

На правах рукописи

УДК 595.18+595.31:591.1(574.23+574.25)

**КРУПА ЕЛЕНА ГРИГОРЬЕВНА**

**НИЗШИЕ РАКООБРАЗНЫЕ МАЛЫХ  
ВОДОЕМОВ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ЗОНЫ  
ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА**

03.00.08 - Зоология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

*Е. Крупа*

Республика Казахстан  
Алматы

2000

**Работа выполнена в Институте зоологии Министерства образования и науки Республики Казахстан**

**Научный руководитель:**  
кандидат биологических наук Матмуратов С.А.

**Официальные оппоненты:**  
доктор биологических наук, профессор Увалиева Г.К.  
кандидат биологических наук Шарапова Л.И.

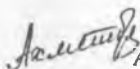
**Ведущая организация:**  
Институт зоологии и паразитологии АН Республики Узбекистан

Защита состоится "03" марта 2000 г в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 23.53.01 в Институте зоологии Министерства образования и науки Республики Казахстан по адресу: 480060, Алматы, Аль-Фараби 93, Академгородок, Институт зоологии Министерства образования и науки Республики Казахстан.

. С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института зоологии Министерства образования и науки Республики Казахстан.

Автореферат разослан "27" января 2000г

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



Ахметбекова Р.Т.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследования.** Низшие ракообразные (Crustacea) составляют основу зоопланктона пресных водоемов и морей и отличаются значительным видовым разнообразием, насчитывающим по современным данным около 40000 видов /Grombridge, 1992/. Таксономия этой богатой группы ещё до конца не разработана и наряду с ревизией Crustacea на уровне класса /Старобогатов, 1986/ значительное внимание уделяется ревизии на уровне таксонов видового ранга /Dussart, Fernando, 1988, Frey, 1978, Коровчинский, 1978/. Детальное изучение больших выборок особей разного пола и возраста по широкому набору признаков привели к описанию ряда новых для науки и отдельных регионов видов /Орлова-Беньковская, 1995, Dupont, Pensaert, 1989, Frey, 1980, Смирнов, 1989, Стрелецкая, 1990 и др./.

Менее исследован в этом плане регион Средней Азии и Казахстана, где только в последние годы появились работы таксономического направления /Korovchinsky, Mirabdullaev, 1994, Mirabdullaev et al., 1995, 1997/. Практически не охвачена исследованиями фауна низших ракообразных малых водоемов, играющих важную роль в сохранении видового разнообразия - проблемы, приобретающей всё большее значение в связи с глобальным ухудшением экологической ситуации. Изучение этой специфической и чувствительной группы обитателей толщи воды как биоиндикаторов происходящих в водных экосистемах изменений достаточно широко проводится за рубежом.

Для юго-востока Казахстана повышенное техногенное загрязнение почвы, водных источников и воздушного бассейна отмечается на территории Алматинского урбанизированного комплекса. В то же время гидробиологическое изучение водоемов города и пригородной зоны фактически не проводилось. Особых исследований требует и начавшийся с 1996г сброс части городских стоков по Правобережному Сорбулакскому каналу в р.Или, где формируется новый неблагоприятный очаг с потенциальной угрозой для всего нижнего бассейна р.Или и озера Балхаш.

Выполненная работа тесно связана с программой и тематикой работы лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии МОиН РК

**Цель и задачи работы.** Целью нашей работы было изучение видового разнообразия низших ракообразных в малых водоемах урбанизированной зоны Балхаш-Илийского бассейна и получение комплекса информации по состоянию сообществ низших ракообразных в водоемах техногенного воздействия для экологического мониторинга. В задачи исследования входило: выяснение видового разнообразия и особенностей распространения низших ракообразных в водоемах юго-востока Казахстана; изучение структуры и сезонной динамики сообществ низших

ракообразных (численности, биомассы, возрастного состава) в водоемах техногенного воздействия; анализ качества воды как среды обитания гидробионтов, определение видов, перспективных для мониторинговых исследований и изучение состояния их популяций.

**Научная новизна.** Исследовано 46 малых водоемов, в составе зоопланктона которых выявлено 68 видов Crustacea из 8 семейств и 26 родов - 41 вид Cladocera, 24 Cyclopoida и 4 Calanoida. Уточняется область распространения *Eucyclops speratus*, *Bosmina kessleri*, *Diacyclops bisetosus*. Впервые для Казахстана описываются *Daphnia curvirostris*, *Scapholeberis gaminii*, *Mesocyclops oregonus*. В 4 малых водоемах городской и пригородной зон выявлен качественный состав и особенности количественного развития низших ракообразных. Изучена изменчивость циклопа *Acanthocyclops robustus* Sars из 6 популяций, выявлены морфологические и статистически достоверные отличия между популяциями с различным типом вооружения дистального членика эндоподита 4 пары ног. Впервые приводятся сведения по биологии *A.robustus* в условиях юго-востока Казахстана. Описаны отклонения в морфологии циклопов *A.robustus* и *Cyclops vicinus* из водоемов техногенного загрязнения. Дана экологическая и гидрохимическая характеристика водоемов исследования. Получена информация по состоянию сообществ низших ракообразных в районе сброса Правобережного Сорбулакского канала (ПСК) в р.Или.

