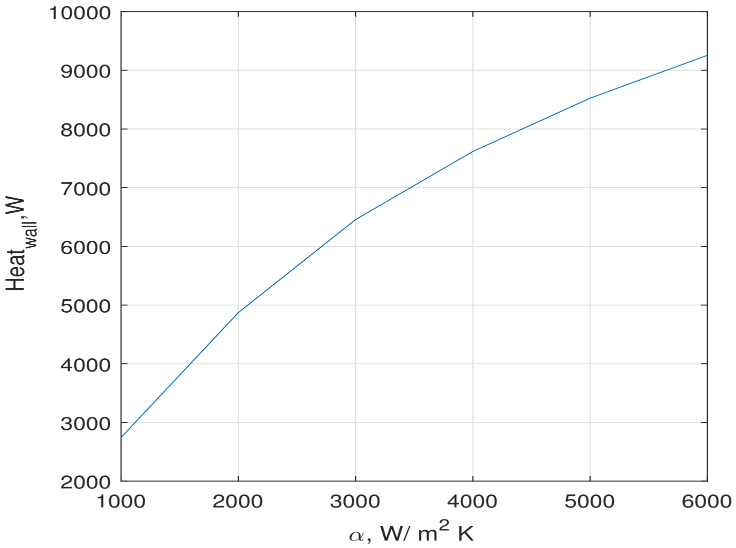


FIGURE 6. The dependence of the heat flow on the heat transfer coefficient α.

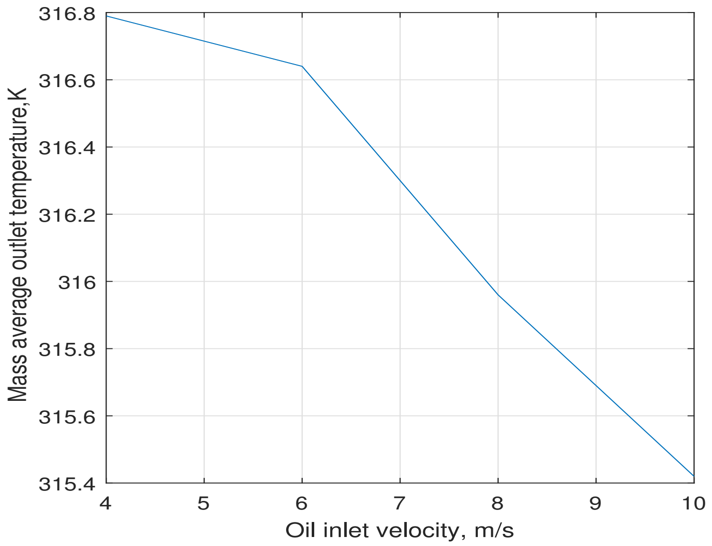


FIGURE 7. Dependence of the mass average temperature at the outlet of the heat exchanger on the oil flow rate at the inlet

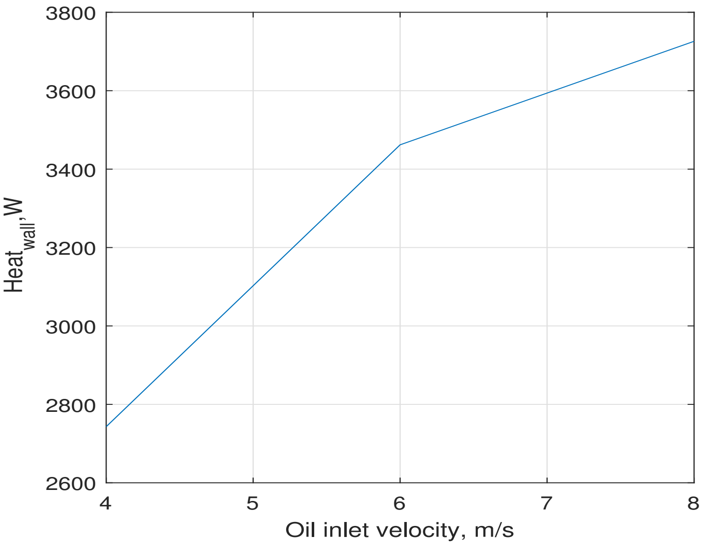


FIGURE 8. Dependence of the heat flow on the oil flow velocity at the inlet

Figures 7 and 8 show graphs of the dependences of the mass average temperature and heat flow through the surface on the oil flow velocity v at the inlet. It can be seen from the figure that at a velocity $v = 6$ m/s, the Reynolds number Re reaches 2880, where a laminar-turbulent transition mode occurs.

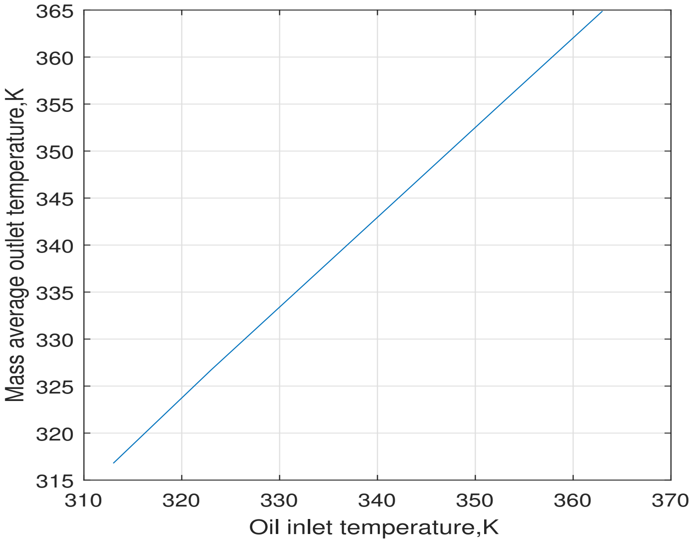


FIGURE 9. Dependence of the mass average temperature at the outlet of the heat exchanger on the temperature at the inlet

By varying the temperature of oil at the inlet to the pipe from 313 K to 363 K, it has been obtained an increase in the temperature of oil at the outlet of the heat exchanger, the dependence graph of which is shown in Figure 9. The graph shows that this dependence is linear. The reverse picture is observed in Figure 10 , where the dependence of the heat flow on the pipe surface on the inlet temperature is shown. It can be seen that with an increase in the temperature of the oil at the inlet, the difference between the temperature of the oil and the temperature of the washing liquid (heat flow) decreases.

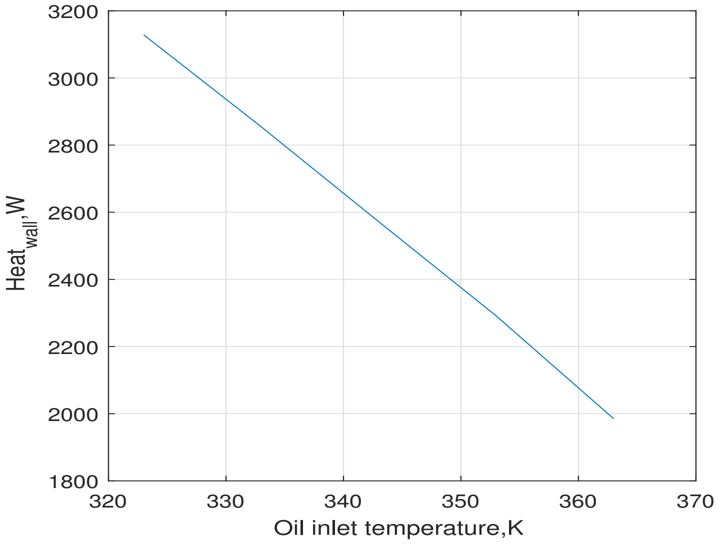


FIGURE 10. Dependence of the heat flow on the pipe surface on the inlet temperature

4. Conclusion

Thus, from the above results, it can be concluded that a heat exchanger with helicoid shapes (for example, pipes with coils) have better heat exchange properties than heat exchangers with smooth tubes.

References

[1] Kurmanova D.Y., Jaichibekov N.Zh., Volkov K.N., Karpenko A.G. Chislennyi raschet gidrodinamiki teplonositelei s uchetom zavisimosti vyazkosti ot temperatury. [Numerical calculation of fluid dynamics of heat carriers taking into account the dependence of viscosity on temperature], *Vestnuk ENU im.L.N.Gumilyova. Matematika. Komp'uternye nauki. Mehanika. [Bulletin of L.N. Gumilyov ENU. Mathematics. Computer science. Mechanics series]*, Vol 141, No.4, 2022, pp.28-41. [in Russian]

[2] Kurmanova D.Y. Raspredelenie temperatury teplonositelei vdol' teploobmennogo apparata [Temperature distribution of heat carriers along the heat exchanger],*Sbornik materialov XVII Mezhdunarodnoi nauchnoi konferensii studentov i molodyh uchenyh ≪GYLYM JANE BILIM - 2022≫. [Collection of materials of the XVII International Scientific Conference of Students and Young Scientists ≪ǴYLYM JÁNE BILIM - 2022"]*, 2022, pp. 1603-1607. [in Russian]

[3] Kurmanova D.Y., Jaichibekov N. Zh., Karpenko A.G., Volkov K.N. Numerical modeling and calculation of heat transfer between heat carriers in heat exchangers, *Vestnik Karagandinskogo universiteta. Seria ≪Fizika≫ [Bulletin of Karaganda University.Physics Series]*, Vol 1, No.109,2023,pp.59-70.

[4] Mehrabi, M., Pesteei, S., Pashaee G., T. Modeling of heat transfer and fluid flow characteristics of helicoidal double-pipe heat exchangers using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS), *International Communications in Heat and Mass Transfer*, Vol. 38, 2011, pp.525-532.

[5] Pramod S. Purandarea , Mandar M. Leleb , Rajkumar Guptac. Parametric Analysis of Helical Coil Heat Exchanger,*International Journal of Engineering Research and Technology*,Vol.1, No.02,2012.

[6] Eliseev V.V., Vetykov Y.M., Zinov'eva T.V. Raschet gelikoidal'nyh obolochek. [Calculation of helicoidal shells], *Izdatel'stvo sibirskogo otdeleniya Rossiyskoi akademii nauk [Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences],[Electronic resource]. Available at: [www.sibran.ru/upload/iblock/6fc/6fcb7e93c450461ef867c11199a0025a.pdf] (Accessed:26.08.2016). [in Russian]*,2011.

[7] Rigoberto E.M.Morales., Modelirovanie svobodnoi poverhnosti potoka v gelokoidnom kanale s konechnym shagom. [Modeling of free surface flow in a helical channel with finite pitch], *[Electronic resource].The Scientific Electronic Library Online. (Accested 26.08.2016). [in English]*

[8] Volkov K.N., Emel'yanov V.N., *Vychiclitel'nye technologii v zadachah mehaniki zhidkosti i gaza. [Computational technologies in fluid and gas mechanics problems]*, Fizmatlit, 2012, 468 p.[in Russian]

[9] Kurmanova D., Jaichibekov N., Karpenko A and Volkov K. Modelling and Simulation of Heat Exchanger with Strong Dependence of Oil Viscosity on Temperature, *Fluids*, Vol 8, No.95, 2023, pp.1-18.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

GRADIENT DEFORMATION CRITERION OF BRITTLE FRACTURE IN SOLID BODIES

VALEH KULIEV[1], EVGENY MOROZOV[2], ARSLAN KURBANMAGOMEDOV[3]

[1]Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia
[2]National Research Nuclear University MEPhI (NRU MEPhI), Moscow, Russia
[3]Peoples Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia
e-mail: akprepod@gmail.com

Abstract. In the article [1], we propose a new fracture criterion based on the assumption that brittle fracture occurs when the modulus of strain gradient reaches to limit value. Analitically solved two planar problems of thermoelasticity related to fractue mechanics. 1. We consider in more detail the fact that the modulus of the temperature gradient, and, consequently, that of the strain, becomes significant in a thin boundary layer where a quick temperature change occurs and on the crack appears on this rectilinear boundary despite the fact that there are no crack-opening stresses. 2. We also present the solution of a new thermoelastic problem of a quick temperature change in a circular area. As it turned out, in the case of a curved boundary (on which a crack appears) of the cooled area E2, where E2 is the Euclidean plane, the fracture criterion becomes complicated and gets a form of a limit value of the gradient modulus of the principal strains sum or just of the principal stresses sum. Failure is determined by the criterion the time of which setting in is less. It is also shown in the article that in the case of a heated circular area in E2 the criterion for brittle fracture of a continuum medium is the limit value of the gradient modulus of the principal strains sum. The results of the preliminary experiment with organic glass samples during a quick temperature change in the area with a rectilinear boundary are presented. During the experiment, there appeared a crack along the boundary of the temperature leap, although the stresses across this boundary are equal to zero, but there is a significant deformation gradient.

Keywords: brittle fracture, gradient deformation criterion of fracture, Cauchy problem, Heaviside functions, regularization of the initial temperature distribution, logarithmic potential of the circle.

AMS Subject Classification: 74H05-Explicit solutions of dynamical problems in solid mechanics.

1. Introduction

1.1. **Problem statement. New criterion of brittle fracture.** One of the types of strength violation of a deformable solid body is brittle fracture. It occurs suddenly, against the background of macro elastic deformation and its danger is obvious. So, working out new criteria and developing the existing ones for brittle fracture are very relevant. Among the existing criteria, there are first of all the classical hypotheses of strength. The first one (on the greatest tensile stresses) belongs to G. Galilei and the second one (on the greatest tensile strains) belongs to E. Marriott. Despite their archaism they still find application in some cases.

There are criteria based on the assumption that in places of stress concentration, at the most dangerous point, the strain exceeds the limit by a certain percentage [2]. There are related criteria in which restrictions are imposed on the area with a high stress gradient. Stress

This paper has been supported by the RUDN University Strategic Academic Leadership Program .

gradients are also used as fracture criteria for models of materials with a multi-scale hierarchical structure. Examples of such criteria can be found, for instance, in the works [3-6]. The modern model of brittle fracture is represented by a structural and temporal criterion created and being developed by the school of N.F. Morozov and Yu.V. Petrov [7,8]; and under cyclic loading by modified criterion of Carpinteri and Spagnoli [9,10]. For bodies with cracks, methods and criteria of linear and nonlinear fracture mechanics are used [11-14].

We propose a criterion for the brittle fracture occurrence in a continuum medium in a form of the equality:

$$|grad\,\varepsilon| = \theta_0 \tag{1}$$

in which ε is a component of the tensile strain in the direction of the normal to the fracture front (crack), and θ_0 is an empirical value of the limit strain gradient as a material characteristic.

Let us explain the proposal through the following example. Let a finite area be selected in a three-dimensional body; the boundary of this area is a closed piecewise smooth surface. This area at the time $t = 0$ is suddenly heated (or cooled) up to a constant temperature T_0 . An attempt to formulate the initial conditions of the problem faces the following contradiction: on the one side of the boundary the temperature and deformation are equal to, let us say, zero, and on the other side the temperature and, consequently, deformation are not equal to zero. There is a violation of the condition of deformations continuity. We see the way out in the assumption that there exists a thin boundary layer within which there is an overfall of both temperature and deformation from zero to a given value. Therefore, there is a need to regularize (to average) the initial temperature distribution, for example, according to S.L. Sobolev [10] and set the Cauchy problem for a regularized initial temperature distribution. In this case, the Cauchy problem becomes correct.

2. Strain gradient

Let us present one solution to illustrate the proposed destruction criterion. Let consider the following Cauchy problem. Let the heat-conducting medium fill the entire Euclidean plane E_2. Further, let

$$T(x,y,t)\Big|_{t=0} = \begin{cases} T_0 \equiv const, (x,y) \in S^-(s^- : x \le 0, |y| < \infty); \\ T_1 \equiv const, (x,y) \in S^+(s^+ : x \ge 0, |y| < \infty). \end{cases} \tag{2.1}$$

We (1) assume: a) the thermomechanical properties of the heat-conducting medium S^- and S^+ do not depend on temperature and are the same; b) the hypotheses of Duhamel and Neumann are fulfilled.

Under these conditions, the solution of the Cauchy problem (2.2) for the homogeneous Fourier heat equation is determined as follows:

$$T(x,t) = \frac{T_0}{2}\left\{1 + erf\left(-\frac{x}{2\sqrt{at}}\right)\right] + \frac{T_1}{2}\left\{1 + erf\left(-\frac{x}{2\sqrt{at}}\right)\right],$$
$$erf(\tau) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^{\tau} e^{-\xi^2} d\xi. \tag{2.2}$$

Here a is the coefficient of thermal conductivity, $erf(-\tau) = -erf(\tau)$ is the error probability function, and $erf(\infty) = 1$.

From (2.2) within $t \to 0$, we come to the following representation of the initial temperature distribution for any $y \in (-\infty; \infty)$ ((compare with the formula (1)):

$$\lim_{t\to 0} T(x,y,t) = T_0 H^-(x) + T_1 H^+(x), \tag{2.3}$$

$$H^-(x) = \begin{cases} 1, x < 0; \\ \dfrac{1}{2}, x = 0; \\ 0, x > 0, \end{cases} \qquad H^+(x) = \begin{cases} 1, x > 0; \\ \dfrac{1}{2}, x = 0; \\ 0, x < 0. \end{cases} \tag{2.4}$$

$H^-(0-0) = 1, H^-(0+0) = 0, H+(0+0) = 1, H+(0-0) = 0.$

Here $H^\pm$are symmetric unit functions (Heaviside functions). These functions are approximated by the following continuous functions:

$$H^\pm(x) = \lim_{\alpha \to +\infty} \frac{1}{2} \left[1 + erf(\pm\alpha x)\right],$$
$$\left(\alpha = \frac{1}{2\sqrt{\alpha t}}, t \to 0\right)$$

The functions $H^\pm$ have discontinuities of the first kind at the point $x = 0$. Therefore, they don't have a finite derivative when $x = 0$ in the common sense, but functions $H^\pm$ being locally integrable (i.e. functions $H^\pm$ defined on the entire numerical axis are absolutely integrable at any finite segment) can be considered as generalized functions and therefore have derivatives of any order in the generalized sense.

Note that since the point $x = 0$ is a point set of measure zero, there is no need to determine the values of the function $H^\pm$ when $x = 0$. It can be seen from (2.3) and (2.4) that there is a need to regularize (to average) the initial temperature distribution according to S.L. Sobolev:

$$H^\pm(x) = \lim_{\alpha \to +\infty} \frac{1}{2} \left[1 + erf\left(\pm\alpha x\right)\right], \left(\alpha = \frac{1}{2\sqrt{\alpha t}}, \, t \to 0\right).$$

The functions $H^\pm$ have discontinuities of the first kind at the point $x = 0$. Therefore, they don't have a finite derivative when $x = 0$ in the common sense, but functions $H^\pm$ being locally integrable (i.e. functions $H^\pm$ defined on the entire numerical axis are absolutely integrable at any finite segment) can be considered as generalized functions and therefore have derivatives of any order in the generalized sense.

Note that since the point $x = 0$ is a point set of measure zero, there is no need to determine the values of the function $H^\pm$ when x=0. It can be seen from (2.3) and (2.4) that there is a need to regularize (to average) the initial temperature distribution according to S.L. Sobolev:

$$H_h\left(x\right) = \int_{r<h} \omega_h\left(r\right) \left[T_0 H^-\left(\xi\right) + T_1 H^+\left(\xi\right)\right] d\xi, (r = |x - \xi|). \tag{2.5}$$

Here h is an averaging radius, $\omega_h(r)$ is some kind of an averaging core, for example,

$$\omega_h(r) = \begin{cases} C_h e^{-\frac{h^2}{h^2 - r^2}}, r < h; \\ \qquad 0, r \geq h, \end{cases} \qquad \begin{array}{c} C_h \displaystyle\int_{r<h} e^{-\frac{h^2}{h^2-r^2}} d\xi = 1 \\ C_h = \dfrac{1}{2h} \left\{ \displaystyle\int_0^1 e^{-\frac{1}{1-t^2}} dt \right\}^{-1}. \end{array} \tag{2.6}$$

Considering (2.6) in (2.5), the function $H_\varepsilon(x)$ can be represented as:

$$H_\varepsilon\left(x\right) = C_\varepsilon \int_{-\varepsilon+0}^{\varepsilon-0} e^{-\frac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2 - u^2}} \left[T_0 H^-\left(x+u\right) + T_1 H^+\left(x+u\right)\right] du. \tag{2.7}$$

It follows that the function $H_\varepsilon(x)(-\infty < x < \infty)$ is continuous and has continuous derivatives of any order and:

$$H_\varepsilon(x) = \begin{cases} T_0, x \le -\varepsilon; \\ T_1, x \ge \varepsilon; \end{cases} \qquad \frac{dH_\varepsilon(x)}{dx} = C_\varepsilon(T_1 - T_0) \begin{cases} e^{-\dfrac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2 - x^2}}, |x| < \varepsilon; \\ 0, |x| \ge \varepsilon. \end{cases} \tag{2.8}$$

Now we can set the Cauchy problem correctly $\widetilde{T}(x, y, t)\Big|_{t=0} = H_\varepsilon(x)$, $|y| < \infty$. The solution of this problem is determined by the Poisson formula and does not depend on $y \in (-\infty; \infty)$.

$$\widetilde{T}(x,t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi a t}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4at}} H_\varepsilon(\xi)\, d\xi \tag{2.9}$$

From (2.9 by virtue of (2.5)-(2.8) we find:

$$\begin{gathered} \frac{\partial \widetilde{T}(x,t)}{\partial x} = -\frac{1}{2\sqrt{\pi a t}} \int_{-\infty}^{\infty} H_\varepsilon(\xi) \frac{\partial}{\partial \xi} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4at}} d\xi = \\ = \frac{(T_1 - T_0)}{2\sqrt{\pi a t}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{\xi^2}{4at}} \omega_h(r)\, d\xi \quad (r = |x - \xi|,\ |x| < \infty). \end{gathered} \tag{2.10}$$

For this problem the system of Duhamel-Neumann equations for a plane stressed state and in the absence of mass forces takes the following form:

$$\frac{\partial \varepsilon_x(x,t)}{\partial x} = (1 + \nu)\, \alpha \frac{\partial \widetilde{T}(x,t)}{\partial x} \tag{2.11}$$

Here ν is the Poisson's ratio, α is the coefficient of the linear expansion. From the formula(2.11), taking into account (2.10), we obtain:

$$\lim_{t \to 0} \frac{\partial \varepsilon_x(x,t)}{\partial x} = (1 + \nu)\, \alpha C_\varepsilon (T_1 - T_0) \begin{cases} 0, |x| \ge \varepsilon; \\ e^{-\frac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2 - x^2}}, |x| < \varepsilon - 0. \end{cases}$$

Thus, the criterion for the brittle fracture occurrence (1) for this problem by virtue of (2.10) and (2.11) is determined as follows:

$$\begin{gathered} |grad(\varepsilon)| = \left| \frac{\partial \varepsilon_x(x,t)}{\partial x} \right| = \frac{(1+\nu)\,\alpha\, |T_1 - T_0|}{2\sqrt{\pi a t}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{\xi^2}{4at}} \omega_h(r)\, d\xi = \\ = \frac{(1+\nu)\,\alpha\, |T_1 - T_0|}{2\sqrt{\pi a t}} \int_{r<h} e^{-\frac{\xi^2}{4at}} \omega_h(r)\, d\xi = \theta \quad (r = |x - \xi|,\ |x| < \infty). \end{gathered} \tag{2.12}$$

A crack is formed along the $x = 0$ axis at a small value of time $t > 0$, which follows from the application in (2.12) of the theorem of mean functions convergence [11, 12]. Temperature stresses, if we take into account (1.7) - (1.9) are equal to:

$$\sigma_x = \tau_{xy} = 0; \sigma_y = -\alpha E \widetilde{T}(x,t). \tag{2.13}$$

Thus, there is no stress σ_x, but there is a strain gradient ε_x, which is the cause of the crack and is consistent with the experiment below.

