На правах рукописи

АРТЕМЕНКО Борис Александрович

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ МИАСС (В ПРЕДЕЛАХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ)

03.02.08 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Омск – 2012

Работа выполнена на кафедре общей экологии ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет» и кафедре зоологии ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный педагогический университет»

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Лихачев Сергей Федорович

Официальные оппоненты: доктор ветеринарных наук, профессор
Шведов Сергей Иннокентьевич

кандидат биологических наук, доцент
Левых Алена Юрьевна

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Марийский государственный университет»

Защита состоится «__»_____2012 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.177.05 в Омском государственном педагогическом университете по адресу: 644099, г. Омск, наб. Тухачевского, 14.

Телефон/факс: (3812) 23-12-20, e-mail: kolpakova@omgpu.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Омского государственного педагогического университета по адресу: г. Омск, наб. Тухачевского, 14.

Автореферат разослан «__»_____2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук,
доцент Т.Ю. Колпакова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Роль ресурсов поверхностных вод в жизни и производственной деятельности человека чрезвычайно велика. Они используются для водоснабжения и орошения, ведения промысла, транспорта, производства электроэнергии и промышленных товаров. Бурное развитие экономики в XX в. привело к резкому возрастанию количества всевозможных отходов и массовому заражению водных объектов, причем часто такими веществами, которых нет в естественном состоянии. Все это приводит к засорению, истощению и загрязнению водных объектов (Биоиндикация…, 2007).

В связи с этим охрана поверхностных вод от загрязнения является актуальной задачей. Одним из важных направлений охранной деятельности выступает мониторинг поверхностных вод, что отражено в нормативно-правовых документах, таких, как Водный кодекс РФ от 03.06.2006 г. №74-ФЗ с изменениями и дополнениями от 28.12.2010 г.

В настоящее время государственная служба наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) проводит наблюдения за загрязнением вод и руководствуется документом РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям» (2002), Р 52.24.309-2004 «Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Росгидромета» (2005).

Комплексные исследования в рамках вышеприведенных нормативных документов успешно проведены для водохранилищ Красноярска (Е.С. Кравчук, 2004); водоемов Псковской области (Д.Н. Судницына, 2005); для реки Малая Кокшага в пределах г. Йошкар-Олы с использованием *Daphnia magna* Straus и *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg (П.В. Бедова, 2007).

В целом ряде исследований авторы предлагают различные объекты для оценки качества воды, в большей степени основываясь на их видовом составе: О.П. Баженова (2005), О.П. Баженова, Н.Н. Барсукова, О.А. Коновалова (2010), Н.Н. Барсукова (2011) – для реки Иртыш и ее притоков; Т.В. Никулина (2006) – для реки Раздольная Приморского края; Л.В. Тумбинская (2006) – для реки Москвы и ее притоков в черте г. Москвы; И.Н. Стерлягова (2009) – для рек Кожма и Щугор (республика Коми) и Ю.Н. Шабалина (2009) – для бассейна реки Ижма (республика Коми) и др.

Что касается непосредственно объекта нашего исследования – реки Миасс, являющейся крупной водной артерией Челябинской области и используемой для промышленных и хозяйственно-бытовых нужд населения, с двумя водохранилищами: Аргазинским и Шершневским, – то за последние десятилетия ее русло

подверглось сильному антропогенному воздействию. На берегах реки размещаются крупные предприятия, жилмассивы, организовано много санкционированных и несанкционированных мест отдыха населения. В связи с этим воды реки стали сильно загрязнены. Мощное воздействие антропогенного фактора нарушило гидрохимию вод реки Миасс, вследствие чего значительно вырос уровень эвтрофии водоема. Это явление наблюдается с мая по сентябрь-октябрь, но особенно хорошо прослеживается в летний период. Работ, подобных приведенным выше, до настоящего времени для реки Миасс не проводилось, за исключением оценки экологического состояния воды Шершневского водохранилища (Ю.И. Сухарева, Н.И. Ходоровская, С.Г. Ницкая, Л.В. Дерябина, Е.В. Гаврилова, Е.А. Пряхин, В.А. Ячменев (2002, 2007, 2009), где в качестве тест-объектов использованы виды отдела Cyanoprokaryota.

Цель работы: провести комплексную оценку класса трофности воды реки Миасс с помощью физико-химических и гидробиологических показателей. Для достижения поставленной цели были решены следующие **задачи:**

1. Изучить видовой состав цианопрокариот на разных станциях отбора проб.

2. Определить и проанализировать физико-химические показатели воды реки Миасс.

3. Используя цианопрокариот в качестве тест-объектов, определить сапробиологическое состояние реки Миасс.

4. Выявить динамику видовой структуры доминирующего комплекса цианобактерий.

5. На основании гидрохимических и гидробиологических показателей суммарно оценить класс трофности и качество воды реки Миасс на разных станциях.

