

К ПРОБЛЕМЕ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ РАИФСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Е.Н.Унковская, О.В.Палагушкина, О.Ю.Деревенская**, А.В.Бортыков*

* Волжско-Камский государственный природный заповедник, ** Казанский государственный университет,
г.Казань

Озеро и водосбор – единая система, в которой озеро является аккумулятором веществ, поступающих с водосборной площади. Любые изменения на водосборной площади воздействуют на процессы, протекающие в экосистеме водоема (Забелина и др., 1951; Реакция экосистем..., 1979).

Это актуально для озер и рек, расположенных на особо охраняемых территориях и являющихся эталонными водоемами для региона. Однако, антропогенное влияние интенсивно эксплуатируемой водосборной площади отражается на экологическом состоянии заповедных озер.

Подобная ситуация в течение нескольких десятилетий складывается для поверхностных вод Раифского участка Волжско-Камского заповедника, расположенного в Зеленодольском районе Татарстана. На небольшой площади (5971,2 га) находится 10 малых озер, объединенных реками Сумка и Сер-Булак. Выше границ заповедника на его водосборной площади расположены сельскохозяйственные угодья нескольких хозяйств, имеющих фермы КРС (1600-10000 голов), птицефабрику (на 150000 голов птицы), звероферму, склады химических удобрений. Населенные пункты (500-1500 жителей) расположены в непосредственной близости от рек или исследуемых озер. В результате сельскохозяйственных работ, роста населения, вырубки лесов происходит развитие эрозийных процессов и как следствие, значительное заиливание и уменьшение площади водного зеркала проточных озер, а также загрязнение биогенными веществами, поступающими с поверхностным стоком и сточными

водами, вызывающие эвтрофирование водоемов. Поэтому изучение озер заповедника направлено на оценку их экологического состояния и выявление закономерностей в изменении гидрологического и гидрохимического режимов, гидробиологических показателей при разнофакторной антропогенной нагрузке. Полученные результаты дали возможность разработать практические рекомендации для рационального природопользования на водосборной площади заповедника.

Комплексное изучение экологического состояния водоемов проводится с 1983 г. совместно с Лабораторией водных экосистем экологического факультета КГУ (под руководством д.б.н., проф. Н.М. Мингазовой). За период 1998-2001 г.г. выполнены ряд НИР, целью которых было выявления особенностей загрязнения озер каждым водотоком. Гидрологические наблюдения включали в себя измерение расходов воды и взвешенных наносов на 3-6 гидрометрических постах, расположенных по реке Сумка и её притокам при впадении и выходе реки из основных озер в период весеннего половодья. Полевые работы и расчет проводились по стандартным методикам. Выполнены отборы проб воды на химический состав и отбор планктонных проб в различные сезоны года на сети постоянных станций. Химический анализ проб (12-15 показателей) выполнялся в лабораториях КГУ и заповедника, а также в ЦСИАК Минприроды РТ (начальник Шагидуллин Р.Р.). Оценка качества воды вычислялась по эколого-санитарной классификации. Пробы фитопланктона отбирались в сезонной динамике по

