

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ

№ 3
2011

ISSN: 2072-9952

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

*Деревенская О.Ю., Мингазова Н.М., Набеева Э.Г.,
Палагушкина О.В., Унковская Е.Н., Бариева Ф.Ф., Павлова Л.Р.,
Ахатова В. М.*

Концепция биологической реабилитации озера Кабан г. Казани
на основе мониторинга состояния.....3

Ефремов И.В., Савченкова Е.Э
Замедленная флуоресценция и химические свойства почв
при термической обработке (на примере почв Оренбургской области).....10

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Мухамадиев А.А., Солодовников А.В.
Моделирование выбросов и экологический мониторинг на объектах
нефтегазового комплекса19

Голованчиков А.Б., Ефремов М.Ю., Дулькина Н.А.
Одновременная ионообменная очистка воды от ионов жесткости
и железа.....24

Сотникова А.А.
Использование кластерного анализа и модульных онтологий
при создании центров обработки данных эколого-социального
назначения29

ЗАГРЯЗНЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, АНАЛИЗ И ОХРАНА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Новиков М.А.
Оценка эколого-токсикологической уязвимости морских акватории
к воздействию взвесей на примере Баренцева моря.....32

Черных Н.А., Давыдов В.В.
К вопросу о рекультивации загрязненных тяжелыми
металлами почв38

Ибрагимов З.С.
О точности спутникового контроля и эффективности сжигания
попутного углеводородного газа.....45

НОВЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Баева Ю.И., Орлова Е.В.
Влияние биологически активных препаратов на интенсивность
перекисного окисления липидов у беременных крыс Wistar
при гипоксии49

Учредитель и издатель:

ООО Издательство «Научтехлитиздат»

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ
по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-1132
Подписной индекс ОАО «Роспечать» 79218
Подписной индекс «Пресса России» 27866

Главный редактор д-р техн. наук, проф.
Т.Г. САМХАРАДЗЕ

Редакция:
Сердюк В.С., Ращупкина Е.А.,
Вячина Т.В., Макаров О.И.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Гуляев Ю.В., акад. РАН; Лаверов Н.П.,
акад. РАН; Михайлов В.И., акад. РАН;
Федик И.И., чл.-корр. РАН; Мирхула-
ва Ц.Е., акад. ВАСХНИЛ; Матвеев В.А.,
д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель
науки и техники РФ; Рыбин В.М., д-р техн.
наук, проф., заслуженный деятель науки и
техники РФ; Щербаков Н.С., д-р техн. наук,
проф., заслуженный деятель науки РФ; Гавар-
дашвили Г.В., д-р техн. наук, проф.; Галчен-
ко Ю.П., д-р техн. наук; Голубятников И.В.,
д-р техн. наук, проф.; Самхарадзе Т.Г., д-р
техн. наук, проф.; Тагасов В.И., д-р техн.
наук, проф.; Чебышов С.Б., д-р техн. наук,
проф.; Михайлов Ю.Б., д-р техн. наук,
проф.; Аксенов Ю.П., д-р техн. наук; Ело-
хин А.П. д-р техн. наук; Проходский Ю.М.,
д-р техн. наук; Романов А.А., д-р техн. на-
ук; Филенко О.Ф., д-р биолог. наук; Про-
ходская В.Ю., канд. биол. наук.

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
Публикация статей бесплатная. Правам первоочередной
публикации пользуются аспиранты и докторанты.
Материалы, опубликованные в настоящем журнале, не
могут быть полностью или частично воспроизведены,
тиражированы и распространены без письменного
разрешения редакции.
При перепечатке отдельных частей статей ссылка
обязательна.

Подписано в печать 7.03.11.

Формат 60×88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.
Усл.-печ. л. 143. Усл. кр.-отт. 32,1. Уч.-изд. л. 19,2. Зак. 410.
Тираж 2 700 экз.

Адрес редакции:
107258, Москва, Алымов пер., д. 17, стр. 2.
Тел.: (963) 680-10-50; (495) 231-78-81,
факс: (495) 231-78-80.
Бухгалтерия: (495) 737-52-19.
E-mail: esip_99@mail.ru
http://www.tgizd.ru

Оригинал-макет и электронная версия подготовлены
ООО Издательство «Научтехлитиздат»

Отпечатано в ООО Издательство «Научтехлитиздат»,
107258, Москва, Алымов пер., д. 17, стр. 2

О.Ю. Деревенская

канд. биол. наук

Н.М. Мингазова

д-р. биол. наук, проф.

Э.Г. Набеева

канд. биол. наук

О.В. Палагушкина

канд. биол. наук

(Казанский (Приволжский) федеральный университет)

Е.И. Унковская

(Волжско-Камский природный биосферный заповедник)

В. М. Ахатова

Л.Р. Павлова

Ф.Ф. Бариева

канд. биол. наук

(Казанский (Приволжский) федеральный университет)

O.Yu. Derevenskaya

N.M. Mingazova

E.G. Nabeeva

O.V. Palaguschkina

V.M. Ahatova

L.R. Pavlova

F.F. Barieva

E.N. Unkovskaya

КОНЦЕПЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ОЗЕРА КАБАН Г. КАЗАНИ НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ

THE CONCEPT OF BIOLOGICAL REHABILITATION OF LAKE KABAN IN KAZAN ON THE BASIS OF MONITORING OF CONDITION

Проведены комплексные исследования озера Средний Кабан по физико-химическим показателям, фито-, зоопланктону, зообентосу, оценено качество воды. Выявлены основные источники загрязнения и эвтрофирования озера. Разработана концепция биологической реабилитации озера с прогнозом изменения состояния экосистемы озера в результате проведения восстановительных мероприятий.