Научная новизна исследования. Впервые на достаточно большом территориальном выделе (более 260 км) проведено комплексное экологическое исследование воды реки Миасс в пределах городской агломерации – г. Челябинска и ряда административно-территориальных центров (г. Миасс, с. Миасское, д. Бутаки) – и установлена зависимость между физико-химическими и гидробиологическими показателями в определении трофического состояния водоема. Выявлено, что в реке Миасс в летний период происходит массовое развитие цианобактерий со сменой доминирующих видов сообществ. Для сообществ цианобионтов реки Миасс рассчитаны: показатель видового богатства (R), индекс видового разнообразия Шеннона (H), индекс полидоминантности (P), индекс выравненности Пиелу (E), индекс доминирования Симпсона (C). Определены

доминирующие виды сообществ цианобионтов. На основании качественных и количественных данных выявлены индикаторная значимость доминирующих групп цианопрокариот, их сапробность и качество воды реки Миасс на разных станциях и в разные годы исследования.

Теоретическая и практическая значимость работы. Результаты исследования расширяют представления о влиянии экологических факторов на количественное развитие, сукцессию цианобактерий и показывают целесообразность использования этой группы организмов в качестве индикаторов состояния водных объектов. Это позволяет прогнозировать трансформацию водной экосистемы при дальнейшей антропогенной нагрузке. Результаты работы представляют научный и практический интерес в сфере изучения закономерностей сезонной динамики видовой структуры доминирующего комплекса цианобактерий в проточных водных экосистемах на примере реки Миасс.

Материалы диссертации используются в учебном процессе в рамках курсов «Биоиндикация качества воды и степени загрязнения водоемов», «Гидробиология», «Экологический мониторинг» на кафедре общей экологии ФГБОУ ВПО «Челябинский государственный университет», а также при проведении занятий с учащимися г. Челябинска на базе МБУДОД «Центр детский экологический (эколого-биологический)» г. Челябинска, в качестве рекомендаций для промышленных предприятий.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Для оценки трофности водоемов следует учитывать видовой состав планктона и его численность, а также физико-химические показатели воды и концентрацию биогенных элементов.

2. В пределах исследованных станций наблюдается изменение оценки суммарного класса трофии и качества воды реки Миасс при различном характере антропогенного воздействия.

Апробация работы. Материалы диссертации и отчеты о работе были представлены на заседаниях кафедр ботаники и зоологии (2008-2010 гг.), анатомии, физиологии человека и животных (2011 г.) ЧГПУ; на V Международной научно-практической конференции «Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития» (Ишим, 2010); XLVIII Международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс» (Новосибирск, 2010); III Международной научно-практической очно-заочной конференции «Адаптации биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды» (Челябинск, 2010); Международной научной конференции, посвященной 110-летию А.А. Уранова «Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники,

систематики и флористики» (Кострома, 2011); II Всероссийской конференции «Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге» (Сыктывкар, 2009); Всероссийской научной конференции посвященной памяти Л.В. Бардунова «Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии» (Иркутск, 2010); Всероссийской с международным участием молодежной научной конференции «Биология будущего: традиции и инновации» (Екатеринбург, 2010); II заочной Всероссийской научно-практической конференции «Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества» (Челябинск, 2011).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ, из них 2 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Общий объем публикаций – 4,29 п.л.

Структура и объем диссертации. Текст диссертации составляет 131 страницу и включает Введение, 3 главы, Заключение, Выводы, Предложения и Приложения, содержит 12 таблиц и 18 рисунков. Список литературы представлен 157 источниками, в том числе 28 – на иностранных языках.

Личное участие автора в получении научных результатов. Исследование содержит фактический материал собранный лично автором в период с 2007 по 2011 гг. Соискателем разработана идея, определены цель, задачи и программа исследования. Самостоятельно выбраны методы исследования, собран полевой материал, проведена его камеральная и статистическая обработка. Самостоятельно написаны статьи и текст диссертации.

Благодарности. Работа над диссертацией сопровождалась поддержкой глубокоуважаемых коллег, которым я выражаю искреннюю признательность. Особую благодарность мне хотелось бы выразить, д.б.н., профессору С.Ф. Лихачеву, под чьим пристальным руководством было выполнено настоящее исследование. Искренне и сердечно выражаю благодарность заведующей кафедрой общей экологии Челябинского государственного университета, д.б.н., доценту И.А. Гетманец, за всестороннюю поддержку и бесценное консультирование на всем протяжении подготовки настоящей работы. А также признателен за помощь в определении видовой принадлежности цианопрокариот заведующей лабораторией физической и химической экологии Челябинского государственного университета, альгологу М.Л. Шиманской. От всего сердца выражаю искреннюю признательность и вечную благодарность моим родителям, а также родным и близким мне людям за поддержку и всестороннюю помощь на всех этапах выполнения работы.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БИОИНДИКАЦИИ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

1.1. Источники загрязнения и мониторинг поверхностных вод

Описаны причины, типы загрязнения и засорения водотоков. Приведена классификация загрязняющих веществ, а также методологическая база мероприятий мониторинга поверхностных вод (принципы, последовательные этапы, критерии к установлению пунктов наблюдений разных категорий).

Анализ описанных категорий пунктов наблюдений, а также особенностей физико-географического размещения и административно-территориальной привязки реки Миасс позволил установить по течению реки пункты, относящиеся ко всем 4 категориям, где были проведены заборы проб.