стандартным методикам (Руководство..., 1983), определение велось по определителям (Дедусенко-Щеголева, Голлербах, 1962; Дробкова, Сорокин, 1979; Забелина и др., 1951; Киселев, 1954; Коршиков, 1953; Косинская, 1960; Паламарь-Мордвинова, 1982; Царенко, 1990). Биомасса фитопланктона определялась общепринятым расчетным способом, принимая, что 10^9 мкм^3 соответствует 1 мг сырой биомассы. Объемы водорослей приравнивались к объемам соответствующих геометрических фигур, удельный вес водорослей принимался равным 1. Для установления трофности водоема один раз в сезон вычислялся индекс трофности Миллиуса (Теоретические..., 1993). Трофический статус водоема оценивался по средней за вегетационный сезон биомассе с помощью классификации И.С.Трифоновой (1990). Пробы зоопланктона отбирали при помощи сети Джели с газом № 70 по горизонтам (Методические рекомендации..., 1982). Пробы в литоральной зоне отбирали процеживанием 50 л воды через сеть Апштейна с газом № 70. Для каждой станции рассчитывалась численность и биомасса зоопланктона, биотические индексы. Видовой состав выявлялся по общепринятым определителям (Определитель..., 1977, 1994, 1995). Индивидуальная масса зоопланктонов вычислялась по степенным уравнениям, связывающим длину организмов с их массой (Батушкина, Винберг, 1979а; 1979б). Для выделения трофического типа водоемов по величине биомассы зоопланктона использована классификация С.П.Китаева (1984). Доминирующие виды выделялись по численности и биомассе в соответствии с функцией рангового распределения (Федоров и др., 1977). Для оценки степени разнообразия и выровненности зоопланктонного сообщества рассчитывали индекс Шеннона (по численности и биомассе) индекс Симпсона (Shannon, Weaver, 1965). Для определения степени сапробности водоемов вычисляли индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973). Икhtiологические исследования проводились по стандартным методикам (Правдин, 1966).

Общий сток воды за период половодья (1998-2000 гг.) составил по постам от 0,4 млн. м^3 (р.Сер-Булак) до 6,1 млн. м^3 (р.Сумка, 32 кв.). Объем стока менялся в зависимости от характера снеготаяния, метеорологических условий и запасов снеговой воды. Наибольший суточный расход отмечен в пик половодья на посту реки Сумка в кв. 32 (после выхода из оз. Раифское) – 12,5 $\text{м}^3/\text{с}$, наименьший на реке Сопа и Сер-Булак (соответственно 1,5 и 1,2 $\text{м}^3/\text{с}$). Наибольший суточный расход взвешенных частиц наблюдался по реке Сумка на входе в оз. Раифское – 4,1 $\text{кг}/\text{с}$, на остальных постах по реке Сумка колебался в пределах 0,01-2,0 $\text{кг}/\text{с}$. Общий сток взвешенных наносов колебался в небольших пределах по постам, но наибольшее количество взвешенных частиц поступает по реке Сумка в озеро Раифское – 0,69 тыс. т, наименьшее по реке Сопа и Сер-Булак (0,06-0,01 тыс. т). Общий сток наносов распределяется по водотокам следующим образом: в оз. Белом осаждается до 26% наносов, в оз. Раифском из суммарных стоков собственно р.Сумка и её притока р.Сопа осаждается до 52% наносов, минимальный вклад вносит р.Сер-Булак.

По результатам химических анализов состояние основных водоемов Раифского участка в зимний период оценивалось от «достаточно чистых» (поверхностные слои воды), до «умеренно- и сильно загрязненных» (придонные слои воды). Постоянно при нейтральной реакции среды и сбалансированном составе основных ионов отмечались превышения ПДК по содержанию аммонийного азота (до 2,25 $\text{мг}/\text{дм}^3$), нитритного азота (до 0,06 $\text{мг}/\text{дм}^3$), фосфатов (до 0,86 $\text{мг}/\text{дм}^3$). Характерны для исследуемых озер низкие значения содержания растворенного кислорода (2,35-2,75 $\text{мг}/\text{дм}^3$ – 17-19 % насыщения), а также накопление в придонных слоях сероводорода (количество сероводорода и гидросульфитов – до 0,2 $\text{мг}/\text{дм}^3$). Для некоторых озер (оз.Линево, оз.Илантово, оз.Гнилое, оз.Долгое) зафиксированы высокие концентрации общего железа (до 4,49 $\text{мг}/\text{дм}^3$).

В летний период качество воды озер несколько ухудшается за счет изменения физических свойств воды (уменьшение прозрачности вследствие «цветения воды»), увеличения содержания органики (величин ХПК, БПК₅, накопления на дне фосфатов) на окисление которых расходуется значительное количество кислорода (дефицит кислорода в придонных слоях, иногда и по всей толще воды). Суммарная оценка колебалась по озерам и их глубинам от категории «достаточно чистых» до «сильно загрязненных вод» (рис.1).