**Практическая значимость.** Уточняются и дополняются сведения по видовому разнообразию низших ракообразных в водоемах исследуемого региона и Казахстана. Приводимые характеристики сообществ и популяций низших ракообразных (видовой состав, доминантные комплексы, численность, биомасса, индексы разнообразия, отношения средних летней и зимней биомасс и т.д.) вместе с полученными гидрохимическими и экологическими сведениями по водоемам региона могут быть использованы как первоначальный комплекс информации для экологического мониторинга.

**Апробация работы.** Основные положения работы были доложены на международной конференции "New Methods in Copepod Taxonomy" (Санкт-Петербург, 1998), на конференциях "Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан" (Алматы, 1998), "Проблемы охраны и устойчивого использования биоразнообразия животного мира Казахстана" (Алматы, 1999), на заседании лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии и генофонда животных МОиН РК.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 10 работ.

**Структура и объём работы.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов, 3 разделов собственных исследований, заключения, списка литературы, включающего в себя 188 названий, в том числе 39 иностранных авторов, и приложений. Работа

изложена на 119 страницах машинописного текста (без приложений), иллюстрирована 29 рисунками и 10 таблицами. В приложения вынесены 38 таблиц.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### 1 Обзор литературы

Дан анализ основных проблем систематики Crustacea. Освещаются современные достижения и проблемы изучения фауны низших ракообразных Казахстана, проблемы сохранения биоразнообразия и использования организмов зоопланктона в системе индикации и оценке качества воды.

### 2 Материал и методики.

Материал собран в 1994-1998 гг в 46 малых водоёмах зоны влияния Алматинского урбанизированного комплекса (юго-восток Казахстана). Систематические сборы материала проводили на городских прудах - Сайран и парковом (1995-1998), озере Юннатском (среднегорье), водохранилище Кок-Узек (район ТЭЦ-2) (1995, 1997, 1998). На первых двух водоёмах зоопланктонные пробы отбирали летом 1996 и вегетационный период 1997гх ежедекадно, на остальных в 1995, 1998гх два-три раза, в 1997гх ежемесячно с марта по декабрь на 4-12 постоянных станциях. В зимний период производили разовые съёмки на 2-3 станциях.

С целью оценки влияния сброса сточных вод на гидробионтов р. Или в 1996-1998 гг материал собирали: в конечном накопителе Правобережного Сорбулакского канала на 5-6 постоянных станциях 1-2 раза в летний и 1-2 раза в осенний периоды, в р. Или на 6 постоянных станциях с той же частотой, водохранилище Капчагай на 3-6 станциях в качестве контроля. Сбор материала проводили как в период сброса сточных вод, так и при его отсутствии.

Всего за период исследований собрано 622 зоопланктонные пробы. Пробы отбирали при помощи сетей Джели и Апштейна (газ № 71). Материал фиксировали 4% формалином. В процессе гидробиологических съёмок определяли по станциям глубину, прозрачность, температуру воды, отбирали пробы воды на общий гидрохимический анализ (134 пробы), биогены (25 проб), тяжелые металлы (104 пробы), окисляемость (78 проб), содержание растворенного в воде кислорода (195 проб). Пробы воды для определения биогенных элементов фиксировали хлорформом. Ионы аммония выявляли колориметрическим методом с реактивом Несслера, нитратные ионы - также колориметрическим методом с дефиниламином, нитриты - с реактивом Грисса, неорганический растворенный фосфор - методом Дениже-Аткинса, кремний-фотоколориметрическим методом с молибдатом аммония, железосульфациловым колориметрическим методом /Химический анализ природных вод, 1988/. Пробы воды на тяжелые металлы фиксировали концентрированной азотной кислотой.

Содержание в воде тяжелых металлов определяли атомно-абсорбционным методом с помощью спектрофотометра ААС-1N (ГДР) /Методические рекомендации..., 1986/.

Подсчет организмов проводили в камере Богорова с помощью штембель-пипетки в трехкратной повторности с последующим пересчетом на  $1\text{ м}^3$ . Отдельно подсчитывались половозрелые самки, самки с яйцевыми мешками (для копепод), яйцами или эмбрионами (для ветвистоусых), эфиппальные самки, самцы, молодь, для циклопов - копеподиты на 1-3, 4-5 стадиях развития и науплии.

При изучении изменчивости популяций *Acanthocyclops robustus* материал собирали с мая по сентябрь в следующих водоемах: пруд в городском парке, пруд Сайран, водохранилище Кок-Узек, конечный накопитель сточных вод г.Алматы, пруды Чиликского рыбхоза, пруд без названия сев.п.Авангард. У 242 самок помимо длины тела находили 9 относительных величин (индексов), из которых наиболее важные: отношения 1 и 4 щетинок фурки, 1 щетинки фурки к длине фурки, длины и ширины дистального членика эндоподита 4 пары ног, внутреннего шипа этого членика к длине самого членика, внутреннего и наружного шипов этого членика. Кроме того учитывали следующие признаки: у самок - форму генитального сегмента, вооружение наружной стороны эндоподита дистального членика 4 пары ног (ЕпрЗР4), оформление щетинок внутреннего края ЕпрЗР4 и ЕхрЗР4 и третьей апикальной щетинки фурки, размеры шипа рудиментарной пары ног, у самцов - вооружение наружного края ЕпрЗР4, размеры и строение придатков 6 пары ног и оформление апикальных щетинок фурки. Измерения проводили под микроскопом "Studar-E". Критерий Стьюдента и число степеней свободы вычисляли по формулам для неравночисленных выборок /Бейли, 1959, Лакин, 1990/. Рисунки выполнены с помощью рисовального аппарата РА-10.

