

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ КАК ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА

Д.М. Безматерных, И.А. Архипов, О.С. Бурмистрова, В.Г. Ведухина,
А.В. Котовщиков, Е.Н. Крылова, М.И. Соколова

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, bezmater@iwep.asu.ru

Применяемые в настоящее время методы физического, химического и санитарно-микробиологического анализа не могут дать полной оценки воздействия человека на окружающую среду. Во-первых – эти методы отражают ситуацию непосредственно в период отбора проб, биологический же метод позволяет обнаружить воздействия на водоем, предшествующие времени анализа. Во-вторых – невозможно определять все известные и искать неизвестные виды загрязнителей воды, биологические объекты реагируют на все виды загрязнений независимо от их природы и дают интегральную характеристику качества воды как среды обитания [7]. Поэтому для комплексной оценки экологического состояния водоемов и их водосборов, находящихся под воздействия целого комплекса разнообразных природных и антропогенных воздействий, необходимо использование методов биоиндикации, наиболее полно отражающих качество окружающей природной среды.

Телецкое озеро (рис. 1) – глубоководный пресноводный богатый кислородом холодноводный проточный горный водоем [10]. Восточный берег озера и часть акватории входят в состав Алтайского государственного природного заповедника и включены ЮНЕСКО в список объектов мирового наследия. Экосистемы холодноводных олиготрофных озер наиболее уязвимы к внешнему воздействию. Невысокое обилие гидробионтов в подобных водоемах не позволяет им в полной мере утилизировать поступающие с водосбора взвешенные и слаборастворимые в воде вещества, которые могут существенно изменить интенсивность внутриводоемных процессов (фотосинтез, дыхание и пр.).

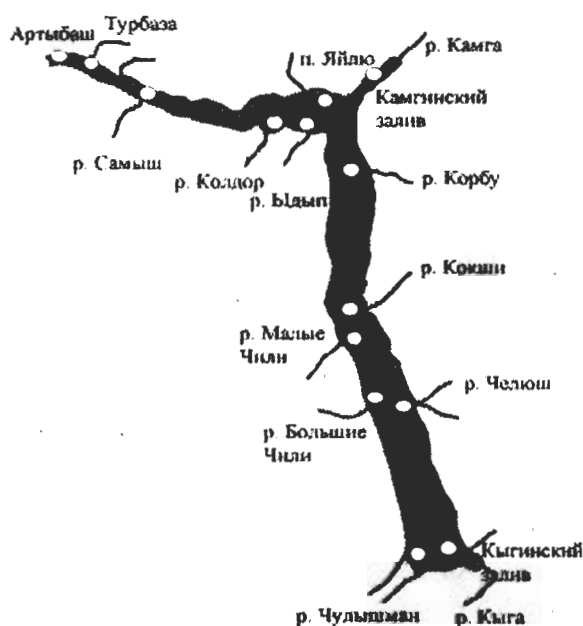


Рис. 1. Станции отбора гидрохимических и гидробиологических проб на Телецком озере (показаны белыми кружками)

Для почв водосборного бассейна озера характерны горно-лесные дерново-глубокоподзолистые, горно-лесные серые оподзоленные и горно-лесные бурые с сильнокислой реакцией среды, что в сочетании с обилием осадков способствуют выносу микроэлементов и их миграции в экосистему Телецкого озера. Притоки озера характеризуются незначительной минерализацией воды и малым содержанием органических веществ, за последние 70 лет гидрохимические показатели существенных изменений не претерпели [2].

Основной экологической проблемой в бассейне Телецкого озера являются нарушение природных комплексов под воздействием населенных пунктов, инфраструктуры туристических баз, потока туристов, а также водного транспорта. Перечисленные источники сосредоточены в северо-западной части озера. Здесь располагаются наиболее крупные населенные пункты – пос. Артыбаш и Иогач, а также основная часть туристических баз. В результате их воздействия происходит локальное загрязнение грунтовых и поверхностных вод хозяйственно-бытовыми и фекальными сточными, а также инфильтрационными водами (с территорий населенных пунктов, туристических баз и свалок). Загрязнение акватории происходит так же при поверхностном плоскостном смыве с селитебных территорий. Несмотря на оказываемое воздействие незначительные количества фосфатов, отсутствие солей азотистой кислоты в целом указывает на чистоту воды Телецкого озера. Величины отношений общих и минеральных форм азота и фосфора в целом характеризуют озеро, как олиготрофный водоем. По концентрации кислорода, БПК₅ и перманганатной окисляемости, за исключением отдельных литоральных участков вода озера соответствует классам «предельно чистых», «очень чистых» и «чистых» вод.