Remark 1. To present analytical grounds for the experimental results let consider the Cauchy problem:

$$T(x,y,t)|_{t=0} = \begin{cases} T_o,\ -b < x \le 0,\ |y| < \infty; \\ 0,\ x < -b,\ |y| < \infty; \\ T_1,\ x \ge 0,\ |y| < \infty. \end{cases} \tag{2.14}$$

To solve this Cauchy problem, we use the formula:

$$T\left(x,t\right)=\frac{T_0}{2}\left\{\left[1+erf\left(-\frac{x}{2\sqrt{at}}\right)\right]-\left[1-erf\left(\frac{x+b}{2\sqrt{at}}\right)\right]\right\}+ \\ +\frac{T_1}{2}\left[1+erf\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right)\right], \tag{2.15}$$

from which

$$\lim_{t\to 0} T(x,t)=T_0\left[H^-\left(x\right)-H_0^-\left(x+b\right)\right]+T_1H^+(x),$$

$$H_0^-\left(x+b\right)=\begin{cases} 0,\ x>-b; \\ \frac{1}{2},\ x=-b; \\ 1,\ x<-b. \end{cases} \tag{2.16}$$

Further: 1. It is necessary to regularize the initial temperature distribution according to S. L. Sobolev. 2. To formulate the Cauchy problem on a regularized initial temperature distribution. After these actions, it is not difficult to show that for any $t>0$

$$\left|grad\left(\varepsilon\right)\right|=\frac{\left(1+\nu\right)\alpha}{2\sqrt{\pi at}}\left|\left[\left(T_1-T_0\right)e^{-\frac{x^2}{4at}}+T_0e^{-\frac{(x+b)^2}{4at}}\right]\right| \tag{2.17}$$

Since the crack is formed along the$x=0$ axes at a small value of time$t>0$, the second term inside the square bracket in (2.17) can be neglected. In this case, we come to the formula (2.12).

Below we present

Statement 1: Let

1) the initial temperature be distributed in E_2 according to the law

$$\left.\widetilde{T}\left(x,y,t\right)\right|_{t=0}=H_\varepsilon\left(x\right)\quad\left(-\infty<x,\quad y<\infty\right), \tag{2.18}$$

where the function $H_\varepsilon(x)$ is determined by the formula (2.7);

2) thermomechanical properties of the heat-conducting medium both $S^-(x\leq 0,|y|<\infty)$ and $S^+(x\deg 0,|y|<\infty)$ do not depend on temperature and are the same;

3) the hypotheses of Duhamel and Neumann work;

4) the equality (2.12) is observed.

Then a crack is formed along the $x=0$ axis at a small-time value $t>0$. Proceeding from statement 1 we come to an important consequence. Consequence 1: The criterion of brittle destruction of a continuum medium along the $x=0$ axis is the limit value of the strain gradient modulus (2.12), although stresses value σ_x are zero.

Now, let conditions 2) and 3) in Statement 1 remain in force. Further, without violating generality, assume that $T1\equiv 0$ in formulas (2.1)-(2.12).

But let replace condition 1) in Statement 1 by the following condition: the heated area D^+ in E_2 has a nonzero curvature of the boundary. For example, D^+ is a circle with a radius R. (As a special case of a curvilinear crack enveloping a finite region, in contrast to the previous problem). There appears a question: is it possible to specify unambiguously the criterion of brittle destruction of a continuum medium for such a class of thermoelastic problems?

To answer this question, consider the following problem of thermal elasticity.

3. Temperature stresses and strains in the circle

3.1. **The Cauchy problem.**

Let

$$\left.T\left(x,y,t\right)\right|_{t=0}=\begin{cases} T_0,(x,y)\in\bar{D}^+, \\ 0,(x,y)\in E_2\backslash\bar{D}^+. \end{cases} \tag{3.1}$$

Here $T_0 \equiv const, \overline{D}^+$ –is a closed circle with the radius $R, E2$ is the Euclidean plane. The solution of the Cauchy problem (3.1) for the homogeneous Fourier heat equation by virtue of the Poisson formula is:

$$T(x,y,t) = \frac{T_0}{4\pi at} \iint_{D^+} e^{-\frac{(x-\xi)^2+(y-\eta)^2}{4at}} d\xi d\eta \tag{3.2}$$

Let

$$\begin{cases} \xi = r\cos\varphi, \\ \eta = r\sin\varphi. \end{cases} \quad and \quad \begin{cases} x = \rho\cos\theta, \\ y = \rho\sin\theta. \end{cases} \quad (0 \le \varphi \le 2\pi, 0 \le \theta \le 2\pi) \tag{3.3}$$

Then from (3.2) and taking into account ((3.3)) we have:

$$\begin{aligned} T(\rho,\theta,t) &= \frac{T_0}{4\pi at} \int_0^R \int_0^{2\pi} e^{-\frac{(\rho\cos\theta - r\cos\varphi)^2+(\rho\sin\theta - r\sin\varphi)^2}{4at}} r d\varphi dr = \\ &= \frac{T_0}{4\pi at} e^{-\frac{\rho^2}{4at}} \int_0^R e^{-\frac{r^2}{4at}} r \left[\int_0^{2\pi} e^{\frac{\rho r\cos(\varphi-\theta)}{2at}} d\varphi \right] dr. \end{aligned} \tag{3.4}$$

The internal integral in (3.4) can be calculated in closed form.
Indeed,

$$\begin{aligned} \int_0^{2\pi} e^{\frac{\rho r\cos(\varphi-\theta)}{2at}} d\varphi &= \left\{ \begin{array}{l} \alpha = \varphi - \theta, \\ d\alpha = d\varphi \end{array} \right\} = \int_{-\theta}^{2\pi-\theta} e^{\frac{\rho r\cos\alpha}{2at}} d\alpha = \\ &= \int_{-\theta}^{0} e^{\frac{\rho r\cos\alpha}{2at}} d\alpha + \int_0^{2\pi} e^{\frac{\rho r\cos\alpha}{2at}} d\alpha - \int_{2\pi-\theta}^{2\pi} e^{\frac{\rho r\cos\alpha}{2at}} d\alpha = \\ &= 2\int_0^{\pi} e^{\frac{\rho r\cos\alpha}{2at}} d\alpha = 2\pi I_0\left(\frac{\rho r}{2at}\right). \end{aligned} \tag{3.5}$$

Here $I_0(u)$ is a modified zero-order Bessel function (see, for example, [11, pp.116-118],[13, 14]. It should be noted that [11]

$$\frac{dI_0(u)}{du} = I_1(u), \; \frac{dI_1(u)}{du} = I_0(u) - \frac{1}{u} I_1(u). \tag{3.6}$$

Considering (3.5) in (3.4), we have:

$$T(\rho,t) = \frac{T_0}{2at} e^{-\frac{\rho^2}{4at}} \int_0^R e^{-\frac{r^2}{4at}} r I_0\left(\frac{\rho r}{2at}\right) dr. \tag{3.7}$$

It follows from this that the temperature does not depend on the polar angle θ.
It also follows from (3.7) that if $R \to \infty$, then $T(\rho,t) = T_0$. Now we determine the initial temperature distribution $T(\rho,t)$.

The integral in (3.7) can be considered as a generalization of the Laplace integral (see [11, pp.166-172]). To obtain an asymptotic formula for the function represented by the Laplace integral one of the suitable Laplace methods is usually used, that is the Watson type method. However, the authors of this work failed to find such a method for this integral (3.7) in special literature for the following reasons: firstly, there is one more parameter in the integral (3.7); and secondly, when $\rho = R$, the main term of the asymptotes of the integral (3.7) may have a discontinuity of the first kind. Therefore, here, basing on the theory of generalized functions we propose a method that allows us to find the main term of the asymptotes of the integral

(3.7). For this purpose, we can use the asymptotic representation of the function $I_0\left(\frac{\rho r}{2at}\right)$ (see [11, p.223]):

$$I_0(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\lambda}} e^{\lambda} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\Gamma^2(m+1/2)}{\pi \cdot m!(2\lambda)^m} \tag{3.8}$$

$\left(0! = 1,\, t \to +0,\, \lambda = \frac{\rho r}{2at} \to +\infty\right)$,

$\Gamma\left(m + \frac{1}{2}\right) = \frac{\sqrt{\pi}(2m)!}{m! 4^m}$

From (3.7) with (3.8) we have:

$$l \lim_{t\to+0} T(\rho,t) = T_0 \lim_{t\to+0} \left\{ \frac{1}{2\sqrt{\pi a t}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\rho}} \sum_{m=0}^{\infty} \left[\frac{\Gamma^2(m+1/2)}{\pi \cdot m! \rho^m} (at)^m \times \right.\right.$$
$$\left.\left. \times \int_{\delta>0}^{R} e^{-\frac{(r-\rho)^2}{4at}} r^{\frac{1}{2}-m} dr \right] \right\}. \tag{3.9}$$

From (3.9), using the approximation of the Dirac function $\delta(x)$ continuously differentiable function

$\delta(x,\alpha) = \frac{\alpha}{\sqrt{\pi}} e^{-\alpha^2 x^2}, \left(\alpha = \frac{1}{2\sqrt{\alpha t}},\, t \to 0\right)$,

we find the main term of the asymptotic integral (3.7)

$\lim\limits_{t\to 0} T(\rho,t) = \frac{T_0}{\sqrt{\rho}} \int\limits_0^R \delta(r-\rho)\sqrt{r}dr = T_0 H(R-\rho)$,

$$H(R-\rho) = T_0 \begin{cases} 1,\, R > \rho; \\ \frac{1}{2},\, R = \rho; \\ 0,\, R < \rho. \end{cases} \tag{3.10}$$

Here $H(R-\rho)$ is the symmetric unit Heaviside function.

It can be seen from (3.10) that the function $H(R-\rho)$ and, thus, the function $\lim_{t\to 0} T(\rho,t)$, has a discontinuity of the first kind at the point $\rho = R$, which was to be expected [15]. That is why it is necessary to regularize the initial temperature distribution according to S. L. Sobolev

$$H_h(\rho) = \int\limits_{\rho_2<h} \omega_h(\rho_2) H(R-\rho_1) d\rho_1 \ (\rho_2 = |\rho - \rho_1|). \tag{3.11}$$

The function at can be represented in the following form:

$$H_\varepsilon(\rho) = C_\varepsilon \int\limits_{-\varepsilon+0}^{\varepsilon-0} e^{-\frac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2-\rho_3^2}} H(R-\rho+\rho_3) d\rho_3. \tag{3.12}$$

It follows from (3.11) and (3.12) that the function $H_h(\rho)$, including the function $H_\varepsilon(\rho)$, is continuous and continuously differentiable of any order in E_2. Besides,

$$H_\varepsilon(\rho) = \begin{cases} 1,\, 0 \le \rho \le R-\varepsilon; \\ 0,\, \rho \ge R+\varepsilon. \end{cases} \tag{3.13}$$

$$\frac{dH_\varepsilon(\rho)}{d\rho} = \begin{cases} -C_\varepsilon e^{-\frac{\varepsilon^2}{\varepsilon^2-(R-\rho)^2}},\, R-\varepsilon < \rho < R+\varepsilon; \\ 0,\, |R-\rho| \ge \varepsilon. \end{cases} \tag{3.14}$$

Now we have an opportunity to formulate the Cauchy problem correctly for a regularized initial temperature distribution

$$\tilde{T}(\rho,\theta,t)\Big|_{t=0} = T_0 H_\varepsilon(\rho), \, \theta \in [0,2\pi]. \tag{3.15}$$

The solution of this problem has the form presented below:

$$\tilde{T}(\rho,t) = \frac{T_0}{2at} e^{-\frac{\rho^2}{4at}} \int_0^{R+\varepsilon} e^{-\frac{r^2}{4at}} r H_\varepsilon(r) I_0\left(\frac{\rho r}{2at}\right) dr. \tag{3.16}$$

Since the function $H_\varepsilon(r)$ is continuous and continuously differentiable of any order in E_2, then from (3.16) at $t \to 0$, using the Laplace method (acting exactly in the same way like in [15]) we get the formula (3.15).

3.2. **Derivation of the Duhamel-Neumann equation.**

Since there is axial symmetry in the task under consideration, strains, stresses and displacements do not depend on the polar angle θ. Therefore, for a flat stressed state we have:

$$\varepsilon_\rho = \frac{\partial u_\rho}{\partial \rho} = \frac{1}{E}(\sigma_\rho - \nu\sigma_\theta), \, \varepsilon_\theta = \frac{u_\rho}{\rho} = \frac{1}{E}(\sigma_\theta - \nu\sigma_\rho),$$

$$\varepsilon_z = -\frac{\nu}{E}(\sigma_\rho + \sigma_\theta), \, \gamma_{\rho\theta} = 0, \; u_\theta = 0, \tau_{r\theta} = 0, \; \sigma_z = 0. \tag{3.17}$$

Here σ_ρ - radial stress, σ_θ - tangential stress, $\tau_{r\theta}$ - tangential stress, u_ρ and u_θ - displacements in polar coordinates in the direction of the radius and perpendicular to it respectively, ε_ρ , ε_θ and $\gamma_{\rho\theta}$ are strains, E - Young's modulus. From the system of elliptic-type equilibrium equations of elasticity theory we obtain:

$$\frac{\partial \sigma_\rho}{\partial \rho} + \frac{\sigma_\rho - \sigma_\theta}{\rho} = 0. \tag{3.18}$$

Under the law established by Duhamel and Neumann the following relationship exists between the components of strain and stress:

$$\begin{aligned} \sigma_\rho(\rho,t) &= \tfrac{E}{1-\nu^2}\left[\tfrac{\partial u_\rho(\rho,t)}{\partial \rho} + \nu \tfrac{u_\rho(\rho,t)}{\rho} - (1+\nu)\,\alpha \tilde{T}(\rho,t)\right], \\ \sigma_\theta(\rho,t) &= \tfrac{E}{1-\nu^2}\left[\tfrac{u_\rho(\rho,t)}{\rho} + \nu \tfrac{\partial u_\rho(\rho,t)}{\partial \rho} - (1+\nu)\,\alpha \tilde{T}(\rho,t)\right]. \end{aligned} \tag{3.19}$$

Taking into consideration (3.19) in (3.18) we come to the Duhamel-Neumann equation:

$$\frac{\partial}{\partial \rho}\left(\frac{\partial u_\rho(\rho,t)}{\partial \rho} + \frac{u_\rho(\rho,t)}{\rho}\right) = (1+\nu)\,\alpha \frac{\partial \tilde{T}(\rho,t)}{\partial \rho}, \tag{3.20}$$

from where after integration by ρ,

$$\frac{\partial u_\rho(\rho,t)}{\partial \rho} + \frac{u_\rho(\rho,t)}{\rho} = (1+\nu)\,\alpha \tilde{T}(\rho,t). \tag{3.21}$$

3.3. **The Papkovich-Goodyear thermoelastic potential.**

Let

$$u_\rho(\rho,t) = \frac{\partial \Psi(\rho,t)}{\partial \rho}. \tag{3.22}$$

Taking into consideration (3.22) in (3.21) we obtain:

$$\Delta\Psi(\rho,t) = (1+\nu)\,\alpha \tilde{T}(\rho,t), \left(\Delta = \frac{\partial^2}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial \rho}\right). \tag{3.23}$$

On the other hand, the temperature determined by the formula (3.16) is the solution of the homogeneous Fourier heat equation

$$\frac{\partial \tilde{T}(\rho,t)}{\partial t} = a\Delta \tilde{T}(\rho,t). \tag{3.24}$$

From (3.23) by virtue of (3.24) we get:

$$\Delta\Psi\left(\rho,t\right) = \left(1+\nu\right)\alpha\tilde{T}(\rho,t), \left(\Delta = \frac{\partial^2}{\partial\rho^2} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial}{\partial\rho}\right). \tag{3.25}$$

The integration of this equation leads to the dependence

$$\Psi(\rho,t) = \left(1+\nu\right)\alpha a \int\limits_0^t \tilde{T}(\rho,\tau)d\tau + \Psi_0(\rho) + t\Psi_1(\rho). \tag{3.26}$$

Here:

1) $\Psi_0(\rho) = \Psi(\rho,t)|_{t=0}$, and

$$\Delta\Psi_0(\rho) = T_0(1+\nu)\alpha H_\varepsilon(\rho), \left(\Delta = \frac{d^2}{d\rho^2} + \frac{1}{\rho}\frac{d}{d\rho}\right). \tag{3.27}$$

2) The function$\Psi_1(\rho)$ is an arbitrary harmonic function.

Obviously, a function $\Psi_1(\rho) \equiv 0$. Indeed, otherwise, by virtue of (3.26) and (3.22), there would be:

$\lim\limits_{t\to\infty} u_\rho\left(\rho,t\right) = \infty,$

which is physically unacceptable. Before we proceed to the solution of the equation (3.27) we should note the following. If $\mu\left(\zeta\right) \in C(\overline{G})$, where $\zeta = \xi + i\eta$,is a closed two-dimensional domain, then the logarithmic potential

$V\left(z\right) = \int_G \mu\left(\zeta\right) ln\frac{1}{|z-\zeta|}d\xi d\eta, z = x+iy$, is regular and harmonious in any finite area that belongs to $\mu\left(\zeta\right) \in C^1\left(G\right) G_1 = \frac{E_2}{G}$ there exists an asymptotic equality [14]:

$$V\left(z\right) = \ln\frac{1}{|z|}\int\limits_G \mu\left(\zeta\right)d\xi d\eta + O\left(\frac{1}{|z|}\right), \ |z| \to \infty. \tag{3.27A}$$

If, in addition,$\mu(\xi) \in C^1(G)$, then $V \in C^2(G)$ and $\Delta V = -2\pi\mu$.

It follows from (3.27A) that the logarithmic potential of the area $V(z)$ is not regular at $|z| \to \infty$. Now let's construct the solution of equation (3.27). From (3.27) by virtue of (3.13) we have:

1) If $\rho \geq R+\varepsilon$,then

$$\Delta\Psi_0\left(\rho\right) = 0. \tag{3.28}$$

2) If $0 < \rho \leq R+\varepsilon$, then $\Delta\Psi_0(\rho) = T_0(1+\nu)\alpha H_\varepsilon(\rho)$.

Therefore, the potential $\Psi_0\left(\rho\right)$ is the logarithmic potential of the circle at the point (ρ,θ):

$$\begin{aligned}\Psi_0(\rho) &= \frac{T_0(1+\nu)\alpha}{4\pi}\int\limits_0^{R+z} rH_\varepsilon(r)\int\limits_0^{2\pi} \ln\left[\rho^2 - 2r\rho\cos(\varphi-\theta) + r^2\right]d\varphi dr = \\ &= \frac{T_0(1+\nu)\alpha}{2\pi}\int\limits_0^{R+z} rH_\varepsilon(r)\int\limits_0^{\pi} \ln\left[\rho^2 - 2r\rho\cos\alpha) + r^2\right]d\alpha dr.\end{aligned} \tag{3.29}$$

Integral $\int\limits_0^\pi \ln\left[\rho^2 - 2r\rho\cos\alpha + r^2\right]d\alpha$ can be calculated in different ways. Let's present it.