Для выяснения структуры сообществ ракообразных вычисляли индексы разнообразия Шеннона-Уивера, Маргалефа, Менхиника, отношения летней и зимней биомасс, средний вес зоопланктона за вегетационный период, долю молодых особей и соотношение полов в популяциях массовых видов циклопов /Макрушин, 1978, Андроникова, 1988, 1989, Хеллауел, 1977/. Выделение фаунистических комплексов проводили по методу Л.А.Зенкевича и В.А.Бродской /1939/.

Консультации по определению некоторых видов ракообразных были получены у д.б.н. П.М.Мирабдуллаева (Узбекистан) и д.б.н. Н.М.Коровчинского (Москва). Определение содержания тяжелых металлов в воде проведены А. Курбским, содержания основных ионов и биогенных элементов Г.Ж.Акбердиной. Автор искренне признателен коллегам за оказанную помощь, а также благодарит за помощь при написании работы и обсуждении результатов к.б.н. Т.С.Стуге и руководителя работы к.б.н. С.А.Матмуратова.

### 3 Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований в составе зоопланктона малых водоемов юго-востока Казахстана выявлено 69 видов низших ракообразных из 8 семейств и 26 родов (Таблица 1) - 41 вид Cladocera, 24 - Cyclopoida и 4 - Calanoida. Из них 36 видов являются широкораспространенными и эвритермными, 10 - голарктические, 15 - тропические и субтропические виды, 5 - (*Diaphanosoma lacustris*, *D. dubium*, *D. mongolianum*, *D. macrophthalma*, *Moina gouldeni*) - характерными для юго-востока Казахстана и Средней Азии. Наиболее обычны в малых водоемах 21 вид (частота встречаемости 10-50%), 27 видов встречены только в 1-2 водоемах и, по-видимому, в водоемах этого типа относятся к числу редких. Видовое разнообразие и количественное развитие низших ракообразных минимально в горных реках (12 видов и единицы особей на кубометр воды), в постоянных водоемах площадью до 4 га зарегистрировано 48, во временных различной площади - 36, в водохранилищах площадью до 50 га - 34 вида Crustacea. Наибольшая плотность (905,7 тыс. экз/м<sup>3</sup>) низших ракообразных отмечалась во временном водоеме, представляющем собой дуг, залитый тальми водами.

На основе индекса значимости для малых водоемов выделены несколько фаунистических комплексов: во временных - один комплекс *A. robustus*, характерными видами которого являются *Daphnia magna*, *D. pulex*, *Moina macrocopa*, *M. gouldeni*, *M. brachiata*, *Diaphanosoma dubium*, *Chydorus sphaericus*, *Diacyclops bicuspidatus*; в постоянных - три: комплекс *Daphnia galeata*-*D. longispina* с характерными видами *D. pulex*, *C. vicinus*, *Sinodiaptomus sarsi*, *Simocephalus elizabethae*, *Eucyclops scutellatus*; комплекс *A. robustus*, в сезонные варианты которого входят *C. sphaericus*, *M. macrocopa*, *D. dubium*, *Bosmina longirostris*, *Mesocyclops ruttneri*; комплекс *S. sarsi* с видами *Thermonocyclops crassus*, *M. leuckarti*, *M. brachiata*. По типу структуры преобладают олигомиксные комплексы.

Большинство из определенных нами видов указывалось и ранее рядом авторов для юго-востока Казахстана. Наши данные уточняют область распространения *B. kessleri*, *E. speratus*, *D. bisetosus*, известных из водоемов Северного и Восточного Казахстана. Впервые для Казахстана описываются *D. curvirostris*, *S. rammeri*, *M. ogunnus*. Морфология самок последнего вида из водоемов исследуемого региона в основном согласуется с известными из литературы описаниями. /Van de Velde, 1984, Dussart and Samita, 1987, Mirabdullaev, 1995/. Однако, самки из наших сборов отличаются округленными выступами соединительной пластинки 4 пары ног, числом щетинок 3 членика антенны и рисунком базиподита антенны.

Изучение циклопов из рода *Acanthocyclops* показало, что вопреки распространенному мнению, *A. vernalis* в водоемах юго-востока Казахстана редок и в большинстве из них обитает другой вид - *A. robustus*, отличающийся от первого формой генитального сегмента, соотношением

Таблица 1

Видовой состав и частота встречаемости низших ракообразных в малых водоемах юго-востока Казахстана