Ключевые слова: водные экосистемы; восстановление; мониторинг; реабилитация.

Complex researches of Lake Kaban on physical and chemical parameters, fitoplankton, zooplankton, and zoobenthos are conducted, quality of water is estimated. The basic sources of pollution and eutrophication of lake are revealed. The concept of biological rehabilitation of lake is developed and forecast of lake ecosystem condition change in a result of carrying out of regenerative actions is given.

Key words: water ecosystems; restoration; monitoring; rehabilitation.

Введение

Процессы антропогенного эвтрофирования и загрязнения водных объектов в настоящее время распространены повсеместно. Особенно остро эти проблемы встают для водоемов, расположенных на урбанизированных территориях. В составе поступающих в водоемы сточных вод очень часто содержатся как биогенные, так и токсичные вещества, и процесс антропогенного эвтрофирования сопровождается токсическим загрязнением [1].

Имеющийся в мировой практике опыт позволяет утверждать об обратимости изменений, происходящих в водных экосистемах при их загрязнении и эвтрофировании [2, 3]. К сожалению, в связи с экономическими трудностями примеры восстановления загрязненных водных объектов до сих пор единичны. Поэтому особый интерес представляет долговременный опыт применения оздоровительных мероприятий для оз. Средний Кабан в г. Казани.

Озеро Средний Кабан входит в систему озер Кабан г. Казани, включающую в себя три озера (Нижний, Средний и Верхний) и два протока (Булак и Ботанический). Относится к типу малых средне-глубинных озер старично-карстового происхождения. Площадь водной поверхности – 129,7 га, объем – 11 156 200 м³, максимальная – глубина – 22,8 м. Озеро имеет смешанное питание, подпитывается грунтовыми водами, атмосферными осадками, является приемником неочищенных выпусков сточных вод ливневой канализации, а также сточных вод предприятий, в первую очередь приемником-охладителем для КТЭЦ-1.

Первоначально вода в озере была питьевой, но в результате роста населения города и промышленного производства качество воды в озере существенно ухудшилось. Наибольшая степень загрязнения озера отмечалась в 1980–1983 гг. [4]. Аварийные выбросы сточных вод промышленных предприятий были резко токсичны для гидробионтов, изменяли

активную реакцию среды водоемов. Поверхностный сток с урботерриторий был также токсичен, его действие проявлялось в снижении выживаемости и нарушении процессов размножения гидробионтов [5]. Поступление промышленных сточных вод Казанской ТЭЦ-1 привело к нарушению термального режима озера.

В 1980-х гг. разработана программа оздоровления сильно загрязненных озер Кабан, в ходе выполнения которой (1984–1995 гг.) большая часть промышленных сточных вод была отведена на очистные сооружения, организована временная система проточности, проведено изъятие наиболее загрязненного поверхностного слоя донных отложений и его захоронение. В период проведения мероприятий значительно снизилось содержание соединений биогенов, токсических и органических веществ. Произошло частичное восстановление планктонных сообществ [6].

Вопрос качества воды в оз. Средний Кабан вновь стал актуальным в 2010 г. в связи с планируемым проведением в г. Казани в 2013 г. Всемирной универсиады. Был разработан проект строительства Центра гребных видов спорта с использованием естественной акватории озера для проведения крупных международных соревнований. Благополучное качество воды – одно из условий создания гребных каналов и международных гребных дистанций. В связи с этим встали задачи оценки степени загрязнения озера и разработки мероприятий по восстановлению качества воды до требуемых нормативов.

Целью настоящих исследований было проведение комплексного мониторинга состояния оз. Средний Кабан и разработка концепции его биологической реабилитации.

Материал и методики исследований

Мониторинг оз. Средний Кабан включал в себя изучение физико-химических показателей воды, фитопланктона, зоопланктона и зообентоса. Изучение состояния оз. С. Кабан по физико-химическим показателям проводилось в 2002–2010 гг., при этом использовались протоколы результатов анализов организаций, отвечающих за государственный (УГМС РТ) и ведомственный мониторинги (КТЭЦ-1), природоохранный контроль (ЦИСИАК Минэкологии РТ), а также фондовые материалы лаборатории оптимизации водных экосистем КГУ. Фитопланктон исследовался в период с 1993 до 2010 гг., зоопланктон – с 1989 по 2010 гг. Пробы фито- и зоопланктона отбирали с постоянных станций с различной периодичностью: однократно – в летний период, еженедельно или ежемесячно – в период открытой воды, один раз – в сезон (весна, лето, осень). Всего было собрано и обработано 130 количественных проб фитопланктона и 500 проб зоопланктона. Пробоотборы и дальнейшая камеральная обработка выполнены по стандартным методикам [7, 8]. Исследования зообентоса проводили в 1992, 2001–2002, 2004

и 2009–2010 гг. Пробы зообентоса отбирали в литоральной и профундальной зонах озера. Камеральная обработка выполнена в соответствии с общепринятыми методиками [8].