1.2. Подходы к оценке экологического состояния поверхностных вод

Приведены различные методы оценки качества воды природных водоемов: гидрохимические и гидробиологические. Отмечены их преимущества и недостатки. Особое внимание уделено биоиндикационному направлению R. Kolkwitz, M. Marsson (1902). Показано, что различные группы гидробионтов могут индуцировать характер загрязнения воды. Выделено несколько универсальных реакций сообществ водных организмов на ухудшение качества воды (видовое разнообразие, обилие и т.д.).

Кроме того, охарактеризован один из гидробиологических методов оценки качества воды – сапробность – и показана эволюция этого понятия в работах различных авторов (R. Kolkwitz, M. Marsson, 1908, 1909; Г.И. Долгов, Я.Я. Никитинский, 1927; V. Sladeček, 1973). Представлен анализ классификаций зон сапробности разных авторов (R. Kolkwitz, M. Marsson, 1908, 1909; M. Zelinka, P. Marvan, 1961; V. Sladeček, 1973)

В своей работе, согласно цели и задачам исследования, для оценки степени сапробности воды реки Миасс мы используем систему, предложенную Р. Кольквитцем и М. Марссоном, но следуя В. Сладечеку, считаем, что сапробность постоянно изменяется под влиянием факторов среды.

1.3. Обзор физико-химических и гидробиологических исследований водоемов Челябинской области

Отмечены этапы становления гидробиологического и гидрохимического изучения водоемов Челябинской области. Приведены результаты исследований по вопросам инвентаризации альгофлоры (С.К. Осипов, Н.В. Бондаренко, 1936; А.О. Таусон, 1939; А.В. Подлесный, В.И. Троицкая, 1941; Л.Н. Александровская,

Р.М. Сергеева, Л.В. Флейшер, 1975, 1979а, 1979б, 1989; М.И. Ярушина, 1971; Р.М. Сергеева, Л.В. Флейшер, 1983; М.И. Ярушина, Т.В. Еремкина, 1999, 2000, 2001, 2004а, 2004б, 2006, 2007; Л.В. Снитько, Р.М. Сергеева, 2003; М.И. Ярушина, Г.В. Танаева, Т.В. Еремкина, 2004; Т.В. Еремкина, 2010 и др.). Отмечены и те, которые включали разработку вопросов прикладного характера (М.В. Панина, 2002, 2003, 2006; М.В. Панина, Г.Ф. Лонщакова, 2003; С.Г. Захаров, К.А. Пономарева, 2007 и др.). Охарактеризован новый этап изучения водоемов Челябинской области с помощью индикаторных таксонов разных представителей фауны (Ю.А. Серебренникова, 2007, 2009; Ю.А. Серебренникова, С.Ф. Лихачев, 2009; С.Ф. Лихачев, Л.В. Трофимова, 2010; Л.В. Трофимова, О.А. Мячина, В.В. Гуляева, 2010; Л.В. Трофимова, 2011 и др.).

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Физико-географическая характеристика объекта исследования

Охарактеризовано географическое положение бассейна реки Миасс. Описаны особенности строения долины и русла реки. Указаны факторы антропогенного преобразования стока реки (Ресурсы .., 1973; Влияние .., 1977; М.А. Андреева, 1983; А.Я. Румянцева, 1988; М.А. Андреева, В.Б. Калишев, 1991; А.М. Гареева, 1995; Природа .., 2000; М.В. Панина, 2006).

2.2. Обоснование выбора района исследования

Исследования проведены в средней части бассейна реки Миасс – от Аргазинского водохранилища до реки Зюзелги, включая ее бассейн, что соответствует II-ому и III-ему участкам русла реки, то есть от плотины Аргазинского водохранилища до реки Чесноковка (М.В. Панина, 2006). Общая протяженность маршрута составила более 260 км.

Исходя из поставленных цели и задач на реке Миасс были определены 8 станций забора проб. Выбор местоположения станций, то есть пунктов отбора проб абиотической и биотической компоненты гидроэкосистемы, определялся приуроченностью крупных промышленных предприятий (ОАО «Уральский автомобильный завод», ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат», ОАО «Челябинский металлургический комбинат», ООО «Равис – птицефабрика Сосновская», ЗАО «Карабашмедь» и др.) по ходу русла реки, а также жилмассивов, санкционированных и несанкционированных мест отдыха населения с разной степенью антропогенной нагрузки и с учетом данных, опубликованных в ежегодном комплексном докладе о состоянии окружающей среды Челябинской

области, а также результатов исследований, проведенных в 2006-2007 гг. С.Г. Захаровым и К.А. Пономаревой.

2.3. Методы и методики оценки качества воды

Материалом исследования послужили пробы воды и планктона, отобранные в период с 2007 по 2011 гг. Забор проводился на станциях, отличающихся экологическими условиями. При отборе проб в соответствии с общепринятыми для альгологических исследований методами использовали батометр (Методика изучения .., 1975; Руководство по методам .., 1983). Сгущение осуществляли осадочным способом. Подсчет численности произведен в камере Горяева (V = 0,9 мм^3). Для идентификации видового статуса тест-объектов использован световой микроскоп Микмед-6 (увеличение до 1000 раз), а также отечественные и зарубежные определители и монографии (F.J.F. Meyen, 1839; F.T. Kützing, 1846; M.C. Sauvageau, 1892; А.А. Еленкин, 1938, 1949; М.М. Голлербах и др., 1953; J. Komárek, K. Anagnostidis, 1988, 1989, 1998, 2005; С.П. Вассер и др., 1989; С.С. Баринова, Л.А. Медведева, 1996; С.С. Баринова и др., 2006; Р.Н. Белякова и др., 2006). Систематика цианобактерий приведена с учетом современных таксономических сводок (J. Komárek, K. Anagnostidis, 1999, 2005).