№	Название вида	Частота встречаемости				
		1	2	3	4	5
	Cladocera					
1	<i>Diaphanosoma lacustris</i> K.	2.2	-	-	-	-
2	<i>D. dubium</i> M.	17.8	8.9	6.7	2.2	-
3	<i>D. mongolianum</i> U.	6.6	-	-	-	-
4	<i>D. macrophthalma</i> K. et M.	2.2	-	-	-	-
5	<i>D. brachyurum</i> (Lievin)	2.2	-	-	2.2	-
6	<i>Scapholeberis kingi</i> S.	11.1	-	6.7	4.4	-
7	<i>S. rammeri</i> D. et P.	13.3	2.2	6.7	4.4	-
8	<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.M.)	8.8	4.4	4.4	-	-
9	<i>S. elizabethae</i> (K.)	22.7	6.6	9.5	4.4	2.2
10	<i>S. expinosus</i> (De Geer)	8.8	2.2	2.2	4.4	-
11	<i>D. (Ctenodaphnia) magna</i> St.	13.9	-	9.5	4.4	-
12	<i>D. (C.) similis</i> C.	6.6	-	2.2	4.4	-
13	<i>D. pulex</i> (De Geer)	26.4	4.4	15.4	6.6	-
14	<i>D. curvirostris</i> Eyl, John.	4.4	2.2	2.2	-	-
15	<i>D. longispina</i> O.F.M.	17.7	4.4	8.9	4.4	-
16	<i>D. galeata</i> S.	11.0	6.6	2.2	2.2	-
17	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jur.)	4.4	2.2	2.2	-	-
18	<i>C. quadrangula</i> (O.F.M.)	2.2	-	2.2	-	-
19	<i>Moina brachiata</i> Jur.	13.2	4.4	4.4	4.4	-
20	<i>M. micrura</i> Kurz	4.4	-	2.2	2.2	-
21	<i>M. m. dubia</i> G. et R.	2.2	-	-	-	-
22	<i>M. macrocopa</i> (St.)	11.1	2.2	2.2	6.7	-
23	<i>M. gouldeni</i> Mir.	2.2	-	-	2.2	-
24	<i>Bosmina kessleri</i> (Ul.)	8.8	6.6	-	2.2	-
25	<i>B. longirostris</i> (O.F.M.)	4.4	4.4	-	-	-
26	<i>I. sordidus</i> (Liev.)	2.2	-	2.2	-	-
27	<i>I. acutifrons</i> S.	6.8	-	4.4	2.2	-
28	<i>Ilyocryptus</i> sp.	8.8	2.2	4.4	2.2	-
29	<i>Macrothrix hirsuticornis</i> N. et B.	2.2	-	-	2.2	-
30	<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.M.)	37.4	6.6	19.8	6.6	4.4
31	<i>C. sph. alexandrovi</i> Pog.	6.6	2.2	2.2	2.2	-
32	<i>Alonella exiqua</i> (Lill.)	6.6	2.2	4.4	-	-
33	<i>Alona rectangula</i> S.	35.3	8.9	19.8	4.4	2.2
34	<i>A. costata</i> S.	4.4	2.2	2.2	-	-
35	<i>A. quadrangularis</i> (O.F.M.)	4.4	4.4	-	-	-
36	<i>A. guttata</i> S.	6.6	2.2	2.2	2.2	-



		1	2	3	4	5
	Cladocera					
37	Alona sp. 1	2.2	2.2	-	-	-
38	Alona sp. 2	2.2	-	2.2	-	-
39	Graptoleberis testudinaria Fisch.	2.2	-	2.2	-	-
40	Pleuroxus aduncus (Jur.)	8.8	4.4	2.2	2.2	-
41	P.trigonellus (O.F.M.)	2.2	-	2.2	-	-
	Copepoda					
42	Macrocyclus albidus (Jur.)	8.9	-	6.7	-	2.2
43	Eucyclops serrulatus (Fisch.)	33.1	6.7	19.8	4.4	2.2
44	E.s.var proximus Lill.	6.6	-	-	2.2	4.4
45	E.macruroides Lill.	2.2	-	2.2	-	-
46	E.denticulatus (Gr.)	6.7	6.7	-	-	-
47	E.speratus Lill.	2.2	-	2.2	-	-
48	Paracyclops fimbriatus (Fisch.)	15.5	4.4	6.7	2.2	2.2
49	P.affinis S.	6.6	2.2	4.4	-	-
50	P.poppei (Rehb)	2.2	-	-	-	2.2
51	Ectocyclus phaleratus (K.)	6.5	-	6.5	-	-
52	Cyclops scutifer S.	4.4	-	2.2	-	2.2
53	C.vicinus Ul.	28.7	4.4	13.2	6.7	4.4
54	Acanthocyclops robustus S.	50.6	4.4	26.4	17.6	2.2
55	A.vernalis Fisch.	4.4	-	4.4	-	-
56	Acanthocyclops sp.	2.2	-	2.2	-	-
57	Diacyclops bisetosus (Rehb.)	4.4	-	2.2	2.2	-
58	D.bicuspidatus bicuspidatus (Cl.)	8.9	-	2.2	6.7	-
59	Diacyclops sp.	2.2	-	2.2	-	-
60	Microcyclus afganicus Lind	2.2	-	-	2.2	-
61	Mesocyclops leuckarti Cl.	24.3	8.9	11.0	2.2	2.2
62	M.ruttneri Kief.	24.3	6.7	15.4	2.2	-
63	M.ogunnus Onab	4.4	-	-	-	-
64	Thermocyclops asiaticus Kief.	4.4	-	-	-	-
65	T.crassus (Fiescher)	11.8	5.1	6.7	-	-
66	Neurodiaptomus incongruens (P.)	15.6	6.7	8.9	-	-
67	Neurodiaptomus sp.	2.2	2.2	-	-	-
68	Phylloidiaptomus blanci (G. et R.)	4.4	-	2.2	2.2	-
69	Sinodiaptomus sarsi (Ryl.)	15.5	4.4	6.7	4.4	-
	Всего	69	34	48	36	12

Примечание - 1-водоемы юго-востока Казахстана, из них 2-водохранилища с площадью водного зеркала до 70 га, 3-постоянные с площадью до 4 га, 4-временные различной площади, 5-текущие водоемы.

