



# Экологические СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ

**9•2012**

ISSN: 2072-9952



# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПРИБОРЫ

№ 9  
2012

ISSN: 2072-9952

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- Беренгартен М.Г., Латышенко К.П., Разумовская М.Ю.*  
Совершенствование метода лазерно-искрового имиссионного спектрометра для оценки содержания тяжелых металлов в городских почвах ..... 3

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

- Скибарко А.П., Шаповалов Д.А.*  
Использование комплексных показателей для мониторинга загрязнений локальных зон промышленно-урбанизированных территорий ..... 13
- Теревенская О.Ю., Мингазова Н.М., Набеева Э.Г., Талагушкина О.В., Павлова Л.Р., Бариева Ф.Ф.*  
Экологическое состояние озер системы Кабан : Казани и концепция их восстановления ..... 20

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, АНАЛИЗ И ОХРАНА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

- Кавальцева О.А., Коновалова Л.В., Светухин В.В.*  
Оценка современного экологического состояния юды р. Волги в районе интенсивного техногенного воздействия (на примере г. Ульяновска) ..... 26

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

- Грифонова Т.А., Алхутова Е.Ю., Ширкин Л.А.*  
Модель формирования экотоксичности в почве под луговой растительностью при техногенном загрязнении тяжелыми металлами ..... 35
- Федоров В.Е., Кондауров Б.П., Захарова А.А.*  
Методика оценки экологической опасности промышленных предприятий на примере южевенно-меховой отрасли легкой промышленности ..... 43
- Костарев С.Н., Файзрахманов Р.А., Серета Т.Г.*  
Разработка модели анаэробного биореактора юлигона твердых бытовых отходов ..... 46
- Геднева Р.А., Миркин М.А., Потапов А.И.*  
Эмпирические теории экологических катастроф ..... 53
- Гретий межрегиональный экологический форум ..... 59
- Правила рассмотрения и публикации статей ..... 60

Учредитель и издатель:  
ООО Издательство «Научтехлитиздат»

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций  
Свидетельство о регистрации ПИИ № 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., Монсеева М.А.,  
Краснова Л.М., Макаров О.И.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:  
Гуляев Ю.В., акад. РАН; Лаверов Н.П., акад. РАН; Федик П.И., чл.-корр. РАН; 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 И.С., д-р техн. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ; Гаварлашвили Г.В., д-р техн. наук, проф.; Галченко Ю.П., д-р техн. наук, проф.; Голубятников И.В., д-р техн. наук, проф.; Самхарадзе Т.Г., д-р техн. наук, проф.; Тагасов В.И., д-р техн. наук, проф.; Чебышев С.Б., д-р техн. наук, проф.; Михайлов Ю.Б., д-р техн. наук, проф.; Аксенов Ю.П., д-р техн. наук; Елохин А.П., д-р техн. наук; Проходский Ю.М., д-р техн. наук; Романов А.А., д-р техн. наук; Филенко О.Ф., д-р биол. наук. Проходская В.Ю., канд. биол. наук

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. Публикация статей бесплатная. Правом внеочередной 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 02.07.12.  
Формат 60×88 1/8. Бумага кн.-журн. Печать офсетная.  
Усл.-печ. л. 14,3. Усл. кр.-отг. 32,1. Уч.-изд. л. 19,2. Зак. 428.  
Тираж 2 700 экз.

Адрес редакции:  
107258, Москва, Алямов 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, Алямов 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  
*Л.Р. Павлова*  
*Ф.Ф. Бариева*  
канд. биол. наук

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕР  
СИСТЕМЫ КАБАН г. КАЗАНИ  
И КОНЦЕПЦИЯ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЯ**

*O.Yu. Derevenskaya*  
*N.M. Mingazova*  
*E.G. Nabeeva*  
*O.V. Palagushkina*  
*L.R. Pavlova*  
*F.F. Barieva*

**ECOLOGICAL CONDITION OF KABAN  
LAKES SYSTEM IN CITY KAZAN AND  
CONCEPTION OF ITS REHABILITATION**

---

*Проведены комплексные исследования озер системы Кабан в г. Казани по физико-химическим и гидробиологическим показателям. Выявлены основные источники загрязнения озер. Основываясь на оценке современного состояния озер и уровня антропогенного воздействия на них, разработана концепция восстановления, включающая в себя комплексы гидротехнических мероприятий.*

