

И. В. Андреевкова, Т. В. Анисимова

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего профессионального образования «Смоленский государственный университет», Смоленск, Российская Федерация

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЁМОВ

Введение. Актуальной проблемой в настоящее время является ухудшение качества природных вод и состояния водных экосистем. В результате возрастающей антропогенной нагрузки происходит изменение химического состава вод, что влечёт за собой изменение условий обитания живых организмов и, как следствие, видового состава пресноводных экосистем. Значительное воздействие на качественный и количественный состав поверхностных вод оказывают промышленные и сельскохозяйственные стоки, сбросы коммунально-бытовых вод, использование водоёмов и водотоков в рекреационных целях. Водные экосистемы отличаются особой чувствительностью к нарушению химического состава воды и свойств биотопов. Токсичность многих веществ антропогенного происхождения для беспозвоночных гидробионтов в десятки и сотни раз выше, чем для теплокровных.

Целью данной работы является оценка экологического состояния водной среды озера Чистик с использованием биологического и гидрохимического анализа.

Основная часть. Озеро Чистик входит в Пржевальскую озёрную группу, находится на севере Смоленской области, на территории национального парка «Смоленское Поозерье», в 2,5 км от посёлка Пржевальское. Общая площадь озера составляет 57 га, максимальная глубина — 19,4 м, средняя глубина — 8,9 м. Озеро Чистик ледникового происхождения, поверхностный водосбор почти полностью отсутствует, что крайне редко для озёр северо-запада России. Котловина водоёма по происхождению является термокарстовой, основу питания озера составляют подземные источники.

Исследования экологического состояния озёр национального парка «Смоленское Поозерье» проводились в 1980—1990-е годы [1—3], основное внимание при этом уделялось биоиндикационным исследованиям. В настоящий момент, по наблюдениям работников парка, имеются основания полагать, что экологическое состояние водоёмов ухудшается.

Важнейший из приёмов биоиндикации водоёмов — это оценка видового биоразнообразия бентоса. В озере Чистик видовой состав бентоса представлен 5 типами (*Cnidaria*, *Plathelminthes*, *Annelides*, *Mollusca*, *Arthropoda*), включающими 8 классов, 17 отрядов, 33 семейства, 46 родов, 61 вид. В озере преобладают виды двух типов: моллюски и членистоногие.

Отмечены первичноводные (двустворчатые и гребенчатожаберные) и вторичноводные (пульмоната) виды моллюсков. Первая группа моллюсков использует кислород, растворённый в воде, а вторая — кислород воздуха. Двустворчатые моллюски адаптированы к пассивному типу питания, а это предполагает содержание в воде определённого количества органических веществ, на окисление которых расходуются повышенные объёмы кислорода, растворённого в воде. Лёгочные моллюски для дыхания используют в основном кислород воздуха. В озере Чистик встречаются и такие виды, которые живут только в условиях хорошего насыщения воды кислородом. Среди двустворчатых моллюсков это — *U. pictorum*, *U. limosus*, *P. anatica*, *C. crassa*, среди жаберных гастропод — *V. antiqua*. Они являются оксифильными видами.

Из представителей членистоногих преобладают отряды *Odonata* (личинки и имаго), *Coleoptera* (личинки), *Ephemeroptera* (личинки). Одни из них (стрекозы, подёнки, ручейники) адаптировались к использованию кислорода воды (с помощью трахейных жабр), а другие (жуки и их личинки) — к использованию атмосферного кислорода (дыхательные трубочки, физические жабры). Из стрекоз наиболее часто встречаются: *Libellula quadrimaculata*, *Somatochlora aenea*, *Cordulegaster annulatus*; из ручейников: *Ecnomus tennelus* (сем. *Ecnomadae*), *Limnephilus politus*, *Chaetopteryx villosa*, *Micropterna seque* (сем. *Limnephilidae*), *Odontocerum albicorne*, *Leptocerus tineiformis* (сем. *Odontoceridae*); из веснянок — *Neumora cinerea* (сем. *Nemouridae*). Все перечисленные виды насекомых обитают в водоёмах, насыщенных растворённым в воде кислородом. Эти виды можно использовать для тестирования оксифильных условий водоёма. Представители отряда Жуки могут обитать в различных водах, так как они используют в основном кислород воздуха и поэтому могут переносить недостаток его в воде и повышенное количество органических веществ и биогенов.

В озере Чистик из класса Ракообразных встречается речной рак. Это первичноводный вид, который весьма чувствителен к загрязнению воды и уменьшению количества кислорода в воде. Он является оксифильным видом. Из этого класса отмечен *Gammarus lacustris* (отряд *Amphipoda*). Этот вид обычно относят к оксифильным, но, так как он обитает в основном в зарослях растений, занимая определённую экологическую нишу, его можно считать эвриксильным видом.