Определение класса сапробности воды реки Миасс проведено по А.В. Макрушину (1974а) и С.С. Бариновой и др. (1996, 2006).

Отбор проб воды для определения физико-химических параметров (температура, прозрачность по диску Секки, запах, цвет) и гидрохимического анализа осуществлен в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592-2000. Аналитические работы проведены в аккредитованной лаборатории водных экосистем и технологий воды УНИЦ биотехнологий Челябинского государственного университета по следующим параметрам: водородный показатель, взвешенные вещества, сухой остаток, хлорид-ионы, сульфат-ионы, общая жесткость воды, аммоний-ионы, нитрит-ионы, нитрат-ионы, фосфат-ионы, общее железо, марганец, общая щелочность, окисляемость перманганатная, биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$), содержание растворенного кислорода, прозрачность, цветность.

Рассчитаны индексы видового разнообразия и богатства сообществ (индекса видового богатства (R), индекса видового разнообразия Шеннона (H), индекса полидоминантности (P), индекса доминирования Симпсона (C) и индекса выравненности Пиелу (E) с использованием пакета программ Statan-2008 (С.Н. Гашев и др., 2008).

Графическое отображение представлено в виде гистограмм. Обработку данных проводили при помощи программ пакета Microsoft Office 2010 (Microsoft Word, Microsoft Excel).

2.4. Морфологическая характеристика отдела Cyanoprokaryota

Приведены морфологические критерии: форма таллома цианопрокариот, особенности размножения и прикрепления, имеющие диагностическое значение в систематике цианопрокариот (J. Komárek, K. Anagnostidis, 1999, 2005, Н.П. Горбунова, 1991; П. Зитте и др., 2007).

ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДЫ РЕКИ МИАСС (ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ)

3.1. Видовой состав и дифференциальные диагнозы тест-объектов

Приводятся данные о видовом составе цианопрокариот на исследованных станциях реки Миасс. Установлено, что на этих участках отдел Cyanoprokaryota представлен 16 видовыми и внутривидовыми таксонами, относящимися к 10 родам. Составлены дифференциальные диагнозы видов в соответствии с системой, предложенной J. Komárek и K. Anagnostidis (1986, 1989, 1999, 2005), и приведена их экологическая характеристика (С.С. Баринова, Л.А. Медведева, 1996; С.С. Баринова и др., 2006).

3.2. Анализ физико-химических показателей загрязненности среды

Базируясь на классификациях В.Б. Стародумского (1976) и Г.М. Баренбойма, Е.В. Веницианова, В.И. Данилова-Данильяна (2008а, 2008б), охарактеризованы показатели качества воды, принадлежащие к разным группам, и показана их взаимосвязь.

Проведенный анализ физико-химических показателей воды реки Миасс на станциях исследования выявил некоторые общие закономерности: высокое содержание аммония (рис. 2) приводит к повышению значения водородного показателя (рис. 1), последний определяет уровень нитрит- и нитрат-ионов, содержание которых также зависит и от концентрации растворенного кислорода, а содержание растворенного кислорода коррелирует с концентрацией марганца и показателями биохимического потребления кислорода.

