Летний зоопланктон водоемов зоны Семипалатинского испытательного полигона по материалам 2001 г.

Стуге Т. С.

Институт зоологии, Алматы, Казахстан

Первое исследование зоопланктона водоемов зоны Семипалатинского испытательного полигона (СИП) было осуществлено нами в осенний период 1993 и 1995 гг. (Стуге, 2000; Стуге, Матмуратов, 1997). В 1993 г. в конце вегетационного сезона при температурах воды 8.0-12.5^{o}C состав планктонных животных был обеднен и состоял всего из 25 видов. При более высоких температурах воды в 1995 г. (14.5-17.0^{o}C) было выявлено 49 видов коловраток и ракообразных. Наибольшее видовое разнообразие и максимальное количественное развитие наблюдались в водохранилище Шаган - 34 вида (из них коловраток 16, ракообразных 18, со средней численностью сообщества 129.0 тыс. экз./м^3 и биомассой 7.92 г/м^3).

Повторное исследование планктофауны проведено в июне-июле 2000 г. в условиях снижения водного стока по р. Шаган и повышения уровня минерализации воды в ряде водоемов. Видовой состав в первой половине лета включал 64 наименования (коловраток – 27, ракообразных – 37). Наибольшее видовое разнообразие отмечалось в р. Шаган – 31 вид, в водохранилище Шаган при резко возросшей солености (с 7.0-7.3 г/дм^3 в 1993, 1995 гг. до 28.0 г/дм^3 в 2000) число видов сократилось до 18, но показатели количественного развития по-прежнему были высоки – 178.85 тыс. экз./м^3 и 5.29 г/м^3 (Стуге, Крупа, Матмуратов, 2001). Кроме коловраток и ракообразных, характерным компонентом планктона водохранилища в 2000 г. был солелюбивый вид инфузорий *Fabrea salina*, численность которого по акватории колебалась от 31.33 до 140.44 тыс. экз./м^3. В настоящем сообщении представлены результаты исследований, проведенных во второй половине лета что позволяет дополнить сведения по структуре и развитию зоопланктонного сообщества на полигоне в летний период.

Материал и методики

Пробы зоопланктона отбирали в августе 2001 г. из ряда водоемов, расположенных непосредственно на территории СИП (затоны и заливы верхне-среднего течения р. Шаган; карьер, расположенный в правобережье р. Шаган; водохранилище Шаган; водоток Д-2 в горном массиве Дегелен) и на контрольном участке в верховье р. Баканас. Исследовано 13 количественных проб (50-литровые и тотальные), собранных по сетке гидробиологических станций.

Как и в предыдущие годы, при сборе проб и их камеральной обработке применялись стандартные методики (Методические рекомендации…,1984). Идентификация беспозвоночных проводилась под микроскопом «Opton» с использованием соответствующих определителей (Кутикова, 1970; Смирнов, 1971; Боруцкий, Степанова, Кос, 1991; Цалолихин, 1995). Подсчет численности осуществлялся в камере Богорова в трех порциях, взятых из пробы определенного объема (обычно 75-100 мл). Редкие и крупные формы просчитывались во всей пробе. Для расчета биомассы использованы формулы линейно-весовой зависимости (Балушкина, Винберг, 1979). Индивидуальная масса животных рассчитывалась по видам и стадиям развития животных из каждого водоема по отдельности, что позволило определить истинную биомассу видовых популяций и всего сообщества для каждого водоема.

Для объективной и сравнительной характеристики состояния сообщества сохранен использованный нами ранее набор информационных показателей (Хеллауэл, 1977; Андроникова, 1989): коэффициент видового разнообразия Маргалефа, индекс Шеннона-Уивера (в двух модификациях, по численности и по биомассе), показатель трофической структуры Вх/Вм, коэффициент видового сходства Серенсена Кс. Сапробность воды устанавливали по видам-индикаторам и индексу сапробности Пантле-Букка (Унифицированные методы …, 1975).

Результаты и обсуждение

В августе 2001 г. температура воды в исследованных водоемах изменялась в широких пределах: от 14 до 28°С. Минимальные значения (14-16°С) отмечены в водотоке Д-2, наиболее высокие (26-28°С) - на одном из участков р.Баканас. Промежуточные показатели зафиксированы в водохранилище Шаган – 23°С. На разных участках реки Баканас наблюдалась большая разница температур – 18-28°С. Среди обследованных водоемов наименьшая минерализация воды отмечена в водотоке Д-2 – 468 мг/дм^3, несколько выше были показатели в р. Баканас – 606-661 мг/дм^3. Сходные показатели по сумме ионов наблюдались в карьере у р. Шаган и в ее заливах– 778-794 мг/м^3. Соленость воды в водохранилище Шаган сильно возросла по сравнению с летом 2000 г. – с 28.0 до 37.8 г/м^3. Результаты гидробиологической съемки исследованных водоемах представлены в таблице 1.

Таблица 1

Состав и распределение зоопланктона в водоемах Семипалатинского испытательного полигона, август 2001г.