The first way. This is the method of G. M. Fichtenholz. In [16] it is proved that

$$\int\limits_0^{n\pi} \ln\left[1 - 2b\cos\alpha + b^2\right] d\alpha = \begin{cases} 0,\, b^2 < 1; \\ n\pi \ln b^2,\, b^2 > 1. \end{cases} \tag{3.30}$$

Let consider two possible cases.

Case 1. Let $\rho \geq R + \varepsilon$. Then from (3.29) by virtue of (3.30) we have:

$$\Psi_0(\rho) = T_0(1+\nu)\alpha \ln\rho \int\limits_0^{R+z} rH_\varepsilon(r)dr \tag{3.31}$$

Hence it can be seen that the logarithmic potential of a circle $\Psi_0(\rho)$ is regular and harmonious in any finite area outside the circle, (i.e. when $\rho \geq R+\varepsilon$), and when $\rho \to \infty$ the potential is not regular. It is important to note that the second term of the formula (3.27A) is not included in (3.31).

Case 2. Let $0 < \rho < R + \varepsilon$. Then from (3.29) by virtue of (3.30) we have:

$$\begin{gathered} \Psi_0(\rho) = T_0(1+\nu)\,\alpha \lim_{\delta\to+0}\left[\ln\rho \int\limits_0^{\rho-\delta} rH_\varepsilon(r)\,dr + \int\limits_{\rho+\delta}^{R+\varepsilon} rH_\varepsilon(r)\ln r dr\right] = \\ = T_0(1+\nu)\,\alpha\left[\ln\rho\int\limits_0^{\rho} rH_\varepsilon(r)\,dr + \int\limits_{\rho}^{R+\varepsilon} rH_\varepsilon(r)\ln r dr\right]. \end{gathered} \tag{3.32}$$

It follows that:

$\Delta\Psi_0(\rho) = T_0(1+\nu)\alpha H_\varepsilon(\rho)$.

It also follows from (3.31) and (3.32): the logarithmic potential of a circle $\Psi_0(\rho)$ is continuous and has continuous derivatives of any order when crossing the boundary of $\gamma_{R+\varepsilon}$ of the domain $\overline{D}_{R+\varepsilon}$, where $\gamma_{R+\varepsilon}$ is the circumference of a closed circle $\overline{D}_{R+\varepsilon}$ with radius $\rho = R+\varepsilon$. Obviously, all derivatives$\Psi_0(\rho$ are normal derivatives. Therefore, the function $\Psi_0(\rho$ determined by the formula (3.29) is the solution of the Poisson equation inside the circle and the solution of the Laplace equation outside the circle.

The second way. The essence of this method is to decompose the function $\ln\frac{1}{\sqrt{\rho^2-2r\rho\cos\varphi+r^2}}$ into trigonometric series when $\rho > r$ and at $r > \rho$, which is easily achieved if we base on two identities:

the first identity: $\frac{2b\sin t}{1-2b\cos t+b^2} = 2\sum\limits_{n=1}^{\infty} b^n \sin nt \;\, (|b| < 1)\,;$

the second identity: : $\ln(1-b) = -\sum\limits_{n=1}^{\infty}\frac{b^n}{n}\;\,(|b|<1)\,.$

The second identity is easily proved through using the summation formula $[12]K_\alpha(\alpha = \frac{pi}{2}$

The first identity is also proved using the summation formula but perhaps the following proof is rather simpler. The series in the first part of the first identity absolutely converges. Let multiply it's both parts by the denominator of the left part. In the right part we get:

$$2\left(1-2bcost+b^2\right)\sum_{n=1}^{\infty}b^n sin(nt)=2\left(1+b^2\right)\sum_{n=1}^{\infty}b^n sin(nt)-4b\sum_{n=1}^{\infty}b^n sin(nt)cost=$$

$$=2\sum_{n=1}^{\infty}b^n sin(nt)+2\sum_{n=1}^{\infty}b^{n+2}sin(nt)-2b\sum_{n=1}^{\infty}b^n\left[sin(n+1)t+sin(n-1)t\right]=$$

$$=2\left[\sum_{n=1}^{\infty}b^n sin(nt)-\sum_{n=1}^{\infty}b^{n+1}sin(n+1)t\right]+2\left[\sum_{n=1}^{\infty}b^{n+2}sin(nt)-\sum_{n=1}^{\infty}b^{n+1}sin(n-1)t\right]=$$

$$=2\left[\sum_{m=1}^{\infty}b^m sin(mt)-\sum_{m=2}^{\infty}b^m sin(mt)\right]+2\left[\sum_{m=1}^{\infty}b^{m+2}sin(mt)-\sum_{m=0}^{\infty}b^{m+2}sin(mt)\right]=2b\sin t,$$

The proof is finished.

Now, integrating both parts of the first identity with respect to t from zero to some angle φ, taking into account the second identity we have:

$\ln\left(1-2b\cos\varphi+b^2\right)^{-1/2}=\sum\limits_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}b^n\cos n\varphi\ \ (|b|<1)\,.$

Using this formula, it is not difficult to obtain the following equalities

$$\ln\frac{1}{\sqrt{\rho^2-2r\rho\cos\varphi+r^2}}=\begin{cases}\ln\frac{1}{\rho}+\sum\limits_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}\left(\frac{r}{\rho}\right)^n\cos n\varphi,\rho>R+\varepsilon;\\ \ln\frac{1}{\rho}+\sum\limits_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}\left(\frac{r}{\rho}\right)^n\cos n\varphi,r<\rho<R+\varepsilon;\\ \ln\frac{1}{r}+\sum\limits_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}\left(\frac{\rho}{r}\right)^n\cos n\varphi,\rho<r<R+\varepsilon.\end{cases}\tag{3.32B}$$

Taking into consideration (3.32B) in (3.29) we come to formulas (3.31) and (3.32). It should be noted that equation (3.27) is a linear inhomogeneous ordinary differential equation of the second order. Methods for solving such types of equations were developed in the theory of differential equations (see, for example, [11, pp.108-122]. Let's make a solution (3.27) using one of them [13]. For this purpose, the equation (3.27) is represented in the following way:

$$\frac{d}{d\rho}\left[\rho\frac{d\Psi_0\left(\rho\right)}{d\rho}\right]=T_0\left(1+\nu\right)\alpha\rho H_\varepsilon\left(\rho\right)\tag{3.33}$$

We make the solution (3.33) under the following conditions:

$$\lim_{\rho\to 0}\Psi_0(\rho)=T_0(1+v)\alpha\int_0^{R+\varepsilon}rH_\varepsilon(r)lnrdr=T_0(1+v)\alpha C\equiv const,\tag{3.34}$$

$$\lim_{\rho\to+0}\frac{d\Psi_0\left(\rho\right)}{d\rho}=T_0\left(1+\nu\right)\alpha\tag{3.35}$$

Besides, conducting the solution (3.33) we should take into account:

1. The function $H_\varepsilon(\rho$ is continuous and has continuous derivatives of any order in E_2, and

$$H_\varepsilon\left(\rho\right)=\begin{cases}1,\ 0\le\rho\le R-\varepsilon;\\ 0,\ \rho\ge R+\varepsilon.\end{cases}\tag{3.36}$$

2. We have the correlation:

$$\lim_{\rho\to+0}\left[\ln\rho\int\limits_0^{\rho}rH_\varepsilon\left(r\right)dr\right]=0\tag{3.37}$$

$$\lim_{\rho\to+0}\frac{1}{\rho}\int_0^\rho rH_\varepsilon(r)dr = 1. \tag{3.38}$$

These ultimate equalities are easily proved by the Lopital method. From (3.33) by virtue of (3.35) and (3.38) we have:

$\frac{d\Psi_0(\rho)}{d\rho} = T_0\left(1+\nu\right)\alpha\frac{1}{\rho}\int_0^\rho rH_\varepsilon\left(r\right)dr$

from where, taking into account (3.34) and (3.37), we find

$$\Psi_0\left(\rho\right) = T_0\left(1+\nu\right)\alpha\left[ln\rho\int_0^\rho rH_\varepsilon\left(r\right)dr - \int_0^\rho rH_\varepsilon\left(r\right)lnrdr + C\right] \tag{3.39}$$

Let consider two possible cases.

1. Let $0 \le \rho \le R+\varepsilon$. Then from (3.39), taking into account (3.34), we come to the formula (3.32), 2. Let $\rho \ge R+\varepsilon$. Then from (3.39), taking into account (3.36) and (3.34), we come to the formula (3.31). Further we continue the research. Let $0 < \rho < R$. Then using (3.17), (3.22), (3.26) and (3.32) we get:

$$\begin{gathered}\varepsilon_\rho\left(\rho,t\right) = \frac{\partial u_\rho\left(\rho,t\right)}{\partial\rho} = \frac{\partial^2\Psi\left(\rho,t\right)}{\partial\rho^2} = \\ = \left(1+\nu\right)\alpha a\int_0^t\frac{\partial^2\tilde{T}(\rho,\tau)}{\partial\rho^2}d\tau + T_0\left(1+\nu\right)\alpha\left[H_\varepsilon\left(\rho\right) - \frac{1}{\rho^2}\int_0^\rho rH_\varepsilon\left(r\right)dr\right] = \\ = \varepsilon_\theta\left(\rho,t\right) = \frac{u_\rho\left(\rho,t\right)}{\rho} = \frac{1}{\rho}\frac{\partial\Psi\left(\rho,t\right)}{\partial\rho} = \\ = \left(1+\nu\right)\alpha a\int_0^t\frac{1}{\rho}\frac{\partial\tilde{T}(\rho,\tau)}{\partial\rho}d\tau + \frac{T_0\left(1+\nu\right)\alpha}{\rho^2}\int_0^\rho rH_\varepsilon\left(r\right)dr,\end{gathered} \tag{3.40}$$

from where we find:

$$\varepsilon_\rho\left(\rho,t\right) + \varepsilon_\theta\left(\rho,t\right) = \left(1+\nu\right)\alpha\tilde{T}\left(\rho,t\right) \tag{3.41}$$

Let it be now $\rho \ge R+\varepsilon$. In this case, using (3.17), (3.22), (3.26) and (3.31) we have:

$$\begin{gathered}\varepsilon_\rho\left(\rho,t\right) = \left(1+\nu\right)\alpha a\int_0^t\frac{\partial^2\tilde{T}(\rho,\tau)}{\partial\rho^2}d\tau - T_0\left(1+\nu\right)\alpha\frac{1}{\rho^2}\int_0^{R+\varepsilon} rH_\varepsilon\left(r\right)dr = \\ = \varepsilon_\theta\left(\rho,t\right) = \left(1+\nu\right)\alpha a\int_0^t\frac{1}{\rho}\frac{\partial\tilde{T}(\rho,\tau)}{\partial\rho}d\tau + \frac{T_0\left(1+\nu\right)\alpha}{\rho^2}\int_0^{R+\varepsilon} rH_\varepsilon\left(r\right)dr.\end{gathered} \tag{3.42}$$

Hence, taking into account (3.24), (3.15) and (3.13), we get:

$$\varepsilon_\rho\left(\rho,t\right) + \varepsilon_\theta\left(\rho,t\right) = \left(1+\nu\right)\alpha\tilde{T}\left(\rho,t\right). \tag{3.43}$$

It follows from (3.40), (3.42) that strain $\varepsilon_\rho(\rho,t)$ and $\varepsilon_\theta(\rho,t)$ are continuous and have continuous derivatives of any order with respect to ρ in E_2. Besides, the functions$\varepsilon_\rho(\rho,t)$ and $\varepsilon_\theta(\rho,t)$have a second-order zero at infinity (i.e. when $\rho\to\infty$) for any $t\in(0,\infty)$. Using (3.17),(3.19), (3.22), (3.31) and (3.32) it can be shown that:

$$\begin{aligned}\sigma_\rho(\rho,t) &= -2G\frac{1}{\rho}\frac{\partial\Psi(\rho,t)}{\partial\rho},\\ \sigma_\theta(\rho,t) &= -2G\frac{\partial^2\Psi(\rho,t)}{\partial\rho^2},\ \tau_{r\theta}(\rho,t)\equiv 0,\end{aligned} \tag{3.44}$$

$$\sigma_\rho(\rho,t)+\sigma_\theta(\rho,t) = -E\alpha\tilde{T}(\rho,t)\,. \tag{3.45}$$

It follows from (3.17) and (3.44) that the stresses $\sigma_\rho(\rho,t)$ and $\sigma_\theta(\rho,t)$ are continuous and have continuous derivatives of any order with respect to ρ in E_2. Besides, the functions$\sigma_\rho(\rho,t)$ and $\sigma_\theta(\rho,t)$ as well as strains$\varepsilon_\rho(\rho,t)$ and $\varepsilon_\theta(\rho,t)$ have a second-order zero in infinity (i.e., when $\rho\to\infty$) for any $\rho\in(0,\infty)$, which is to be expected. From (3.22), (3.31) and (3.32) it also follows: the displacement $u)\rho(\rho,t)$ is continuous and has continuous derivatives of any order with respect to ρ in E_2. Besides, the function $u_\rho(\rho,t)$ has a first-order zero at infinity (i.e. for $\rho\to\infty$).

4. Results and discussions

Ingenious mathematical techniques successfully overcome the discontinuity of functions unlike the medium for which these functions are material, so it cannot withstand excessively high gradients physically, which results in the rupture of the material. Physical withstanding is impossible under conditions of brittle (elastic) destruction because plasticity smoothes gradients. Basing on our observations of the cracks on graphite, silicate and organic glasses we can suppose that the gradient criterion is not far from real validity.

The photo presented in the work illustrates the parts of the destroyed flat samples made from silicate glass with width of 15-20 mm and thickness of 2 mm. The strips of glass in the free state were immersed in a bath with liquid nitrogen as deep as 3-4 mm. The strips were immersed there by hand and almost immediately there was a slight crack heard and the broken-off lower part of the strip fell down to the bottom of the bath. There are no visible signs left by external forces on this part of the strip as well as there are no prohibited shifts. But in the vertical direction (i.e. along the Ox axis) a significant temperature gradient was created and, consequently, a strain gradient on the nitrogen surface level (along the x axis) was also created. There was a brittle fracture of the glass at this point although, as it is shown in task 1 (section 2), there was no stress across the crack.

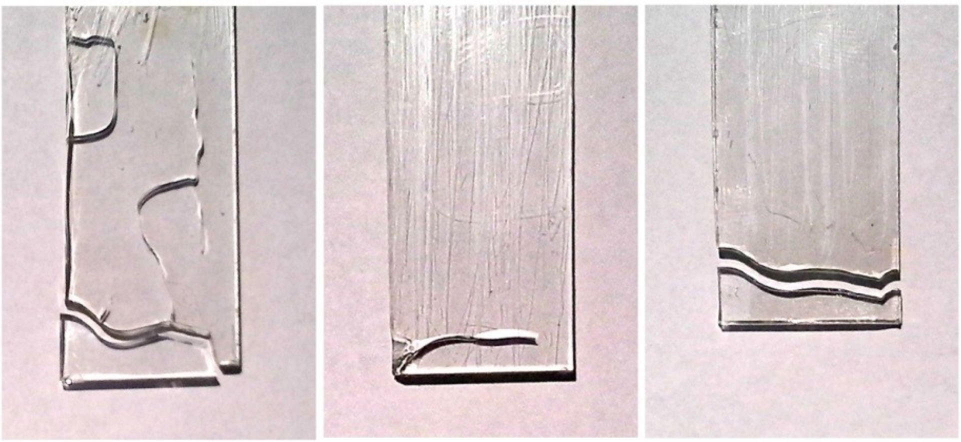


Figure 1. Parts of destroyed flat samples from silicate glass with width 20 mm and thickness of 2 mm

5. Conclusions

Analysing the results, we got in this work we come to the following conclusions:

1. We show in section 2 (see Statement 1) that the criterion for the brittle fracture occurrence in a continuum medium along axis y when the $x = 0$ axis is the limit value of the modulus of the deformation gradient (2.12), but there is not stress σ_x on this axis . This criterion found its experimental confirmation (see section 4). 2. The formulas (3.34) and (3.38) obtained by us in Section 3 and valid in E_2 allow us to state unambiguously that the criterion for the brittle fracture occurrence when $T_0 > 0$ is the limit value of the gradient modulus of the principles strains sum

$$|grad\,[\varepsilon_\rho(\rho,t)+\varepsilon_\theta(\rho,t)]\,|\Big|_{\rho=R,t=t_*} = (1+\nu)\alpha\left|\frac{\partial\tilde{T}(\rho,t}{\partial\rho}\right|\Big|_{\rho=R,t=t_*} = \theta \equiv const, \tag{3.46}$$

since in this case for any $\rho \in (0,\infty)$ and for any $t \in (0,\infty)$

$$\sigma_\rho\,(\rho,t)+\sigma_\theta\,(\rho,t) = -E\alpha\widetilde{T}\,(\rho,t) < 0 \tag{3.47}$$

3. If $T_0 < 0$, the formulas (3.41) and (3.45) do not allow to specify unambiguously the brittle fracture criterion. In this situation one of the two cases is possible.

3.1. Either there is a limit value of the gradient modulus of the sum of the main strains when $\rho = R$ and at $t = t_1$.

$$|grad\,[\varepsilon_\rho(\rho,t)+\varepsilon_\theta(\rho,t)]\,|\Big|_{\rho=R,t=t_1} = (1+\nu)\alpha\left|\frac{\partial\tilde{T}(\rho,t}{\partial\rho}\right|\Big|_{\rho=R,t=t_1} = \theta \equiv const, \tag{3.48}$$

3.2. Or there is a limit value of the sum of the main stresses when $\rho = R$ and at $t = t_2$

$$[\sigma_\theta(\rho,t)+\sigma_\rho(\rho,t)]\Big|_{\rho=R,t=t_2} = -E\alpha\tilde{T}(R,t_2) = \sigma_0 \equiv const > 0, \tag{3.49}$$

Obviously, the brittle fracture will be determined by the criterion having less time setting in. The uncertainty in the destruction criterion when $T_0 < 0$ is, in our opinion, connected with the finiteness of the cooled area (it is supposed that the rest ofE_2 has zero temperature at the initial moment of time). If the empirical constants of the material θ_0 and σ_0 as well as the results of the analytical solution are known, the mutual ratio of the four quantities determines the cause of the destruction.

References

[1] Kuliyev,V.D., Morozov, E.M., Gradient strain criterion of brittle fracture. Reports of AN. 2016. Vol.470. No.5. pp. 528-530. (In Russ.). https://doi.org/10.7868/S0869565216290119.

[2] Kuliev, V.D., Morozov, E.M., The gradient deformation criterion for brittle fracture. /emphDokl. Phys., 61, 2016, pp.502–504. https://doi.org/10.1134/S1028335816100062

[3] Levin,V.A., Morozov,E.M., Nonlocal criterion of destruction. Finite strain. Reports of AN. 2002. Vol. 386. No. 1. pp. 46-47. (in Russ.).

[4] Levin,V.A., Nonlocal fracture criterion: Finite strains, V. A. Levin, E. M. Morozov, Doklady Physics. – 2002. – Vol. 47. – No 9. – P. 680-681. – DOI 10.1134/1.1512635.

[5] Novopashin,M.D., Suknev, S.V., Gradient criteria of the limit state. Bulletin of Sam. GU. Natural Science Series, 2007. No. 4 (54). pp. 316-335. (in Russ.).

[6] Kharlab,V.D., Minin,V.A., The criterion of strength, taking into account the influence of the gradient of the stress state, Research on the mechanics of building structures and materials: Inter-university. thematic collection of tr. L.: LISI, 1989. pp. 53-57. (in Russ.).

[7] Kharlab,V.D., Explicit account of the influence of the stress state gradient in linear mechanics of destruction, Novozhilov collection (to the 80th anniversary of Academician V.V. Novozhilov). St. Petersburg: Shipbuilding, 1992. pp. 184-190. (in Russ.).

[8] Bykov,D.L., Deltsov,V.S., Konovalov,D.N., On the influence of stress gradients on the destruction of elastic materials. Bulletin of Moscow State University. Ser.1. 1996. No. 5. pp. 38-41. (in Russ.).
[9] Carpinteri,A., Spagnoli,A., Vantadori,S., Bagni,C., Structural integrity assessment of metallic components under multiaxial fatigue: The C-S criterion and its evolution, Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures. 36 (2013). https://doi.org/10.1111/ffe.12037.
[10] Carpinteri,A.,Berto,F.,Campagnolo,A., Fortese,G., Ronchei,C., Scorza,D., Vantadori,S., Fatigue assessment of notched specimens by means of a critical plane-based criterion and energy concepts, Theoretical and Applied Fracture Mechanics. 84 (2016) 57–63. https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2016.03.003.
[11] Stepanova, L. V. Mathematical methods of fracture mechanics, FizMatlit, 2006, p.336 (in Russ.)
[12] Morozov, N.F., Petrov,Yu.V., Problems of dynamics of the destruction of solids. St. Petersburg: Publishing House of St. Petersburg State University, 1997, 132 p. (in Russ.)
[13] Morozov,N.F., Mathematical problems of crack theory. M.: Nauka, 1984. 256 p. (in Russ.)
[14] Parton,V.Z., Morozov,E.M., Mechanics of elastic-plastic fracture. M.: Nauka, 2nd ed., 1985. 504 p. (in Russ.)
[15] Parton,V.Z., Morozov,E.M., Elastic plastic fracture mechanics. Moscow: MIR Pabl., 1st ed., 1978. 428 p.
[16] Parton,V.Z., Morozov,E.M., Mechanics of elastic-plastic fracture. N.Y.: Hemisphere publ., 1989, 2-nd ed., 522 p.
[17] Sobolev,S.L., Some applications of functional analysis in mathematical physics. Moscow: Nauka, 1988. 333 p. (in Russ.).
[18] Kuliyev,V.D., Singular boundary value problems. M.: Fizmatlit, 2005. 720 p. (in Russ.).
[19] Kuliyev,V.D., Mixed boundary value problems and some related problems. M.-Cheboksary: Novoye Vremya, 2017. 716 p. (in Russ.).
[20] Kuliyev,V.D., V-method of the K-class of thermoelasticity problems, Materials of the All-Russian Scientific School-conference "Mechanics of the limit state and related issues" dedicated to the 85th anniversary of Professor D. D. Ivlev, Chuvash. state. ped. un-t, 2015, pp. 208-215. (in Russ.).
[21] Kuliyev,V.D., On the theory of thermal conductivity in a finite rod, Bulletin of the I.Ya. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University. Series: Mechanics of the limit state. 2013, No.3 (17). pp.21-45. (in Russ.).
[22] Kuliyev,V.D., A new formula for summing functional series and some of its applications (Part I) Bulletin of the I.Ya. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University. Series: mechanics of the limit state. 2013. No. 1 (15). pp. 107-119. (in Russ.).
[23] Kuliev,V.D., Kurbanmagomedov,A.K., The V-method of solving one thermoelasticity problem from the K-class, Herald of Daghestan scientific center Russian academy of science. 54 (2014), 18-25.
[24] Kuliev,V.D., Kurbanmagomedov,A.K., On the theory of crack growth under cyclic loading, Yakovlev Chuvash State Pedagogical University Bulletin. 18(2013) 52-67.
[25] G.M. Fichtenholz, Course of differential and integral calculus: In 3 vols. Vol.II. M.: Fizmatlit, 2001. 864 p. (in Russ.).