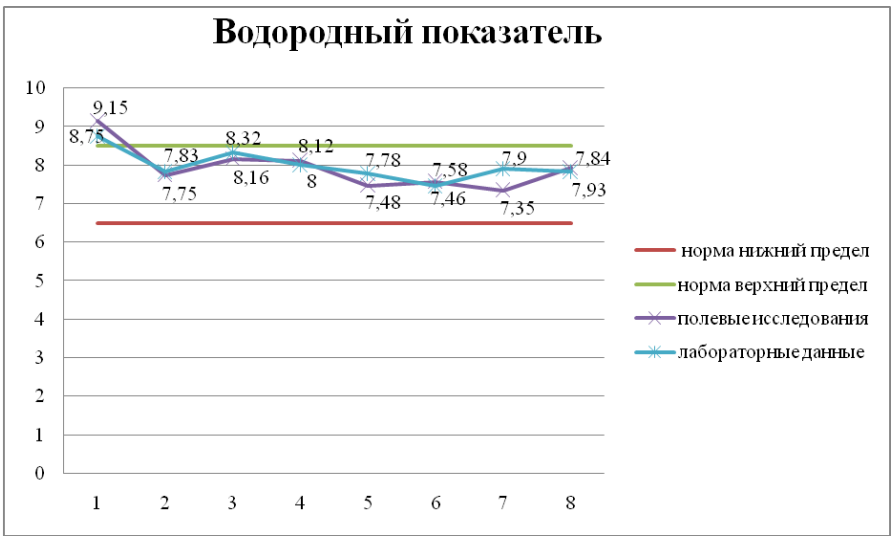

Рис. 1. Величина водородного показателя воды реки Миасс, по станциям

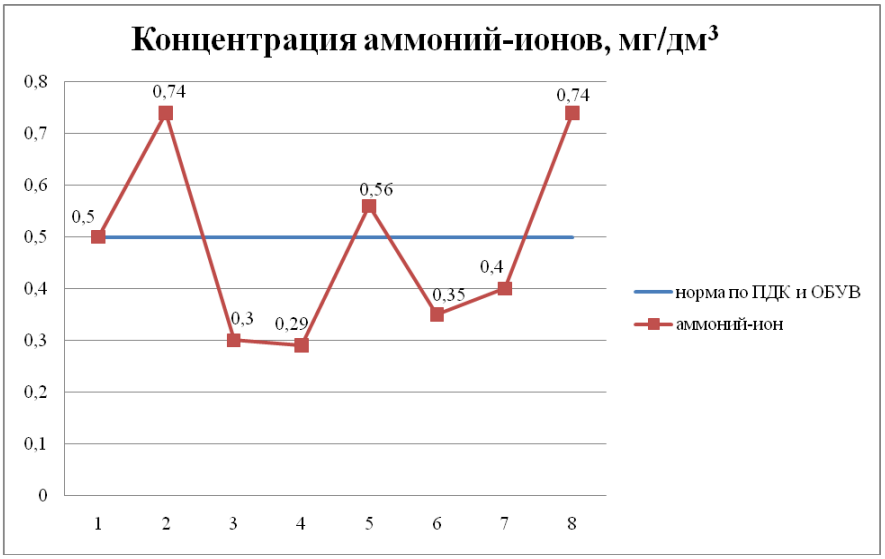

Рис. 2. Показатели концентрации аммоний-ионов реки Миасс, по станциям

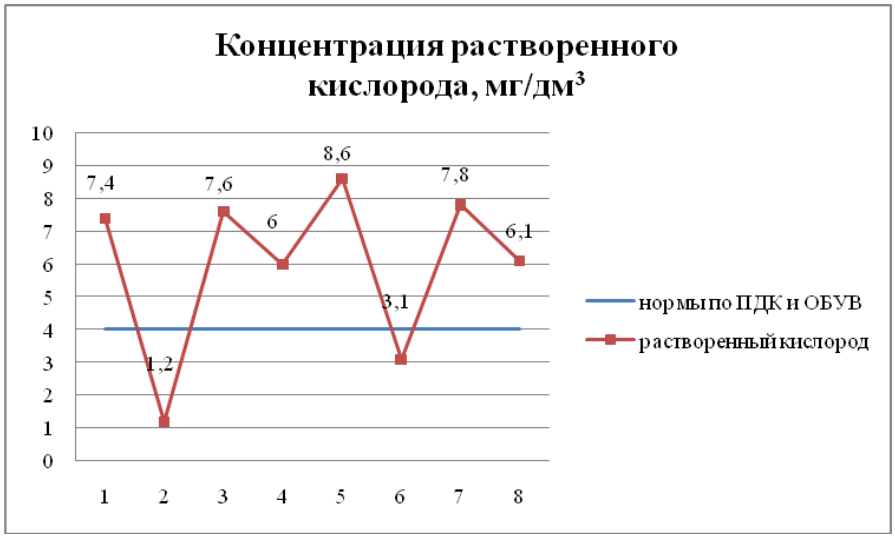

Рис. 3. Показатели концентрации растворенного кислорода реки Миасс, по станциям

Рис. 4. Показатели концентрации марганца в реке Миасс, по станциям

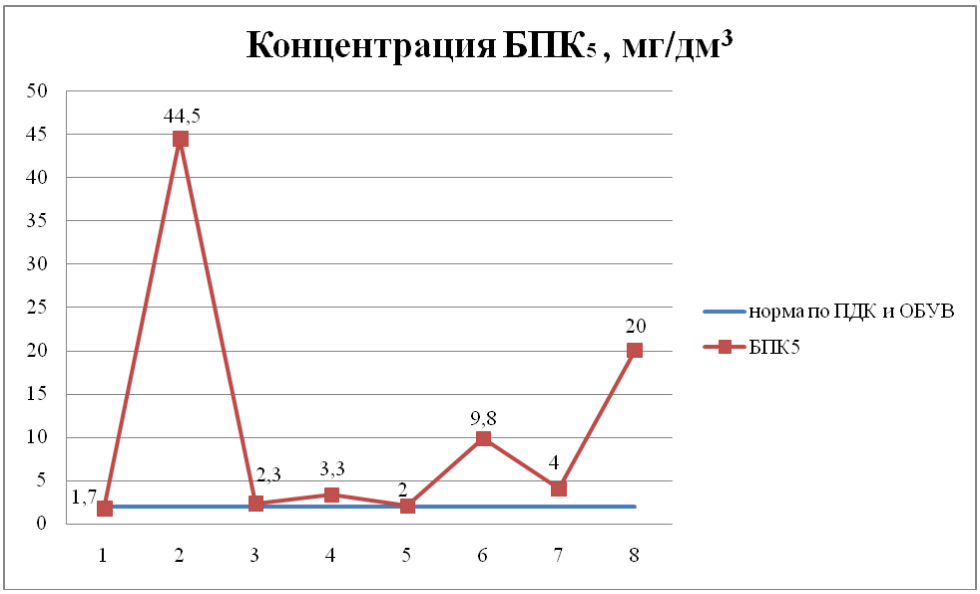

Рис. 5. Показатели уровня БПК в реке Миасс за 5 суток инкубации, по станциям

Выявленное превышение содержания марганца (рис. 4) и показателей $БПК_5$ (рис. 5) соответствует низкому значению показателей кислорода (рис. 3), что свидетельствует о высоком загрязнении реки Миасс органическими веществами, а также о начальных этапах процесса заболачивания реки.