Результаты исследований

Физико-химические показатели воды. В оз. Средний Кабан отчетливо выражена стратификация воды по температуре, но вследствие поступления термальных сточных вод КТЭЦ-1 температура воды в озере в среднем на 1,5 °С выше, чем в аналогичных озерах. Прозрачность воды по Секки изменялась по сезонам от 0,6 до 1,8 м (в среднем 0,7 м).

Тип воды в озере преимущественно сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевый. За последние пять лет средние значения суммы главных ионов увеличились от 758 до 1 031 мг/дм³ (в поверхностных слоях – 758...958 мг/л, в придонных – 757...1 402 мг/л). Значительную роль в формировании сульфатного типа воды играют сточные воды, особенно КТЭЦ-1, содержание сульфатов в которых обычно в 1,8...3,3 раза превышает ПДК. Общая жесткость воды изменялась от 7,1 до 20,3 ммоль/дм³ («жесткая» и «очень жесткая»), максимальные значения отмечались всегда в придонных слоях. Водородный показатель воды (рН) изменялся от 7,1 до 8,5, составляя в среднем 7,8 ед.

Газовый состав оз. Средний Кабан соответствовал эвтрофным водоемам: в поверхностных слоях содержание растворенного кислорода составляло 11,8...14,9 мг/дм³ (118...146 %); в придонных – его отсутствие. Присутствие сероводорода отмечалось на глубине 6 м и ниже, содержание H₂S на глубине 10...15 м составляло 0,0011 мг/дм³.

Неблагополучный газовый режим формировался за счет накопления органического вещества, поступающего со сточными и ливневыми водами. Величина БПК₅ изменялась в воде озера от 0,19 до 17,8 мгО/дм³, ХПК – от 16,6 до 52 мгО/дм³ (наибольшие значения – в придонных слоях воды). Значительное влияние на величину этого показателя оказывало поступление органических веществ с ливневыми сточными водами: величина ХПК в них в 2007–2009 гг. составляла 2,3 ПДК, а в 2010 г. достигала 9,9...13,6 ПДК.

Содержание аммонийного азота в поверхностных слоях воды изменялось от 0,07 до 1,6 мг/дм³ (3 ПДК), в придонных – от 4,8 до 16,8 мг/дм³ (9,5...33,6 ПДК). Максимальные концентрации отмечались в районе выпусков промышленных сточных вод и ливневой канализации. В некоторые годы (2006, 2010 гг.) отмечалось превышение ПДК содержания нитритов в воде (в 1,2...1,6 раза), что обусловлено высоким содержанием NO₂ в сточных водах (2,9...6,8 ПДК). Содержание фосфатов изменялось от 0,025 до 3,82 мг/дм³, максимальные значения отмечались в придонных слоях воды.

В воде озера неоднократно отмечалась высокая концентрация нефтепродуктов (1,4...3,2 ПДК). Превышение предельно допустимых норм в сточных водах канала КТЭЦ-1 отмечалось постоянно, в последние годы присутствие нефтепродуктов фиксировалось не только в придонных слоях, но и в толще воды, особенно в районе выпусков КТЭЦ-1.

Существенный вклад в загрязнение озера вносят соединения тяжелых металлов, поступающие в составе сточных и вод ливневой канализации. В 2005–2009 гг. в воде озера отмечались превышения ПДК по содержанию меди, железа, цинка, марганца, никеля и свинца. В 2010 г. отмечались самые высокие за период исследований концентрации тяжелых металлов в воде. Содержание меди в придонных слоях превышало ПДК в 21 раз, железа – в 3,7, марганца – в 197 раз. Содержание меди в ливневых сточных водах составляло 19...58 ПДК, никеля – 2...14, марганца – 11...360 ПДК (по данным 2008–2009 гг.), а в 2010 г. (в связи с необычно малым количеством выпавших осадков в летнее время) содержание меди в сточных водах увеличилось до 112 ПДК, марганца – до 13 ПДК.

Индекс загрязненности воды (ИЗВ₆) изменялся по годам и различался по районам исследования озера. Средние значения ИЗВ изменялись в поверхностных слоях (2005–2010 гг.) от 1,04 до 11,2, в придонных слоях – от 117,19 до 146,49 в 2009 г. и от 469 до 655,9 – в 2010 г. Высокие значения ИЗВ в 2010 г. обусловлены значительными превышениями ПДК по нефтепродуктам (260...580 раз) и тяжелым металлам (43...197 раз).

Таким образом, экологическое состояние озера характеризуется не только высокой степенью эвтрофирования, но и высоким загрязнением токсичными нефтепродуктами и тяжелыми металлами за счет поступления сточных производственных и ливневых вод.