Тип Кольчатые черви представлен в озере одним классом — Пиявки. Из этого класса обычно встречаются два вида одного семейства *Glossiphoniidae* (*G. complanata*, *H. stagnalis*). Эти виды могут обитать в различных водоёмах, где есть источник их питания и много органики. Они являются полиоксифильными видами.

Из представителей типа Плоские черви отмечен лишь один вид — белая планария. Этот вид обитает в водоёмах с высоким содержанием кислорода в воде и незначительным количеством органики. Его можно считать оксифильным видом и использовать в биотестировании условий среды водоёма.

Проанализировав видовой состав бентоса озера Чистик, можно отметить, что доминирующую группу составляют животные, обитающие в условиях хорошего насыщения воды кислородом, т. е. оксифильные виды. Жизнедеятельность этих видов непосредственно зависит от количества кислорода в воде. Их можно использовать в биотестировании оксифильных условий водной среды в качестве индикаторов.

Встречаются виды, жизнедеятельность которых не зависит от содержания кислорода в воде, так как они используют либо кислород воздуха, либо кислород, фотосинтезируемый растениями. Эти виды важной роли в биотестировании не играют, но всё-таки, если в водоёме резко снижается количество кислорода, их численность значительно уменьшается. Мезооксифильные и полиоксифильные виды могут быть использованы в определении тенденции развития водоёма. Увеличение их количества может быть результатом поступления дополнительного объёма органики, биогенов и ускорения процессов эвтрофикации.

Одновременно с биоиндикационными исследованиями было проведено определение химического состава воды озера Чистик.

Пробы воды для исследования отбирались в июне и сентябре 2012 года, т. е. в начале и конце летнего сезона, когда можно ожидать большую антропогенную нагрузку по сравнению с другими периодами года. Для отбора проб с учётом геоморфологии береговой линии были выбраны четыре створа, включающих места массового купания, малоиспользуемые участки побережья, участки естественного зарастания.

Полученные в ходе лабораторных исследований результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 — Химический состав воды озера Чистик

Показатель	Июнь	Сентябрь
Солесодержание, мг / л	133—138	133—134
pH	7,09—7,94	7,04—7,24
Содержание растворённого кислорода, мг О / л	6,05—9,40	6,99—8,33
Перманганатная окисляемость, мг О / л	1,84—4,72	4,08—5,84
Жёсткость, Ж _{общ} , мг-экв / л	2,5—2,9	3,1—4,2
Хлориды, мг / л	35,5—38,3	29,82—35,50

Окончание таблицы 1

Показатель	Июнь	Сентябрь
Сульфаты, мг / л	14,4—33,6	9,6—52,8
Нитраты, мг / л	1,4—3,2	0—0,1
Ионы аммония, мг / л	Следы	Следы
Железо общее, мг / л	0,04—0,36	0,08—0,40

Водородный показатель имеет во всех пробах значение, близкое к нейтральному (от 7 до 7,94). Относительное постоянство pH является важным показателем устойчивости биоценоза озера, так как все обитатели природных вод адаптированы к его определённому значению и в случае изменения могут погибнуть. Большинство живых организмов могут существовать лишь в средах, близких к нейтральным.

Общее солесодержание в озере незначительно и колеблется от 133 до 138 мг / л, что характеризует воду как ультрапресную (менее 200 мг / л).

В соответствии с общепринятой классификацией, по величине *жёсткости*, $J_{\text{общ}}$ вода в озере Чистик в начале сезона характеризуется как мягкая, в конце — средней жёсткости.

Содержание *хлоридов, сульфатов, железа, нитратов и ионов аммония* в воде незначительно, в разы ниже предельно допустимой концентрации даже для питьевой воды.

Важными характеристиками экологического состояния природных водоёмов являются значения содержания *растворённого кислорода* и *перманганатной окисляемости* воды. В течение летнего периода происходит последовательное увеличение количества органических веществ в озере, т. е. показатель перманганатной окисляемости увеличивается. При этом на окисление органики расходуется большое количество кислорода, следовательно, количество его уменьшается.

На основе принятой в гидрохимии классификации мы охарактеризовали качество воды озера Чистик по отдельным, наиболее репрезентативным с точки зрения экологии, показателям:

- содержание растворённого кислорода: в начале летнего сезона вода — от очень чистой до умеренно загрязнённой, в конце сезона — от чистой до умеренно загрязнённой;
- перманганатная окисляемость: в начале сезона — от чистой до загрязнённой, в конце — загрязнённая;
- содержание нитратов и ионов аммония: в течение всего сезона — очень чистая.