*Ключевые слова: озера; загрязнение; восстановление; мониторинг; реабилитация.*

*Complex researches of Lakes 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 lakes are revealed. The concept of restoration of the lakes, including complexes of the hydraulic engineering actions, based on an estimation of a current state of lakes and level of anthropogenous influence on them is developed.*

*Key words: lakes; pollution; restoration; monitoring; rehabilitation.*

### **Введение**

Озера урбанизированных территорий, как правило, подвержены сильному антропогенному воздействию, результатом которого является стремительное ухудшение их состояния. В связи с этим проблема оздоровления (восстановления) загрязненных водоемов стала одной из наиболее актуальных, в том числе и для г. Казани. Однако проекты восстановления водных объектов требуют больших финансовых вложений, поэтому примеры их осуществления в России да и за рубежом немногочисленны [1...3]. В связи с этим огромный научный и практический интерес представляют многолетние (более 30 лет) наблюдения за состоянием озер системы Кабан в г. Казани на разных этапах их загрязнения и восстановления и разработка концепции восстановления озер в зависимости от антропогенной нагрузки на них.

Система водоемов Кабан г. Казани, включает в себя три озера (Нижний, Средний и Верхний) и два протока (Булак и Ботанический). Озера относятся к типу малых среднеглубинных озер (таблица) старично-карстового происхождения, имеют смешанное питание (грунтовые воды, атмосферные осадки, поверхностный сток). Озера Нижний и Средний Кабан соединяются между собой протоком.

Озера Нижний и Средний Кабан в прошлом были пригодны для водоснабжения города, но из-за поступления промышленных и бытовых сточных вод, к 1970-м гг. достигли состояния сильного загрязнения. С целью улучшения качества воды Казанским госуниверситетом в сотрудничестве с научными и проектными организациями в 1980 г. был разработан проект оздоровления, реализованный муниципальными службами в 1981–1993 гг. В соответствии с проектом, большая часть промышленных сточных

## Морфометрические показатели озер системы Кабан

Озеро	Площадь, га	Объем, тыс. м <sup>3</sup>	Средняя глубина, м	Максимальная глубина, м
Нижний Кабан	47,5	3 950,8	8,3	16,3
Средний Кабан	127,0	11 156,2	7,1	22,8
Верхний Кабан	24,7	1 930,3	7,9	15,4

вод, ранее сбрасываемых в озера Нижний Кабан и Средний Кабан, была отведена на очистные сооружения, проведена очистка этих озер от загрязненных донных отложений (на 2...4 м), построен канализационный коллектор для сбора аварийных канализационных вод, очищены, благоустроены и озеленены берега.

В ходе исследований были оценены изменения компонентов водных экосистем озер в процессе проведения оздоровительных мероприятий непосредственно после их завершения, а также спустя 20...25 лет в условиях продолжающегося антропогенного воздействия.

### Материал и методики исследований

Мониторинг озер системы Кабан включал в себя изучение физико-химических показателей воды, фитопланктона, зоопланктона и зообентоса. Физико-химические исследования воды озер проводили в 1981–2011 гг. Оценка качества воды проводилась путем сравнения значений с ПДК для рыбохозяйственных водоемов, а также с использованием индекса загрязнения воды (ИЗВ) и эколого-санитарной классификации качества вод (ЭСК КВ, по ранговому показателю – РП). Фитопланктон исследовался в период с 1993 до 2010 гг., зоопланктон – в 1981–1983 и с 1989 по 2010 гг. Пробы фито- и зоопланктона отбирали с постоянных станций с различной периодичностью: однократно в летний период, ежедекадно или ежемесячно в период открытой воды, раз в сезон (весна, лето, осень). Всего было собрано и обработано более 300 количественных проб фитопланктона и 800 проб зоопланктона. Пробоотборы и дальнейшая камеральная обработка выполнены по стандартным методикам [4, 5]. Исследования зообентоса проводили в 1992, 2001–2002, 2004 и 2009–2010 гг. Пробы зообентоса отбирали в литоральной и профундальной зонах озер. Камеральная обработка выполнена в соответствии с общепринятыми методиками [5].