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF AN EXPERIMENTAL MODEL OF A SOLAR ENERGY CONVECTOR

ZHALYN ESBOL[1], DINARA TURALINA[1]

[1]Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
e-mail: jalynesbol@gmail.com, dinaraturalina@mail.ru

Abstract. One of the most pressing issues today is the study and development of alternative solar energy systems. For this purpose, many new types of alternative energy sources are being studied, developed and put into operation in different countries, in different laboratories. One type of these alternative energy sources is concentrated in solar energy systems. In this paper, a model of the concentrated solar system similar to the Stirling system is considered. The efficiency and operability of this assembled unit is studied. Purpose of the work: energy accumulation, receiving heat from the reflected sunlight through the Stirling plate system. Experimental research work consisted of several stages. In the first stages, concentrated solar energy systems were studied and the type of design that best suits our goals was considered. At the second stage, a concentrated solar power plant was assembled. At the third stage, the work of the assembled unit was checked, and experiments were carried out in different weather conditions. At the fourth stage, an analysis of the received information was carried out. During each experiment, the surface of the receiver, sand, water in the tank, and weather temperature indicators were recorded. The experimental study was studied in different weather conditions and at different times of the day, for the purpose of the experiment, a system of manually concentrated solar energy was built, and the possibilities of concentrated solar energy were studied using this device. In the course of the study, the capabilities of the installation were tested at different measurements of solar power. As a result of the study, a system of manually concentrated solar energy was created and the ability to work was tested. The results obtained during the experimental study are presented in tables and plotted in the form of graphs.

Keywords: Solar radiation intensity, Temperature, Thermal conductivity, Thermal capacity, Energy, Reflection coefficient

AMS Subject Classification: 80-05, 80A21, 80M20

1. Introduction

Alternative energy involves obtaining energy from different temperature sources, such as solar and hybrid energy sources, using traditional fossil fuels (oil, coal, gas). In alternative energy - nuclear energy can be included in some cases, but not always. One of the features of alternative energy is its environmental compatibility, unlike traditional energy. Energy is a general indicator of the various forms of motion of interacting matter. In the middle of the 19th century, it was discovered that these forms of motion are related to each other only in certain numerical relationships, which made it possible to introduce the concept of "energy" and to measure different physical forms of motion with the same indicator. The concept of "energy" arose as a result of proving the impossibility of creating a perpetual motion machine. It was determined that work can be done only by certain changes in the environment or system, and the ability of an organism to do work while changing from one state to another is called its energy.

Common alternative energy as a source of renewable and sustainable energy Alternative energy refers to an energy source that is renewable and sustainable. Renewable energy refers to resources that can be renewed in a relatively short period of time.

In general, there are seven main types of alternative energy. They are:

- Wind energy
- Solar energy
- Hydropower
- Biodiesel or biomass
- Hydrogen
- Geothermal
- Breath energy

These sources are a solid fuel energy alternative to burning fossil fuels. Alternative energy sources include the Earth's natural forces, internal heat, the moon's gravity, and solar radiation. In fact, a significant part of alternative energy is derived directly or indirectly from constant sunlight. One of the main advantages of this type of energy is that it does not emit greenhouse gases and carbon dioxide, which affect the climate.

In general, in this work, experiments were made using sunlight and assembling various devices. In the course of the experiment, the unit had some malfunctions and was repaired. The work was done on June 10-11, 2023

2. SOLAR ENERGY

2.1. Types of collectors. Currently, the research and development of alternative energy sources is an urgent issue in the scientific environment. New opportunities for small energy systems are emerging due to the restructuring of utility markets, the selection of green energy markets, and the growing demand for decentralized generation on the scale of several kW to several MW. Increasing demand for heat supply and gas turbine generators is also driving the development of new technologies such as microturbines, fuel cells and other alternative energy sources. Stirling plate technology is one of the emerging power plants on the market. This system is being introduced as a demonstration system in the United States and Europe.

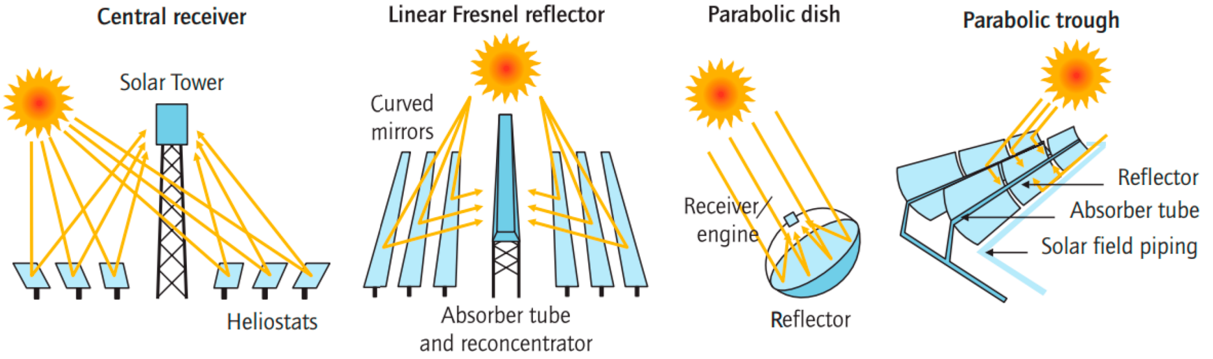


FIGURE 1. Types of solar thermal collectors

Four types of solar thermal collectors:

- System of central tower power stations [1]

  In a central tower system, an array of heliostats on a two-axis tracking mirror collects solar energy on a receiver mounted on top of a central tower.
- Fresnel collector [2]

  In tray systems, linear parabolic concentrators direct sunlight to the focal line of the collectors.

- Solar dish[3]
  Dish-shaped systems include a parabolic condenser dish, a heat sink and a heat accumulator.
- Parabolic collector system [4]
  Parabolic collectors collect sunlight on the focal line.

2.2. **Solar heating systems.** General characteristics of 4 systems:

1) In the central tower system, the concentration coefficient is about 800, the operating temperature is 560°C, and the annual efficiency is about 15% .

2) Tray systems have a solar concentration factor of about 75, with an annual efficiency of about 10% and operate at temperatures of about 400°C.

3) The Stirling plate system has a very high solar concentration factor of more than 3000 compared to the above-mentioned concentrated solar energy systems, in addition, operating at a temperature of 750°C, it has shown the highest efficiency of 23% annual efficiency. The Stirling plate system collects energy from sunlight in a receiver, which absorbs it and sends it to a heat storage tank.

4) A parabolic trough collector system has a solar concentration factor of about 15 - 45, with an annual efficiency of 21% and operates at a temperature of about 400°C.

The most efficient of the four thermal technologies is an electric tray system with a capacity of 354 MW and installed in the Mojave Desert in Southern California. The first commercial power plants based on this technology are currently installed in Spain. Among all technologies, the least developed system - the Stirling dish system - is used as a demonstration device. Due to its design features and high efficiency, it was decided to use a plate-shaped Stirling system as the basis of the assembled unit [5].

3. Stirling system

3.1. **History of the Stirling engine.** In 1987, Rolf J. Meyer patented a solar power device that combines a heat engine like the Stirling cycle with a solar collector. This device concentrates sunlight onto a central point, powering a Stirling engine to generate electricity. To keep it efficient, it must always face the sun, requiring complex rotation systems that can affect its stability.

On August 3, 1976, NASA patented a solar-powered engine designed to pump water from rivers, lakes, or streams. Its aim was to provide an affordable irrigation solution for dry regions, using basic thermal power principles.

Stirling engines are a type of external combustion engine that operates by changing pressure through heating and cooling a working fluid. They can run on various heat sources, not just firewood.

Solar thermal systems, sometimes called concentrating solar energy systems, use concentrated solar heat to drive a heat engine and produce electricity.

Several Stirling plate systems in development use Stirling kinematic engines due to their high efficiency, power density, and long lifespan. They can be modular and serve various energy needs, from remote power to grid connections.

Stirling systems are compact and consist of collectors, heat receivers, and storage tanks. However, they need modifications when the goal is to collect and store thermal energy.

4. Calculation Setup

4.1. **Physical Calculation Setup.** The order of creation of the experimental device:

- first, take the plate of the satellite antenna, and the mirrors divided into parts are glued to its surface with a sealant, thus the solar collector is made.
- in the next step, parallelepiped shaped heat receiver and heat storage tanks are developed by welding iron.

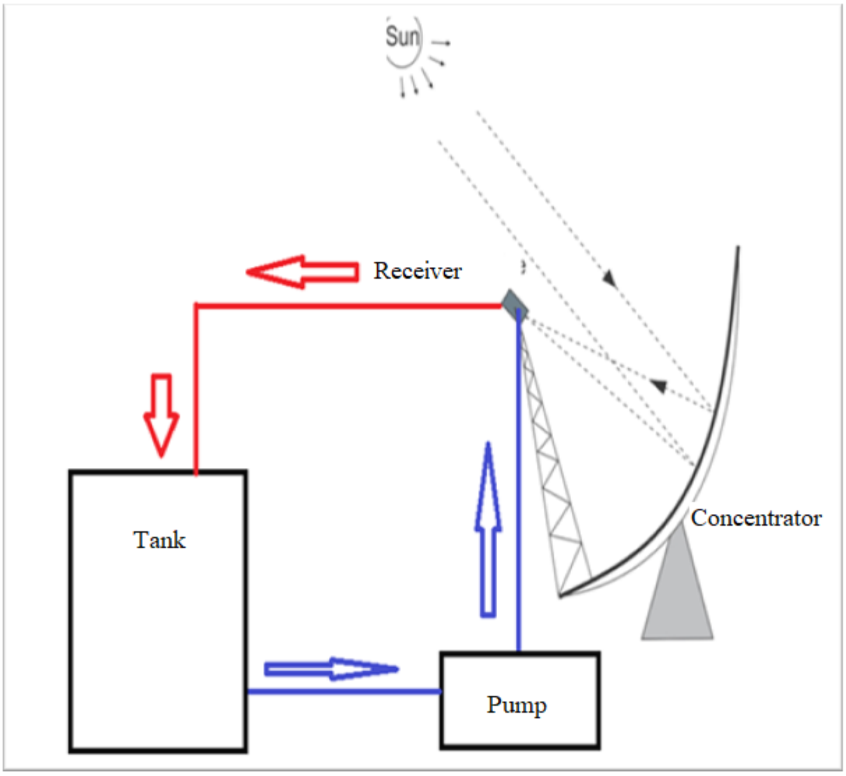


FIGURE 2. Operating system of the device

- after that, water-conducting pipes made of copper, consisting of coils along which water flows, are developed and fixed inside the heat-receiving and heat-accumulating tanks.
- finally, by connecting two tanks with a hose, a ready-to-use device is created.

4.2. **Mathematical Calculation Setup.** Energy on the surface of the collector:

$$Q_{\text{col}} = S \cdot I \cdot \Delta t \tag{1}$$

Where:

Q_{col} - collector energy
S - collector surface area
I - day intensity
Δt - certain time interval

Energy in the tank:

$$Q_{\text{water}} = C \cdot m \cdot (T_2 - T_1) \tag{2}$$

Where:

Q_{water} - storage tank energy
C - heat capacity of water
m - mass of water
T_1 - initial temperature
T_2 - final temperature

The mass of water (m) can be calculated as:

$$m = V \cdot \rho \tag{3}$$

Substituting this into equation (2), we get:

$$Q_{\text{water}} = C \cdot V \cdot \rho \cdot (T_2 - T_1) \quad (4)$$

Where:

Q_{water} - storage tank energy
C - heat capacity of water
V - tank volume
ρ - density
T_1 - initial temperature
T_2 - final temperature

5. DEVICE ASSEMBLY PROCESS

Figures 7, 8 show the model of receiver and heat storage tanks drawn in SOLIDWORKS.

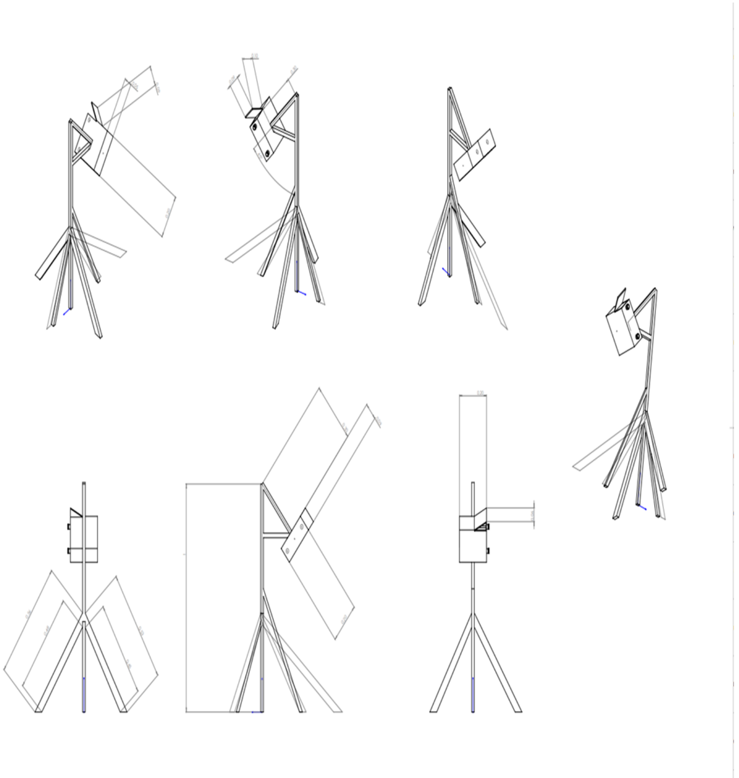


FIGURE 3. 3D drawing of the receiver

"Mirror" was chosen for the surface of the collector as a material with a high reflection coefficient and cost-effectiveness. Table 1 shows the reflection coefficients of various materials.

A mirror cutter and liquid oil were used to cut the mirrors as shown in picture 5. Total: 44 squares, 28 rectangles, 12 triangles.

Everything was glued together as shown in picture 6 using high temperature resistant glue. Before gluing, the surface of the collectors was divided into sections.

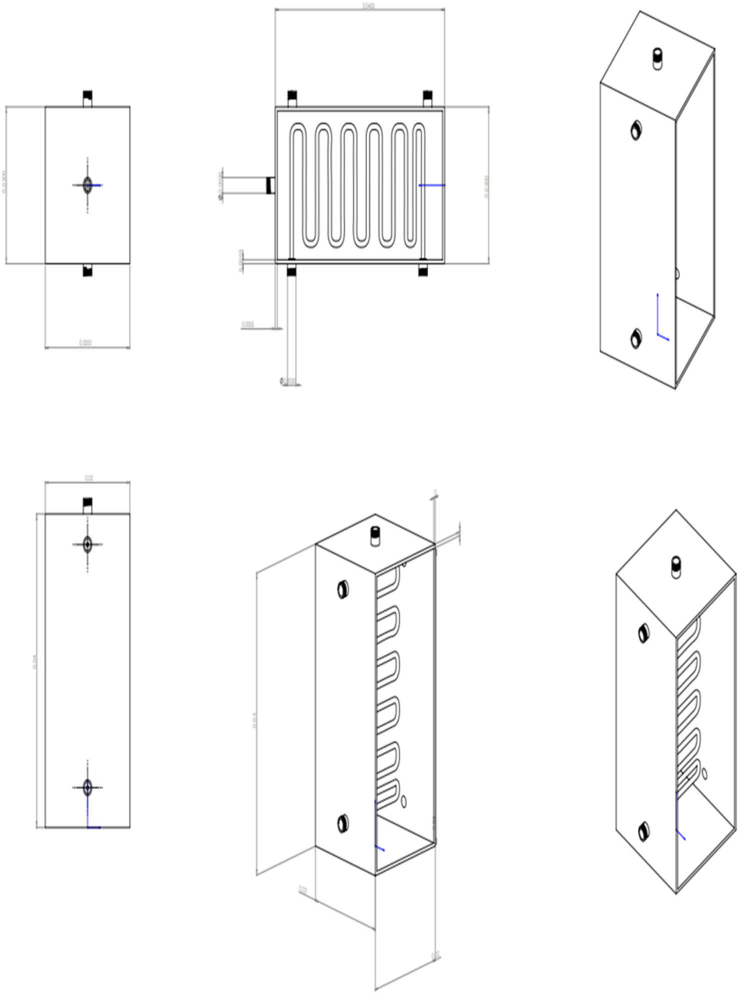


FIGURE 4. 3D drawing of the storage tank

TABLE 1. Reflection Coefficients of Materials

Material	Reflection Coefficient	Material	Reflection Coefficient
Mirror	0.9–0.94	Shiny chrome	0.6–0.7
Reflective film	0.98	White varnish	0.75–0.85
White oil paint	0.7–0.85	White porcelain	0.6–0.8
Machined aluminum	0.65–0.75	White tile	0.6–0.75
Aluminum	0.85–0.9	White enamel	0.65–0.75

Due to the quick absorption of heat, from the financial point of view and because of the water tank, 2 mm thick iron was used for welding. The coefficient of thermal conductivity of iron is 74 W/m*K, its melting point is in the range of 1450 - 1520°C.

Dimensions:

- Diameter - 15 mm
- Receiver size - 20*20*15 cm
- Storage tank - 28*40*28 cm

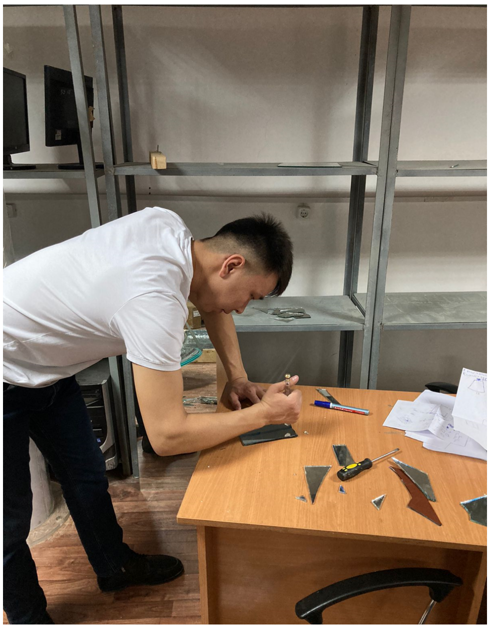


FIGURE 5. The moment of cutting mirrors

FIGURE 6. Glue the mirrors

FIGURE 7. Cutting irons

FIGURE 8. Heat transfer coils made of copper

Copper was chosen as the material for making coils due to its ability to quickly absorb high temperatures and its efficiency. Table 2 shows the thermal conductivity of materials.

TABLE 2. Thermal Conductivity Coefficients of Materials (W/(m·K))

Material	Thermal Conductivity Coefficient
Aluminum	209.3
Iron	74.4
Gold	312.8
Brass	85.5
Copper	389.6

Copper and iron are connected to each other by means of connectors as shown in figure 7 - 8. Since copper and iron cannot be soldered together, iron was connected to copper in this way, i.e. by joining joints. Through this connection, the threads are connected to the hoses by piercing the iron.

A bolt with a thread on both sides was welded by piercing the tank. Copper is connected to one side of it, and a hose is connected to the other.

FIGURE 9. The process of welding the first parts of the tank

FIGURE 10. Installation of coils in the tank

The moment of welding the first parts of the receiver. Here, as in the storage tank, a threaded bolt was drilled and welded.

FIGURE 11. The first welding work of the receiver

FIGURE 12. Sand

Three conditions were considered for constant heating of the windings inside the receiver:

(1) Water - the boiling point of the substance in question is about 100°C, so the heating state of sand is low.
(2) Air - since the maximum temperature of air is 58°C, its heating of sand is very low, and in this case, the influence of the tank with the external environment is very noticeable.

(3) Sand - sand heats various objects at a temperature above 100°C. The advantage of sand is that the heating temperature in them is constant, but sand heats up very easily and the maximum heating temperature is about 400°C. This sand was chosen to provide constant heat to the yarns.