Название таксона	Сапроб-ность	р.Ша-ган	Кар-ьер	В-ще Шаган	Д-2	р.Бак анас
Cladocera						
Sida crystallina (O.F. Muller)	O 1.3		+			
Simocephalus vetulus (O.F. Muller)	O-β 1.5				+	+
Ceriodaphnia dubia Richard *	β 1.7		+			
C. reticulata (Jurine)	β 1.7	+	+			
Daphnia pulex De Geer *	α 2.8				+	
D. longispina O.F. Muller	β 2.05	+	+		+	+
D. galeata Sars		+				
Daphnia sp.		+				
Moina mongolica Daday				+		
Scapholeberis erinaceus Daday *	O 1.2	+	+		+	
Eurycercus lamellatus (O.F. Muller)	O 1.2		+			
Acroperus harpae Baird	O-β 1.4	+	+		+	+
Acroperus sp.			+			
Pleuroxus aduncus Jurine	O 1.2	+	+		+	+
P. trigonellus (O.F. Muller) *	β 1.7		+		+	
Chydorus sphaericus (O.F. Muller)	β 1.75		+	+	+	+
Biapertura affinis (Leydig)	O 1.1		+			+
Alona rectangula Sars	O 1.3					+
A. guttata Sars	O-β 1.5	+				
A. costata Sars	O 1.3					+
A. quadrangularis (O.F. Muller)	O-β 1.4	+				
Alonella nana (Baird)	O-β 1.4		+			
A. excisa (Fischer)	O 1.2		+		+	
A. exiqua (Lilljeborg) *	O 1.2	+				
Alonella sp.						+
Iljocryptus agilis Kurz *	β 1.8					+
Bosmina longirostris (O.F. Muller)	O-β 1.55	+	+	+	+	+
B. (Eubosmina) mixta s.lat.		+				

Продолжение таблицы 1

Название таксона	Сапроб-ность	р.Ша-ган	Кар-ьер	В-ще Шаган	Д-2	р.Бак анас
Copepoda						
Arctodiaptomus salinus (Daday)		+	+	+		+
A. bacillifer (Koelbel) *	О-β 1.5					+
Acanthodiaptomus denticornis (Wierz.) *	О 1.2		+			
Neutrodiaptomus incongruens (Poppe) *			+			
Eurytemora affinis (Poppe)				+		
Diaptomus sp.					+	+
Macrocyclops albidus (Jurine)	β 2.0					+
Paracyclops fimbriatus (Fischer)	О 1.25					+
Eucyclops serrulatus Fischer	β 1.85				+	
Ectocyclops phaleratus (Koch.)					+	
Megacyclops viridis Jurine	β-О 1.65		+			
Diacyclops bicuspidatus (Claus) *	О 1.15				+	
Diacyclops sp.			+			
Apocyclops dengisicus (Lepesch.)		+	+	+	+	
Mesocyclops leuckarti Claus	О 1.25					
Cletocamptus retrogressus Schmank.			+	+		
Ostracoda		+			+	+
Rotifera						
Trichocerca longiseta (Schrank.)	О 1.2					+
Trichocerca sp.				+	+	+
Lecane luna Muller	О-β 1.55					+
Trichotria tetractis (Ehrb.) *	О 1.1					+
Mytilina sp.						+
Polyarthra sp. *		+				
Euchlanis dilatata (Ehrb.) *	О-β 1.5	+				+
Asplanchna sieboldi (Leydig) *	О-β 1.5		+		+	
Asplanchnopus sp. *			+			
Brachionus angularis Gosse	β 2.0	+				
B. plicatilis Muller	β 2.0	+				
B. diversicornis (Daday) *	β 2.0	+				
B. calyciflorus calyciflorus Pallas	β-α 2.5	+				
B. c. amphiceros Ehrenberg	β-α 2.5				+	
Keratella quadrata Muller	О-β 1.55		+		+	
Testudinella patina Hermann	β 1.85	+				
Lophocharis oxysternon (Gosse) *	О 1.2				+	
Pompholyx sulcata Huds.	β 1.8	+				
Proales sp. *						+
Rotatoria sp. 1 *						+
Rotatoria sp. 2 *						+
Всего		24	25	8	21	27

Примечание: * - вид впервые указывается для района исследований

Из 66 обнаруженных таксонов 21 вид составляли коловратки (Rotifera), ветвистоусые рачки (Cladocera) – 28 видов, веслоногие (Copepoda) –16 видов, в том числе 6 видов Calanoida, 9 видов Cyclopoida, 1 вид Harpacticoida и ближе не определенные ракушковые рачки Ostracoda. Кроме перечисленных форм, в планктонных пробах встречены личиночные стадии двустворчатых моллюсков и хирономид, а также Protozoa.

Впервые для исследованных водоемов указываются 7 видов кладоцер – *C. dubia, D. pulex, S. erinaceus, P. trigonellus, A. exiqua, I. agilis, B. mixta, 4 вида копепод – A. bacillifer, A. denticornis, N. incongruens, D. bicuspidatus*, а также 11 видов коловраток (табл. 1).