Однако вода озера все больше загрязняется минеральными формами азота, фенолами и нефтепродуктами. Одной из основных причин увеличения концентрации нефтепродуктов в озере являются плавсредства. Водный транспорт Телецкого озера в большей части (80%) состоит из маломерных судов и представляет собой нестационарный источник загрязнения. Общее количество плавсредств в настоящее время достигает 100.

Лучшим индикатором эвтрофирования водных объектов является фитопланктон. Имеется прямая зависимость между продуктивностью фитопланктона и содержанием фосфора, что позволяет прогнозировать процессы эвтрофикации уже на ранних стадиях. Это делает возможным показатели количественного развития фитопланктона использовать для определения трофности водоема. Составной частью гидробиологического мониторинга водных экосистем является изучение пигментных характеристик фитопланктона. Информативность определения содержания основного фотосинтетического пигмента – хлорофилла «а» в единице объема воды как показателя уровня развития водорослей, степени трофности и экологического состояния водоемов постоянно подчеркивается в отечественных и зарубежных исследованиях [1].

На основании анализа многолетней динамики пигментных характеристик фитопланктона в истоке реки Бия установлено отсутствие статистически достоверных отличий состава, количества и физиологического состояния водорослей в поверхностном слое воды Телецкого озера и в истоке р. Бии [6]. Выбор этого пункта важен для мониторинга экосистемы Телецкого озера. Пределы колебаний концентрации растительных пигментов и их межгодовая динамика достаточно стабильны. Полученные данные свидетельствуют о стабильном олиготрофном статусе Телецкого озера и малой степени его антропогенной трансформации в настоящее время, только литоральные участки озера можно охарактеризовать как мезотрофные [9].

Интегральными показателями состояния водных экосистем по уровню развития макрофитов являются видовое разнообразие и биомасса. В настоящее время в гидрофильной флоре Телецкого озера обнаружено 62 вида и гибрида сосудистых растений. Несмотря на наличие неблагоприятных для роста и развития растений условий, видовое разнообразие растительности сопоставимо с таковым в крупных глубоководных озерах Северо-Западного региона России. По результатам исследований в 2004-2006 гг. интенсивность зарастания Телецкого озера, выражаемая в весовых единицах сырой надземной массы, продуцируемой макрофитами, в среднем была равна 1092.6 г/м², что по шкале интенсивности зарастания характеризует Телецкое озеро как слабо зарастающий водоем [3]. Индекс сапробности литорали Телецкого озера по составу макрофитов колебался в пределах от 1.03 до 1.72. Наибольший индекс отмечен в южной части озера в пойме р. Чулышман и Кыгинском заливе (1.72 и 1.68 соответственно), что соответствуют бета-мезосапробному классу (вода с незначительным содержанием органических веществ и продуктов их минерализации). Средний индекс сапробности литоральной зоны озера Телецкое, составляет 1.43 ± 0.08 , что соответствует олигосапробной зоне (чистая вода)

Зоопланктон является лучшим индикатором не столько пространственного, сколько временного, в частности, сезонного изменения качества вод в целом по водному объекту и на отдельных его участках, он оперативно реагирует на быстро происходящие изменения условий окружающей среды. По показателям зоопланктона Телецкое озеро в основном относится к олиготрофному типу с олигосапробными условиями, но периодически наблюдаются мезосапробные условия, которые могут быть вызваны реакцией на локальное антропогенное загрязнение воды. Для мониторинга Телецкого озера по зоопланктону могут быть использованы

следующие биоиндикационные показатели: видовой состав, соотношение основных таксономических групп, соотношение биомассы и численности (B/N), коэффициент трофии и показатель трофии, индекс сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека, индекс разнообразия по Шеннону.

Зообентос отличается стабильной локализацией на определенных местах обитания в течение длительного времени, поэтому он является удобным объектом для наблюдений за антропогенной сукцессией и процессами самоочищения водных экосистем. В состав зообентоса входят наиболее долгоживущие группы гидробионтов – моллюски и олигохеты, продолжительность жизни которых достигает нескольких лет, причем на их долю приходится большая доля биомассы зообентоса на многих водоемах и водотоках [5]. Такие долгоживущие компоненты биоты являются хорошими индикаторами хронического загрязнения и устойчивости экосистемы. Донные беспозвоночные являются основой систем биоиндикации стран ЕС и США, именно по составу и структуре их сообществ предложено наибольшее количество методов биоиндикации.

Использование разнообразных индексов, основанных на учете качественных и количественных показателей олигохет, показало, что в целом, воды Телецкого озера относятся к классу чистых. Наиболее чистым участком озера является центральная, глубоководная часть. Районы впадения крупных притоков озера отличаются повышенным содержанием органических веществ по сравнению с центральным районом. В целях биоиндикации качества вод озера целесообразно использовать индексы Бринкхурста и Цанера.