крайних апикальных щетинок фурки и апикальных шипов EпрЗР4. Изучение изменчивости *A.robustus* из 6 водоемов окрестностей г. Алматы выявило три группы: 1) популяции, особи которых несут шип на наружном крае EпрЗР4 (в 2 водоемах), 2) популяции, состоящие из особей с щетинкой на указанном месте (в 3 водоемах), 3) смешанная популяция - часть особей вооружена шипом, часть - щетинкой (в одном водоеме). Особи из первой группы достоверно отличаются от особей из второй группы по 3-5 индексам, используемым в систематике рода, а также некоторыми морфологическими признаками. Результаты проведенных исследований и анализ литературных данных служат основанием к обсуждению возможности существования нескольких видов, объединенных названием *A.robustus*.

Приводятся сведения по экологической и гидрохимической характеристике исследованных водоемов как среды обитания гидробионтов. По степени минерализации все исследованные водоемы относятся к пресным, вода разной степени жесткости, в большинстве водоемов карбонатного класса, групп Mg, Ca, Na. Содержание кислорода благоприятно для жизни гидробионтов. Повышенная нагрузка биогенными веществами отмечается для конечного накопителя ПСК и водоема-накопителя технических вод ТЭЦ-2, здесь же максимальны значения перманганатной окисляемости, а также загрязнение свинцом (до 34 мкг/л). Наиболее высокие концентрации меди были отмечены в пруду Сайран (до 106 мкг/л), цинка - в водохранилище Кок-Узек (до 67 мкг/л). Содержание кадмия во всех водоемах существенно ниже установленных предельных концентраций.

В результате систематических исследований на примере 4 водоемов нами выявлены качественный состав и особенности количественного развития низших ракообразных в малых водоемах юго-востока Казахстана. Наибольшее число видов - 29 - отмечается в пруду ЦПКиО, далее следует водохранилище Кок-Узек (23), в пруду Сайран и в Юннатском озере по 19 видов. Количество видов низших ракообразных, одновременно представленных в зоопланктоне, не превышает 8-9 в городских прудах и Юннатском озере и 12 в водохранилище Кок-Узек. В Юннатском озере доминирующая роль принадлежит 3-5 видам, в число которых в теплое время входят *S.sarsi*, *T.crassus*, *M.leuckarti*, *M.brachiata*, в водохранилище Кок-Узек 2-5 видам (*D.dubium*, *A.robustus*, *E.serrulatus*, *M.ruttneri*, *C.vicinus*), в городских прудах 1-3 видам (ЦПКиО - *A.robustus*, *D.dubium*, летом *D.magna*, *M.brachiata*, Сайран - *M.brachiata*, *A.robustus*, летом *M.gouldeni*). Ограниченный набор видов и небольшое число доминантов отражают низкие значения индекса Шеннона-Уивера, не превышающие для всех водоемов 2 бит (0.0-1.97).

Количественное развитие низших ракообразных минимально в водохранилище Кок-Узек (0.13-2.96 тыс.экз/м<sup>3</sup> и 0.34-48.6 мг/м<sup>3</sup>), где ведущей группой по численности являются ветвистоусые, по биомассе

Cladocera и Copepoda примерно равнопредставлены. В Юннатском озере основу численности ( $0.17-81.6$  тыс. экз/м<sup>3</sup>) и биомассы ( $3.8-1716.7$  мг/м<sup>3</sup>) создают Copepoda. В парковом пруду по численности ( $0.04-10.5$  тыс. экз/м<sup>3</sup>) и биомассе ( $0.007-2786.0$  мг/м<sup>3</sup>) лидируют ветвистоусые, в Сайране по численности ( $0.05-23.2$  тыс. экз/м<sup>3</sup>) веслоногие, по биомассе ( $0.005-153.2$  мг/м<sup>3</sup>) ветвистоусые. Наибольшее отношение средних летней и зимней биомасс в парковом пруду - 298, почти в три раза меньше в Юннатском озере - 109.3. Резко отличается от них водохранилище Кок-Узек, где в летний период ракообразные находятся фактически в угнетенном состоянии, а наибольшая биомасса отмечается в подледный период, в связи с чем названное отношение меньше 1 ( $0.39$ ). Сравнение средних значений массы рачка за вегетационный сезон показывает, что из наиболее крупных особей состоит сообщество ракообразных в парковом пруду -  $W_{cp}=0.096$  мг, наиболее мелкие особи в пруду Сайран ( $W_{cp}=0.0078$  мг)<sup>1</sup>, промежуточное положение занимают водохранилище Кок-Узек ( $W_{cp}=0.0202$  мг) и Юннатское озеро ( $W_{cp}=0.0219$  мг). Количественное развитие низших ракообразных имеет, как правило, два пика, приходящиеся на май-июнь и август. Только в водохранилище Кок-Узек на фоне низких значений численности и биомассы подъем отмечается в июне, сентябре и декабре.