Наибольшей частотой встречаемости и обилием характеризуются эвригалинные виды пресноводного происхождения и обитатели соленых континентальных водоемов. У ветвистоусых это: *B. longirostris* (92.3% встречаемости) и *C. sphaericus* (61.5%), у веслоногих *A. salinus* (61.5%). Высокий процент встречаемости имеет впервые найденный в водоемах зоны СИП *S. erinaceus* (53.8 %), который обнаружен в трех водоемах из пяти. Во всех водоемах, кроме водохранилища Шаган, обнаружены также ветвистоусые рачки *D. longispina, A. harpae* (по 46.2%), *P. aduncus* (30.7%) и впервые выявленный в прошлом году вид циклопов *A. dengizicus* (38.5 %). Остальные виды рачков встречены лишь в одном-двух водоемах, либо на отдельных станциях одного водоема.

В условиях непостоянного гидрологического и гидрохимического режимов видовое разнообразие и количественные показатели развития зоопланктона значительно изменяются как по отдельным водоемам, так и по годам исследований.

р. Шаган. Видовое разнообразие ракообразных в реке существенно понизилось по сравнению с летом 2000 г. – с 26 до 16 таксонов, уменьшилось вдвое значение группы хидорид (с 61.5 до 31.2 %).

Повсеместное распространение и наиболее высокие показатели развития здесь имел мелкий ветвистоусый рачок *B. longirostris*. При 100% встречаемости, численность вида по станциям изменялась от 4.0 до 13.5 тыс. экз./м^3, биомасса от 28.0 до 94.7 мг/м^3, составляя соответственно 43.4-74.8% от общей численности и 62.2-89.5% от общей биомассы зоопланктона. Из других ветвистоусых заметной численности (0.39 тыс.экз./м^3) достигал другой вид мелких ракообразных *C. reticulata.* Численность крупных видов *D. longispina* и *D. galeata* не превышала 20-60 экз./м^3.

Среди веслоногих доминировал солелюбивый *A. dengizicus* с максимумом численности 1.6 тыс. экз./м^3. Доминант осенней фауны *A. salinus* был обнаружен лишь на одной станции (60 экз./м^3). В реке относительно высока была численность личинок моллюсков – до 500 экз./м^3.

Показатели общей численности и биомассы ракообразных по участкам реки изменялись в более широком диапазоне в сравнении с 2000 г.: численность от 7.18 до 14.37 тыс.экз./м^3, биомасса от 43.12 до 105.83 мг/м^3. Средние показатели развития сообщества низших ракообразных также возросли по сравнению с предыдущим годом: численность в полтора раза (с 6.32 до 9.84 тыс.экз./м^3), биомасса в 1.8 раза (с 35.25 до 64.21 мг/м^3). Однако по сравнению с благоприятными условиями 1995 г., когда число видов было равно 24, численность 12.26 тыс.экз./м^3, биомасса 376.36 мг/м^3, показатели остаются низкими. На всех участках реки по численности и биомассе преобладают ветвистоусые ракообразные.

Видовое разнообразие коловраток в реке составляло 8 видов, изменяясь по участкам реки от 2 до 5. Повсеместно развивался лишь один вид – *K. quadrata* с относительно высокими показателями численности от 1.0 до 3.5 тыс. экз./м^3, в нескольких пробах была найдена *T. patina* (от 40 до 667 экз./м^3), обилие остальных видов не превышало десятков особей в кубометре воды. Общая численность коловраток варьировала по участкам реки от 1.7 до 3.69 тыс. экз./м^3, биомасса от 1.9 до 4.0 мг/м^3, составляя в первом случае 19.3-30.6%, во втором 3.5-6.3% общих показателей зоопланктона. В целом показатели развития были сходны с таковыми за 2000 г.

Карьер р. Шаган. Летом 2001 г. показатели развития в этом водоеме настолько отличались от речных, что рассматриваются нами отдельно.

Видовое разнообразие микроракообразных в карьере составляло 22 вида и находилось на уровне прошлого года. В отличие от плесов и течения р. Шаган, в карьере не наблюдалось ярко выраженного доминирования одного-двух видов. Высокие показатели развития среди ветвистоусых имели как крупные, так и мелкие формы. Преобладающим видом по численности была *D. longispina* (7.9-13.8% от общей численности зоопланктона), абсолютные показатели при этом составляли 4.0-5.3 тыс.экз./м^3. По биомассе доминировал самый крупный представитель семейства Chydoridae – *E. lamellatus* с показателями 157.8-685.8 мг/м^3 (11.6-35.6 % от общей биомассы сообщества). Численность мелких *C. reticulata* и *B. longirostris* находилась в тех же пределах (по 4.0 тыс.экз./м^3), создавая по 10.4% общей численности зоопланктона, при этом их доля в биомассе была гораздо скромнее, не превышая соответственно 4.4% для первого вида и 1.4% для второго. Субдоминировали с высокими показателями виды *C. dubia* (1.3-1.4 тыс.экз./м^3), *S. erinaceus* (1.3-2.6 тыс.экз./м^3), *A. harpae* (1.3-1.4 тыс.экз./м^3). На отдельных участках хорошо развивались и другие хидориды *C. sphaericus* и *A. excisa*, вкупе создавая численность до 2.6 тыс. экз./м^3. Низкими показателями плотности характеризовались такие ветвистоусые, как *B. affinis*, *P. trigonellus* и крупная зарослевая форма *S. crystallina* (все по 20 экз./м^3).