В целом, Телецкое озеро можно отнести к олиготрофным водоемам с чертами мезотрофности в заливах и устьях крупных притоков. Это подтверждается как нашими данными, так и данными других исследователей: по фитопланктону – отношение количества видов *Agarhales* к *Centrales* составляет 0,42, низкие количественные показатели (численность 1.3-513.8 тыс.кл./л, биомасса в большинстве случаев меньше 100 мг/м³); по фитобентосу – биомасса водорослей – 0.002-132.0 г/м², при наибольшем разнообразии диатомовых (Митрофанова и др., 2001); по зоопланктону – преобладание видов характерных для олиготрофных водоемов, максимум биомассы в августе в сезонном аспекте и в слое термоклина по вертикали [4].

Работа поддержана грантом СО РАН для молодых ученых и грантом РФФИ 04-04-49257а.

[1] *Безматерных Д.М., Кириллов В.В., Кириллова Т.В.* Индикация экологического состояния водных объектов по составу и структуре биоценозов // Межрегиональный медико-экологический форум: Сборн. матер. Барнаул: АзБука, 2006. С. 75-79.

[2] *Зарубина Е.Ю., Долматова Л.А., Соколова М.И.* Гидрохимический режим приустьевых участков притоков Телецкого озера // Ползуновский вестник. 2006. № 2-1. С. 279-285.

[3] *Зарубина Е.Ю., Соколова М.И.* Продукционные характеристики макрофитов Телецкого озера. Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: Мат. V Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АзБука, 2006. С. 90-91.

[4] *Зуйкова Е.И.* Сезонная динамика численности и биомассы зоопланктона Телецкого озера // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири: Материалы науч. конф. – Новосибирск, 1997. С. 207-208.

[5] *Качалова О.Л.* Моллюски и олигохеты как показатели сапробности рек Латвийской ССР // Теория и практика биологического самоочищения загрязненных вод. М., 1972. С. 169-172.

[6] *Кириллова Т.В.* Пигментные характеристики фитопланктона Телецкого озера: Автореф. дис. канд. биол. наук. – М., 2006. 25 с.

[7] *Макрушин А.В.* Биологический анализ качества вод / Под ред. Г.Г. Винберга. – Л.: АН СССР, 1974. 60 с.

[8] *Митрофанова Е.Ю., Зарубина Е.Ю., Кириллова Т.В., Ким Г.В.* Структурно-функциональные характеристики биоценозов Телецкого озера // VIII съезд Гидробиологического общества РАН: Тез. докл. – Калининград, 2001. Т.1. С. 192-193.

[9] *Митрофанова Е.Ю., Кириллов В.В., Котовицков А.В.* Зимний фитопланктон и его роль в сохранении адаптивного потенциала экосистемы глубокого озера // Ползуновский вестник. 2006. № 2-1. С. 365-368.

[10] *Селегей В.В., Селегей Т.С.* Телецкое озеро. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. 167 с.

УДК 5(063)+33(063)+9(063)
М 314

Материалы V конференции молодых ученых СО РАН, посвященной М. А. Лаврентьеву (Новосибирск, 20–22 ноября, 2007 г.) / Новосибир. гос. ун-т. Новосибирск, 2007. Часть II. Науки о жизни, науки о Земле, экономические и гуманитарные науки. 232 с.

ISBN 978-5-94356-579-3

Оргкомитет конференции

Председатель – академик В. И. Молодин

Ученый секретарь – канд. геол.-минер. наук Е. М. Высоцкий

академик А. П. Деревянко

академик Н. Л. Добрецов

академик Ю. Л. Ершов

академик В. В. Кулешов

академик В. Н. Пармон

академик А. Н. Скринский

академик В. М. Титов

академик В. К. Шумный

канд. физ.-мат. наук В. Б. Барахнин

канд. хим. наук А. А. Ведягин

канд. социол. наук Е. С. Гвоздева

Д. Ю. Ощепков

Ф. В. Подгорный

канд. ист. наук А. А. Цыбанков

канд. физ.-мат. наук А. А. Чесноков

канд. биол. наук Я. В. Колодяжная

канд. хим. наук А. В. Матвеев

канд. хим. наук Е. В. Староконь

канд. хим. наук А. П. Сукнев

Д. Ф. Хабибулин

А. В. Губарь

Н. В. Мезенцева

Организация и проведение конференции осуществлено
Советом научной молодежи СО РАН

ISBN 978-5-94356-579-3

© Новосибирский государственный
университет, 2007