Более информативен комплексный показатель — индекс загрязнённости воды (ИЗВ); по нашим расчётам, его значение равно 0,23, что соответствует II классу качества воды (чистая).

Показатель	Исследования 2012 г., среднее значение	Литературные данные	
		1997 г. [3]	2003 г. [4]
рН	7,40	6	7,5
РК, мг О / л	8,10	7,6—9,0	8,4
Нитраты, мг / л	1,13	0—0,2	1,3
Общее солесодержание, мг / л	134,80	—	146,5

Представляло интерес сравнение полученных нами результатов с данными исследований 1997 и 2003 годов (таблица 2).

Сопоставление величин, с одной стороны, подтверждает достоверность наших данных, а с другой, — постоянство химического состава на протяжении уже многих лет свидетельствует о том, что, пока антропогенное воздействие на озеро не столь существенно, водоём за счёт природных механизмов самоочищения справляется с нагрузкой.

Закключение. Комплексная оценка экологического состояния водоёмов должна включать как биологические, так и химические исследования. Результаты изучения химического состава воды в большей степени характеризуют текущую ситуацию, а биоиндикационные исследования позволяют делать выводы об общих тенденциях сохранения или изменения определённого уровня состояния водоёма.

Впервые за последние десять лет был проведён комплексный химический и биологический анализ вод озера Чистик с учётом сезонности и геоморфологии береговой линии, по результатам наблюдений проведена оценка состояния водоёма. На основании анализа полученных результатов (с учётом литературных данных) сделан вывод о его благополучном экологическом состоянии. Однако, на наш взгляд, совершенно очевидна необходимость организации систематических комплексных наблюдений за состоянием экосистемы этого уникального озера.

Список цитируемых источников

1. *Андреевкова, И. В.* Теоретические и прикладные основы экологического мониторинга водной среды / И. В. Андреевкова, Н. Д. Кругло. // Проблемы разработки региональной модели устойчивого развития : докл. науч.-практ. конф. — Смоленск : СГПИ, 1997. — Вып. 1. — С. 418—424.
2. *Кремень, А. С.* Озёра Смоленской области. Комплексные и отраслевые географические исследования для целей народного хозяйства / А. С. Кремень. — Смоленск : [б. и.], 1997.
3. *Стеффенс, Э.* Анализ качества воды в озёрах Национального парка «Смоленское Поозерье» / Э. Стеффенс // Проблемы разработки региональной модели устойчивого развития : докл. науч.-практ. конф. — Смоленск : СГПИ, 1997. — Вып. 1. — С. 430—435.

4. *Хохряков, В. Р.* Озёра Национального парка «Смоленское Поозерье», их гидрологическая характеристика и современное состояние / В. Р. Хохряков, А. С. Кремень // Науч. исслед. в Нац. парке «Смоленское Поозерье» ; под ред. С. М. Волкова. — М. : НИА-Природа, 2003. — Вып. 1. — 288 с.

Материал поступил в редакцию 26.08.2014.

УДК55.1.763

А. И. Базык

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

СТРАТОТИП КОРЧЁВСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОКАЗА

Введение. Геологические объекты являются природными достопримечательностями нашей страны, имеющими огромное научное и культурно-просветительское значение. Их статус как особо охраняемых территорий закреплён в законодательных актах, в частности в Законе Республики Беларусь «Об особо охраняемых природных территориях» (1995). Количество охраняемых геологических объектов в нашей стране превышает 500. Следует констатировать, что ряд обнажений, имеющих стратотипическое значение, не вошли в указанный список.

Геологические памятники, или геотопы [16], представляют собой один из классов памятников природы, наряду с ботаническими, зоологическими, ландшафтными и др.

Геологические памятники природы являются специфическими объектами природного наследия, которые, по сути, создают музеи под открытым небом, представляют большую научную, познавательную и образовательную ценность. Возможности использования геологических памятников природы в туризме рассматриваются в работах А. В. Лапо [8], А. А. Аленичевой [12, с. 4—9], Д. В. Ворощука [12, с. 19—23] и др.

Необходимым признаком геологических памятников, помимо указанных выше требований ко всем памятникам природы, является их хорошая обнажённость, или морфологическая выраженность.

Основная часть. В контексте нашего исследования остановимся на природных объектах стратиграфического назначения. К таковым могут относиться естественные или искусственные обнажения стратифицированных образований, коррелируемые с типовыми аналогами. Обнажения представляют собой последовательность слоёв, охарактеризованных по седиментологическим, биостратиграфическим, палеомагнитным и другим признакам.