### Результаты исследований

До начала оздоровительных мероприятий (1980-е гг.) вода в оз. Нижний Кабан вследствие поступления сточных вод различного состава была сильно загрязнена. По величине среднего РП водоем относился к классу «загрязненных», разряду

«умеренно загрязненных», а в связи с сильным загрязнением нефтепродуктами (2,32 мг/л) и СПАВ (0,958 мг/л) – к «гипертоксицидным»; по величине концентраций биогенных элементов водоем соответствовал эвтрофным водам [6]. В период проведения оздоровительных мероприятий (1984–1986 гг.) прозрачность воды увеличилась (с 0,2 м до 0,7 м), снизилась жесткость воды (в два-три раза). По величине среднего РП качество воды соответствовало «умеренно загрязненным». Вследствие проведения оздоровительных мероприятий произошло снижение уровня токсического загрязнения воды (до «α-мезотоксицидного»), но содержание соединений некоторых биогенных элементов увеличилось; произошла смена типов загрязнителей – загрязнение токсичными веществами сменилось загрязнением преимущественно биогенными веществами [7].

Озеро Средний Кабан до начала оздоровительных мероприятий также было сильно загрязнено. По содержанию токсикантов водоем являлся «гипертоксицидным». В период проведения оздоровительных мероприятий, который для оз. Средний Кабан оказался более растянут (1984–1995 гг.), значительно снизилось содержание токсических веществ (до состояния «β-мезотоксицидности»), снизилось содержание растворенных органических веществ, концентраций ионов аммония, общей жесткости воды. По величине среднего РП качество воды соответствовало классу «удовлетворительно чистая». В оз. Средний Кабан также как и в оз. Нижний Кабан произошла смена типа загрязнителей – снизилось содержание токсических веществ и увеличилось количество биогенных веществ [6, 7].

В оз. Верхний Кабан за период исследований величины основных ингредиентов изменялись не столь значительно как в двух предыдущих случаях. По величине физико-химических показателей оз. Верхний Кабан являлось «слабо загрязненным», что соответствует эвтрофному типу по уровню трофности.

В зоопланктоне озер за этот период выявлены следующие основные тенденции. При высоком уровне токсического загрязнения происходило обеднение видового состава зоопланктона (в 1,5...3 раза по числу видов) с преобладанием по численности коловраток *Asplanchna priodonta* Gosse, *Brachionus calyciflorus* Pallas, *B. diversicornis* (Daday), *Keratella*

*quadrata* (Muller). Общая численность и биомасса зоопланктона были низкими, что является следствием угнетающего действия загрязняющих веществ. В период проведения оздоровительных мероприятий отклик сообществ зоопланктона на снижение уровня загрязнения проявляется в увеличении числа видов, увеличении количества видов-доминантов с включением в доминирующий комплекс представителей всех групп зоопланктона. Снижение уровня загрязнения как фактора, сдерживающего развитие зоопланктона, вызвало увеличение его численности и биомассы. При этом в оз. Нижний Кабан увеличилась доля *Cladocera*, в оз. Средний Кабан – *Copepoda* и *Cladocera*. Усиленное развитие этих групп зоопланктона вызвало соответствующие изменения таксономических показателей, основанных на соотношении величин численности и биомассы основных групп зоопланктона; увеличился средний вес зоопланктеров. Снижение степени загрязнения вызвало уменьшение в сообществе доли организмов – индикаторов  $\beta$ - $\mu$ -,  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробных вод и увеличении олиго- и  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробных, снижение значений индекса сапробности. Увеличение числа доминирующих видов и видового богатства отразили увеличившиеся значения индекса Шеннона. Непосредственно после завершения оздоровительных мероприятий в условиях преимущественного загрязнения биогенными элементами сообщества зоопланктона озер приобретают черты, характерные для эвтрофных водоемов. В сообществе доля коловраток по численности и биомассе увеличилась, а веслоногих – снизилась, уменьшилась доля *Calanoida*, увеличились значения численности и биомассы зоопланктона [8].

В конце 1990-х гг. реализация проекта была прервана, а озера по-прежнему являлись приемниками условно чистых вод ряда предприятий, неочищенных ливнепроводов и аварийных сбросов, в том числе хозяйственно-фекальных сточных вод.