Исследования в районе сброса сточных вод по Правобережному Сорбулакскому каналу в р Или выявили заметное падение численности и биомассы низших ракообразных по направлению от верхних станций к нижним. Наиболее выраженными эти изменения были в период сброса. Так, в 1997г на ст.4 (10 км ниже сброса) значения численности не превышали  $70$  экз/м<sup>3</sup> и на два порядка были ниже показателей при отсутствии сброса. Наиболее губительным влияние сточных вод на речную фауну было в 1996г, когда уровень загрязнения тяжелыми металлами превышал ПДК в десятки раз. Численность ракообразных на станциях ниже впадения канала измерялась десятками особей на кубометр воды. Почти на всех станциях отсутствовали фильтраторы, а низшие ракообразные были представлены в основном младшими стадиями циклопов. В этот период отмечался высокий процент гибели гидробионтов различных систематических групп, представленных в виде отдельных фрагментов. В многоводный 1998г сброс сточных вод не имел столь ярко выраженного негативного воздействия на гидробионтов - в период сброса значения численности на станции в 10 км ниже канала того же порядка, что и на контрольной (выше сброса). Фильтраторы создавали  $20-73.55\%$  численности и  $62.5-95.0\%$  биомассы с уменьшением от лета к осени. Погибшие организмы отмечались только в канале непосредственно перед сбросом (до  $18\%$ ) и на станции в 150 м ниже канала ( $8.8\%$ ). Гибель организмов мы связываем с воздействием хлораторной станции, расположенной ниже конечного накопителя. В литературе имеются указания о повреждающем действии соединений хлора на гидробионтов,

среди которых одни из наиболее чувствительных - дафнии /по: Гуманов, Постнов, 1983/. Копеподы, особенно младшие стадии, обладают большей токсикорезистентностью. С нашим предположением согласуется также тот факт, что в конечном накопителе и сбросном канале выше хлораторной станции особи с повреждениями не превышают 1.5-2.2% общей численности (на уровне Капчагайского водохранилища и р.Или выше сброса).

Изучение видового состава и количественного развития низших ракообразных в малых водоемах юго-востока Казахстана показало, что широко распространенные, достигающие высокой численности циклопы *A. robustus* и *T. crassus* могут играть важную роль в оценке качества воды. Сапробная валентность *T. crassus*, бета-мезосапроба по Сладечеку, требует уточнения применительно к местным условиям, для другого вида не известна. В связи с этим важное значение имеют данные о количественном развитии и структуре популяций этих видов в водоемах с разным загрязнением органическими веществами. В зоопланктоне Юннатского озера термоциклопс отмечается с апреля по сентябрь с численностью 1.5-18.8 тыс.экз/м<sup>3</sup>, анализ динамики которой указывает на дицикличность. Значение взрослых особей возрастает в периоды массового размножения в мае и августе. Соотношение полов в популяции термоциклопса 1:1.3 - 1:4.3 в сторону преобладания самок, только в августе самцов несколько больше (1.3:1), что согласуется с имеющимися в литературе данными /Менцова, 1975/. Температурный оптимум - 15-20°. Плодовитость 9-20, в среднем 15 яиц. Наши данные в целом аналогичны полученным Л.И.Шараповой /1971/ для этого вида из оз.Соркуль и Каракуль (юго-восток Казахстана). *A. robustus* достигает наибольшей численности (4.8-272.2 тыс.экз/м<sup>3</sup>) в конечном накопителе ПСК с повышенным загрязнением органическими веществами, на порядок меньше численность в городских прудах (1.5-21.5 тыс.экз/м<sup>3</sup>). Минимально развитие вида в водохранилище Кок-Узек (0.1-0.5 тыс.экз/м<sup>3</sup>) с содержанием органики на уровне чистых вод. Вид моноциклический с массовым развитием в мае (пруд ЦПКиО)-июне (пруд Сайран). Половозрелые самки и самки с яйцевыми мешками встречаются до октября с уменьшением доли от лета к осени. Соотношение полов от 2.2:1 (водохранилище Кок-Узек) - до 32.9:1 (конечный накопитель) с преобладанием самцов. Только в начале массового размножения самок несколько больше, чем самцов. Вопрос о причинах столь нехарактерного для циклопов соотношения полов остается открытым. В литературе имеются лишь косвенные данные об увеличении доли самцов в популяциях циклопов в климатических сообществах /Зимбалева, 1987/. Молодь составляет до 97% численности популяции. Вид эвритермный (1-27°), температурный оптимум 16-25°. По-видимому, чувствителен к дефициту кислорода - при содержании кислорода 1.5 мг/л (пруд в ЦПКиО) не встречается. Плодовитость - 47-124 (в среднем 74) яйца. Осушение водоема

циклоп, вероятнее всего, переносит на 1-3 копеподитных и науплиальных стадиях. Диапауза на стадии младших копеподитов известна для других видов циклопов /Алексеев, 1978/.

В 4 водоемах исследуемого региона - водохранилище Сорбулак, конечном накопителе ПСК, водохранилище Кок-Узек и накопителе технических вод ТЭЦ-2 у циклопов *A. robustus* и *C. vicinus* выявлены особи с уродливыми отклонениями в морфологии, которые проявлялись в виде: 1) уродливых видоизменений фуркальных ветвей, щетинок и последних сегментов постабдомена и фурки (0.019-0.3% от численности популяции), 2) дополнительных образований (1.45-6.89%), 3) нехарактерного расположения и размеров шипов наружного края ЕпрЗР4 (0.009%). На наш взгляд, описанные отклонения не являются результатом посттравматической изменчивости, имеют генетическую природу и коррелируют с повышенным уровнем загрязнения среды обитания.

Полученные характеристики сообществ и популяций низших ракообразных в исследованных водоемах следует рассматривать как первоначальный комплекс информации для последующего экологического мониторинга.