В результате исследований фитопланктона выявлено 336 таксонов, принадлежащих восьми отделам с преобладанием зеленых (145 видов), эвгленовых (58 видов) и диатомовых водорослей (60). По численности доминировали сине-зеленые водоросли (*Anabaena flos-aquae* (Lyngb.)Breb., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, *Microcystis aeruginosa* Kutz. emend. Elenk, *M. pulvereae* (Wood)Forti emend. Elenk), эвгленовые (*Trachelomonas hispida* (Perty)Stein emend. Defl., *T.volvocina* Ehr), зеленые (*Coelastrum microporum* Nag., *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.)Chod., *Schijugatus* (Turp.) Kutz., *Dictyosphaerium pulchellum* Wood, *Tetradron caudatum* (Corda) Hansg.). Формирование биомассы шло за счет различных отделов водорослей.

В целом, наибольшее таксономическое разнообразие водорослей отмечается для озера Раифское – самого большого по площади и глубокого стратифицированного водоема. Видовой состав водорослей имеет большое количество видов, являющихся показателями текущего эвтрофирования водоемов. Большая часть исследуемых озер относятся к мезотрофному типу с чертами эвтрофирования. Для водоемов с летним пиком развития водорослей, как правило, наблюдается осеннее улучшение качества воды. Кроме того, фактором, сдерживающим эвтрофирование и следовательно, уменьшающим степень загрязнения, является процесс заболачивания и связанная с ним ацидификация. Наиболее низкотрофными и менее загрязненными являются заболачиваемые водоемы – Гнилое, Долгое болото. Наиболее загрязненным и эвтрофным оказалось озеро Карасиха, которое располагается в населенном пункте, и вероятно более всех других подвержено воздействию человека а также оз.Линево, испытывавшее экологическую катастрофу в 1986 г.

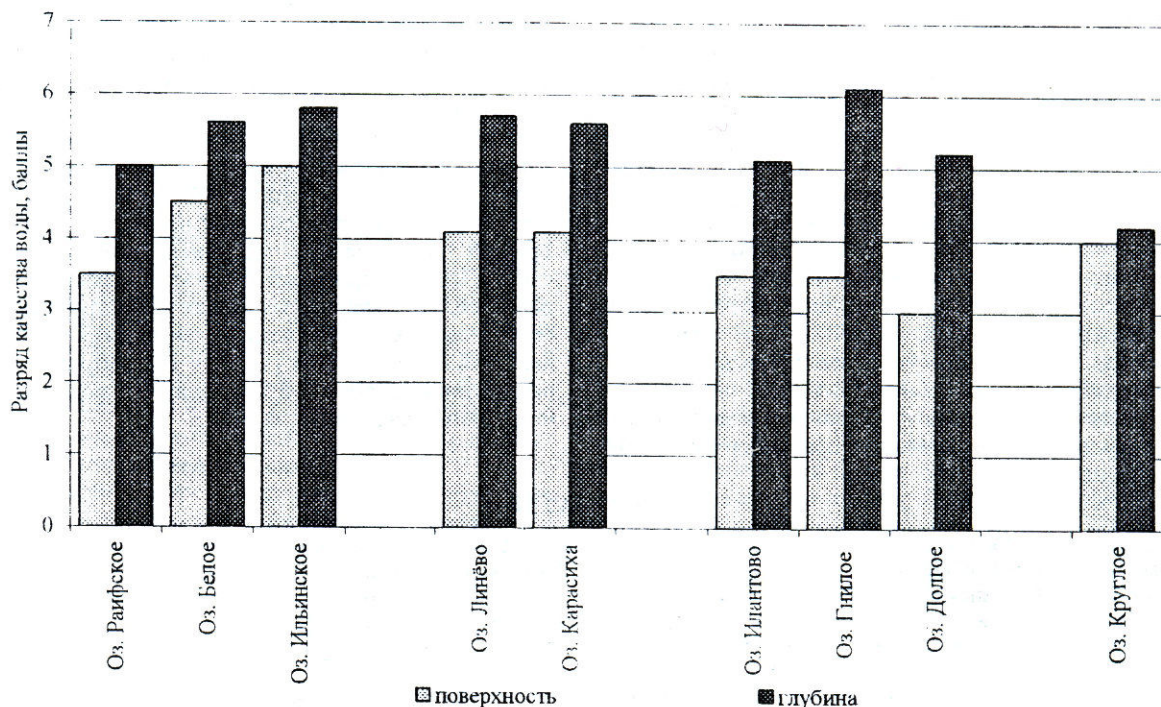


Рис. 3. Характеристика водоемов заповедника по разрядам качества воды.