В группе веслоногих ракообразных доминант прежних лет *A. salinus* представлен единично. Он заменяется в этом водоеме другим видом диаптомусов *A. denticornis*, численность которого достигает 3.9-4.7 тыс.экз./м^3, биомасса 128.7-504.6 мг/м^3, что соответствует 12.4-24.7% общей численности и 6.7-37.3% общей биомассы зоопланктона. В карьере обитает еще один вид диаптомусов – *N. incongruens*, составляющий до 11.2% численности и до 3.1% биомассы планктона. Плодовитость обоих видов диаптомусов невысока, у первого 9-14 яиц в яйцевом мешке, у второго 6-12 яиц. Доминирующей формой в карьере является также очень крупный циклоп *M. viridis* с численностью 7.5 тыс.экз/м^3 (19.6%) и биомассой до 200.6 мг/м^3. В большом количестве на ограниченном участке акватории развивается *A. dengizicus* – до 10.5 тыс.экз./м^3. В популяциях всех видов веслоногих в это время года преобладают младшие личиночные стадии.

Средняя численность ракообразных карьера равна 44.29 тыс.экз./м^3 (при изменении по станциям от 38.4 до 50.2 тыс.экз./м^3) при биомассе 1636.6 мг/м^3 (колебания от 1348.4 до 1924.7 мг/м^3). Преобладающей группой в планктоне карьера, в отличие от реки, по численности являются веслоногие (в среднем 54.3 %), по биомассе - ветвистоусые со средним показателем 66.0 %.

Развитие коловраток в карьере в августе 2001 г. было чрезвычайно слабым. Найдено всего три вида с численностью от 20 до 60 экз./ м^3, два из них – хищные формы. Максимальная общая численность коловраток всего 120 экз./м^3, биомасса 3.3 мг/м^3, роль их в сообществе ничтожна, так как они составляют всего 0.2% от общих показателей зоопланктона. Летом 2000 г. состав коловраток был намного богаче – 15 видов, но численность большинства из них не превышала десятков особей в кубометре воды, лишь у *T. patina* обилие было выше – 160 экз./м^3, общие показатели количественного развития были низкими – 460 экз./м^3 и 0.3 мг/м^3.

Водохранилище Шаган. Количество видов ракообразных в водоеме существенно сократилось по сравнению с прошлым годом (с 11 до 7 видов) и было наименьшим за все годы наблюдений. По сравнению с многоводным 1995 г. видовое разнообразие уменьшилось более чем вдвое.

Ветвистоусые рачки в водохранилище представлены всего тремя видами (табл.1). Преобладающим видом является галофил *M. mongolica*. Плотность особей на кубометр в популяции моин варьировала от 15.38 до 25.32 тысяч, средние показатели по акватории оказались в 2.2 раза ниже прошлогодних. В августе популяция моин на 63.2-82.3% была представлена партеногенетическими и эфиппиальными самками, доля последних составляла до 40 % от общего числа. Молодь составляла меньшую часть популяции – 17.3-34.2%. Число самцов изменялось по станциям от 60 до 660 экз./м^3 (0.4-2.6%). Плодовитость партеногенетических самок в августе была очень низкой – 2-4 эмбриона. Кроме моин, на одной станции у входа в канал были обнаружены пресноводные эвригалинные виды, обладающие, по нашим данным, высокой соленостной толерантностью - *B. longirostris и C. sphaericus* (Стуге, 1995), однако численность их была очень низкой, не превышая в совокупности 100 экз./м^3.

Доминирующей группой в водохранилище были веслоногие рачки с абсолютным доминантом *A. salinus.* Численность вида по станциям изменялась от 147.32 до 191.30 тыс. экз./м^3 (81.8-91.9% от общей численности зоопланктона). Показатели биомассы имели высокие значения 7276.68-10105.56 мг/м^3 (81.8-90.2 % от общей биомассы планктона). Плодовитость арктодиаптомуса в 2001 году в среднем была равна 9.6 при диапазоне колебаний от 4 до 16 яиц. Средние показатели численности и биомассы вида превышали таковые в 2000 г. и были самыми высокими за все годы наблюдений.

Рассматривая динамику популяционных показателей A. salinus по сезонам и годам исследований (табл. 2), видим, что от начала лета к осени наблюдается увеличение в популяции доли взрослых особей и относительного числа самцов (по отношению к самкам).

Таблица 2

Состав популяции *A. salinus* в водохранилище Шаган, тыс.экз./м^3

Годы, месяцы	Самки	Самцы	Копеподиты	Науплии	♀♀ : ♂♂	ad : juv	Общая числ-сть
2000, июнь	5,98	1,93	65,32	28,66	1 : 0,32	1 : 11,88	101,89
2001, август	43,66	9,33	63,99	52,33	1 : 0,22	1 : 2,21	169,31
1995, сентябрь	31,90	8,22	23,05	13,13	1 : 0,26	1 : 1,01	76,30
1993, сентябрь	25,34	15,62	7,71	9,17	1 : 0,68	1 : 0,43	57,84

Как показали многолетние наблюдения, в водохранилище Шаган в условиях возрастающей солености воды (с 7,0 до 37.8 г/дм^3) популяция солелюбивого вида *A. salinus* находится в процветающем состоянии и наращивает свою численность, в то время как другие виды рачков снижают свои показатели, либо вообще выпадают из состава планктона.

