

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЯЕМЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН (ОЗЕРА ПРЕДКАМЬЯ И Р.КАЗАНКА)

В.А.Яковлев*, Т.А.Горшкова, И.И.Зиганшин, Д.В.Иванов, А.Т.Кондратьева, Л.Ю.Халиуллина**

* Казанский государственный университет, ** Институт экологии природных систем Академии наук
Республики Татарстан, г.Казань

По состоянию на 1998 г. (Реестр..., 1998) в Республике Татарстан (РТ) охраняемых водных объектов насчитывалось 62, из них 32 – озера и 30 рек. Основная их часть - памятники природы. Они распределены по территории РТ крайне неравномерно. Охраняемых рек в Закамье - 16, Предволжье - 10, Предкамье - 4. Напротив, охраняемых озер больше в Предкамье, в Закамье их 8, Предволжье - 6 (Озера..., 1976; Государственный реестр..., 1998; Яковлев, 2000). Преобладающая часть охраняемых озер карстового происхождения. Менее 10 озер являются искусственными (озера-копани). Несмотря на статус ООПТ большая часть водных объектов интенсивно деградирует. В этой связи представляет интерес комплексная оценка их экологического состояния. В настоящем сообщении использованы материалы, полученные в основном в 1997 г. в ходе обследования озер и р. Казанки (на 7 станциях от верховьев к устью) по заданию Министерства экологии и природных ресурсов РТ.

В обследованных озерах и в р.Казанке выявлено около 340 таксонов беспозвоночных различного таксономического ранга: 50 видов свободноживущих инфузорий, 127 видов и форм в зоопланктоне (63 - коловраток, 37 - ветвистоусых и 27 - веслоногих ракообразных) и 162 таксона (в т. ч. 78 видов и форм) в зообентосе. В Ковалинском озере обнаружен один вид, занесенный в Красную книгу Республики Татарстан: водяной скорпион (*Nepa cinerea* L.). Другой вид, молочная планария (*Dendrocoelum lacteum* (Müll.)) ранее отмечен в Голубых озерах. Анализируя видовой состав беспозвоночных, следует отметить выделение обособленных групп озер, характеризующихся значительным сходством их фауны. Это, в первую очередь, группа Голубых солоноватоводных озер с уникальной

видовой структурой сообществ, доминированием гомотопных видов (водяного ослика и бокоплава) (Голубков и др., 2001). Наибольшее сходство в составе фауны беспозвоночных обнаружилось между озерами Большая Пучина и Малая Пучина (индекс Сёренсена - 0.60). Вторая группа включает большинство озер Лаишевского района, за исключением оз.Сапуголи и Черное (№ 116). Видовой состав фауны беспозвоночных оказался весьма сходным у озер Заячье и Столбище (индекс Сёренсена - 0.53). Несколько меньшее сходство обнаружилось между озерами Высокогорского и Зеленодольского районов (индекс Сёренсена < 0.50).

Судя по принадлежности к тому или иному классу качества вод, 28 обследованных озер и участки р. Казанки можно распределить в три следующие группы: 1 группа - "чистые - умеренно загрязненные" воды (классы II-III), включает 28.6% водных объектов (озера Белое, Р.М.Ковали, Архирейское, Черное (№ 117), участки р. Казанки: Куркачи, Бирюли, Усады);

2 группа - "умеренно загрязненные" воды (класс III); к этой группе относится половина обследованных водных объектов;

3 группа - "умеренно загрязненные - загрязненные-грязные" (классы III-Y), включает 21.4% особенно неблагополучных по биологическим показателям участки р.Казанки в районе пос.Дербышки (загрязненные-грязные воды, β - α -мезосапробная зона), ниже пос.Арска (умеренно загрязненные-грязные воды), озера Ковалинское (умеренно загрязненные-грязные воды), Свежее, Лесное, Столбище и Малая Пучина (умеренно загрязненные-загрязненные) (табл. 1).

Величины индексов сапробности, полученные с использованием списка организмов - индикаторов сис-

темы сапробности, в 28 озерах и участках р. Казанки менялись соответственно в пределах 0.9-3.5 и 1.1-2.5. Средние величины индексов для всех водных объектов составляют соответственно для инфузорий и зоо-

планктона 2.06 и 1.66 (β -мезосапробная зона загрязнения, класс качества вод - "умеренно загрязненные воды").