Фитопланктон. В видовом составе за период исследований выявлено 184 таксона водорослей рангом ниже рода из семи отделов. По числу видов преобладали зеленые – 69 видов (37,5 %) и диатомовые водоросли – 57 (31 %). Затем следовали сине-зеленые водоросли – 24 вида (13 %), эвгленовые – 17 видов (9,2 %), золотистые – 8 (4,3 %), криптофитовые – 5 (2,7 %) и динофитовые – 3 (1,6 %).

Наибольшее значение биомассы фитопланктона оз. Средний Кабан отмечалось в августе 1996 г. (158,9 мг/л), наименьшее (0,01...0,06 мг/л) – в мае июне 1994–1995 гг. Доминирующим по биомассе был в основном вид *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh. Массовое развитие динофитовых водорослей свойственно стратифицированным водоемам с высокой степенью обеспеченности органическим веществом, т.к. представители этого отдела способны к миксотрофному питанию. По-видимому, реакцией на термофикацию водоема является вегетация вида на протяжении всего сезона.

В весенне-летний период 2010 г. в фитопланктоне озера было определено 46 таксонов рангом ниже рода семи отделов. По числу видов преобладали зеленые водоросли – 20 видов. Численность фитопланктона менялась от 1 383,342 тыс. кл./л до 4 968 тыс. кл./л. Формирование численности шло в основном зелеными *Phacotus coccifer* Korschik. (14,3...37,3 %), *Coelastrum microporum* Näg. (17,1...44,7 %), сине-зелеными водорослями *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs (10,7...23,8 %), *Aphanothece clathrata* W. et G. S. West (12 %), *Oscillatoria limnetica* Lemm (12,8 %), *O.splendida* Grev. Ex Gomom. (10,7 %). Биомасса менялась в диапазоне от 0,146 до 1,358 мг/л. Доминантами по биомассе среди зеленых оставались *Phacotus coccifer* Korschik (34...45 %), *Coelastrum microporum* Näg. (19,9 %), добавлялся вид *Polytoma fusiforme* Korsch. (13,6...43,5 %), из динофитовых доминировал *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh (22...44,2 %), из диатомовых – *Stephanodiscus hantzschii* Grun. (13,8 %). Трофность озера по биомассе фитопланктона за период исследований менялась от олиготрофного типа до гипертрофного. Зона сапробности определялась в основном как β-мезосапробная. Класс качества воды менялся от класса «чистая» до «грязная» с разрядами «вполне чистая» – «весьма грязная».

Зоопланктон. По результатам многолетних исследований в оз. Средний Кабан было выявлено 85 видов зоопланктона, из них коловраток – 33 (39 %), ветвистоусых ракообразных – 32 (38 %), веслоногих – 20 видов (24 %). Доминируют обычно коловратки *Keratella quadrata* (Muller), ветвистоусые ракообразные *Bosmina longirostris* (O.F.Muller), веслоногие ракообразные *Eudiaptomus gracilis* (Sars).

Наименьшие значения численности и биомассы зоопланктона отмечены в период наибольшего загрязнения (1981–1983 гг.), средние за вегетационный сезон значения численности и биомассы зоопланктона составляли 98 340 экз./м³ и 0,68 г/м³ соответственно, при этом ведущую роль в образовании численности играли коловратки при доминировании в сообществе *K. quadrata*. В 1984 г. произошло увеличение численности и биомассы зоопланктона, что связано с проведением оздоровительных мероприятий на озерах Нижний и Средний Кабан. Средние за вегетационные периоды 1995–2006 гг. значения численности планктонных коловраток и ракообразных в пелагиали озера составляли 332 000...387 000 экз./м³, средние значения биомассы – 2,55...4,19 г/м³. Основу численности и биомассы зоопланктона составляли веслоногие ракообразные.

В 2009–2010 гг. в пробах встречалось по 8...11 видов зоопланктона. Доминировали по численности и биомассе ветвистоусые ракообразные *B. longirostris*, *Daphnia cucullata* Sars коловратки *Conochilus unicornis* Rousselet и *K. quadrata*, веслоногие *E. gracilis*. По биомассе доминировали коловратки

Asplanchna girodi de Guerne и *A. priodonta* Gosse, ветвистоусые рачки – *D. cucullata* и веслоногие рачки *E. gracilis*. Численность зоопланктона изменялась на протяжении вегетационного периода от 101 000 экз./м³ (осенью) до 337 000 экз./м³ (весной). Биомасса зоопланктона изменялась от 1,77 г/м³ (осенью) до 4,57 г/м³ (весной) и была относительно высокой. Преобладали по численности и биомассе весной коловратки, а летом и осенью – веслоногие ракообразные. Наибольшие значения численности и биомассы зоопланктона наблюдались в эпилимнионе или металимнионе. В придонных слоях воды количественные показатели зоопланктона были низки, что связано низким содержанием кислорода и присутствием в воде сероводорода. Индекс сапробиости изменялся от 1,53 до 1,62 (в пределах β-мезосапробной зоны). Класс качества воды определяется как «умеренно-загрязненная», но это свидетельствует только об оценке органического загрязнения, а в случае с оз. Средний Кабан, вероятно, преобладают загрязнители-токсиканты.