Летом 2001 г., кроме *A. salinus*, на участке, расположенном у входа в канал, развивалась популяция другого представителя подотряда Calanoida – *E. affinis*. Однако численность этого вида существенно понизилась по сравнению с летом

2000 г. (с 41.01 до 2.00 тыс. экз./м^3). При современном уровне солености пресноводные эвригалинные виды циклопов *M. viridis* и *M. leuckarti* выпали из состава планктофауны, и в 2001 г. в водохранилище обитал единственный представитель подотряда Cyclopoida – *A. dengizicus* численностью от 0.76 до 1.32 тыс.экз./м^3. Повсеместно присутствовал также обитатель придонного слоя воды из подотряда Harpacticoida – *C. retrogressus*, но численность его была невысока – 80-660 экз./м^3.

В целом при малом наборе видов, обусловленном высокой соленостью воды, показатели количественного развития рачков в водохранилище намного превышали таковые во всех исследованных водоемах, характеризуя эвтрофный уровень водоема по зоопланктону (средняя численность при этом была равна 192.12 тыс.экз./м^3, биомасса 10.05 г/м^3).

Из группы коловраток в исследуемое время в водохранилище найден всего один вид – *Trichocerca sp*. (20 экз./м^3). В предыдущем году при более низкой солености здесь обитали 7 видов с высокой численностью, максимальные показатели были характерны для галофилов *B. plicatilis* и *H. fennica* – 41.33 и 40.5 тыс. экз./м^3, соответственно.

Водоток Д-2. Этот водоток ранее нами не обследовался. По результатам первичного обследования его планктофауна включает 16 видов микроракообразных: 10 видов Cladocera, 5 – Copepoda и один вид ракушковых рачков Ostracoda. Ветвистоусые занимают преимущественное положение, как по видовому разнообразию, так и по количественному развитию. Доминирует среди них *C. sphaericus* численностью 1.26-3.67 тыс.экз./м^3, но, в силу малых размеров, его биомасса составляет лишь 9.7-25.8 % от общей биомассы. На мелководном участке, где глубина не превышала 15-20 см, только этот вид развивался в заметном количестве, другие кладоцеры были представлены 7 видами, но численность их была очень низка, не более 20-60 экземпляров на кубометр по каждому виду. Из веслоногих здесь найдены только личиночные стадии циклопов числом 160 экз./м^3.

На участке с глубинами до 0.5-0.7 м, кроме хидоруса, обильно развивался обитатель поверхностной пленки воды *S. erinaceus*, численность его составляла 1.33 тыс.экз./м^3 (13.4 % от общей численности зоопланктона), биомасса 125.3 мг/м^3 (66.7 %). Меньшие показатели имели босмины (до 1.0 тыс.экз./м^3) и два вида дафний суммарной численностью 730 экз./м^3. Фауна циклопов на этом участке водотока Д-2 была представлена 4 видами: *E. serrulatus, E. phaleratus, D. bicuspidatus, A. dengizicus.* Большая часть их популяций состояла из науплиальных стадий развития, взрослые особи не превышали 10 % от общего количества.

Общая средняя численность ракообразных в этом водоеме была 4.81 тыс.экз./м^3 (при диапазоне колебаний от 1.68 до 7.94 тыс.экз./м^3), биомасса 103.34 мг/м^3 (24.24-182.45 мг/м^3). В основном фауна рачков этого водоема состояла из пресноводных эвригалинных форм, в ничтожном количестве присутствовал солелюбивый *A. dengizicus*.

Численность коловраток на мелководном участке (0.2 м) была очень низка – 40 экз./м^3, представлены они были всего двумя видами.. На участке с глубинами до 0.7 м видовое разнообразие Rotifera возрастало вдвое, численность аспланхны и кerателлы была одинакова – по 667 экз./м^3, у лофохариса и брахионуса – вдвое ниже, по 333 экз./м^3. Общая численность коловраток здесь достигала 2000 экз./м^3 (20.1% общей численности зоопланктона), биомасса - 5.3 мг/м^3 (2.8% общей биомассы зоопланктона).

р. Баканас была выбрана нами в качестве контрольного участка, расположенного в той же широтной географической зоне, но вне влияния Семипалатинского полигона.

В зоопланктофауне этого водоема нами выявлено 17 видов ракообразных: Cladocera – 11, Copepoda – 5, Ostracoda – 1. Все обнаруженные виды, за исключением *A. bacillifer*, характерны и для водоемов зоны влияния СИП. Коэффициент видового сходства фауны р. Баканас и водоемов СИП по Сёренсену равен 56.1 %.

Среди ветвистоусых ракообразных относительно высокие показатели численности и биомассы свойственны нескольким мелким видам семейства Chydoridae, причем на отдельных станциях преобладают разные виды. На ст.1 это *A. rectangula* (30.8% общей численности) и *A. costata* (16.8%). На ст.2 ведущее положение занимает *C. sphaericus* (22.7%), высока также численность *A. rectangula* (18.2 %). Заметного развития повсеместно достигает *B. longirostris* (7.5-9.1%). Крупные формы ветвистоусых – *D. longispina* и *S. vetulus* встречаются единичными особями. В целом в р. Баканас, по сравнению с водотоками в зоне полигона, группа ветвистоусых имеет невысокие показатели развития, численность рачков колеблется от 0.16 до 0.65 тыс.экз./м^3, биомасса от 2.07 до 4.37 мг/м^3.