Таблица 1

Средние значения биологических показателей загрязнения обследованных водных объектов (ИС - индекс сапробности, ЗС - зона сапробности, ИВ - индекс Вудивисса, Кл.В. класс качества вод)

	ИС	ЗС	ИВ	Кл.В.	Качество вод
Голубое	1.29	о- β	4	III	Умеренно загрязненные
Большая Пучина	1.66	β -о	5	III	Умеренно загрязненные
Малая Пучина	1.70	β	4	III-IV	Умеренно загрязненные-загрязненные
Карасиное	1.97	β	5	III	Умеренно загрязненные
Кара-куль	1.65	β -о	6	III	Умеренно загрязненные
Мочальное	1.92	β	5	III	Умеренно загрязненные
Белое	1.96	β	8	II-III	Чистые-умеренно загрязненные
Русско-Марийск. Ковали	1.64	β -о	8	II-III	Чистые-умеренно загрязненные
Архирейское	1.69	β	7	II-III	Чистые-умеренно загрязненные
Ковалинское	2.14	β - α	3	III-Y	Умеренно загрязненные-грязные
Заячье	1.70	β	6	III	Умеренно загрязненные
Моховое	1.89	β	6	III	Умеренно загрязненные
Лесное	2.60	α	6	III-IV	Умеренно загрязненные-загрязненные
Саламыковское	1.76	β	5	III	Умеренно загрязненные
Сапуголи	1.53	о- β	5	III	Умеренно загрязненные
Свежее	1.94	β	4	III-IV	Умеренно загрязненные-загрязненные
Столбище	1.96	β	5	III	Умеренно загрязненные
Чистое	1.70	β	5	III	Умеренно загрязненные
Черное, № 116	1.78	β	5	III	Умеренно загрязненные
Черное, № 117	1.25	о	6	II	Чистые-умеренно загрязненные
Р. Казанка, ст.1	1.95	β	5	III	Умеренно загрязненные
Р. Казанка, ст.2	2.26	β - α	2	III-Y	Умеренно загрязненные-грязные
Р. Казанка, ст. 3	2.00	β	7	II-III	Чистые-умеренно загрязненные
Р. Казанка, ст. 4	1.81	β	6	III	Умеренно загрязненные
Р. Казанка, ст. 5	1.30	о- β	7	II	Чистые
Р. Казанка, ст. 6	1.84	β	7	II-III	Чистые-умеренно загрязненные
Р. Казанка, ст. 7	2.50	β - α	2	IV-Y	Загрязненные-грязные

Оценка качества вод на основе биотического индекса Вудивисса (для зообентоса) показала, что величины индекса находятся в пределах 2-8 ("грязные" - "чистые" воды). Средняя величина составляет 5.3, что соответствует классу "умеренно-загрязненных" вод. Полученные индексы сапробности и показатели качества вод дают основание считать типичным для обследованных водных объектов β -мезосапробный или класс качества вод - "умеренно загрязненные".

Сопоставление установленных гидробиологических индексов загрязнения с химическими параметрами качества воды и донных отложений конкретных водных объектов показывает, что не во всех случаях система сапробности и биотический индекс Вудивисса отражают реальную ситуацию в водоеме. Например, прибрежная зона оз.Белое характеризуется достаточно богатым набором относительно чувствительных к загрязнению олиго- β -мезосапробных видов. Однако скудость зообентоса, специфический видовой состав донной фауны в зоне профундали (обнаружены исключительно устойчивые к дефициту кислорода ли-

чинки *Chaoborus*), а также сильное "цветение воды", указывает на накопление значительного количества органических веществ в придонных слоях этого озера и в целом - на его эвтрофный статус. В оз.Карасиное бентосные организмы не обнаружены в глубинных участках дна, а в озерах Мочальное, Саламыковское и Столбище выявлены лишь личинки *Chaoborus*.

Наибольшее видовое разнообразие беспозвоночных обнаружено в водных объектах, принадлежащих к классам: "чистые - умеренно загрязненные" и "умеренно-загрязненные" воды. Анализ состава группы наиболее часто встречающихся и массовых таксонов показал, что существенных различий между тремя группами озер не имеется (табл. 2).

Состав доминирующих видов инфузорий одинаковый для всех трех выделенных групп. Наиболее широко распространенные виды (*Halteria grandinella*, *Cadonella cratera*) принадлежат к индикаторам α - β -мезосапробных зон загрязнения. Они обнаруживаются практически во всех озерах и нередко являются массовыми, формирующими показатели валовой плотно-

сти и биомассы инфузорий. Особых различий в составе группы наиболее часто встречающихся и доминирующих видов зоопланктона между тремя группами водных объектов также не выявилось.