Проведенные исследования показали, что сообщество зоопланктона оз. Средний Кабан в настоящее время отличается относительно невысоким видовым богатством, состав видов характерен для эвтрофных и загрязненных озер. Количественные показатели более высоки в летнее время, снижаются к осени, что, в целом, характерно для водных объектов

умеренной зоны. Однако высокие количественные показатели бывают обусловлены массовым развитием только одного из видов плактонных организмов, наиболее приспособленного к сложившимся условиям. В этом случае нормальная структура сообщества бывает нарушена, что характерно для загрязненных водоемов.

Зообентос. По литературным данным в 1950–1960 гг. в озерах Кабан обитало 49 видов зообентосных организмов, но вследствие загрязнения с 1980-х гг. зообентос в профундали практически не встречается [5].

По результатам исследований 1992–1993 гг. в литоральной зоне озера было определено 28 видов. Индекс Гуднайта-Уитлея составлял 95 % и показывал преобладание в сообществе олигохет. В 2001–2002 гг. было обнаружено 18 таксонов зообентоса, относящихся к пяти классам. По численности также преобладали олигохеты (составляли 76...93 % от общей численности зообентоса). По данным исследования НПЛ «Эксперт» КГУ в 2004 г. в составе зообентоса было встречено 22 вида организмов, на глубинах более 5 м макрозообентос отсутствовал. Количественные показатели макрозообентоса низкие.

В 2009–2010 гг. в литоральной зоне обнаружено девять видов из числа организмов зообентоса, принадлежащим шести классам. На глубоководных участках организмы зообентоса не обнаружены. Количественные показатели зообентоса относительно

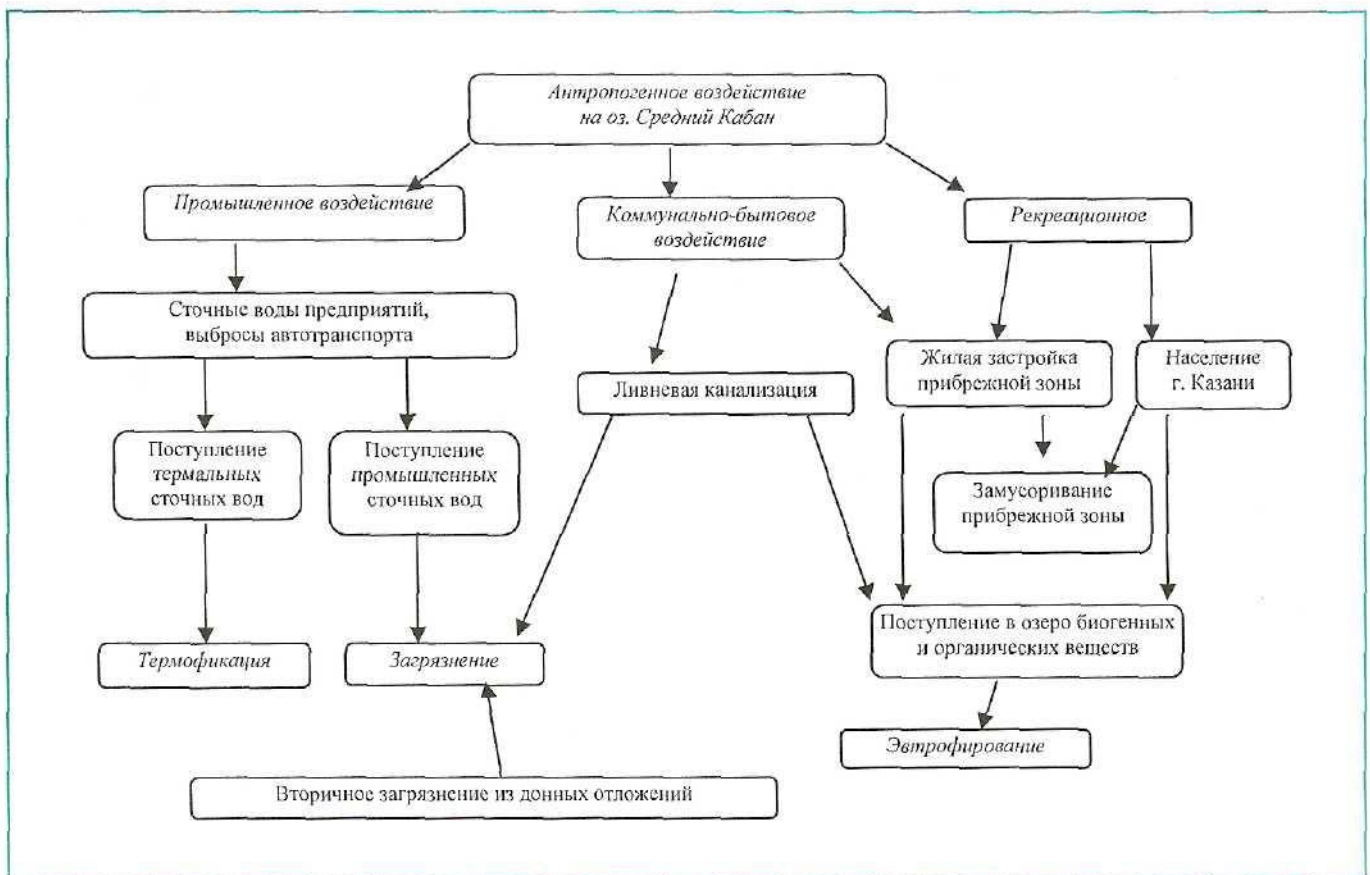


Рис. 1. Источники антропогенного загрязнения и эвтрофирования оз. Средний Кабан

низки, численность изменялась от 13 до 350 экз./м²; биомасса – от 0,06 до 0,81 г/м².