Из веслоногих ракообразных повсюду на исследованной акватории отмечены два вида – *A. salinus* и *P. fimbriatus*. Количество половозрелых особей диаптомуса невелико – от 40 до 80 экз./м^3, у парациклопа оно еще меньше – 20-30 экз./м^3.Таким же мизерным числом особей представлен *M. albidus* – 20-30 экз./м^3. Лишь на ст.3 с наиболее высокой температурой воды (26-28^o С) в массе развиваются младшие личиночные стадии копепод – 98.0 тыс.экз./м^3. За счет этого величина биомассы зоопланктона на этом участке возрастает на 1-2 порядка по сравнению с другими исследованными участками реки (101.8 мг/м^3 против 9.2-23.1 мг/м^3).

По показателям биомассы на всех станциях преобладают веслоногие, по численности они доминируют лишь на ст.3. На двух других станциях по численности доминируют ветвистоусые рачки, в 2-3 раза превышая показатели веслоногих.

Общее число видов коловраток на исследованном участке реки было равно 10, изменяясь по станциям от 2 до 7. Уровень количественного развития ротаторного сообщества слабый, численность отдельных видов варьирует в пределах 20-60 экз./м^3, общая численность по станциям колеблется от 60 до 180 экз./м^3, биомасса от 0.2 до 1.4 мг/м^3, что составляет 0.12-16.8% и 0.9-4.9% общих показателей зоопланктона соответственно.

По результатам наших исследований средние показатели количественного развития сообщества в р. Баканас сходны с таковыми в р. Шаган, но доминирующие группы в обеих реках разные. В р. Шаган это ветвистоусые рачки, в р. Баканас – веслоногие.

Структура зооценоза ракообразных и коловраток в исследованной зоне СИП характеризуется неравномерным распределением видовых популяций. На основе их ранжировки по встречаемости и биомассе (Пидгайко, 1984), в 2001 г. в исследованных водоемах нами выделено 5 фаунистических комплексов.

В р. Шаган в августе развивается фаунистический комплекс «*B. longirostris*» (индекс значимости 71.54), субдоминантом первого порядка является *A. dengizicus* (индекс 26.24), субдоминантами второго порядка *K. quadrata* (16.34) и *D. longispina* (11.74). Последний вид летом 2000 г. был руководящим, с индексом значимости 31.0. К разряду второстепенных видов в конце лета относились *A. salinus* (5.97) и *C. reticulata* (7.90), значение которых в осенний период прошлых лет поднималось до уровня доминантов (*A. salinus* – 157.38) и субдоминантов (*C. reticulata* – 71.36).

В карьере Шаган наблюдалась совершенно другая картина. Здесь развивался комплекс пресноводных по происхождению, эвригалинных видов «*E. lamellatus – A. denticornis – D. longispina*» с высокими индексами значимости (соответственно 205.38 – 177.95 –174.54). В ядро этого комплекса входили также субдоминант первого порядка *S. erinaceus* (135.64) и субдоминанты второго порядка *M. viridis* (119.76) и *C. reticulata* (109.52). Благодаря равнопредставленности ракообразных этого водоема, индексы значимости даже второстепенных видов здесь имели высокие показатели (*C. dubia* – 87.93, *A. harpae* – 70.88). Самый низкий показатель отмечался у солелюбивого вида *A. dengizicus* – 40.31.

В водохранилище Шаган в условиях еще более возросшей солености развивался, как и в прежние годы, фаунистический комплекс галофильных видов «*A. salinus - M. mongolica*» с индексами значимости руководящих видов 932.26 и 358.81. По сравнению со всеми годами наблюдений роль *A. salinus* в комплексе была максимальной (в 1993 – 640.73, в 1995 – 712.90, в 2000 – 457.6). Роль моины (358.81) заметно понижается по сравнению с 2000 г. (556.24) и с 1993 г. (403.90). На порядок ниже индекс значимости субдоминантов *E. affinis* (46.49) и *A. dengizicus* (42.73), которые так же, как и доминанты, относятся к солелюбивым видам. Среди второстепенных видов более высокий показатель индекса значимости характерен для галофила *C. retrogressus* (25.57), более низкий - для пресноводного эвригалинного *C. sphaericis* (6.7).

В водотоке Д-2 на основании ранжировки по встречаемости и биомассе выделен фаунистический комплекс «*S. erinaceus – C. sphaericus*». Индексы значимости руководящих видов находятся на уровне таковых в р. Шаган, для *S. erinaceus* – 79.74, для *C. sphaericus* – 35.09. У субдоминантов индексы имеют близкие значения: у *D. pulex* – 20.82, у *B. longirostris* всего 19.44.