The thing that connects the parts of the device is a hose. Its diameter is 15 millimeters and stainless steel pipes were selected. We choose stainless steel because it has one of the lowest thermal conductivity coefficients among available materials, 17 W/m*K. This item will be effective for the situation under consideration.

Due to the high temperature evaporation and volume increase of the water, there is a risk of explosion due to the increased pressure inside, so in order to prevent it, such a pressure reducing hole was made.

FIGURE 13. Hose

FIGURE 14. Air bleeder screw

A PT100 sensor was used to monitor the temperature.

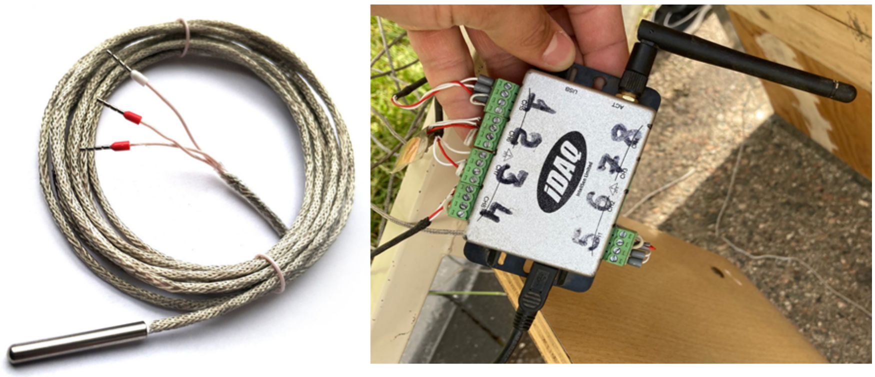


FIGURE 15. Temperature measuring instruments (PT100 and Wi-Fi

Through this device, water was poured into the threads.

The tank was painted black because black color absorbs heat quickly and well. The sand heats up quickly due to the heat absorbed quickly. 2 of the screws are installed for the spinning and 2 - for cold water and hot water.

The mirrors on the face of the collector consist of a total of 84 parts. Figures 18-19-20 show the parts of the device, ready for use.

FIGURE 16. Pump

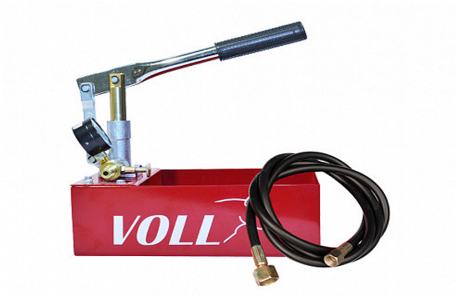


FIGURE 17. Device that blows water into the threads

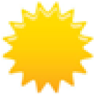
FIGURE 18. Heat receiver tank

FIGURE 19. Heat storage tank

6. Results obtained during the experiment

May 10 results:

TABLE 3. Weather Chart for May 10

Date	Air Temperature (°C)	Cloudiness	Wind Speed and Direction
10	+12° +9° Feels like +8°		614 mm Hg 57% 4.9 m/s ➤ W

May 11 results:

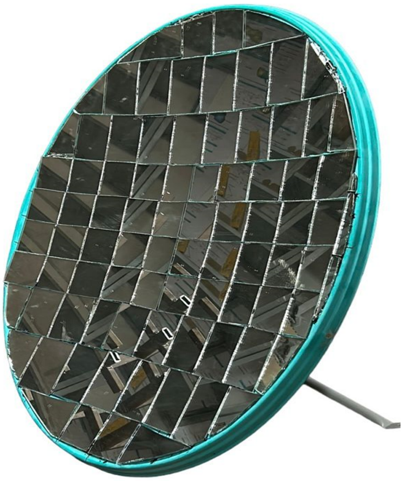


FIGURE 20. Reflector

FIGURE 21. A fully assembled ready-to-use outline of the device

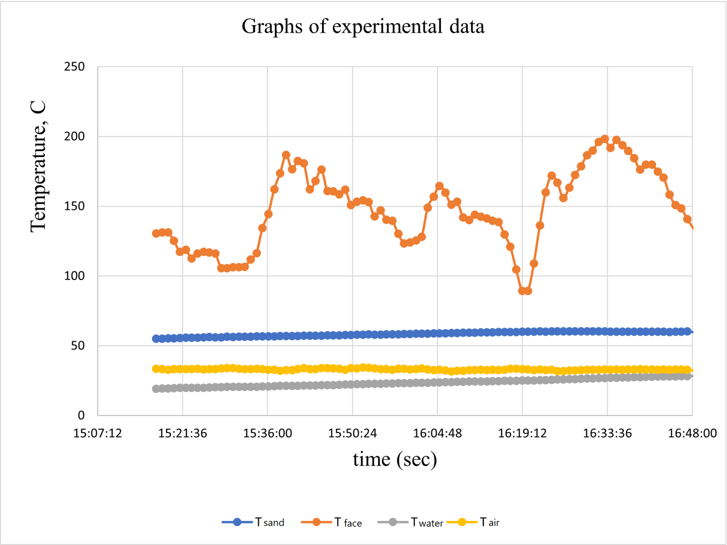


FIGURE 22. Temperature and time graph for May 10

TABLE 4. Weather Chart for May 11

Date	Air Temperature (°C)	Cloudiness	Wind Speed and Direction
11	+14° +11° Feels like +11°		614 mm Hg 46% 4m/s NW

May 29 results:

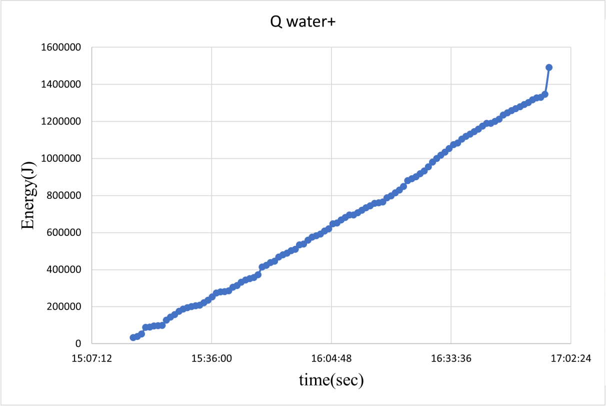


FIGURE 23. Energy growth graph for May 10

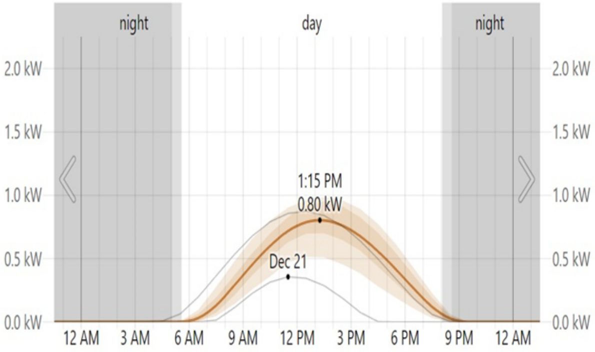


FIGURE 24. Intensity of solar radiation for May 10

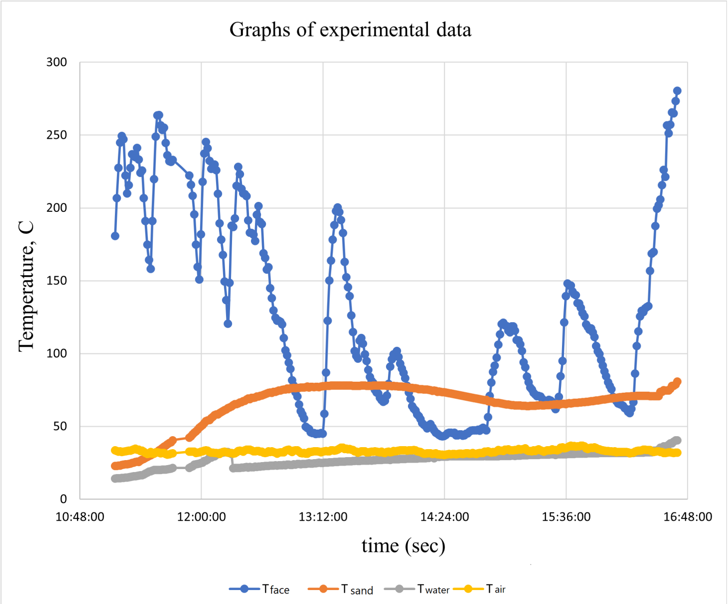
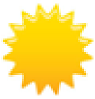


FIGURE 25. Temperature and time graph for May 11

TABLE 5. Weather Chart for May 29

Date	Air Temperature (°C)	Cloudiness	Wind Speed and Direction
29	+20° +10° Feels like +17°		688 mm Hg 49% 2.7 m/s N

7. CONCLUSION

At present, various experiments are being done using solar energy, and results are obtained that do not harm the nature. One of them is to absorb heat by reflecting sunlight - getting energy. This will make everyday life easier.

In the course of this work, it was described how the experimental model of the solar energy accumulative concentrator was made and its function.

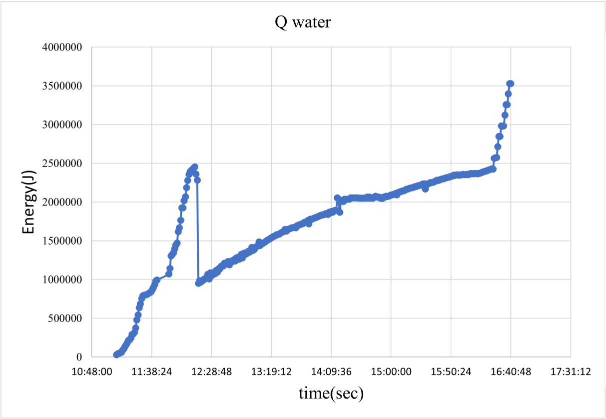


FIGURE 26. Energy growth graph for May 11

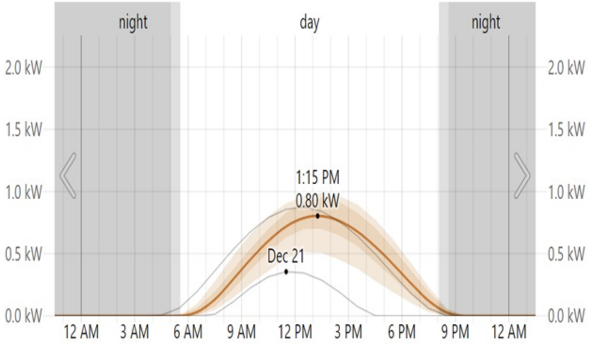


FIGURE 27. Intensity of solar radiation for May 11

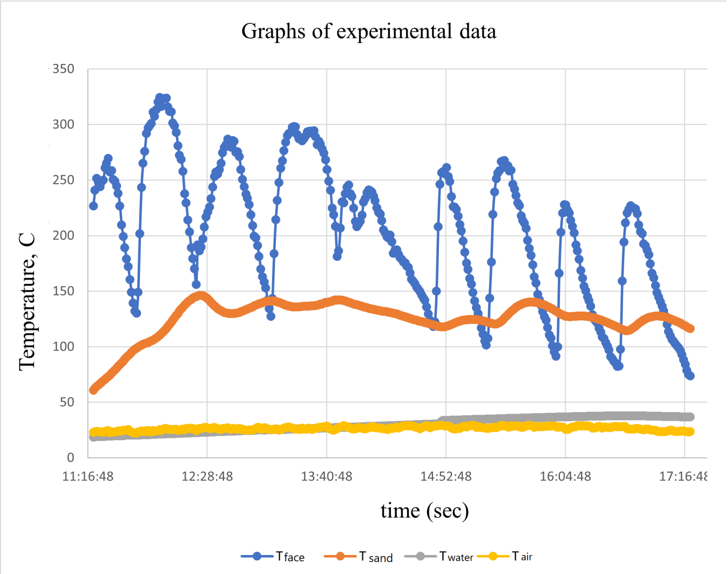


FIGURE 28. Temperature and time graph for May 29

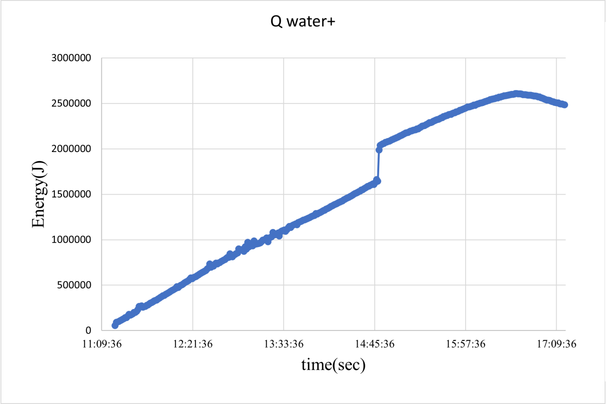


FIGURE 29. Energy growth graph for May 29

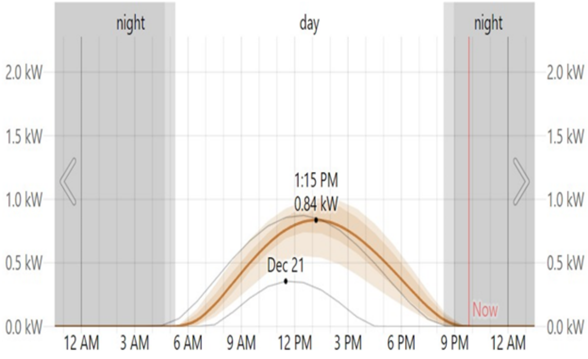


FIGURE 30. Intensity of solar radiation for May 29

The function of the collector is to concentrate sunlight and reflect it to the receiver. The function of the receiver with water-flowing coils and filled with sand is to receive reflected light, that is, to heat the water in the coils. The heated water leaves the receiver and goes to the storage tank. The storage tank increases its temperature through heated coils. Energy is obtained through this system.

Currently, emphasis is being placed on alternative energy sources. That is why such small experiments are being conducted. The intensity of solar radiation played an important role since the work involved direct exposure to sunlight. The peak time is between 11:00 and 16:00. So far, 2 experiments have been carried out. On the 1st day of the experiment, the water warmed up to 30 degrees, because the experiment was in the afternoon, and the intensity of the sun was low. On the 2nd day, it went up to 40 degrees. There were some mistakes during today's experiment. The experiment started around 11 o'clock, the water reached 30 degrees in 1.5 hours, but after the bottom of the tank was punctured and the water in the tank decreased, we poured low temperature water over it. As a result of this, a large deviation occurred, as shown in graph 5.

During the experiment, it can be seen that this unit is more efficient in summer.

References

[1] EPRI Report, 1986, "Performance of the Vanguard Solar Dish-Stirling Engine Module," Electric Power Research Institute, AP 4608, Project 2003-5.

[2] Beninga, K., Davenport, R., Sellars, J., Smith, D., and Johansson, S., 1997, "Performance Results for the SAIC/STM Prototype Dish/Stirling System," ASME Int. Solar Energy Conf., Washington, D.C.

[3] Kambarbek A.A. Collection and storage of high-temperature thermal energy// KAZNU, Almaty, 2019.

[4] Sarbassov Y., Kerimray A., Tokmurzin D., Tosato G., Miglio R. Electricity and heating system//Kazakhstan, 2003. P. 444.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСХОДНОГО ЗНАЧЕНИЯ СКОРОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЮЧЕГО НА ПАРАМЕТРЫ ТРЕХМЕРНОГО ФАКЕЛА НА ОСНОВЕ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА

МЕРСАИД АРИПОВ[1], САФАР ХОДЖИЕВ[2]

[1]Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан
[2]Бухарский государственный университет, Бухара, Узбекистан
e-mail: mirsaidaripov@mail.ru, safar1951@yandex.ru

Аннотация. В данной работе приводятся численные результаты исследования влияния исходного значения скорости и температуры спутной струи окислителя и газовой смеси состоящей из пропана-бутана, вытекающих из сопла прямоугольного сечения на параметры диффузионного факела.
Для описания течения используется трехмерная параболизованная система уравнений Навье-Стокса для многокомпонентных химически реагирующих газовых смесей в физических координатах.
Для вычисления турбулентной вязкости используются модифицированная алгебраическая модель учитывающий трехмерность и температурную неоднородность струи и двухпараметрическая модель "$k-\varepsilon$", с уточненными эмпирическими параметрами, а также выявлено при каких значениях эмпирических параметров этих моделей можно получить хорошо совпадающие результаты при диффузионном горении.
Задача решена численно с привлечением двухслойной десяти точечной неявной конечно-разностной схемы, аппроксимации с точностью до порядка $O(\Delta x, \Delta y^2, \Delta z^2)$ с применением модификации метода SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equations), которые для расчета дисбаланса массы в каждой расчетной точке сетки используется разностное уравнение неразрывности. Результаты представлены в виде графиков и таблиц. В частности численно выявлены, что при каких исходных отношениях скоростей и температур горючей и окислителя можно получить максимальную температуру на фронте пламени и длину, а также расширение.

Ключевые слова: трехмерность, горение, диффузионное, струя, турбулентность, реагирующих, поток, факел, фронт, Навье-Стокс.

Введение

К решению задачи трехмерных турбулентных реагирующих струйных течений повышенный интерес представляет изучение распространения и горении струй горючей газовой смеси, вытекающих из сопла прямоугольного сечения в связи широким применением указанных процессов при создании различных смесительных и топочных устройств, а также при решении проблемы выброса вредных газов в окружающую среду.

В настоящее время выполнены многочиленные экспериментальные [1-10], расчетное –теоретические[11] и численые исследования трехмерных турбулентных струйных течений , а также малочисленные с химическими реакциями[12-17]. Первая обстоятельная экспериментальная работа, в которой исследовались поля осредненной скорости за прямоугольным соплом с отношением сторон начального поперечного сечения 1, 2, 5, 10, была выполнена Туркусом [1]. В экспериментальных работах, основном рассмотрены исследование параметров распространения воздушной турбулентной струи вытекающие из сопла прямоугольной формы. Расчетно – теоретических [6,11 и др.] работах успешно применялся так называемый метод эквивалентной задачи теплопроводности и численные исследование воздушной турбулентной струи на основе трехмерных параболизованных уранений[12 -16] , а также существуют малочисленные работы исследования трехмерных турбулентных реагирующих газовых смесей вытекающих из прямоугольного сопла и распространяющий спутный поток[17,18].

В работах [19,20] изложены основы аэродинамической теории и методов расчета прямоструйного газового факела. Освещены вопросы структуры течения и турбулентного горения неперемешанных газов и вопросы теплового режима факела как устойчивость горения, затухания и др. В работе [20], учитывая, что аэродинамика факела и его устойчивость в значительной степени определяется структурой течения в неавтомодельной области- зоне формирования и стабилизации факела, используется для описания трехмерных пламени метод эквивалентной задачи теории теплопроводности. В рамках метода эквивалентной задачи теории теплопроводности для вычислений распределения скорости, температуры и концентрации, а также для расчета стехиометрическими соотношениями (углеводороды, водород) определяется длина факела, где выведены выражения для инженерных расчетов турбулентного диффузионного факела, истекающего из сопла прямоугольной формы. Подробное численное исследование параметров факела ,истекающего из сопла прямоугольной формы, в публикациях практически отсутствует, но есть некоторые работы, посвященные пространственным горениям [19, 21-23]. В работе [24], рассматривается с единых позиций турбулентное горение газов и ряд вопросов теории турбулентности, а также приводится список многочисленных научных публикации посвященные струйным течениям и горении.

Необходимо отметить, что во многих исследованиях не приводится достаточно подробных данных по начальному распределению скорости, температуры и кинетической энергии турбулентности на выходе из прямоугольного сопла- факторам оказывающим существенное влияние на распределение этих параметров в поле течения[6] и особенно при горении [20].

Постановки и цели задачи

Рассмотрим реагирующую (однородную) струю, вытекающую из сопла прямоугольной формы и распространяющуюся в спутном (затопленном) потоке воздуха-окислителя, где схема трехмерного течения представлен на рис. 1. Сопла имеют конечную длину сторон с размером $2a$ и $2b$ соответственно. Выберем начало декартовой системы координат в центре начального сечения основной (горючей) струи: ось x направлена вдоль по центру основной и спутной струи , а оси oy и oz- параллельно сторонам сопла, т.е. перпендикулярны потоку.

Для исследуемого течения введем следующие основные допущения:

- струя является реагирующей, вязкой, сжимаемой, трехмерной и отсутствует сила тяжести;

- используется свойства центральной симметрии течения относительно оси ox так, чтобы это позволило рассматривать одну четверть прямоугольной струи, и две границы области решения образуются плоскостями симметрии.

Основной целью данной работы является численное исследование влияния исходных значений скорости и температуры струи на параметры диффузионного факела.