В целом по показателям макрозообентоса оз. Средний Кабан относится к категории загрязненных, сообщество зообентоса – к разбалансированному и неустойчивому. Отсутствие организмов зообентоса в профундали является следствием высокого по уровню и длительному по времени токсического загрязнения озера.

Таким образом, многолетний комплексный мониторинг состояния оз. Средний Кабан по физико-химическим показателям выявил загрязнение воды соединениями биогенных элементов, органических веществ, токсикантов. Это привело к сокращению видового разнообразия планктонных и особенно бентосных сообществ, упрощению структуры сообществ, снижению величин количественных показателей по сравнению с другими водными объектами г. Казани [9]. Для улучшения качества воды и восстановления сообществ водных организмов требуется проведение оздоровительных мероприятий.

Концепция биологической реабилитации оз. Средний Кабан

Основными источниками загрязнения оз. Средний Кабан являются:

- массовое поступление ливневых стоков, ведущее к загрязнению и заилению озера;

- термальное и химическое загрязнение озера сточными водами Казанской ТЭЦ-1;

- загрязнение вследствие аварийных сбросов предприятий и выпусков хозяйственно-фекальной канализации;

- вторичное загрязнение из донных отложений (рис. 1).

Концепция биологической реабилитации предлагает комплексный подход к решению основных задач, направленных на улучшение качества воды в озере, состоящий из трех этапов (рис. 2).

Первый этап включает в себя научно-технические и гидробиологические исследования экосистемы озера:

- определение толщины слоя донных отложений и степень их загрязненности;

- анализ качества воды и впадающих в озеро сточных вод;

- оценку состояния гидробиологических сообществ (фитопланктон, зоопланктон, зообентос, ихтиофауна);

- оценку состояния высшей водной растительности озера и древесно-кустарниковой растительности на территории, прилегающей к озеру.

Второй этап включает в себя проведение технических мероприятий:

- изъятие слоя загрязненных донных отложений;
- аэрацию придонных слоев воды;