В р. Баканас развивается комплекс «*A. salinus – P. fimbriatus*» со значениями индекса плотности (значимости) соответственно 50.82 у доминанта и 40.49 у субдоминанта. У второстепенных видов индексы имеют очень низкие значения: *C. sphaericus* – 7.71, *B. longirostris* – 6.77, *A. rectangula* – 6.33.

Как видно из вышеизложенного, несмотря на значительное сходство видового состава в водоёмах СИП одинаковых фаунистических комплексов в этих водоемах не отмечено. Анализ состава фаунистических комплексов и его изменения по водоемам показывает, что основную роль в формировании комплексов в условиях полигона играет изменение солености воды. Немаловажное значение имеет также степень проточности или сила течения. В малопроточных и стоячих водоемах индексы руководящих видов обычно на порядок выше, чем в водотоках.

Полная картина количественного развития зоопланктонного сообщества в водоёмах зоны полигона и на контрольном участке показана в таблице 3.

Таблица 3

Численность (тыс.экз./м^3) и биомасса (мг/м^3) зоопланктона водоемов зоны влияния СИП, август 2001г.

Станции	Rotifera		Cladocera		Copepoda		Всего	
	числ.	биом.	числ.	биом.	числ.	биом.	числ.	биом.
р.Шаган								
1	3.64	4.02	6.56	46.12	1.68	13.35	11.88	63.49
1а	3.69	3.68	13.98	101.07	0.39	1.07	18.07	105.83
2	3.08	3.10	5.60	41.16	4.00	10.95	12.68	55.21
3	1.70	1.90	4.18	34.12	3.00	9.00	8.80	45.02
среднее	3.03	3.17	7.58	55.62	2.26	8.59	12.85	67.38
карьер р. Шаган								
1	0.12	3.30	17.39	710.18	32.82	638.3	50.21	1351.8
2	0	0	21.71	1532.08	16.67	392.7	38.38	1924.8
среднее	0.06	1.65	19.55	1121.13	24.74	515.48	44.29	1638.3
в-ще Шаган								
1	0.02	0.01	25.42	1490.14	150.72	7397.9	176.16	8888.1
2	0	0	15.38	1086.04	192.720	10120	208.10	11206.3
среднее	0.01	0.005	20.40	1288.09	171.72	8759.1	192.13	10047.2
р.Карабулак								
1	2.00	5.34	6.76	171.45	1.18	11.0	9.94	187.79
2	0.04	0.12	1.52	22.26	0.16	1.98	1.72	24.36
среднее	1.02	2.73	4.14	96.85	0.67	6.49	5.83	106.07
р.Баканас								
1	0.18	1.41	0.65	4.37	0.24	23.09	1.07	28.87
2	0.06	0.20	0.24	2.07	0.14	9.20	0.44	11.47
3	0.12	0.95	0.16	2.59	98.52	101.83	98.80	105.37
среднее	0.12	0.85	0.35	3.01	32.96	44.71	33.43	48.57

Максимальные показатели численности и биомассы, как и в прежние годы, свойственны планктоценозу водохранилища (Стуге, Матмуратов, 1997; Стуге, 2000; Стуге, Крупа, Матмуратов, 2001), на порядок ниже они в карьере Шаган, в водотоках количественные характеристики снижаются еще на один порядок величин.Максимальные показатели численности и биомассы, как и в прежние годы, свойственны планктоценозу водохранилища (Стуге, Матмуратов, 1997; Стуге, 2000; Стуге, Крупа, Матмуратов, 2001), на порядок ниже они в карьере Шаган, в водотоках количественные характеристики снижаются еще на один порядок величин.

Расчисленные нами значения информационных индексов отражают изменения, происходящие в структуре и уровне развития зоопланктонного сообщества при изменении гидрологических условий (табл.4). Наибольшее видовое разнообразие и, соответственно, большая устойчивость сообщества отмечаются в карьере Шаган, высокие величины индексов Маргалефа и Шеннона-Уивера, полученные для этого водоема, указывают на более благоприятные условия среды. В р. Шаган в 2001 г. отмечено ухудшение этих показателей по сравнению с прошлым годом, так, индекс Шеннона здесь понизился на единицу.

.

Таблица 4

Информационные показатели зоопланктона водоемов зоны влияния СИП.

Показатели	р. Шаган	Карьер	В-ще Шаган	Водоток Д-2	р. Баканас
Индекс видового разно-образия Мар-галефа, d’	0,80 – 1,10 0.93	1,39 – 1,70 1.54	0,24 – 0,58 0.41	1,34 – 1,52 1.43	0,78 – 2,44 1.56
Индекс Шеннона-Уивера, Н бит/особь	1,06 – 1,87 1.53	2,99 – 3,25 3.12	0,43 – 0,74 0.59	1,59 – 2,62 2.10	1,01 – 3,26 2.45
Индекс Шеннона-Уивера, Н бит/мг	0,69 –1,70 1.31	2,77 – 2,84 2.80	0,47 – 0,76 0.62	1,89 – 2,24 2.06	1,25 – 2,53 1.92
Вх/Вм	0,010-0,249 0.141	0,086-0,116 0.101	0,0001-0,0038 0.0019	0,057-0,079 0.068	0,021-0,238 0.095
Индекс сапробности Пантле-Букка, S	1,58 – 1,64 1.61	1,52 – 1,58 1.55	не определен	1,64 – 1,77 1.71	1,33 – 1,54 1.44

Примечание: В числителе – пределы варьирования, в знаменателе – средние значения

Значения индекса Шеннона-Уивера меньше единицы, полученные для водохранилища Шаган, указывают на экстремальные условия этого водоема (Андроникова, 1989). Здесь происходит дальнейшее сокращение видового разнообразия и массовое развитие специфических видов, приспособленных к условиям высокой солености.