Таблица 2

Наиболее часто встречающиеся таксоны беспозвоночных в трех группах водных объектов, выделенных в соответствии с их классом качества вод (подчеркнуты таксоны, для которых отмечено массовое развитие в одном или более водных объектах)

Классы II-III	Класс III	Классы III-V
Инфузории		
C. cratera, H. grandinella	<u>H. grandinella</u> , <u>C. cratera</u>	<u>H. grandinella</u> , C. cratera
Зоопланктон		
<u>K. longispina</u> , <u>A. priodonta</u> , <u>P. vulgaris</u>	<u>B. diversicornis</u> , <u>K. cochlearis</u> , <u>B. longirostris</u>	<u>B. longirostris</u> , <u>K. cochlearis</u> , <u>A. priodonta</u>
Зообентос		
Baetidae, <u>Corixidae</u> , Dytiscidae, Tanytarsini	<u>Corixidae</u> , <u>Ceratopogonidae</u> , <u>Chaoborus</u>	<u>Ceratopogonidae</u> , <u>Chironomini</u> , Procladius, Corixidae, <u>Ceratopogonidae</u> , <u>Chaoborus</u>

Коловратки *Brachionus diversicornis*, *Keratella cochlearis*, *Keratella longispina*, *Asplanchna priodonta* и ветвистоусый рачок *Bosmina longirostris* характерны для соответствующих комплексов мезотрофных-эвтрофных озер (α - β -мезосапробные зоны загрязнения). Напротив, зообентос характеризуется заметными различиями в составе широко распространенных и массовых видов фауны. Так, в водных объектах I группы (класс вод II-III), наряду с эврибионтными (безразличными к умеренному загрязнению) видами жуков и клопов, доминируют поденки сем. Baetidae и личинки хирономид Tanytarsini, - индикаторы отсутствия или слабого загрязнения. В 2 и 3 группах в число доминантов входят устойчивые к дефициту кислорода хаоборусы, эврибионтные личинки хирономид Chironomini и рода Procladius.

Сравнение величин качественного разнообразия беспозвоночных между выделенными группами показывает, что с увеличением степени загрязнения вод уменьшается количество выявленных таксонов в фауне инфузорий и в зообентосе (табл. 3).

Таблица 3

Средние значения ($M \pm m$) показателей беспозвоночных, содержания загрязняющих веществ в воде и донных отложениях в трех группах водных объектов, выделенных на основе гидробиологической оценки качества вод

Показатель	Классы II-III	Класс III	Классы III-V
Инфузории			
Число видов в	7.0 \pm 1.7	6.9 \pm 1.4	6.8 \pm 1.2

Показатель	Классы II-III	Класс III	Классы III-V
пробе			
Численность, тыс. экз/м ³	5.4 \pm 1.8	11.1 \pm 3.8	17.9 \pm 10.2
Биомасса, г/м ³	1.2 \pm 0.7	1.4 \pm 1.0	7.5 \pm 6.1
Зоопланктон			
Число видов в пробе	12.2 \pm 4.1	15.1 \pm 2.1	19.0 \pm 3.7
Численность, тыс. экз/м ³	149 \pm 85	109 \pm 37	418 \pm 217
Биомасса, г/м ³	1029 \pm 535	1515 \pm 735	2776 \pm 1315
Зообентос литорали			
Число видов в пробе	17.3 \pm 3.3	10.4 \pm 1.4	6.7 \pm 1.2
Численность, экз/м ²	1944 \pm 1422	172 \pm 30	570 \pm 399
Биомасса, г/м ²	5.8 \pm 2.2	2.7 \pm 0.8	7.3 \pm 5.9
Зообентос глубинных участков			
Число видов в пробе	9.6 \pm 3.2	4.5 \pm 1.1	6.2 \pm 0.8
Численность, экз/м ²	471 \pm 164	1492 \pm 466	1819 \pm 1005
Биомасса, г/м ²	3.9 \pm 1.8	12.7 \pm 4.4	15.1 \pm 10.1
Гидрохимические показатели			
Окисляемость, мгО/л	9.3 \pm 2.0	13.5 \pm 3.4	12.9 \pm 4.8
NO ₃ , мг/л	0.5 \pm 0.1	0.6 \pm 0.1	0.7 \pm 0.1
NH ₄ , мг/л	0.7 \pm 0.2	1.2 \pm 0.3	1.9 \pm 0.4
SO ₄ , мг/л	13.1 \pm 2.6	15.0 \pm 4.3	33.2 \pm 12.1
Zn, мг/л	0.5 \pm 0.2	0.7 \pm 0.3	1.7 \pm 1.4
Ni, мг/л	0.5 \pm 0.2	0.7 \pm 0.3	1.7 \pm 1.4
Концентрации металлов в донных отложениях			
Pb, мг/кг	3.4 \pm 0.4	3.5 \pm 0.4	3.9 \pm 1.0
Cu, мг/кг	24.9 \pm 2.4	27.7 \pm 7.9	29.3 \pm 2.2
Zn, мг/кг	65.0 \pm 6.9	76.1 \pm 6.4	88.0 \pm 8.0