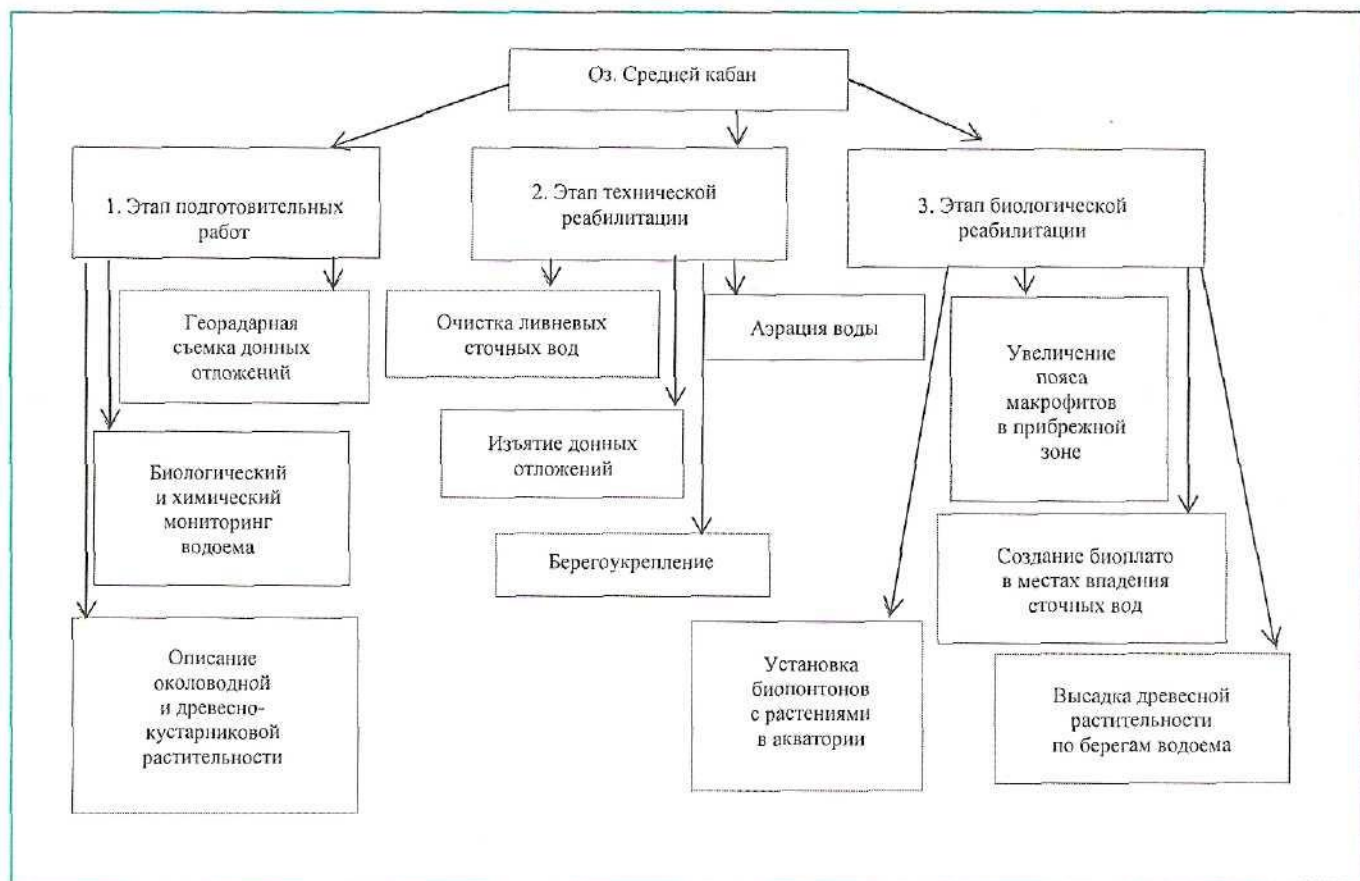


Рис. 2. Концепция биологической реабилитации оз. Средний Кабан

- берегоукрепление;
- установку очистных сооружений для выпусков ливневой канализации.

Для выемки донных отложений из оз. Средний Кабан наиболее приемлем гидромеханизированный способ. Рекомендовано удаление донных отложений на площади 70 га, толщиной 2 м, общим объемом 140 000 м³. На тех участках, где изъятие загрязненного грунта невозможно (или после осуществления работ) рекомендуется экранирование дна – присыпка донных отложений слоем чистого песка, глины или сорбирующего материала толщиной 15...30 см. Мероприятие проводится для предотвращения выхода биогенных и загрязняющих веществ из донных отложений.

Аэрация ускоряет окислительные процессы, тем самым способствует очищению водоема. Для оз. Средний Кабан аэрация необходима минимально в четырех местах одновременно. Для аэрации воды предлагается использовать традиционные аэраторы и оксидаторы (для работы в зимний период).

Для оз. Средний Кабан важнейшими проблемами являются:

- поступление значительных объемов ливневых сточных вод;
- использование озера в технологическом цикле Казанской ТЭЦ-1 в качестве водоема-охладителя;
- поступление сточных вод с предприятий Южной промышленной зоны;
- поступление аварийных сбросов хозяйственно-фекальной канализации;
- коммунальное загрязнение от индивидуальной застройки частного сектора.

На крупных выпусках ливневой канализации предлагается разместить очистные сооружения ливневых стоков. Инженерное решение возможно реализовать при помощи механической очистки, применив установки микрофльтрации барабанного типа. Данные установки будут функционировать в двух режимах – очищать поступающие сточные воды во время интенсивного их поступления, в остальное время очищать воды озера.

Третий этап – этап биологической реабилитации. Вдоль береговой зоны озера Средний Кабан предусматривается непрерывная система озеленения с включением участков существующих зеленых насаждений.

Для биологической очистки озера, изъятия биогенных веществ, тяжелых металлов и нефтепродуктов предлагается использовать высшую водную растительность (для высадки на перемещающихся понтонах и в литоральной части озера). Макрофиты могут использоваться также для предварительной очистки воды в канале КТЭЦ-1, впадающем в озеро. Здесь чередуют мелкие участки (с высаженной растительностью, поглощающей биогенные вещества)

и глубоководные участки (где активнее происходит аэрация воды и осаждение загрязняющих веществ).

Заключение

Таким образом, применение современных технологий оздоровления и облагораживания водоема, очистки ливневых стоков позволит сохранить природные комплексы и повысить рекреационный статус озера. По прогнозам авторов, основываясь на литературных данных, осуществление мероприятий позволит за два года (2011–2012 гг.) существенно улучшить качество вод до нормативов, приемлемых для проведения соревнований мирового класса, а также резко повысит эстетическую, природную и рекреационную ценность озера и возвратит историческое значение водоема, как излюбленного места отдыха горожан. Разработанный проект реабилитации может быть использован на аналогичных водоемах, требующих применения оздоровительных мероприятий.

E-mail: oderevenskaya@mail.ru

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Восстановление экосистем малых озер* / Отв. ред. В.Г. Дрabbkova, М.Я. Пряткова, О.Ф. Якушко. С.-Пб: Наука, 1994.
2. *Jorgensen S.E.* Управление озерными системами. М.: Агропромиздат, 1985.
3. *Smetanin V.I.* Восстановление и очистка водных объектов. М.: Изд-во «КолосС», 2003.
4. *Мингазова Н.М.* Эколого-токсикологическое изучение водоемов урбанизированных территорий (на примере озерной системы Кабан г. Казани): дисс... канд. биол. наук, Казань, 1984.
5. *Мингазова Н.М., Котов Ю.С.* Казанские озера. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1989.
6. *Деревенская О.Ю., Мингазова Н.М.* Сообщества зоопланктона озер при их загрязнении и восстановлении // *Гидробиологический журнал*. 1998. Т. 34. № 4.
7. *Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция.* Л.: ГосНИОРХ-ЗИН АН СССР, 1982.
8. *Руководство по методам биологического анализа поверхностных вод и донных отложений* / Под ред. В.А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983.
9. *Мингазова Н.М., Деревенская О.Ю., Палагушкина О.В. и др.* Биоразнообразие водных объектов г. Казани // *Ученые записки Казанского университета. Серия «Естественные науки»*. 2008. Т. 150. Кн. 4.