## ВЫВОДЫ

1. Впервые исследована фауна низших ракообразных 46 малых водоемов юго-востока Казахстана, где выявлено 69 видов низших ракообразных из 8 семейств и 26 родов: 41 вид Cladocera, 24 - Cyclopoida и 4 - Calanoida. Из них 36 видов являются широкораспространенными и эвритермными, 10 - голарктические, 15 - тропические и субтропические виды, 5 характерны для юго-востока Казахстана и Средней Азии.

2. Выделены: во временных водоемах один фаунистический комплекс *A. robustus* с характерными видами *D. magna*, *D. pulex*, *M. macrocopa*, *M. gouldeni*, *M. brachiata*, *D. dubium*, *D. bicuspidatus*; в постоянных - фаунистические комплексы *D. galeata*-*D. longispina* (характерные виды - *D. pulex*, *C. vicinus*, *S. sarsi*, *S. elizabethae*, *E. serrulatus*); *A. robustus* (*C. sphaericus*, *M. macrocopa*, *D. dubium*, *B. longirostris*, *M. ruttneri*); *S. sarsi* (*T. crassus*, *M. leuckarti*, *M. brachiata*). По типу структуры преобладают олигомиксные комплексы.

3. Уточнена область распространения *B. kessleri*, *E. speratus*, *D. bisetosus*, известных ранее из водоемов Северного и Восточного Казахстана. Впервые для Казахстана описаны *D. curvirostris*, *S. rammneri*, *M. ogunlus*.

4. Изучение изменчивости *A. robustus* выявило три группы популяций, особи которых отличаются морфологически и по используемым в систематике рода индексам. Вместе с литературными данными это служит основанием к обсуждению возможности существования нескольких видов, объединенных названием *A. robustus*.

5. По данным гидрохимического анализа вода в исследованных водоемах пресная, разной степени жесткости, в основном карбонатного класса, групп Mg, Ca, Na. Повышенная нагрузка биогенными веществами отмечается для конечного накопителя ПСК и водоема-накопителя технических вод ТЭЦ-2, здесь же максимальны значения перманганатной окисляемости, а также загрязнение свинцом. Наиболее высокие концентрации меди были отмечены в пруду Сайран, цинка - в водохранилище Кок-Узек.

6 Выявлен качественный состав и особенности количественного развития низших ракообразных в 4 малых водоемах юго-востока Казахстана. Для исследованных водоемов характерно сравнительно бедное видовое разнообразие (от 29 видов в пруду ЦПКиО до 19 видов в пруду Сайран и Юннатском озере) и выраженные отличия в доминантных комплексах и количественном развитии этой группы водных животных. Кривая количественного развития имеет, как правило, двухвершинный характер, за исключением водохранилища Кок-Узек, где увеличение плотности отмечается в июне, сентябре и декабре.

7. Отмечено влияние сброса городских сточных вод по Правобережному Сорбулакскому каналу в р. Или на фауну низших ракообразных, особенно в 1996г, когда уровень загрязнения воды тяжелыми металлами превышал ПДК в десятки раз. Численность ракообразных в реке ниже сброса не превышала десятков особей на кубометр воды. Почти на всех станциях отсутствовали фильтраторы, а низшие ракообразные были представлены в основном младшими стадиями циклопов.

8 В качестве перспективных индикаторных видов рекомендуются широко распространенные *A. robustus* и *T. crassus*. Количественное развитие акантоциклопса наиболее высоко в конечном накопителе ПСК - водоеме с повышенным загрязнением органическими веществами, на порядок меньше в городских прудах и минимально в водохранилище Кок-Узек с содержанием органики на уровне чистых вод. Для всех популяций характерно нехарактерное для Cyclopoida соотношение полов - самцов в 2.2-32.9 раз больше, чем самок. Данные о структуре популяции термоциклопса в целом совпадают с имеющимися в литературе.

9. У циклопов *A. robustus* и *C. vicinus* в 4 водоемах городской и пригородной зон выявлены особи с уродливыми отклонениями в морфологии, составляющие 0.019-6.89% от числа исследованных особей. Описанные нарушения мы связываем с повышенным уровнем техногенного загрязнения водоемов.

10. Приводимые характеристики сообществ и популяций низших ракообразных (видовой состав, доминантные комплексы, численность, биомасса, соотношение систематических групп, индексы разнообразия, отношение средних летней и зимней биомасс, средняя индивидуальная масса особи в сообществе за вегетационный сезон) вместе с полученными гидрохимическими и экологическими сведениями по водоемам региона

могут быть использованы как первоначальный комплекс информации для последующего экологического мониторинга.

### СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Крупа Е.Г. О фауне низших ракообразных водоемов г.Алматы.// Известия, сер.биолог.-1997.-4. С.57-60

Стуге Т.С., Крупа Е.Г. О составе и развитие зоопланктона Шувльбинского водохранилища. // Известия МН-АН РК, сер. биол. 1997.-3. С. 35-36

Крупа Е.Г. Микроракообразные водоема Сайран г.Алматы.- Алматы 1998. 5 с.- (Деп в КазгосИНТИ 19.02.98, №8170-КА-98).

Крупа Е.Г. К фауне низших ракообразных водоемов г.Алматы и Алматинской области. -Алматы, 1998.-11с.- (Деп.в КазгосИНТИ 19.02.98. №8171-КА-98).