Значения численности и биомассы инфузорий, зоопланктона и зообентоса глубинных участков максимальные в водных объектах 3 группы (класс III-V). Это связано с массовым развитием в загрязненной воде ограниченного числа видов - эврибионтов, отличающихся толерантностью к загрязнению и недостатку кислорода в толще воды. Литоральные зоны озер обычно населены относительно чувствительными к загрязнению организмами. При загрязнении водоема разнообразие и численность донной фауны прибрежной зоны резко уменьшаются.

Среди множества факторов, определяющих состав и количественное развитие беспозвоночных, а также величины индекса сапробности, наиболее важными являются морфометрические характеристики и других природных условий водных объектов, а также содержание в воде загрязняющих веществ. Показатели инфузорий характеризуются сильной зависимостью от гидрохимических параметров, отражающих трофический статус озер (ранговые коэффициенты корреляции Спирмена достоверные ($P < 0.05$). На численность и биомассу зоопланктона, напротив, больше

вливают природные характеристики конкретного озера. Они закономерно возрастают по мере увеличения площади, глубины и объема воды в озерах ($P < 0.05$). Значения индекса сапробности показывают слабую коррелятивную связь с природными характеристиками озер и сильную - с концентрацией загрязняющих веществ в воде.

Общим для обследованных озер является относительно высокое качественное разнообразие донной фауны в прибрежной зоне и скудость в глубоководных участках, где фауна представлена чаще всего обедненным составом хирономид и *Chaoborus*. Количество видов разнообразие и численность зообентоса закономерно возрастают по мере увеличения размер-

Причиной этого может быть значительное содержание органических веществ в воде и повышенная жесткость воды, оказывающих огромное влияние на снижение токсичности тяжелых металлов и ускоряющих осаждение их в виде биологически безвредных металлоорганических комплексов на дно водоема.

Таким образом, охрана водных объектов РТ в форме памятников природы не предотвращает негативные процессы - их деградацию. Загрязнение, заиливание,

ных характеристик озер, что связано с большим разнообразием экологических условий и типов местообитания в условиях крупных озер. В р.Казанке видовое разнообразие и количественные показатели зообентоса зависят в основном от скорости течения, характера грунта, наличия зарослей макрофитов, а также от степени загрязнения реки.

Несмотря на то, что содержание большинства тяжелых металлов выше в водных объектах 3 группы, величины коэффициентов ранговой корреляции между биологическими показателями и содержанием тяжелых металлов в воде и донных отложениях были низкими и в основном недостоверными ($P > 0.05$).

засорение прибрежной зоны мусором и многие другие виды влияния человека - остаются главными негативными факторами современного лимногенеза озерных экосистем. Ряд участков р.Казанки также находятся в крайне неблагоприятном состоянии. Требуется кардинальный пересмотр стратегии и разработки комплекса научно-технических мероприятий для охраны и рационального использования водных объектов, особенно охраняемых.

ЛИТЕРАТУРА

- Государственный реестр ООПТ Республики Татарстан. Казань: Магариф, 1998. 323 с.
- Озера Среднего Поволжья / Отв.ред. И.Н. Сорокин, Р.С. Петрова. Л.: Наука, 1976. 236 с.
- Голубков С.М., Монасыпов М.А., Яковлев В.А. Мингазова Н.М., Назарова Л.Б. макрозообентос солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья // Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья. Казань, Изд-во Казанского университета, 2001. С. 175-203.
- Яковлев В.А. Охраняемые водные объекты Республики Татарстан (состояние, таксономическая и гидробиологическая изученность, сравнительная характеристика зообентоса) // Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия. Матер. научно-практич. конф. г. Чебоксары, 23-25 мая 2000 г. Казань: Форт-Диалог, 2000. С. 239-245.