Разряд качества воды: 1 – предельно чистая, 2 – очень чистая, 3 – вполне чистая, 4 – достаточно чистая, 5 – слабо загрязненная, 6 – умеренно загрязненная, 7 – сильно загрязненная, 8 – весьма грязная.

По результатам исследований зоопланктона выявлено 98 видов зоопланктона (*Rotatoria* – 46 вида, *Cladocera* – 35 видов и *Copepoda* – 17 видов). По численности в озерах обычно доминируют коловратки (*Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*), ветвистоусые ракообразные (*Daphnia cucullata*, *Bosmina longirostris*), по биомассе – коловратка *Asplanchna priodonta*, ветвистоусые ракообразные (*D. cucullata* и *B. longirostris*), веслоногие (*Mesocyclops leuckarti*). Используя различные показатели сообществ зоопланктона, можно дать оценку качества воды исследуемых водоемов. Значения индекса сапробности для озер заповедника изменялись за указанный период исследований от 1,52–1,59 (оз. Круглое, оз. Илантово) до 1,79–1,89 (оз. Раифское, оз. Белое), средние значения для остальных озер находились в пределах 1,6–1,7. По уровню загрязнения органическими веществами (по индексу сапробности) почти все озера являются β-мезосапробными (умеренно-загрязненные). По величине биомассы зоопланктона большинство озер соответствовали оценке (по классификации С.П. Кигаева) олиготрофно- и мезотрофным водоемам. Значения индекса видового разнообразия Шеннона подтверждают эти характеристики: H (индекс Шеннона) изменялся за период исследований от 1,46 (эвтрофный водоем) до 3,37 (олиготрофный водоем). Индекс доминирования Симпсона изменялся значительно и составлял 0,42–0,87, при этом минимальные значения отмечались для замкнутых и заболоченных озер, максимальные – для проточных. По сумме указанных

индексов наименее загрязненное с относительно устойчивой структурой зоопланктонного сообщества является озеро Раифское, что связано с морфометрическими параметрами водоема, его проточностью и гидрологическим режимом. Другие крупные озера системы р. Сумка загрязнены в различной степени: оз. Белое имеет оценки, позволяющие отнести его к мезотрофным и эвтрофным водоемам, оз. Ильинское, имея большую глубину и объем, характеризуется как олиго-мезотрофный водоем. Озера системы р. Сербулак сильно загрязнены органическими веществами и показатели зоопланктона указывают на эвтрофирование озер. Изменяется структура зоопланктонного сообщества, где ведущие значения занимают коловратки, увеличивается трофность, наблюдается уменьшение значений индекса доминирования, что указывает на нарушенность водных экосистем. Аналогичные характеристики свойственны и для замкнутых заболоченных озер Илантово, Гнилое, Долгое. При индексе сапробности 1,32–1,79 отмечаются низкие значения индексов Шеннона (не более 2,1) и Симпсона (до 0,7), что характерно для эвтрофных водоемов. Такие же показатели отмечаются и для озер, расположенных в охранной зоне (оз. Шатуниха и Круглое), что свидетельствует об антропогенной нагрузке и загрязнении этих водоемов.