Матмуратов С.А., Брагин Б.И., Стуге Т.С., Трошина Т.Т., Акбердина Г.Ж., Крупа Е.Г. К оценке экологической ситуации в районе сбросов Правобережного Сорбулакского канала в р.Или.// Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан. -Алматы, 1998. - С.281-286.

Крупа Е.Г. On variability of *Acanthocyclops robustus* Sars (Crustacea, Copepoda) from waterbodies of the South-Eastern Kazakhstan.// Конференция "New Methods in Copepod Taxonomy": Тезисы докладов. -Санкт-Петербург, 1998. -С 18.

Крупа Е.Г. Видовой состав и сезонная динамика численности и биомассы низших ракообразных пруда Центрального Парка Культуры и Отдыха г. Алматы.// Известия МН-АН РК, сер. биол.- 1998. - 3(207). С.72-75

Крупа Е.Г. On the deviations in the morphology of *Acanthocyclops americanus* Marsh and *Cyclops vicinus* Uljanin (Crustacea, Copepoda) from the polluted waterbodies of Almaty Region (Southeastern Kazakhstan).// Russian Journal of Aquatic Ecology. - 1999. - P.11-16

Крупа Е.Г. О фауне низших ракообразных малых водоемов юго-востока Казахстана.// Матер. междуна. научной конференции "Проблемы охраны и устойчивого использования биоразнообразия животного мира Казахстана". -Алматы, 1999. - С.126-127

Матмуратов С.А., Брагин Б.И., Трошина Т.Т., Крупа Е.Г. Особенности формирования эколого-токсикологической ситуации в зоне сброса Сорбулакского канала в р.Или.// Матер. междуна. научной конференции "Проблемы охраны и устойчивого использования биоразнообразия животного мира Казахстана". -Алматы, 1999.- С.132-133.

КРУПА ЕЛЕНА ГРИГОРИЙКЫЗЫ

**КАЗАКСТАНҢ ОНТУСТІК ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ИГЕРІЛГЕН  
АЙМАҚТАРЫНЫҢ ШАҒЫН СУ ӨЛКЕЛЕРІНІҢ ТӨМЕНГІ  
САТЫДАҒЫ ШАЯН ТӘРІЗДІЛЕРІ**

**Биология ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін қорғау**

**03.00.08 – зоология**

**ТҮЖЫРЫМ**

Қазақстанның оңтүстік шығысындағы игерілген аймақтарының 46 шағын өлкелері зерттелді. Ондағы су жәндіктерінің құрамында төменгі сатылы шаян тәрізділердің 69-түрі анықталды. Олардың үш түрі (*Daphnia curvirostris*, *Scapholeberis rammei*, *Mesocyclops oregonus*) Қазақстанда алғаш рет табылып сипатталды. Бұрын Солтүстік және Шығыс Қазақстан су өлкелерінен белгілі *Eucyclops speratus*, *Bosmina kessleri*, *Diacyclops bisetosus* түрлерінің таралу аймақтары анықталды.

Циклоптың *Acanthocyclops robustus* Sars 6 популяциясындағы өзгерістері зерттелді. Төртінші қос аяқтарының төменгі бунақты мүшелерінің өзгерістері бар таралу топтарының морфологиялық және статистикалық шынайы ерекшеліктері айқындалды. Қала маңындағы 4 су өлкесіндегі төменгі сатыдағы шаян тәрізділердің санының даму заңдылықтарымен түрлері анықталды. Ласталған су өлкелеріндегі *Acanthocyclops robustus* және *Cyclops vicinus* шаяндарының морфологиялық ауытқулары зерттелді. Оңтүстік шығыс Қазақстан киші су өлкелерінің химиялық және экологиялық құрамдарына су жәндіктерінің тіршілік ортасы ретінде сипаттама берілген.

Сорбулақ сарқынды су тоғанының Іле өзеніне құяр аймақтарындағы төменгі сатылы шаян тәрізділер топтарының калпы жөнінде мағлұмат алынды.



Krupa Elena Grigorjevna

**PLANCTONIC CRUSTACEA FROM THE SMALL WATER BODIES  
OF HIGHLY INDUSTRIALIZED REGION OF KAZAKHSTAN**

**Thesis for the Degree of the Candidate of Biological Science**

**03.00.08 - zoology**

**SUMMARY**

46 small water bodies have been examined from highly industrialized region of South eastern Kazakhstan in respect of Crustacea fauna. 69 species are revealed for zooplankton composition. Three new species – *Daphnia curvirostris*, *Scapholeberis rammeri*, *Mesocyclops ogunnus* are described for Kazakhstan. The range of *Eucyclops speratus*, *Bosmina kessleri* and *Diacyclops bisetosus* is clarified. These species were previously known from water bodies of Northern and Eastern Kazakhstan.

The variation of morphological characters is studied in *Acanthocyclops robustus* Sars from 6 water bodies. Morphological and statistically reliable distinctions among 6 populations concerned to different type of armament on the endopod 4 distal part are demonstrated.

The objective regularities of population number and biomass changing are established for planktonic Crustacea from 4 small water bodies. The specimens with morphological abnormalities are described for *Acanthocyclops robustus* Sars and *Cyclops vicinus* Uljanin from 4 water bodies. Hydrochemical and ecological peculiarities of small water bodies of Southeastern Kazakhstan as a habitat of water animals are summarized.

The information is acquired on the statement of the planktonic Crustacea populations inhabited the area of sewage contamination of Ily River.