Метод решения

В рамках сформулированных выше основных допущений математическая модель описывающих рассматриваемое химически реагирующее течение , может быть представлено в физических координатах в безразмерном виде в следующей форме [17,18, 25-27]:

Уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{1}{L}\frac{\partial \rho \vartheta}{\partial y} + \frac{\partial \rho \omega}{\partial z} = 0. \tag{1}$$

Уравнение движения по оси Ox

$$\rho u\frac{\partial u}{\partial x} + \rho\vartheta\frac{\partial u}{L\partial y} + \rho\omega\frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial u}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\frac{\partial u}{\partial z}\right). \tag{2}$$

Уравнение движения по оси Oy

$$\rho u\frac{\partial \vartheta}{\partial x}+\rho\vartheta\frac{\partial \vartheta}{L\partial y}+\rho\omega\frac{\partial \vartheta}{\partial z} = -\frac{\partial P}{L\partial y}+\frac{4}{3L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial \vartheta}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\frac{\partial \vartheta}{\partial z}\right)-\frac{3}{2L}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial \omega}{\partial z}\right)+\frac{1}{L}\frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\frac{\partial \omega}{\partial y}\right), \tag{3}$$

Уравнение движения по оси Oz

$$\rho u\frac{\partial \omega}{\partial x}+\rho\vartheta\frac{\partial \omega}{L\partial y}+\rho\omega\frac{\partial \omega}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial z}+\frac{4}{3}\frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\frac{\partial \omega}{\partial z}\right)+\frac{1}{L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial \omega}{\partial y}\right)+\frac{1}{L}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial \vartheta}{\partial z}\right)-\frac{2}{3L}\frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\frac{\partial \vartheta}{\partial y}\right) \tag{4}$$

Уравнение энергии

$$\rho u\frac{\partial H}{\partial x} + \rho\vartheta\frac{1}{L}\frac{\partial H}{\partial y} + \rho\omega\frac{\partial H}{\partial z} = \frac{1}{L^2}\frac{1}{Pr_T}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial H}{\partial y}\right) + \frac{1}{Pr_T}\frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\frac{\partial H}{\partial z}\right) + Q_{\text{дис}}, \tag{5}$$

где

$$Q_{\text{дис}} = \left(1 - \frac{1}{Pr_T}\right)\left[\frac{1}{L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu u\frac{\partial u}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu u\frac{\partial u}{\partial z}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\vartheta\frac{\partial \vartheta}{\partial z}\right) + \frac{1}{L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\omega\frac{\partial \omega}{\partial y}\right)\right] + \left(\frac{4}{3} - \frac{1}{Pr_T}\right)\cdot$$
$$\cdot\left[\frac{1}{L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\vartheta\frac{\partial \vartheta}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\omega\frac{\partial \omega}{\partial z}\right)\right] - \frac{1}{L}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{2}{3}\mu\vartheta\frac{\partial \omega}{\partial z}\right) + \frac{1}{L}\frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\vartheta\frac{\partial \omega}{\partial y}\right) + \frac{1}{L}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\omega\frac{\partial \vartheta}{\partial z}\right) - \frac{1}{L}\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{2}{3}\mu\omega\frac{\partial \vartheta}{\partial y}\right)$$

Уравнение концентрации

$$\rho u\frac{\partial \tilde{\tilde{C}}}{\partial x} + \rho\vartheta\frac{1}{L}\frac{\partial \tilde{\tilde{C}}}{\partial y} + \rho\omega\frac{\partial \tilde{\tilde{C}}}{\partial z} = \frac{1}{Sc_T}\frac{1}{L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\mu\frac{\partial \tilde{\tilde{C}}}{\partial y}\right) + \frac{1}{Sc_T}\frac{\partial}{\partial z}\left(\mu\frac{\partial \tilde{\tilde{C}}}{\partial z}\right). \tag{6}$$

Уравнение состояния газовой смеси

$$P = \rho T\sum_{i=1}^{N}\frac{c_i}{M_i}, \tag{7}$$

Связь полной энтальпии с температурной

$$H = C_pT + \frac{u^2 + \vartheta^2 + \omega^2}{2} + \sum_{i=1}^{N} C_i h_i^* \tag{8}$$

Эффективная турбулентная вязкость

$$\mu = \mu_l + \varkappa\rho l^2(y,z)\sqrt{\left(\frac{\partial u}{L\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 + \left(\frac{\partial \omega}{L\partial y}\right)^2}\left(\frac{T}{T_2}\right)^{\alpha}, \tag{9}$$

и для вычисления турбулентной вязкости использована $(k-\varepsilon)$ модель турбулентности имеющий следующий вид:

Уравнение кинетической энергии турбулентности

$$\rho u\frac{\partial k}{\partial x} + \rho\vartheta\frac{\partial k}{L\partial y} + \rho\omega\frac{\partial k}{\partial z} = \frac{1}{L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\mu_T}{\sigma_K}\frac{\partial k}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\mu_T}{\sigma_K}\frac{\partial k}{\partial z}\right) + G - \rho\varepsilon. \tag{10}$$

Уравнение диссипации кинетической энергии турбулентности

$$\rho u\frac{\partial\varepsilon}{\partial x}+\rho\vartheta\frac{\partial\varepsilon}{L\partial y}+\rho\omega\frac{\partial\varepsilon}{\partial z}=\frac{1}{L^2}\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\mu_T}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial k}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\mu_T}{\sigma_\varepsilon}\frac{\partial k}{\partial z}\right)+(C_1G-C_2\rho\varepsilon)\frac{\varepsilon}{k}, \qquad (11)$$

где

$$G=\mu_T\left[\left(\frac{\partial u}{L\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2\right] \text{ и } \mu_T=\frac{C_\mu\rho k^2}{\varepsilon} \qquad (12)$$

В уравнениях и соотношениях (1-12), $\mu_l = constT^{0.6472}$ динамический коэффициент ламинарной вязкости; $\varkappa, C_\mu, \sigma_k, \sigma_\varepsilon, C_1, C_2$ - эмпирические константы турбулентности; $l(y,z)$- длина пути смещения; α- параметр учитивающий температурную неоднородность; T_2- температура на оси основной струи; остальные обозначения общепринятые [18].

При проведении системы уравнений к безразмерному виду, в качестве масштабных параметров длины, скорости, температуры, полной энтальпии, давления, молекулярного веса, плотности, теплоемкость при постоянном давлении, теплота образования i - й компоненты, вязкости, кинетической энергии турбулентности и ее диссипации приняты – b (длина сопла по оси z); u_2 (здесь и далее индекс 2 относится к исходным значениям горючей (основной) струи); $u_2^2/(R/(M_1)); u_2^2; \rho_2 u_2^2; R/M_1; u_2^2; b\rho_2 u_2; u_2^2$ и $(u_2^3)/b$, а также входное сечение сопла преобразовано в квадратную область с помощью формулы $y=\overline{y}/L$ (где $L=a/b$, $\overline{y}$– безразмерная координата).

Граничные и начальные условия

Система уравнений (1-9) или (1-8, 10-12) из ранее сделанных предположений решается с помощью следующих безразмерных начальных и граничных условий:

$I.\ x = 0:$

1. $0 \le y \le 1, 0 \le z \le 1 : u = 1, \nu = 0, \omega = 0, H = H_2, P = P_2, \overline{\overline{C}} = 1, k = k_2, \varepsilon = \varepsilon_2, \rho_2 = 1.$ (13)

2. $0 < y < y_{+\infty}, 1 < z < z_{+\infty} : u = u_1, \nu = 0, \omega = 0, H = H_1, P = P_1, k = k_1, \varepsilon = \varepsilon_1, \overline{\overline{C}} = 0, \rho = \rho_1$

$II.\ x > 0$

1. $z = 0, 0 < y < y_{+\infty}, \dfrac{\partial u}{\partial z} = 0, \dfrac{\partial\vartheta}{\partial z} = 0, \omega = 0, \dfrac{\partial H}{\partial z} = 0, \dfrac{\partial\overline{\overline{C}}}{\partial z} = 0, \dfrac{\partial k}{\partial z} = 0, \dfrac{\partial\varepsilon}{\partial z} = 0.$

2. $y = 0, 0 < z < z_{+\infty}, \dfrac{\partial u}{\partial y} = 0, , \vartheta = 0, \dfrac{\partial\omega}{\partial y} = 0, \dfrac{\partial H}{\partial y} = 0, \dfrac{\partial\overline{\overline{C}}}{\partial y} = 0, \dfrac{\partial k}{\partial y} = 0, \dfrac{\partial\varepsilon}{\partial y} = 0.$ (14)

3. $z = 0, y = 0 : \dfrac{\partial u}{\partial y} = \dfrac{\partial u}{\partial z} = \dfrac{\partial H}{\partial y} = \dfrac{\partial H}{\partial z} = \vartheta = \omega = 0, \dfrac{\partial k}{\partial y} = \dfrac{\partial k}{\partial z} = \dfrac{\partial\varepsilon}{\partial y} = \dfrac{\partial\varepsilon}{\partial z} = 0.$

4. $z \to z_{+\infty}, y \to y_{+\infty} : u = u_1, \vartheta = 0, \omega = 0, H = H_1, P = P_1, \overline{\overline{C}} = 0, k = k_1, \varepsilon = \varepsilon_1, \rho = \rho_1.$

В этих условиях нижний индекс 1 соответствует параметрам струи окислителя, а 2 горючего.

Отметим что, уравнение концентрации i- компоненты при диффузионном горении написано использованием консервативной функции Шваба – Зельдовича [28] относительно избыточной концентраций $\overline{\overline{C}}$ в виде (6), где она на срезе сопла принимает значение в равное 1, а в зоне окислителя -0.

Для численного интегрирования трехмерные системы уравнений Навье-Стокса с учетом (9) или (10-12) с краевыми условиями (13,14) применена модификация метода SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure-Linked Equations), т.е. для расчета дисбаланса массы в каждой расчетной точке сетки используется разностное уравнение неразрывности [17,18,26].

Задача решена численным методом с привлечением двухслойной десяти точечной неявной конечно-разностной схемы заменив дифференциалы его разностными аналогами с точностью до порядка $O(\Delta x, \Delta y^2, \Delta z^2)$.

Численные результаты

Существенный интерес представляет вопрос о влиянии начальной скорости, температуры и кинетической энергии турбулентности горючей струи и окислителя на структуру и размеры диффузионного факела. В далее приводим и анализируем численные результаты полученные выше указанным методом, влияния исходных скоростей и температуры спутного потока и горючей смеси состоящей из пропана и бутана вытекающих из прямоугольного сопла и распространяющейся в спутном (затопленном) пространстве окислителя. Для численного исследования поставленной задачи исходные параметры в заимствованы из работы [19,20] в следующих вариантах:

I. Данные окислителя: $u_1 = 0(5;10;18,3;30)$ м/с,$T_1 = 300(400,500)K, (c_1)_1 = 0,232; (c_2)_1 = 0; (c_3)_1 = 0; (c_4)_1 = 0,768; k_1 = \beta_1 u_1^2; \varepsilon_1 = \gamma_1 k_1^{3/2}; P_1 = 1$ атм.

II. Данные смеси горючего: $T_2 = 700(900;1100;1200;1300)K; u_2 = 18,3(30,38,61)$ м/с; $(c_1)_2 = 0; (c_2)_2 = 0,12; (c_3)_2 = 0; (c_4)_2 = 0,88; k_2 = \beta_2 u_2^2; \varepsilon_2 = \gamma_2 k_2^{3/2}; P_2 = 1$ атм.

В расчетах взяты числа $Pr_T = Sc_T = 0,65$ равным, отношении длин сторон прямоугольного сопла $L = 1$ и теплота образования окислителя, продукта реакции и инертного газа принята как $h_1^* = h_3^* = h_4^* = 0$, горючего - $h_1^* = 11490$ ккал/кг.

Здесь нижние внутренние индексы указывают –соответственно O_2- индекс "1" , горючей смеси пропана-бутана $(C_3H_8 + C_4H_{10})$ - индекс "2" , продуктов горения $(CO_2 + 9H_2O)$-индекс "3" , инертного газа N_2-индекс "4" . Внешние вторые индексы указывают на принадлежность данного значения к срезу сопла воздуха –1, горючего -2.

Здесь необходимо отметить, что при формулировании краевых условий относительно кинетической энергии турбулентности использованы экспериментальные материалы работы [29], а относительно диссипации кинетической энергии турбулентности граничные условия брались интуитивно. В численных расчетах, безразмерные множители β_1 и β_2 варьировались так, что безразмерные их начальные значения кинетические энергии турбулентности не превышали 1% от безразмерной исходной скорости струи окислителя и горючего, а γ_1, γ_2 варьировались от β_1 и β_2.

Некоторые численные результаты полученные на основе алгебраической модели турбулентности приведены талице-1, а на основе двухпараметрической $(k-\varepsilon)$ модели в таблице-2. При удачном подборе эмпирических параметров этих моделей $(\varkappa = 0,01; \alpha = 0,65; C_\mu = 0,08; C_1 = 1,3; C_2 = 1,5; \sigma_k = 1; \sigma_\varepsilon = 1,3)$ можно получить хорошо совпадающие результаты при одних и тех же исходных данных струи основного и спутного потока.

На рис. 2 приведено сопоставление распределения профилей продольной скорости на разных сечениях вдоль струи и видно что, имеются хорошее согласование результатов в начальных сечениях плоскости XOY и в начальных сечениях плоскости XOZ. С удалением от среза сопла в плоскости XOZ расширение струи отстает. Это может быть объяснимо только недостатком модели первых моментов, которые здесь предлагаются для вычисления коэффициента турбулентой вязкости, но распеделения осевого значения продольной скорости на оси симметрии течения, мало отличается.

На рис. 3(a, b) приведено поперечное распределение продольной скорости по координатным осям OY и OZ при исходном значении параметров струи, приведенных в вариантах №1 и №8 таблицы -1 соответственно в различных сечениях вдоль струи.

Как следует из графиков , у расчетов при вариантах №1 и №8 граница распространения продольной скорости по оси OY шире, чем по сравнению с осью OZ в начальных сечениях, а при удалении от входного сечения их разница уменшается и, постепенно преобразуется в струю круглой формы. При высокой температуре ядро струи значительно, сохраняется (рис.3 б).

Таблица-1

Основные характеристики	ВАРИАНТЫ								
	1	2	3	4	5 (k-ε)	6	7	8	9
Скорость горючего, м/с	18.3	30	38	61	61	61	61	61	61
Скорость окислителя, м/с	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Температура горючего, К	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1100	700	900
Температура окислителя, К	300	300	300	300	300	500	400	300	300
Концентрация горючего, кг/кг	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Максимальная температура факела, К	1943	1845	1850	1909	1904	1920	1830	1700	1734
Длина фронта пламени, $L_{\text{ф}}/2b$	20.87	26.75	26	26.5	26.4	27.5	26	24	25.75

Результаты показали, что форма факела в зависимости от исходного значения скорости горючего и при этом другие параметры струи и окислителя остаются без изменения (варианты из таблица-1 №1-4), при изменения u_2 от 18,3 до 30 м/с линейные размеры факела увеличиваются, а при увеличени u_2 до u_2=61 м/с они пратически не изменяются, даже u_2= 70 м/с.

Относительно роли и значения температуры скажем, что подегрев горючего и окислителя приводит к незначительному удлинению длины факела. На рис. 4 показаны границы линии максимальных температур в разных сечениях струи в зависимости от исходного значения температуры основного потока (таблица-1, варианты №4 и №9). Здесь соблюдаются известные закономерности границы , т. е. при подаче более нагретого горючего граница зоны смещения растет более медленно и переход к круглой форме затягивается.

Изучая изменение соотношений скорости горючей струи и окислителя, можно выявить условия, при которых происходят минимальные или максимальные перемешивания и изменения параметров факела. Из результатов приведенных таблица-2 видно, что максимальная длина факела получается при скорости спутного потока u_1=10 м/с, а дальнейшее ее увеличение, не приводит к удлинению длины факела. На рис. 5 (a, b) приведено поперечное распределение продольной скорости по координатным осям OY, OZ для вариантов №1и №3 из таблицы-2 и при постоянных значениях других параметров в разных сечениях вдоль струи. Как следует из результатов, увеличение скорости спутного потока приводит к дальнобойности струи потока и сужению границы зоны смещения. На рис. 6 приведены линии максимальных значений температуры при вариантах №3 и №4 (таблица-2) спутного потока. Из этих графиков, во-первых, вытекает, что факел приобрел круглую форму, а во-вторых, ширина факела при $u_1 = 18.3$ м /с уже, чем при $u_1 = 10$ м/с.

Таблица-2

Основные характеристики	ВАРИАНТЫ				
	1	2	3	4	5
Скорость горючего, м/с	61	61	61	61	61
Скорость окислителя, м/с	0	5	10	18.3	30
Температура окислителя, К	300	300	300	300	300
Температура горючего, К	1200	1200	1200	1200	1200
Концентрация горючего, кг/кг	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Максимальная температура факела, К	1904	1830	1850	1900	1900
Длина фронта пламени, $L_ф$/2b	26.4	30.5	34.2	28.1	26.75

Численные результаты показали, что увеличением значения скорости спутного потока до 10 м/с приводит удлинению длины факела, медленное затухание осевого значения продольной скорости и сужение границы смешения, которые можно попытаться трактовать следующим образом. Увеличение исходного значения скорости спутного потока сжимает горючую струю, т.е. при смешивании потоков с близкими значениями скоростей (силы инерции), турбулентность, порождаемая разницей скоростей, становится соизмеримой с турбулентностью, в которой имеется основная струя, тем самым эти факторы препятствуют быстрой потере импульса и, естественно, способствуют дальнебойности струи и удлинению длины факела, а также уменьшению границы зоны смешения.

Заключение

Некоторые результаты численного исследования реагирующий струи вытекающей из сопла прямоугольной формы и распространяющуейся в спутном (затопленном) потоке окислителя, при диффузионном горении:

- при выборе эмпирических параметров алгебраической и двухпараметрической ($k{-}\varepsilon$) модели для вычисления турбулентной вязкости ($\varkappa = 0,01; \alpha = 0,65; C_\mu = 0,08; C_1 = 1,3; C_2 = 1,5; \sigma_k = 1; \sigma_\varepsilon = 1,3$, можно получить хорошо совпадающие результаты в начальных участках смешения:

- рост исходной скорости горючей струи до 30 м/с вытекающий затопленный поток воздуха приводит к увиличению линейных размеров факела, а далнейший рост не приводит к увеличению длины факела;

- рост температуры горючего и подогрев окислител удлиняет длину факела и рост температуры на фронте пламени;

- рост спутности приводит к увеличению длины факела, а максимальная длина факела получается при скорости спутного потока u_1=10 м/с, а дальнейшее увеличение ее не приводит к удлинении длины факела.

Из полученных результатов следует сделать заключения, что при выборе отношении исходных скоростей и температур горючего и окислителя можно получить желаемые параметры факела.

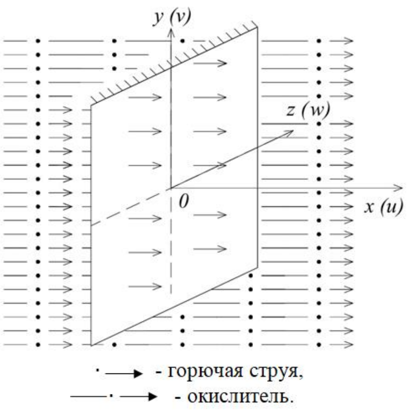


Рис. 1. Картина течения

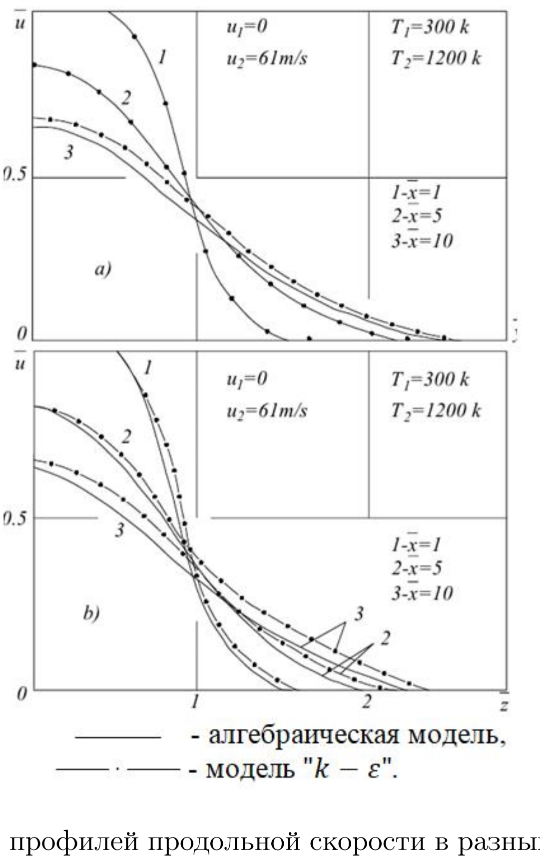


Рис. 2. Сравнение профилей продольной скорости в разных сечениях струи по оси $y(a)$ и $z(b)$

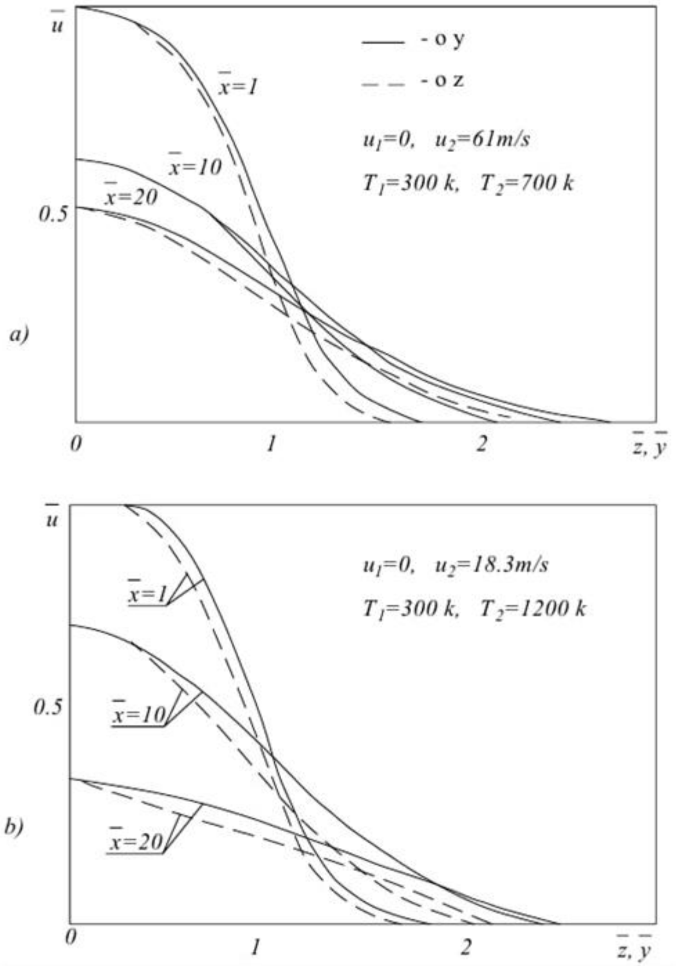


Рис. 3. Распределение продольной скорости: a) – вариант №8; b) – вариант №1; (таб. 1)