В результате ихтиологических исследований установлено, что заморы рыб в зимний период являются основным фактором формирующим видовой состав ихтиофауны Раифского участка ВКГЗ. Так к 1994 г. из ихтиофауны оз. Раифское, вследствие заморы 1990–93

гг. выпали такие, ранее встречающиеся, вида как лещ и густера. Это было показано на выборках до 950 экз. контрольными ловами и анализом видового состава мальковых и личиночных проб. В результате обильного половодья весной 1999 и 2000 гг. гидротехническое сооружение на р.Сумка (водопрпускная дамба на участке между оз.Ильинское и оз.Раифское) было разрушено. Это позволило взрослым особям леща и густеры в период паводка проникнуть в оз. Раифское, где в 2000 г. отмечен их нерест. В 2001 г. в мальковых пробах обнаружены сеголетки леща и густеры (2,4 и 0,7% соответственно). Так же лещ отмечен в уловах рыболовов любителей. Весной 1986 г. подверглось замору оз.Линево, в течение всего года здесь отмечалась гибель рыбы, в том числе линя. В последующие годы это озеро подвергалось заморам в зимний период. Нашими исследованиями при выборках 480 экз.

(11 видов рыб) в 1994-95 и 97 гг. линь не был обнаружен в контрольных и мальковых уловах.

Экологическая ситуация, сложившаяся в пределах водосборного бассейна заповедника требует оптимизации ландшафтов бассейна, включающей в себя проведение гидротехнических и лесомелиоративных противозерозонных мероприятий, перераспределения типов угодий в непосредственной близости от водотоков. Для осуществления всех необходимых мероприятий требуются большие финансовые затраты. В связи с этим представляется целесообразным проведение мероприятий, направленных на нейтрализацию особо опасных для заповедника антропогенных воздействий на критических участках. План мероприятий разработан на основе НИР заповедника, представленных в Летописи природы за 1999 г.

ЛИТЕРАТУРА

- Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana: Univ. Illinois Press, 1965. 117 p.
- Sladeczek V. System of water quality from biological point of view. Egetnisse der Limnologie. Heft. 7., 1973, 218 p.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979 б. С. 58-72.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л., 1979 а., С. 169-172.
- Дедусенко-Щеголева Н.Т., Голлербах М.М. Определитель пресноводных водорослей, желто-зеленые водоросли, М.-Л., Издательство Академии Наук СССР, 1962. 272 с.
- Дедусенко-Щеголева Н.Т., Матвиенко А.Н., Шкорбатов Л.А. Определитель пресноводных водорослей, зеленые водоросли, М.-Л., Издательство Академии Наук СССР, 230 с.
- Драбкова В.Г., Сорокин И.Н. Озеро и его водосбор – единая природная система. Л.: Наука, 1979. 196 с.
- Забелина М.Н., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей, диатомовые водоросли, Советская наука, М., 1951. 619 с.
- Киселев И.А. Определитель пресноводных водорослей, пиропитовые водоросли, М., Советская наука, 1954. 212 с.
- Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.
- Коршиков О.А. Определитель пресноводных водорослей Украинской ССР, Киев, АНУССР, 1953. 439 с.
- Косинская Е.К. Флора споровых растений СССР, М.-Л., Издательство Академии Наук СССР, 1960. 704 с.
- Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод / Под ред. Г.Г. Винберга. Л., 1974. 60 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1982. 33 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 510 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Низшие беспозвоночные / Под ред. С.Я.Цалюхиной. С.-Петербург, Зоологический ин-т РАН, 1994. Т. 1. 396 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Ракообразные / Под ред. С.Я.Цалюхиной. С.-Петербург, Зоологический ин-т РАН, 1995. Т. 2. 628 с.
- Паламарь-Мордвинцева Г.М. Определитель пресноводных водорослей, зеленые водоросли, Л., Наука, 1982. 586 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
- Реакция экосистем озер на хозяйственное преобразование их водосборов. Л.: Наука, 1979. 240 с.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А.Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.
- Теоретические вопросы классификации озер, С.-П.: Наука, 1993. 360 с.
- Трифонов И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона, Л.: Наука, 1990. 184 с.
- Федоров В.Д., Кондрин Е.К., Левич А.П. Ранговое распределение численности фитопланктона Белого моря // Докл. АН СССР. 1977. Т.236, № 1. С. 264-267.
- Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев: Наукова думка, 1990. 206 с.