В связи с различным антропогенным воздействием современное экологическое состояние озер (по данным 2005–2011 гг.) неодинаково.

На оз. Нижний Кабан в 1980-х гг. была осуществлена большая часть из запланированных оздоровительных мероприятий, тем не менее, его состояние нельзя назвать благополучным. В настоящее время в озеро поступают в достаточно большом объеме ливневые сточные воды. В летний период у дна отмечается дефицит кислорода, поверхностные слои им перенасыщены. Электропроводность в поверхностном слое воды составляет 990...1 415 мкС/см, в придонном – 1132...1 557 мкС/см. Были обнаружены превышения ПДК по содержанию аммония (6,8 ПДК, разряд «сильно загрязненной» воды) и нитритов (1,6 ПДК, разряд «умеренно загрязненной» воды). В воде озера отмечались высокие концентрации нефтепродуктов (1,5 ПДК в поверхностных слоях, 2,5 ПДК –

в придонных), превышения ПДК содержания тяжелых металлов: меди в 8,1 раза, цинка – в 11,3; марганца – в 11,0; железа – в 3,2 раза. Индекс загрязнения воды составлял 2,1, что характеризует воду как «умеренно загрязненную» и соответствует III классу качества.

Озеро Нижний Кабан характеризуется интенсивным развитием нитчатых и колониальных видов фитопланктона (синезеленые и хлорококковые) в период летнего «цветения», приходящегося на август месяц. По уровню биомассы и по индексу трофности водоем относится к гипертрофному. Сапробность оз. Нижний Кабан по фитопланктону находится в границах  $\beta$ -мезосапробной зоны. Вода озера относится к III классу качества, «умеренно загрязненная», разряд – «удовлетворительно чистая». Видовое разнообразие зоопланктона в водоеме среднее и снижается в периоды «цветения». Значения индекса сапробности по зоопланктону находились в пределах  $\beta$ -мезосапробной зоны (1,82), соответствовали состоянию умеренного загрязнения. Сообщество макрозообентоса характеризовалось низким видовым разнообразием, невысокими значениями численности и биомассы, что для литоральной зоны можно объяснить искусственным грунтом отсутствием водной растительности. По индексу Шеннона качество воды соответствовало загрязненным водам, по индексу сапробности – III...IV классам (умеренно загрязненная-загрязненная; эвтрофно-гипертрофные водоемы), по индексу Гуднайта-Уитли и индексу Вудивисса вода в озере характеризуется как «грязная».

Для оз. Нижний Кабан в настоящее время наибольшей проблемой является поступление ливневых сточных вод, что приводит к загрязнению воды и донных отложений соединениями тяжелых металлов, нефтепродуктами и др. Воды ливневой канализации необходимо отводить на очистные сооружения для очистки. Инженерное решение можно реализовать при помощи механической очистки, применив установки микрофльтрации барабанного типа. Необходимо провести частичное изъятие поверхностного слоя донных отложений в местах выпуска ливневых сточных вод для предотвращения вторичного загрязнения воды озера. Для выемки донных отложений наиболее приемлем гидро-механизированный способ. Параллельно, для насыщения воды кислородом необходимо проводить аэрацию воды. Для аэрации воды предлагается использовать традиционные аэраторы, а также оксидаторы (в зимний период). Для биологической очистки озера, изъятия биогенных веществ, тяжелых металлов и нефтепродуктов возможно использование высших водных растений (для высадки на перемещающихся понтонах и в литоральной части озера с созданием биоплато) с удалением биомассы в конце вегетационного периода.