3.3. Гидробиологическая и сапробиологическая оценка качества воды реки Миасс

Согласно В.П. Семенченко и В.И. Разлуцкому (2010), обоснованы критерии выделения тест-объектов. По результатам исследования приведена сезонная динамика численности цианобионтов, детерминированная особенностями биологии годового цикла (табл. 1).

Таблица 1

Средние показатели сезонной динамики численности цианопрокариот реки Миасс и их индикаторное значение за 2007-2011 гг.

№ п/п	Вид	s	Численность, млн. кл. / л.			
			июнь	июль	август	сентябрь
1.	*Anabaena flos-aquae*	β	4,2	6,4	8,7	0,3
2.	*A. planctonica*	–	0,4	0,5	0,6	0,07
3.	*Aphanizomenon flos-aquae* f. *flos-aquae*	β	7,2	69,0	50,0	1,5
4.	*Coelosphaerium kuetzingianum*	β-о	0,06	0,08	0,14	0,09
5.	*Dactylococcopsis irregularis*	β	0,01	0,01	0,02	н/о
6.	*Merismopedia minima*	–	1,1	1,5	0,2	0,02
7.	*M. punctata*	β	1,0	1,2	0,4	0,08
8.	*M. tenuissima*	β-α	1,6	1,75	0,95	0,9
9.	*Microcystis aeruginosa*	β	2,2	2,6	8,7	3,2
10.	*M. flos-aquae*	β	1,8	2,1	7,2	2,8
11.	*M. wesenbergii*	β	0,02	0,02	0,05	0,3
12.	*Planktothrix agardhii*	β	2,0	2,4	38,9	128,7
13.	*Snowella lacustris*	β	н/о	н/о	0,01	0,3
14.	*S. rosea*	β	0,09	0,1	0,2	0,01
15.	*Synechocystis aquatilis*	о	0,09	0,1	0,34	0,06
16.	*Woronichinia compacta*	β	н/о	0,01	0,2	0,6
Всего видов: 16			**21,77**	**91,37**	**116,61**	**138,93**

Наши экспериментальные данные показали, что наиболее продуктивным видами явились *Anabaena flos-aquae*, *Aphanizomenon flos-aquae* f. *flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *M. flos-aquae*, *Planktothrix agardhii*, вызывающие «цветение» воды.

Анализ динамики видового разнообразия с июня по сентябрь показывает его увеличение с -1,97 до -0,40 за счет неуклонного роста количества особей (табл. 2).

В целом значения индекса Шеннона и индекса Пиелу можно считать низкими, что объясняется монодоминантностью сообществ с исключительным преобладанием в период с июня по август *Aphanizomenon flos-aquae* f. *flos-aquae*, а в сентябре сменой доминанта на *Planktothrix agardhii*.

Таблица 2

Средние показатели сезонной динамики сообществ цианобионтов реки Миасс и оценка их видового разнообразия и богатства (2007-2011 гг.)

Индексы	Месяцы забора проб			
	июнь	июль	август	сентябрь
Общее число видов	21,77	87,77	116,61	138,93
Индекс видового богатства (R)	25,32	18,77	18,91	17,02
Индекс видового разнообразия Шеннона (H)	-1,97	-0,93	-1,44	-0,40
Индекс полидоминантности (P)	5,48	1,59	3,22	1,16
Индекс доминирования Симпсона (C)	0,18	0,63	0,31	0,86
Индекс выравненности Пиелу (E)	-0,75	-0,34	-0,52	-0,15

Рассматривая распределение видов по зонам сапробности в период с июня по сентябрь в пробах воды реки Миасс, следует отметить, что в данном водоеме

преобладают виды β-мезосапробной зоны, количество которых возрастает с июня по август, достигая пикового значения в последний месяц, а затем начинается постепенное снижение количества видов (рис. 6).