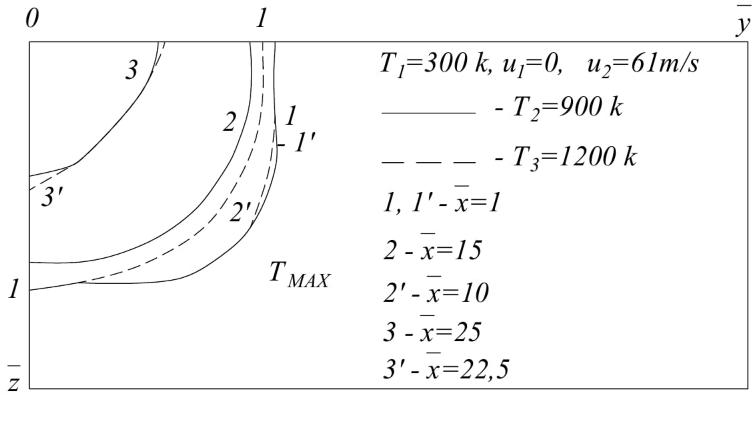


Рис. 4. Линии максимальных температур в разных сечениях струи

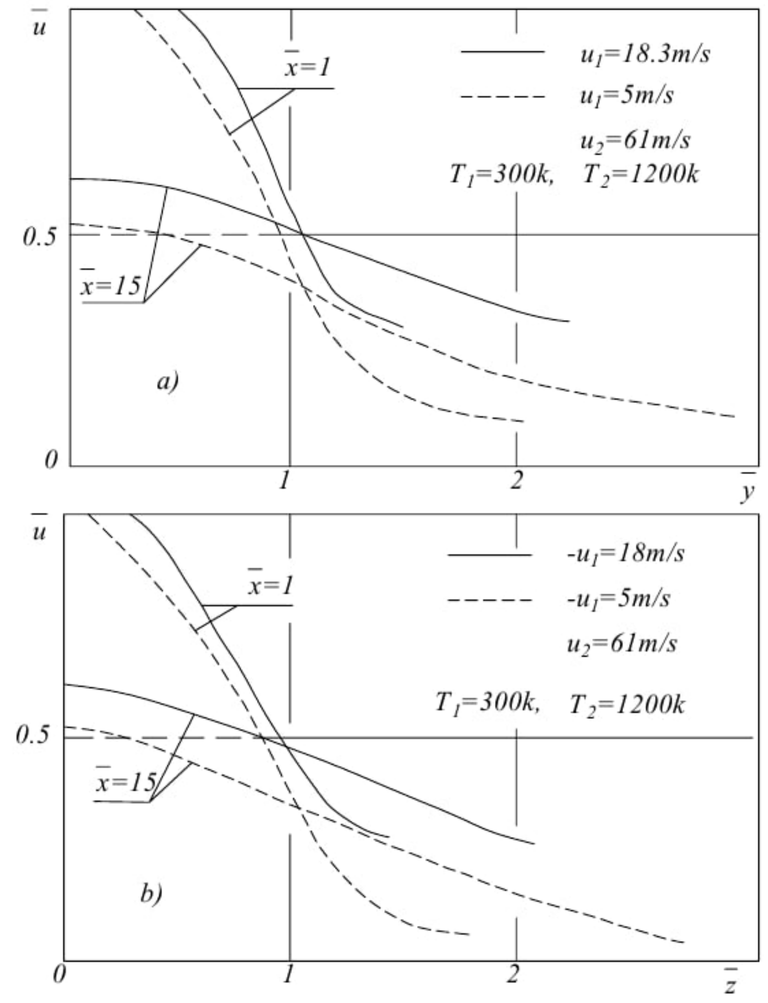


Рис. 5. Поперечное распределение продольной скорости при разных исходных значениях скорости спутного потока. a) – по оси y; b) – по оси z.

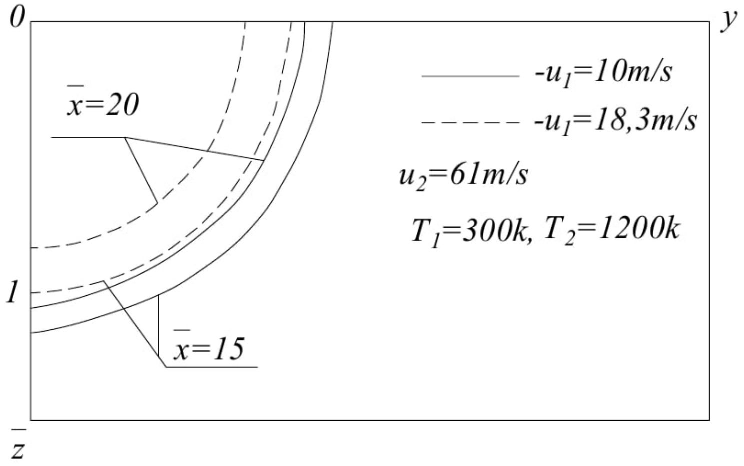


Рис. 6. Линии максимальных значений температуры при разных исходных значениях скорости спутного потока

Список литературы

[1] Туркус В.А. Структура воздушного приточного факела, выходящего из прямоугольного отверстия. –Отопление и вентиляция. 1933, №5.

[2] Крашеннинников С.Ю., Рогальская Е.Г. Распределение струй из прямоугольных сопел, свободных и вблизи экрана // Изв. АН СССР. МЖГ. 1979. №4, С. 49-56

[3] Агулыков А., Джаугаштин К., Ярин Л.П. Исследование структуры трехмерных турбулентных струй// Изв. АН СССР. МЖГ.№6. С. 13-21.

[4] Уханов Л.Н., Воитович Л.Н. Некоторые особенности развития когерентных структур течения на начальном участке трехмерных струй// Инж.-физ. Журнал. 1984, Т. 47, №4, С. 537-543.

[5] Sforza P.M. Trentacoste N. Further experimental rezults for three – dimensional free jets // AIAA J. 1967. V.5. № 5. P. 885-890.

[6] И.Б. Палатник, Д.Ж. Темирбаев. О распространении свободных турбулентных струй , вытекающих из насадка прямоугольной формы. Проблемы теплоэнергетики и прикладной теплофизики. Изд. АН Казахской ССР: Алма-Ата, 1964. с. 18-28.

[7] Исатаев С.И., Тарасов С.В., Толеуов Г. Экспериментальное исследование трехмермерных турбулентных струй, распространяющихся из сопел с прямоугольным выходным сечением // Вестник КазГУ. Серия физическая, №2, 1995.

[8] Исатаев С.И., Толеуов Г., Исатаев М.С. Исследование средных характеристик трехмерных турбулентныхструй LCB RAR, ID 44757673. Вестник казахского национального университета. Серия физическая, 2(41).2012. с.54-60.

[9] Кузов К. Аэродинамика струй, истекающих из прямоугольных сопел // Промышленная теплотехника. Т. 12, №4, 1990, С. 38-44.

[10] Way J., Libby P.A. Application of hot – wire anemometry and digital techiques to measurements in a turbulent helim jet. – AIAA J. ,1971.v.9.

[11] Вулис Л.А. К расчету свободных турбулентных течений с помощь ю эквивалентной задачи теория теплопроводност . «Известия АН Каз ССР», серия энергетическая, 1960, вып,2(18).

[12] Сфорца П.М.,Стейгер., Трентакосте Т. Исследование трехмерных вязких струй // Ракетная техн. и космон. 1960, №5, с.42-50.

[13] Мак-Гирк Дж., Дж. Роди В. Расчет трехмерных турбулентных свободный струй. В сб. Турбулентные сдвиговые течения. Т.1.- М.: Машиностроение, 1982, с. 72-88.

[14] Макашева А.П., Найманова А.Ж. Численные расчеты сверхзвуковых недорасширенных струй в спутном потоке с использованием параболизованных уравнений Навье – Стокса// Прикладная механика и техническая физика. 2008юТ. 49, №3, С. 54-63.

[15] Ходжиев С., Юлдошев Ш.С., Махмудов С.А. Исследования начальных участков свободных турбулентных струй, вытекающих из насадок прямоугольной формы // Узбекский жур. Проблемы механики. №3,4., 1992. С.64-68.

[16] Nikjooy M., Karki K.C., Mongia H.C. Calculation of turbulent three- dimensional jet- induced flow in rectangular epclosure. // AIAA pap-19990, n 0684-pb-10. РФЖ 1991, 1, 1Б144

[17] Khojiev S., Yuldoshev Sh. S., Savriev S.S., Murtazoyev A.S. Eurasian Journal of mathematical theory and computer sciences. Innovative Academy Research Support Center, Volume 2 Issue 6, June 2022, ISSN 2181-2861, pages 73-82, www.in.academy.47.https:// doi.org/10.528/zenodo.6778321

[18] Ходжиев С., Муродов Ш.Н., Авезов А.Х. Численное моделирование трехмерных турбулентных струй реагирующих газов, вытекающих из сопла прямоугольной формы на основ "$k - \varepsilon$" модели турбулентности. Научный вестник Бухарского государственного университета. Бухоро. 2007., 3, с. 81-87.

[19] Вулис Л.А., Ершин Ш.А., Ярин Л.П. Основы теории газовога факела. – Л.: Энергия .1968. – 203 с.

[20] Вулис Л.А., Ярин Л.П. Аэродинамика факела. – Л.: Энергия .1978., – 216 с.

[21] Васильев Г.С. Полуэмпирическая теория турбулентности для пространственных течений химически реагирующих газовых смесей// Теор. и прикл. мех.1979, 10,№2, с.52-60.

[22] Markatos N.G., Moult A. The computation of steady and Unsteady, turbulent, chemieally reacting flaus in axi symmetrical demains. Trans lnst. Chem. Eng.1979, 57, №3, p. 156-162.// РФЖ 1980,1,1599.

[23] Carpenter M.H. Three – Dimensional Computation of cross-flow lnjection and Combustion in a Supersonic flow// AIAA Paper- 1989, №1970, p. 1-16.

[24] Кузнецов В.Р., Сабельников В.А. Турбулентность и горение. – М.: Наука. 1986, 288 с.

[25] Э.Оран, Дж. Борис. Численное моделирование реагирующих потоков. Пер. с анг. -М.: Мир, 1990. -660 с.

[26] Д. Андерсон, Дж. Таннехилл, Р.Плетчер. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. Т.2:-М.: Мир , 1990 ,792 с.

[27] Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. -М.: Дрофа, 2003. -840 с.

[28] Хужаев И.К., Хамдамов М.М. Численные алгоритмы расчета турбулентных струйных течений реагирующих газов. Бухара, Дурдона. 2022.

[29] Двойнишников В.А., Ларюшкин Н.А., Князьков В.П. Влияния начальных условий на развитие турбулентности струи // Энергетика и транспорт. – М.: 1981, №4, С. 167-170.

VII World Congress of Turkic World Mathematicians
20-23 September 2023, Turkestan, Kazakhstan

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СВОЙСТВ ГРУНТА И РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ ОПОЛЗНЕВОГО СКЛОНА АЛМАЛУУ-БУЛАК

МУРАТАЛЫ ДЖАМАНБАЕВ[1], САГЫНДЫК ОМУРАЛИЕВ[2], ГЕННАДИЙ ФАЛАЛЕЕВ[3]

[1]Кыргызский государственного университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан
[2,3]Институт геомеханики и освоения недр НАН Кыргызской Республики, Бишкек, Кыргызстан
e-mail: [1]jamanbaevm@mail.ru, [2]Sagynd.omuraliev@yandex.ru, [3]falaleevgn@mail.ru

Аннотация. В данной работе рассматривается случай, когда нарушение равновесия происходит из-за сильного увлажнения грунта, вызванного дождем (снегом). Определены водно-физические и прочностные свойства грунта с места схода оползня в лабораторных условиях. По результатам сдвиговых испытаний были построены зависимости показателей сдвигу (сцепление, угол внутреннего трения) образцов суглинка от влажности. Определена величина оползневой массы. Путем построения различных возможных поверхностей скольжения была установлена наиболее опасная поверхность скольжения и определен для каждой из них коэффициент устойчивости. Показана достоверность применения математической модели для определения величины оползневой массы. По данным полевых исследований были построены 3 сечения наиболее характерных участков склона и в качестве примера было взято сечение 1.

Ключевые слова: Математическая модель, оползень, сцепление грунта, угол внутреннего трения, расстояние, дальность смещения, атмосферные осадки, масса грунта, водонасыщение, устойчивость склона, линия скольжения.

Предметная классификация AMS: 76, 76-10

На территории Кыргызской Республики широко распространены оползневые процессы. Они наносят огромный материальный ущерб народному хозяйству, а иногда приводят к чело-веческим жертвам. Анализ причин оползневых деформаций показывает, что одной из основ-ных причин их возникновения являются атмосферные осадки. Природа оползневых явлений, весьма сложных по существу, до сих пор остается еще далеко не раскрытой.

Поэтому, для территории юга Кыргызстана изучение смещений суглинистых грунтов от атмосферных осадков является наиболее актуальным.

В данной работе рассматри¬вается случай, когда нарушение равновесия происходит из-за сильного увлажнения грунта, вызванного дождем (снегом). Подавляющее большинство оползней на территории юга Кыр¬гызстана развивается на горных склонах, покрытых с поверхности мощным чехлом лёссов и лёссовидных суглинков.

Точное очертание линии скольжения для простейших случаев из-за недостаточной изученности самого механизма природы оползневого явления до настоящего времени не установлено. Цель работы — определение оползневой массы до схода при наиболее опасной линии скольжения для минимального снижения мате¬риального ущерба.

При движении по склону оползневые массы, вследствие уменьшения его крутизны, теряют скорость и останавливаются на пологих или равнинных поверхностях у подножия склона, про¬ходя значительные расстояния. Для обеспечения безопасности жилых поселков, сельскохозяй¬ственных угодий и других объектов, расположенных у основания оползневых склонов, необхо¬димо знать расстояние, которое пройдет оползень при полной разгрузке [1].

Вопрос о сопротивляемости грунтов сдвигу является наиболее сложным в случае глинистых грунтов, которые в подавляющем большинстве случаев и вызывают развитие оползней.

Основными характеристиками механических свойств грунтов для расчетов устойчивости склонов являются сдвиговые характеристики – угол внутреннего трения и сцепление. Расчетные значения сдвиговых характеристик устанавливаются на основе тщательного анализа данных инженерно-геологических изысканий, включая данные полевых (топографическая съемка с помощью дрона) и лабораторных испытаний грунтов оползневого склона Алмалуу-Булак.

Исследованию были подвергнуты суглинистые грунты, отобранные на стенке срыва оползня Алмалуу-Булак. Отбор проб проводился из шурфов с глубины 1 м непосредственно в грунтоотборные гильзы с целью сохранения природной влажности и плотности сложения с герметизацией их в полиэтиленовую пленку.

В начале испытаний были определены показатели водно-физических и прочностных свойств грунта ненарушенного сложения, затем все пробы были доведены до воздушно-сухого состояния, раздроблены и просеяны через сито с диаметром 2 мм. Образцы готовились из глинистой пасты при различном содержании воды.

В лабораторных условиях были испытаны на сдвиг образцы приготовленные из суглинистой пасты примерно одинаковой плотности 1,9 г/см3 при различных значениях влажности $(10\%, 15\%, 16\%, 18\%, 20\%)$. Испытания проводились по методике неконсолидированно-дренированного среза при нормальных давлениях $P : 0,1; 0,20, 3$МПа. При каждом уровне сжимающих нагрузок были определены предельные напряжения сдвига, сцепление и угол внутреннего трения при 3-х значениях влажности, как на образцах грунта, так и на образцах пасты (табл 1). При большей влажности, начиная с 23% выше, сопротивление сдвигу не зависит от величины вертикальной нагрузки и угол внутреннего трения грунтов практически равен нулю.

Таблица 1. Предельные значения сопротивления сдвигу суглинка от влажности

пробы	Влажность, %	Вертикальное напряжение P, МПа	Сдвигающее напряжение T, МПа	Параметры сдвига	
				Угол внутреннего трения, град	Сцепление МПа
1	2	3	4	5	6
Проба1	15	0,1; 0,2; 0,3	0,13; 0,14; 0,18	14	0,1
Проба2	16	0,1; 0,2; 0,3	0,12; 0,15; 0,17	14	0,097
Проба3	20	0,1; 0,2; 0,3	0,051; 0,062; 0,071	6	0,042

В таблице 2.представлены основные характеристики физико-механических свойств оползневого склона Алмалуу-Булак.

По результатам сдвиговых испытаний были построены зависимости показателей сдвигу образцов суглинка от влажности (рис. 1 – 2).

В работе [1] задача решается при допущении, что масса оползня до и после схода остается неизменной. Схема оползневого склона представлена на рис. 3. Пусть до схода оползневая

Таблица 2. ТАБЛИЦА 2. Основные характеристики физико-механических свойств грунтов

№ п/п №	Место отбора	Нлубина отбора,м	Плотность частиц грунта,г/см3	Плотность грунта,г/см3	Плотность в сухом состоянии,г/см3	Природная влажность, %	Степень влажности,д.е	Пористость,%	Коэффициент пористости,д.е	Влажность на границе текучести,%	Влажность на границе раскатывания,%	Число пластичности, %	Показатель текучести, д.е	Влажность соотв. полному водонасыщению, %	Плотность водонасыщенного грунта, г/см3	Угол внутреннего трения, град.	Удельное сцепление,МПа
			ρ_s	ρ	ρ_d	W	S_r	n	e	W_l	W_p	I_p	I_l	W_{sat}	ρ_{sat}	φ	C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
А. Грунт естественного сложения																	
	Проба 1		2,71	1,91	1,66	15	0,64	39	0,632	34	22	12	<0	23	2,05	14	0, 10
	Проба 2		2,71	1,86	1,60	16	0,63	41	0,690				<0	26	2,01	14	0,097
	Проба 3		2,71	1,99	1,66	20	0,85	39	0,634				<0	23	2,05	6	0,042
Б. Паста из того же грунта																	
	Проба 1		2,71	2,02	1,63	24	0,98	40	0,664	34	22	12	0,17	24	2,03	0	0,017
	Проба 2		2,71	2,12	1,74	22	1,07	36	0,560				0,00	21	2,1	3	0,023
	Проба 3		2,71	2,14	1,77	21	1,07	35	0,532				0,00	20	2,12	3	0,022
	Проба 4		2,71	2,09	1,76	19	0,95	35	0,543				<0	22	2,11	22	0,063
	Проба 5		2,71	2,02	1,71	18	0,84	37	0,583				<0	22	2,08	17	0,063
	Проба 6		2,71	2,07	1,64	26	1,08	39	0,656				0,33	24	2,04	0	0,013

масса M_0 имеет следующий вид:

$$M_0 = \int_0^{l_*} \rho_{\text{гр.}}(y_1(x) - y_2(x))dx, \tag{1}$$

где $\rho_{\text{гр.}}$ – плотность грунта, кН/м^3 ; l_* – длина склона, м.

Предположим, что оползневые массы до и после схода равны:

$$M_0 = M_1 \tag{2}$$

Оползневое тело движется под углом наклона линии скольжения α к горизонтальной плоскости с массой M_1. Отметим начало координат О в начальном положении точки оползневого блока. Тогда масса M_1 имеет следующий вид

$$M_1 = \int_0^{L} \rho_{\text{гр.}}(y(x) - A)dx; \tag{3}$$

где L – дальность смещения оползневого тела; $y = A$ – прямая, параллельная оси Ox. Будем искать геометрическую форму оползневой массы после схода в виде функции

$$y(x) = -ax^2 + bx + c, \tag{4}$$

где a, b, c – неизвестные постоянные действительные числа.