Состояние озера Средний Кабан также не является благополучным. Температура воды в озере на 2...3 °С выше, чем в других озерах системы Кабан вследствие поступления подогретых сточных вод ТЭЦ. Тип воды в озере преимущественно сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевый. За последние пять лет средние значения суммы главных ионов увеличились от 758 до 1 031 мг/дм<sup>3</sup> (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 ТЭЦ-1, содержание сульфатов в которых обычно в 1,8...3,3 раза превышает ПДК. Газовый состав оз. С. Кабан соответствует эвтрофным водоемам: в поверхностных слоях содержание растворенного кислорода высоко – 11,8...14,9 мг/дм<sup>3</sup> (118...146 %), в придонных – опускается до нуля. Присутствие сероводорода отмечалось на глубине 6 м и ниже, содержание H<sub>2</sub>S на глубине 10...15 м составляло 0,0011 мг/дм<sup>3</sup>. Неблагополучный газовый режим формировался за счет накопления органических веществ, поступающих со сточными промышленными и ливневыми водами. Содержание аммонийного азота в поверхностных слоях воды изменялось от 0,07 до 1,6 мг/дм<sup>3</sup> (3 ПДК), в придонных – от 4,8 до 16,8 мг/дм<sup>3</sup> (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 NO<sub>2</sub> в сточных водах (2,9...6,8 ПДК). Содержание фосфатов изменялось от 0,025 до 3,82 мг/дм<sup>3</sup>, максимальные значения отмечались в придонных слоях воды. В воде озера неоднократно отмечалась высокая концентрация нефтепродуктов (1,4...3,2 ПДК). 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. 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.

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». Сообщество зоопланктона отличается относительно невысоким видовым богатством, состав видов характерен для эвтрофных и загрязненных озер.

Часто наблюдается развитие только одного из видов зоопланктона, наиболее приспособленного к сложившимся условиям. В этом случае нормальная структура сообщества бывает нарушена, что характерно для загрязненных водоемов. Индекс сапробности изменялся от 1,53 до 1,62 (β-мезосапробная зона). Класс качества воды определяется как «умеренно-загрязненная», но это свидетельствует только об оценке органического загрязнения, а в случае с оз. Средний Кабан преобладают загрязнители-токсиканты. По показателям макрозообентоса оз. Средний Кабан относится к категории загрязненных, сообщество зообентоса – к разбалансированным и неустойчивым. Отсутствие организмов зообентоса в профундали является следствием высокого по уровню и длительного по времени токсического загрязнения озера. Для улучшения качества воды и восстановления сообществ водных организмов требуется проведение оздоровительных мероприятий.

Источниками загрязнения оз. Средний Кабан являются ливневые сточные воды, ведущие к загрязнению и заилению озера; условно-чистые сточные воды Казанской ТЭЦ-1, приводящие к термальному и химическому загрязнению озера; аварийные сбросы предприятий и выпусков хозяйственно-фекальной канализации; вторичное загрязнение из донных отложений. Вследствие значительного загрязнения поверхностного слоя донных отложений необходимо его изъятие. 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 м<sup>3</sup>. 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 (для предотвращения выхода биогенных и загрязняющих веществ из донных отложений). Параллельно рекомендуется проводить аэрацию воды для насыщения воды кислородом, ускорения окислительных процессов и процессов самоочищения. Для оз. Средний Кабан аэрация необходима в местах крупных выпусков ливневых и условно-чистых вод. Для аэрации воды предлагается использовать традиционные аэраторы и оксидаторы (на зимний период). Для крупных выпусков ливневой канализации рекомендуется строительство очистных сооружений ливневых стоков с использованием механической очистки, применив установки микрофльтрации барабанного типа. Установки будут функционировать в двух режимах – очищать поступающие сточные воды во время интенсивного их поступления, в остальное время очищать воды озера.

Вдоль береговой зоны озера Средний Кабан необходимо предусмотреть непрерывную систему

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 стоков ТЭЦ-1, впадающем в озеро. Следует чередовать мелкие участки (с высаженной растительностью, поглощающей биогенные вещества) и глубоководные участки (где активнее происходит аэрация воды и осаждение загрязняющих веществ).