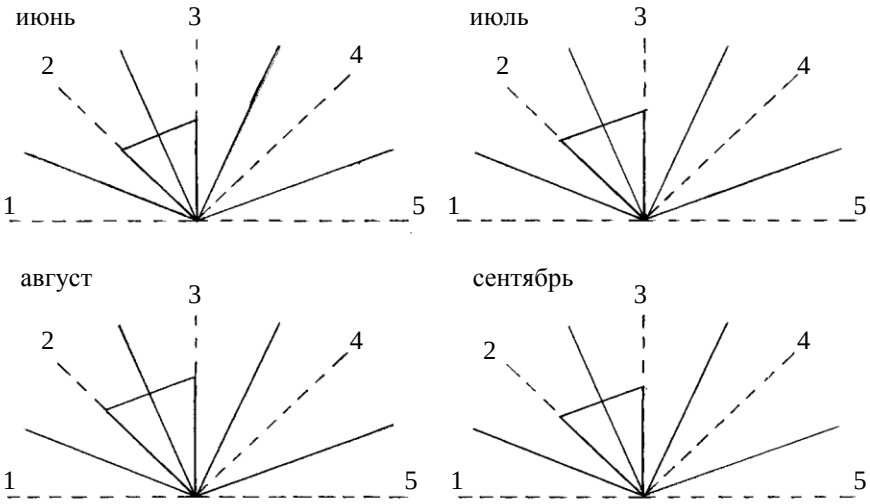

Рис. 8. Графическое изображение сапробного спектра проб из р. Миасс (масштаб 10 мм – 5 видов). **Примечание:** от 1 до 2 – олигосапробная зона; от 2 до 3 – β-мезосапробная зона; от 3 до 4 – α-мезосапробная зона; от 4 до 5 – полисапробная зона.

3.4. Комплексная оценка трофического состояния воды реки Миасс

Для определения трофического статуса реки Миасс, вслед за В.П. Семенченко, В.И. Разлуцким (2010), использованы некоторые интегральные параметры, характеризующие общее абиотическое и биотическое состояние гидроэкосистемы.

Основываясь на подходах В.Д. Романенко (1990) к оценке трофности водных объектов, используя гидрофизические, гидрохимические и гидробиологические показатели, определен класс трофности воды реки Миасс (табл. 3), который соответствует статусу грязного водоема.

Таблица 3

Гидрофизические, гидрохимические, гидробиологические показатели, ориентированные на 5 классов трофии и качества вод (по В.Д. Романенко, 1990)

Параметры	**Станции забора проб**							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Прозрачность по диску Секки, м	0,065* (0,05-0,1)**	0,055 (0,55-0,7)	0,215 (0,75-3,0)	0,029 (0,25-0,3)	0,3 (0,25-0,3)	0,035 (0,35-0,4)	0,21 (0,25-0,3)	0,035 (0,35-0,4)
pH	9,15 (8,8-9,5)	7,75 (7,6-7,9)	7,35 (7,1-7,5)	8,27 (8,2-8,3)	8,41 (8,4-8,5)	8,74 (8,4-8,5)	8,62 (8,6-8,7)	8,77 (8,8-9,5)
Нитратный азот, мг N/л	1,4 (1,01-1,5)	1,32 (1,01-1,5)	0,59 (0,51-1,0)	1,0 (1,01-1,5)	2,25 (2,01-2,5)	3,09 (2,51-4,0)	4,85 (>4,0)	40,9 (>4,0)
Фосфор фосфатный, мг P/л	0,05 (0,051-0,1)	0,71 (>0,60)	0,46 (0,301-0,60)	0,17 (0,101-0,20)	0,54 (0,301-0,60)	0,26 (0,201-0,30)	0,29 (0,201-0,30)	3,74 (>0,60)
$БПК_5$, мг O/л	1,7 (1,7-2,1)	44,5 (>10,0)	2,3 (2,2-4,0)	2,0 (1,7-2,1)	3,3 (2,5-4,0)	9,8 (7,1-10,0)	4,0 (4,1-7,0)	20,0 (>10,0)

Примечание: *- данные собственных исследований; ** - данные, приводимые В. Д. Романенко.

Комбинированное использование результатов экспериментальных исследований гидробиологических, гидрохимических и гидрофизических показателей, эмпирические данные, а также экспертные оценки различных авторов позволили оценить трофическое состояние воды реки Миасс как политрофного водоема с выраженной тенденцией к гипертрофности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексный подход к оценке качества воды, принятый в работе, включает биологические, гидроморфологические, гидрохимические показатели, то есть данные, описывающие местообитания и описания водосбора, а соответственно использует широкий набор показателей и индексов для получения интегральной оценки. Но для решения проблемы определения экологического качества поверхностных вод наряду с разработкой фундаментальных проблем (гидробиологических, гидрохимических, гидрологических) и прикладных проблем – разработка инструментария для оценки качества воды существует еще и третья, которая заключается в применении этих инструментов для управления качеством воды, что является очень актуальным в настоящее время.

Для решения проблемы экологической оценки качества поверхностных вод необходимо создание системы, подобной DPSIR-схеме, предложенной в Европейской программе OECD, вследствие чего нужно разработать систему индикаторов, позволяющую оценить роль каждого из пяти элементов в некоторых количественных показателях.

ВЫВОДЫ

1. Впервые выявлен видовой состав цианопрокариот реки Миасс, использованных в данной работе в качестве тест-объектов. Он представлен 16 видовыми и подвидовыми таксонами, относящимися к 10 родам.

2. Анализ сезонной динамики развития цианопрокариот показал, что средняя численность особей неуклонно возрастает в летне-осенний период, и пик ее приходится на сентябрь (до 138,93 млн. кл./л.), что и приводит к массовому «цветению» реки. Основной вклад вносит *Planktothrix agardhii* (128,7 млн. кл./л.)