BIBLIOGRAPHY

1. *Restoration of ecosystems of small lakes* / Editorships V.G. Drabkova, M.J. Prytkova, O.F. Yakushko. S.-Peterburg: Science, 1994.
2. *Jorgensen S.E.* Management of lake systems. M.: Agropromizdat, 1985.
3. *Smetanin V.I.* Restoration and clearing of water objects. M.: Publishing house «Colossus», 2003.
4. *Mingazova N.M.* Ecological studying of reservoirs of the urbanised territories (on an example of lake system Кабан

- in Kazan); diss... candidate of biological science. Kazan, 1984.
- Mingazova M.N., Kotov Yu.S. Lakes of Kazan. Kazan: publishing house of Kazan. University, 1989.
 - Derevenskaya O.Ju., Mingazova N.M. Communities of lakes a zooplankton of at their pollution and restoration // Hydrobiological journal. 1998. Vol. 34. № 4.
 - Methodical recommendations about gathering and processing of materials at hydrobiological researches on fresh-

water reservoirs. A zooplankton and its production. L: GosNIORH-ZIN AS the USSR, 1982.

- A management on methods of the biological analysis of a surface water and ground adjournment / under the editorship of V.A. Abakumov. L: Gidrometeoizdat, 1983.
- Mingazova N.M., Derevenskaya O.Ju., Palagushkina O.V. et al. The biodiversity of Kazan water objects // Scientific notes of the Kazan university. A series Natural sciences. 2008. Vol. 150. Book № 4.



ПРАВИЛА РАССМОТРЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ

При направлении материалов для публикации в журнале «Экологические системы и приборы» необходимо заполнить карточку «Сведения об авторе» на русском и английском языках. В статье должна быть аннотация, название статьи, ключевые слова, список литературы на русском и английском языках. Просьба указывать раздел (рубрику) журнала, в котором Вы хотели бы видеть публикацию статьи:

научные обзоры;
экологический мониторинг;
экологическое приборостроение;
загрязнение, контроль, анализ и охрана экологических систем;
математическое моделирование экологических систем и процессов;
безопасность жизнедеятельности;
экология морей и океанов;
материаловедение;

новые физиологически активные вещества и проблемы здоровья человека и животных;
экология питания;
экология и экономика;
геоэкология;
экология чрезвычайных ситуаций и катастроф;
учебные и методические материалы;
охрана экосистем;
отходы и вторичное сырье.

При отсутствии этой информации статья опубликована не будет.

Все материалы необходимо направлять на два электронных адреса: esip_99@mail.ru и ekologia@tgizd.ru, а также на почтовый адрес редакции (107258, Москва, Алымов пер., д. 17, стр. 2 ООО Издательство «Научтехлитиздат» редакция журнала «Экологические системы и приборы») с подписями авторов на каждой странице.

Сведения об авторе (на русском и английском языках*)

Фамилия* _____
Имя * _____
Отчество* _____
Дата и место рождения _____
Адрес регистрации (прописки) по паспорту с указанием почтового индекса _____
Адрес фактического проживания с указанием почтового индекса _____
Контактная информация (домашний и служебный телефоны, мобильный телефон, электронный адрес) _____
Место работы (учебы), занимаемая должность, адрес организации с указанием почтового индекса * _____
Ученая степень* и звание (№ диплома, аттестата, кем и когда выдан) _____

Этапы рассмотрения и публикации статьи

- Регистрация статьи и присвоение ей индивидуального номера.
- Определение соответствия содержания статьи тематике журнала. Если содержание не совпадает с тематикой публикуемых статей в журнале, статья снимается с рассмотрения; об этом сообщается автору (или авторам). Неопубликованный материал авторам не возвращается.
- Направление статьи рецензенту, крупному специалисту по тематике статьи.
- Рассмотрение замечаний и пожеланий рецензента; при необходимости обращение к автору с просьбой учесть замечания и пожелания рецензента. При получении от рецензента отрицательной рецензии статья передается другому рецензенту. При отрицательном результате повторного рецензирования статья снимается с рассмотрения.
- Научное редактирование.
- Литературное редактирование.
- Корректурная статья.
- Верстка статьи.

После прохождения перечисленных этапов статья включается в список подготовленных для публикации статей и публикуется в порядке общей очереди. Публикация статей бесплатная.

Ускорить публикацию статьи можно путем добавления к стандартному объему журнала дополнительных страниц. В этом случае автор (ры) перечисляют на р/с издательства стоимость бумаги, краски и услуг типографии, необходимой для увеличения стандартного объема журнала.