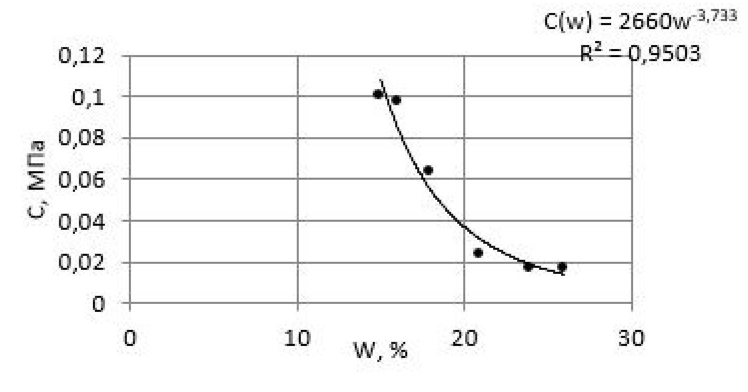


Рис. 1. Зависимость сцепления суглинка от влажности

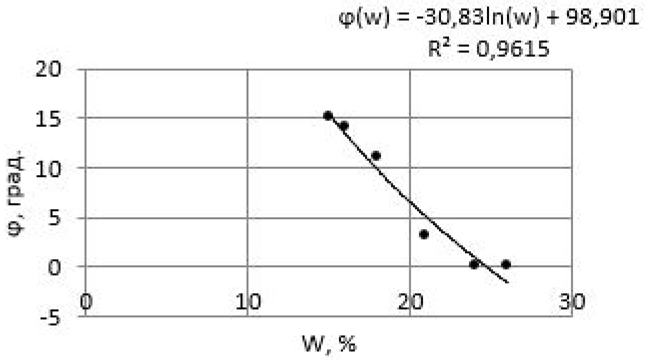


Рис. 2. Зависимость угла внутреннего трения суглинка от влажности.

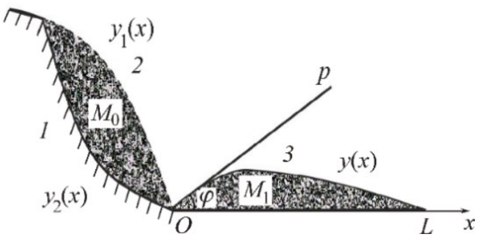


Рис. 3. Течение со срезом и разжижением в массе глинистых или лёссовых образований при увлажнении талыми, дождевыми водами (потоп, сплыв): 1 – суглинистый массив; 2 – поверхность склона до оползания; 3 – оползшая масса пород; M_0 и M_1 – оползневые массы до и после схода; $y_1(x), y_2(x)$ – поверхности склона и скольжения; y(x) – функция траектории смещения оползневой массы; OL – дальность смещения;φ – угол между касательной OP и оси Ox, т.е. угол внутреннего трения грунта.

Неизвестные постоянные в уравнении (4) определены в работе [1] и получено уравнение верхней границы оползневого тела:

$$y(x) = -ax^2 + bx = (x - \frac{x^2}{L}) \operatorname{tg} \varphi \tag{5}$$

Зная геометрическую форму оползня, определим массу

$$M_1 = \rho_{\text{гр.}} \int_0^L (-ax^2 + bx - A)dx$$

Считаем $A = 0$, т.е. $y = 0$ совпадает с дневной поверхностью. Тогда M_1 примет вид:

$$M_1 = \rho_{\text{гр.}} \int_0^L (-ax^2 + bx - A)dx = \rho_{\text{гр.}} \frac{L^2 \operatorname{tg} \varphi}{6} \tag{6}$$

Используя (2), находим горизонтальную составляющую дальности смещения оползневой массы:

$$L = \sqrt{\frac{6M_0}{\rho_{\text{гр.}} \operatorname{tg} \varphi}} \tag{7}$$

Подставляя (7) в (5), получим уравнение траектории оползневого смещения:

$$y(x) = \operatorname{tg} \varphi (x - \frac{x^2}{L}) = \operatorname{tg} \varphi (x - \sqrt{\frac{\rho_{\text{гр.}} \operatorname{tg} \varphi}{6M_0}} x^2) \tag{8}$$

В работе [1] величина оползневой массы – M_0 не определена.

Для нахождения массы оползня до схода M_0 сначала необходимо найти в неустойчивом склоне наиболее опасную поверхность скольжения. Склон сложен однородными суглинками, критическая поверхность скольжения неизвестна. Собственный вес склона обусловлен водонасыщенным грунтом в результате инфильтрации атмосферных осадков (дождь, снег).

В работе [2], оползневое давление Е определяется, как разность между сдвигающими и удерживающими силами, т.е. силы описываются выражениями:

$$S_i = -P_i \sin \alpha_i \frac{\cos \varphi}{\cos(\alpha_i + \varphi)},$$

$$R_i = (P_i \operatorname{tg} \varphi \cos \alpha_i + cl_i) \frac{\cos \varphi}{\cos(\alpha_i + \varphi)}. \tag{9}$$

Здесь S_i, R_i – соответственно сдвигающие и удерживающие силы, кН; P_i – собственный вес склона, обусловленный водонасыщенным грунтом, кН; l_i – длина отрезка линии скольжения, м; α_i – угол наклона линии скольжения к горизонту, отсчитываемый от оси x против часовой стрелки, град.; φ– угол внутреннего трения грунта, град.; c – сцепление грунта, кН/м^2 ; i – текущий номер элементарного отсека единичной толщины.

Воспользовавшись дифференциальным представлением углов наклона линий скольжения:

$$\cos \alpha_i = \frac{1}{\sqrt{1 + y_2'^2}}; \quad \sin \alpha_i = \frac{y_2'}{\sqrt{1 + y_2'^2}}, \tag{10}$$

после соответствующих подстановок и ряда преобразований, получим зависимость, определяющую приращение Е для элементарного отсека при произвольной форме линий скольжения:

$$E_i - E_{i-1} = F(x, y_2, y_2')\Delta x \tag{11}$$

Выражение, определяющее приращение оползневого давления Е, имеет вид:

$$F(x, y_2, y_2') = [\gamma_{\text{гр}}(1 - m) + \gamma_b m](y_2 - y_1)[\frac{y_2' + \operatorname{tg} \varphi}{1 - y_2' \operatorname{tg} \varphi} - \mu] - c\frac{1 + y_2'^2}{1 - y_2' \operatorname{tg} \varphi}, \tag{12}$$

где $\gamma_b, \gamma_{\text{гр.}}$ – соответственно удельный вес дождевых вод и грунта, кН/м^3; m – пористость грунта, д.ед; μ - коэффициент динамической сейсмичности, который при расчете оползневых склонов (естественный) принимает значения: при сейсмической балльности района $(1 - 6) \rightarrow 0,7 \rightarrow 0.025, 8 \rightarrow 0.05, 9 \rightarrow 0.10, 10 \rightarrow 0.25, 11 \rightarrow 0.50, 12 \rightarrow$ более 0.75.

При расчете искусственных откосов значения коэффициента следует (приближенно) увеличивать в 1,5 раза [3].

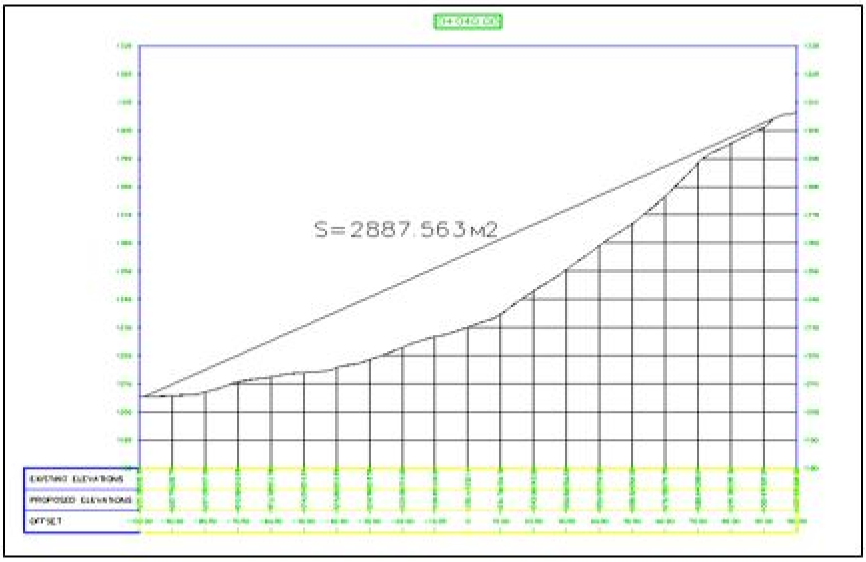


Рис. 4. Площадь оползневого склона Алмалуу-Булак (сечение 1)

Получаем выражение E в произвольном сечении x склона в виде интеграла:

$$E = \int_{x_0}^{x} F(x, y_2, y_2^{'})dx \tag{13}$$

где x_0- координата, соответствующая начальной точке оползневого блока.

В результате определения частных производных и выполнения необходимых преобразований уравнение Эйлера для функционала (13) принимает следующий вид [4-7]:

$$\begin{gathered} 2y_2^{''}(1+\operatorname{tg}^2\varphi)[[\gamma_{\text{гр}}(1-m)+\gamma_b m](y_2-y_1)\operatorname{tg}\varphi - c]- \\ -(1-y_2^{'}\operatorname{tg}\varphi)\{[\gamma_{\text{гр}}(1-m)+\gamma_b m]((1-y_2^{'}\operatorname{tg}\varphi)(y_2^{'}+ \\ +\operatorname{tg}\varphi-\mu(1-y_2^{'}\operatorname{tg}\varphi))-(y_2^{'}-y_1^{'})(1+\operatorname{tg}^2\varphi))\}=0 \end{gathered} \tag{14}$$

Так как дифференциальное уравнение (14)- второго порядка, для его решения задаются два условия – положение начальной точки и начальный наклон линии скольжения.

В качестве примера расчета рассмотрен оползневый склон Алмалуу-Булак (Сузакский район), суглинистые грунты являются однородными. Водно-физические и физико-механические свойства грунтов имеют значения: $m = 0,42; \varphi = 15^0; C = 100$кН/м^2; $\gamma_($гр.$) =$ 19кН/м^3; $\gamma_b = 10$кН/м^3; коэффициент динамической сейсмичности $\mu = 0,05$.

По данным полевых исследований были построены 3 сечения наиболее характерных участков склона и в качестве примера было взято сечение 1 (рис. 4).

Путем построения различных поверхностей скольжения и определения для каждой из них коэффициента устойчивости, была установлена наиболее опасная поверхность скольжения – 3 с углом $\alpha = 65^0$, представленная на рис.5. Ей соответствует минимальный коэффициент $K_{\text{уст.}} = 0,94$ и данное сечение массива является неустойчивым.

Полученные данные, т.е. $y_2(x) = 0.0068x^2 - 1.3736x + 97.81$ и $y_1(x) = -0.4666x + 100$ подставляем в формулу (1) и находим величину оползневой массы M_0. В результате расчетов для сечения 1 величина оползневой массы M_0 составляет 5669 т. Из ходя из данных топографической съемки величина оползневой массы составляет 5486т. Относительная погрешность не превышает 4%.

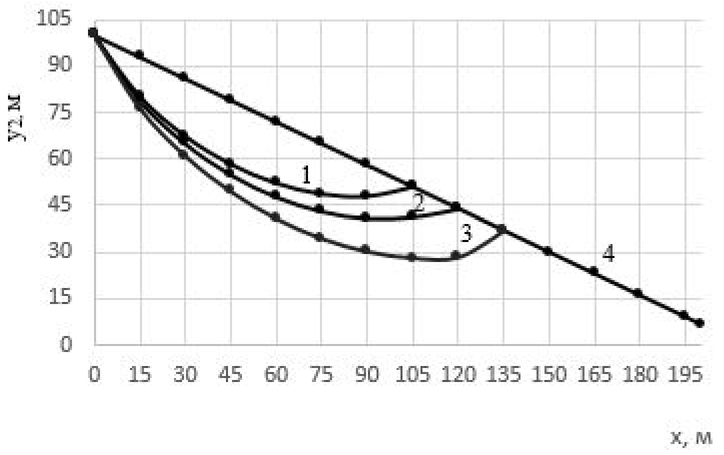


Рис. 5. Линии скольжения оползневого склона, сечение 1: 1 – 3 — линии скольжения; 4 — поверхность склона

ВЫВОДЫ

Угол внутреннего трения образцов ненарушенного сложения при изменении влажности от 20 до 15 % изменяется от 6 до 14^0. Значение сцепления соответственно составляет от 0,042 до 0,1 МПа.

Путем построения различных поверхностей скольжения и определения для каждой из них коэффициента устойчивости установлена наиболее опасная поверхность скольжения. Дифференциальное уравнение второго порядка применимо для однородных грунтов, у которых прочностные характеристики оползневой массы одинаковы по всей длине поверхности скольжения. По расчету и данным топографической съемки для сечения 1 величина относительной погрешности оползневой массы не превышает 4%.

Дифференциальное уравнение второго порядка применимо для однородных грунтов, у которых прочностные характеристики оползневой массы одинаковы по всей длине поверхности скольжения.

Следовательно, полученные результаты по определению оползневой массы свидетельствуют о достоверности математической модели и позволяет получить экстремальную скольжения, которой соответствует минимальный коэффициент устойчивости.

Список литературы

[1] Dzhamanbaev M. J. and Omuraliev S. B., On the application of the value of the landslide mass of slopes to determine the distance of its displacement, part 1, *Journal of the Kyrgyz State Technical University*, no. 2 (50), 2019, pp. 269 – 274. [Джаманбаев М. Дж., Омуралиев С. Б. О применении величины оползневой массы склонов для определения дальности его смещения Ч. 1 // Известия КГТУ. — 2019. — № 2 (50). — С. 269 – 274.]

[2] Ginzburg L. K., Landslide holding structures, Moscow, *Stroyizdat*, 1979, 80 pp. [Гинзбург Л. К. Противооползневые удерживающие конструкции. — М.: Стройиздат, 1979. — 80 с.]

[3] Recommendations for the choice of methods for calculating the slope stability coefficient and landslide pressure, Moscow, 1986. [Рекомендации по выбору методов расчета коэффициента устойчивости склона и оползневого давления. — М., 1986.]

[4] Elsgolts L.E., Differential equations and calculus of variations. -M .: Nauka, 1969.-421 p.[Эльсгольц Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. –М.: Наука, 1969. -421 с.]

[5] Lanczos K. Variational principles of mechanics: Per. from English V.F. Gantmacher; Under ped. L.S. Polak. -M .: Mir, 1965.-408 p. [Ланцош К. Вариационные принципы механики: Пер. с англ. В.Ф. Гантмахера; Под ред. Л.С. Полака. –М.: Мир, 1965. -408 с.]

[6] Gelfand I.M., Fomin S.V. Calculus of Variations. –M.: Fizmatgiz, 1961. [Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационное исчисление. –М.: Физматгиз, 1961.]
[7] Krasnov M.L., Makarenko G.I., Kiselev A.I. Calculus of Variations. –M., Nauka, 1973. [Краснов М.Л., Макаренко Г.И., Киселев А.И. Вариационное исчисление. –М., Наука, 1973.]

МАЗМҰНЫ
CONTENTS
СОДЕРЖАНИЕ

Есептеу және ақпараттық технологиялар
Computational and information technologies
Вычислительные и информационные технологии

Creation and evolution of the Miras University educational process automated control system
Alexander Rogovoy, Yegemberdi Tenizbayev, Dilshodkhon Saidullayev 19

Numerical solution of the Burgers equation by the conjugate optimization method
Almas Temirbekov, Syrym Kasenov, Laura Temirbekova 31

Formation of competences for the use of AR technologies in computer science education
Altynzer Baiganova, Akzada Shaukenbaeva 36

Priorities and problems of STEAM education in Central Asia
Barno Abdullaeva, Kamalbek Berkimbaev, Malika Karataeva 41

Problems of teaching programming to primary school students
Damira Belessova, Almira Ibashova 47

Electronic dictionary in three languages, specially developed for the ict course
Esen Bidaibekov, Nazira Rakhimbek, Lyazzat Zhaidakbaeva 54

Neutrosophic technologies
Fazikhuddin Abdushukurov 65

The role of the project method in the development of cognitive needs of schoolchildren
Gulnur Abdimanapova, Sapargali Aldeshov, Lyazzat Zhaydakbaeva 74

Design and development of a mobile gaming application for studying the history of Kazakhstan
Lyudmila Ignashova, Tatyana Zhukova, Yegemberdi Tenizbayev, Alexander Rogovoy 81

Analysis of CRM-system application
Meerimkan Raimkulova, Zamirgul Kazakbaeva 90

Development of result-oriented assessment tools in physics and mathematics education
Meilikan Altybaeva, Kaukhar Sooronbaeva 93

Basic concepts of STEM education formation at school
Meruert Yerekecheva, Altynzer Baiganova, Altynshash Bekbauova, Nurshat Nauryzova 103

Analysis of the teacher assessment system
Meruert Yerekesheva, A.K. Tashimova, A.A. Ramankulov 108

Soft to conduct competitions and examinations in Mathematics
Pavel Pankov, Elena Burova 113

The use of artificial intelligence systems in the framework of educational dialogues in learning process
Sofya I. Dreytser 122

Mathematical models of spatial notions in turkic languages for independent computer presentation
Sonunbubu Karabaeva 130

Algorithm for assessing the creditworthiness of enterprise using the method based on fuzzy logic
Ulzhan Makhazhanova, Seyit Kerimkhulle, Ainur Saliyeva, Aislu Kassekeyeva, Alibek Adalbek, Roman Taberkhan 138

A new approach to the approximate solution of differential equations
Umurdin Dalabaev 143

Research on Cryptographic Secret Sharing Schemes
Vladislav Lutsenko, Antonina Fedina 151

Teaching and learning in the era of generative artificial intelligence
Zhanat Nurbekova, Bakyt Nurbekov 162

Current aspects and technologies of artistic modeling in computer graphics
Zhazira Yerimbetova, Lyazzat Zhunussova 168

Analysis of the teacher assessment system
Zhumazhan Kulmagambetova, Askat Aisanov 173

Қосымша білім беруде визуалды программалауға оқытудың цифрлық ортасы
Айнур Сагымбаева, Ольга Заславская, Надира Ниетбаева 182

Моделирование подготовки педагогов к использованию иммерсивных систем в качестве объекта и средства обучения
Александр Гриншкун, Ермахан Жабаев, Александр Кузнецов 191

Информатизация начального образования в Казахстане
Альмира Ибашова, Дамира Белесова 202

CHATGPT – білім беру мүмкіндіктерін кеңейту құралы
Бану Умирзакова 213

Операциялық жүйелерді оқытуда виртуализацияны қолдану ерекшеліктері
Гульнур Газиз, Светлана Конева 223

Колледжде ақпаратық-комуникациялық технологияны қолдану ерекшелігі
Гүлмира Скабаева, Қасымбек Алдияров, Ұлдана Болатхан 228

Турбулентное течение изотермической жидкости в трубе
Джумабай Усенканов, Нурзат Бакирова 238

Болашақ информатика мұғалімдеріне программалауды оқытуда визуалдау құралдарын пайдалану
Есен Бидайбеков, Алтыншаш Бекежанова 244

Информатизация математического образования: к созданию электронных средств обучения математике
Есен Бидайбеков, Николай Пак, Нуржамал Ошанова, Д. Полянчикова 254

Цифровой университет: современные тенденции
Есен Бидайбеков, Такир Балыкбаев, Нургуль Курмангалиева 262

Информатиканы оқытуда геймификация элементтерін қолдану
Майра Бедебаева 269

Модель диагностики STEAM-компетентности будущих педагогов-бакалавров по профилю «математика»
Николай Пак, Назгул Оспанова 278

Бастауыш сынып оқушыларына робототехниканы оқытуда виртуалды лабораторияларды пайдаланудың маңыздылығы
Нурлан Каратаев, Альмира Ибашова 287

Информатизация педагогического наследия аль-Фараби
Роза Бекмагамбетова 296

Методические основы подготовки будущих учителей информатики к использованию облачных технологий в профессиональной деятельности
Светлана Конева, Есен Бидайбеков, В.В. Гринишкун, Камбар Беделов 302

Развитие цифровой среды в условиях глобализации образования
Такир Балыкбаев, Есен Бидайбеков, Вадим Гринишкун 309

Теориялық және қолданбалы механика, тұтас орта механикасы
Theoretical and applied mechanics, continuum mechanics
Теоретическая и прикладная механика, механика сплошной среды

Melting enhancement of PCM in a tube latent heat thermal energy storage
Alina Abdidin, Abzal Seitov, Yerzhan Belyayev, Amankeldy Toleukhanov 319

Study of thermal comfort in electric vehicles
Arman Ubiyev, Abdurashid Aliuly 330

Design of the impeller of a centrifugal pump using the law of affinity
Beket Bodau, Aidarkhan Kaltaev, Zhasulan Bazarlinov 346

Free vibration of cross-ply laminated plates under clamped boundary Condition: A Comparative study
Kodakkal Kannan Viswanathan, Zokhidjon Kaytarov, Nigora Kholmurzayeva 361

Boundary value problems of the dynamics of thermoelastic rods and their solutions
Lyudmila Alexeyeva, Asiyat Dadayeva, Nursaule Ainakeyeva 376

Design of centrifugal pump impeller based on hydraulic calculations
Nazerke Momysh, Tannur Amanzholov, Abdurashid Aliuly, Abzal Seitov, Nurbulat Jaichibekov, Beket Bodau, Zhasulan Bazarlinov, Aidarkhan Kaltaev 383

Numerical calculation of the parameters of heat carriers in helicoid heat exchangers
Nurbulat Jaichibekov, Dinara Kurmanova, Aizhan Zhumanbayeva 391

Gradient deformation criterion of brittle fracture in solid bodies
Valeh Kuliev, Evgeny Morozov, Arslan Kurbanmagomedov 399

Development and research of an experimental model of a solar energy convector
Zhalyn Esbol, Dinara Turalina 414

Исследование влияния исходного значения скорости и температуры горючего на параметры трехмерного факела на основе уравнений Навье-Стокса
Мерсаид Арипов, Сафар Ходжиев 428

Результаты исследований свойств грунта и расчета устойчивости оползневого склона Алмалуу-Булак
Мураталы Джаманбаев, Сагындык Омуралиев, Геннадий Фалалеев 440