3. Вода реки Миасс относится к гидрокарбонатному классу и содержит большое количество сульфат-, хлорид-, нитрат-ионов и катионов железа и марганца, значительно превышающих ПДК, что приводит к смене класса воды на сульфатный, способствует повышению общей минерализации (до 532 мг/л) и вызывает значительное увеличение показателя кислотности (pH до 9,5) и цветности (в 2-4 раза).

4. Значение $БПК_5$ и связанное с ним содержание растворенного в реке кислорода позволили определить воду реки Миасс на большем протяжении исследуемого участка как β-мезосапробный водоем, что подтверждено также видовым составом тест-объектов, а на станциях, размещенных в д. Бутаки и с. Миасское – как гиперсапробный водоем (содержание $БПК_5$ превышает ПДК в 11,3 и 25,1 раза соответственно).

5. На основании гидрофизических (прозрачность), гидрохимических (pH, нитратный азот, фосфор фосфатный, биохимическое потребление кислорода) и гидробиологических показателей (видовое разнообразие, определяющее степень сапробности) можно констатировать, что река Миасс – политрофный водоем (умеренно загрязненный/сильно загрязненный) с выраженной тенденцией к гипертрофности (весьма загрязненный/предельно загрязненный) и биогенной нагрузкой, определяемой как очень высокая (вплоть до насыщенной).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Поскольку цианопрокариоты являются организмами, мгновенно реагирующими на изменения гидрохимических и гидробиологических показателей своей скоростью репродукции, то их целесообразно использовать в качестве организмов-индикаторов.

Для более качественной оценки санитарного состояния водоемов необходимо использовать комплексный подход с включением гидрофизических, гидрохимических, гидробиологических и биохимических параметров.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

Лихачев С.Ф., **Артеменко Б.А.** Гидрохимическая и биоиндикационная оценка качества воды реки Миасс // Вестн. ЧГПУ. 2011. № 6. С. 298-304.

Серебренникова Ю.А., **Артеменко Б.А.**, Трофимова Л.В. Планктон реки Миасс как индикатор сапробности водоема // Вестн. ЧГПУ. 2011. №12. С. 343-349.

Прочие публикации:

Лихачев С.Ф., **Артеменко Б.А.** Фитопланктон реки Миасс в черте г. Челябинска // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге : мат. II Всерос. конф. Сыктывкар : Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 2009. С. 97-99. Режим доступа : http://ib.komisc.ru/add/conf/algo_2009/

Лихачев С.Ф., **Артеменко Б.А.** Видовой состав и экологическая валентность водорослей реки Миасс в пределах г. Челябинска // Урбоэкосистемы

: проблемы и перспективы развития : мат. V междунар. науч.-практ. конф. Ишим : изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, 2010. С. 241-242.

Артеменко Б.А. Видовой состав водорослей реки Миасс // Студент и научно-технический прогресс – Биология : мат. XLVIII Междунар. науч. студ. конф. Новосибирск : Новосиб. гос. ун-т, 2010. С. 67.

Лихачев С.Ф., **Артеменко Б.А.** Биоиндикация загрязнения вод реки Миасс в черте г. Челябинска // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2010. Т. 5. № 1. С. 42-45.

Лихачев С.Ф., **Артеменко Б.А.** Некоторые аспекты биоиндикационной роли цианофитов (на примере реки Миасс) // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии : мат. Всерос. конф. с междунар. участием посв. памяти Л.В. Бардунова (1932-2008 гг.). Иркутск : изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2010. С. 507-509.

Артеменко Б.А., Лихачев С.Ф. Некоторые особенности биоиндикационной роли *Cyanoprokaryota* реки Миасс // Биология будущего : традиции и инновации : мат. Всерос., с междунар. участием, конф. молодых ученых, посв. 90-летию Уральского гос. ун-та им. А.М. Горького. Екатеринбург : изд-во АМБ, 2010. С. 60-61.

Артеменко Б.А., Лихачев С.Ф. *Cyanoprokaryota* – индикаторы сапробности водоема и продуценты токсических веществ (на примере реки Миасс) // Адаптации биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды : мат. III Междунар. науч.-практ. очно-заочной конф. Челябинск : изд-во ЧГПУ, 2010. С. 69-72.

Артеменко Б.А. Комплексная оценка качества воды реки Миасс // Современные проблемы популяционной экологии, геоботаники, систематики и флористики : мат. междунар. науч. конф., посв. 110-летию А.А. Уранова. В 2 т. Т. 1. Кострома : КГУ им. Н.А. Некрасова, 2011. С. 297-299.

Серебренникова Ю.А., Трофимова Л.В., **Артеменко Б.А.** Видовое разнообразие и биоиндикационные особенности некоторых групп гидробионтов (Cyanoprokaryota, Euglenoida, Ciliophora) реки Миасс // Географическое пространство : сбалансированное развитие природы и общества : мат. II заочной Всерос. науч.-пркат. конф. Челябинск : ЗАО «Магнитогорский дом печати», 2011. С. 202-208.

Подписано в печать 23.01.2012 г.
Формат 60 х90/16. Объем 1,0 уч.-изд.л.
Тираж 100 экз. Заказ № 604
Бумага офсетная.
Отпечатано на ризографе

В типографии ФГБОУ ВПО «ЧГПУ»
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 69