Трофическая структура сообщества благоприятна во всех исследованных водоемах, большое количество организмов-фильтраторов способствует очищению воды от органического загрязнения.

В этом году проведено определение сапробности по видам – индикаторам и индексу Пантле-Букка. Общий список зоопланктона исследованных водоемов состоит из 66 таксонов (табл. 1). Из них 43 вида представлены в шкале сапробности и для них указана сапробная валентность. Из таблиц 1 и 2 видно, что из 43 видов 16 (или 37%) являются обитателями чистых вод (олигосапробами), 12 видов (28%) – обитатели вод со слабым загрязнением – олиго-бетамезосапробы, еще 12 видов (28%) обитатели умеренно-загрязненных вод – бетамезосапробы, только 3 вида являются характерными представителями сильно загрязненных вод – бета-альфамезосапробами. По индикаторным видам зоопланктона исследованные водоемы могут быть отнесены к следующим категориям загрязнения органикой: чистым, слабозагрязненным и умереннозагрязненным По индексу Пантле-Букка, учитывающему не только сапробную валентность, но и количественное развитие индикаторных организмов, наибольшая степень загрязнения органикой свойственна водотоку Д-2, вода в котором характеризуется как умеренно загрязненная. В р. Шаган степень загрязнения воды незначительно увеличилась по сравнению с прошлым годом. В карьере Шаган интенсивно идут процессы самоочищения и степень загрязнения здесь очень слабая – олиго-бетамезосапробная. Наиболее чистая вода по индексу Пантле-Букка на контрольном участке в р. Баканас – олигосапробная. Охарактеризовать уровень загрязнения водохранилища Шаган не представляется возможным, так как развивающиеся здесь массовые виды не имеют установленной сапробной валентности.

Автор работы благодарит сотрудников лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии МОН РК И.В. Митрофанова и О.Е. Лопатина за сбор проб зоопланктона, Г.Ж. Акбердину – за предоставленные данные по минерализации воды.

Литература

Андроникова И.Н., 1989. Использование структурно-функциональных показателей зоопланктона в системе мониторинга. *Гидробиол. исслед. внутренних вод. Л.: 47–53.*

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г., 1979. Зависимость между длиной и массой тела у планктонных ракообразных. *Эксперим. и полевые исслед. биол. основ продуктивности озер, Л.: 58–79.*

Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С., 1991. Определитель Calanoida пресных вод СССР. *Санкт-Петербург: 1–532.*

Винберг Г.Г., Лаврентьева Г.М. (ред.), 1984. Зоопланктон и его продукция. *Метод. рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиол. исслед. на пресноводных водоемах, Л.: 1–34.*

Кутикова Л.А., 1970. Коловратки фауны СССР. *Л.: 1–744.*

Пидгайко М.Л., 1984. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. *М.: 1–208.*

Смирнов Н.Н., 1971. Chydoridae фауны мира. *Фауна СССР. Ракообразные, Л., 1 (2): 1–532.*

Стуге Т.С.., **1995.** О зоопланктоне соленых озер Казахстана. Сообщение I. Водоемы Павлодарской и Кокшетауской областей. *Selevinia, 1, 35–41.*

Стуге Т.С., 2000. Об осеннем зоопланктоне водоемов зоны влияния Семипалатинского полигона. *Вестн. НЯЦ РК, 3: 73–77.*

Стуге Т.С., Матмуратов С.А., 1997. Особенности состава и структуры сообщества планктонных ракообразных в водоемах зоны влияния Семипалатинского полигона. *Сб. работ Мин. экологии и биоресурсов, Алматы: 97–110.*

Стуге Т.С., Крупа Е.Г., Матмуратов С.А., 2001. Состояние сообщества планктонных ракообразных водоемов зоны Семипалатинского испытательного полигона (лето 2000 г.). *Вестн. НЯЦ РК, 3: 98–102.*

Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III, **1975.** *Методы биол. анализа вод., М.: 1–176.*

Хеллауэл Д.М., 1977. Сравнительный обзор методов анализа данных в биологическом надзоре. *Науч. основы контроля качества вод по гидробиол. показателям, Л.: 109–123.*

Цалолихин С.Я. (под ред.)**, 1995.** Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. *Ракообразные. Санкт-Петербург, 2: 1–632.*

Summary

Stuge T.S. The summer zooplankton of some waterbodies of the Semipalatinsk test range on 2001.

Institute of zoology, Almaty, Kazakhstan

The summer zooplankton of some waterbodies of the Semipalatinsk range zone was investigated in august 2001 in conditions of hydrological regime worsening and water mineralization increase. The species composition, faunistic complexes, structural characteristics of zooplankton and its changes in different waterbodies are discribed. The state of zooplankton community by number of information indexes was evaluated.