Озеро Верхний Кабан не испытывает прямого промышленного воздействия, поэтому его состояние наиболее приближено к природным водам, изначально присущим всем озерам Кабан. Электропроводность воды оз. Верхний Кабан невысокая (400...500 мкС/см), что указывает на сохранение природного состава воды. Озеро характеризуется высокой прозрачностью (летом до 1,7 м). Содержание растворенного кислорода в поверхностном слое составляло 12,2 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует 140 % насыщения. Тип воды соответствовал гидрокарбонатно-кальциевому и гидрокарбонатно-хлоридно-магниевому типу. Из соединений биогенных элементов в воде озера были обнаружены аммоний в концентрации, превышающей ПДК в 2,2 раза, нитриты, нитраты и фосфаты. Содержание нефтепродуктов и АПАВ находилось в пределах нормы. В воде озера отмечались превышения ПДК тяжелых металлов: меди в 3,0; цинка – в 6,0; марганца – в 7,6; железа – в 1,2 раза. Индекс загрязненности поверхностного слоя воды составил 0,55, что характеризует воду как «чистую» и соответствует II классу. По уровню биомассы фитопланктона и по индексу трофности водоем можно отнести к эвтрофному. Значения индекса сапробности по зоопланктону в большинстве случаев соответствовали β-мезосапробной зоне (умеренно загрязненная вода). Индексы видового разнообразия по численности и биомассе зообентоса довольно велики и равны 2,28 и 2,8 соответственно, что связано с большим видовым богатством и выравненностью сообщества. Биотический индекс Вудивиса равен 5, что соответствует III классу качества воды, а по степени загрязненности данный водоем относится к умеренно-загрязненному.

Озеро Верхний Кабан является рекреационным объектом, здесь расположен городской пляж, но в последние годы купание запрещено из-за неудовлетворительного качества воды по микробиологическим показателям. Загрязнение происходит вследствие поступления вод поверхностного стока с прилегающей городской территории, автодорог, а также атмосферного переноса. Озеро используется для

хозяйственных целей и отдыха местных жителей, забора воды близлежащими садоводческими товариществами, а также для полива зеленых насаждений и дорог г. Казани. За сезон (4 мес.) из озера в среднем изымают 2 880 т воды, что вызывает снижение уровня воды. Большое количество отдыхающих в летнее время и отсутствие обустроенной дорожно-тропиночной сети с твердым покрытием приводят к вытаптыванию прибрежной территории, повреждению древесно-кустарниковой растительности. Для улучшения состояния оз. Верхний Кабан необходимо проведение профилактических мероприятий, включающих в себя отведение и очистку ливневых сточных вод с автодорог, благоустройство прибрежной зоны (создание сети тропинок с твердым покрытием), обустройство видовых точек и площадок для отдыхающих. Для биологической очистки озера, изъятия биогенных веществ, тяжелых металлов и нефтепродуктов предлагается использовать высшую водную растительность (для высадки на перемещающихся понтонах с обязательным удалением биомассы из озера в конце вегетационного периода). В зимнее время, а также в периоды наибольшего «цветения» воды необходимо предусмотреть аэрацию придонных слоев воды при помощи аэрационных установок.

Таким образом, длительный мониторинг показал, что оздоровительные мероприятия, проведенные в 1984–1990 гг., существенно улучшили экологическое состояние озер Нижний и Средний Кабан. Снизилась концентрация токсичных веществ, повысилось качество воды, произошло восстановление сообществ зоопланктона, появился зообентос. Соответственно, примененный комплекс оздоровительных мероприятий можно рекомендовать для восстановления водоемов, загрязненных промышленными сточными водами. Однако последующее наблюдение за этими водными объектами показало, что при сохранившейся достаточно высокой антропогенной нагрузке однократного проведения оздоровительных мероприятий недостаточно. В замкнутые водоемы, расположенные на урбанизированных территориях, в составе ливневых, поверхностных, аварийных сточных вод, поступает большое количество взвешенных веществ, нефтепродуктов, тяжелых металлов, что приводит к загрязнению воды и донных отложений и отрицательно влияет на сообщества гидробионтов. Для поддержания состояния экосистемы через 15...20 лет требуется разработка и повторное проведение оздоровительных мероприятий. Различное экологическое состояние озер Кабан г. Казани обуславливает дифференцированный подход к вопросам их восстановления и оптимизации.

*E-mail: oderevenskaya@mail.ru*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

## BIBLIOGRAPHY

1. *Restoration of ecosystems of small lakes.* Ed. 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. *Methodical recommendations about gathering and processing of materials at hydrobiological researches on freshwater reservoirs. A zooplankton and its production.* L.: GosNIORH-ZIN AS the USSR, 1982.
5. *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.
6. *Mingazova N.M.* Ecological studying of reservoirs of the urbanised territories (on an example of lake system Kaban in Kazan): diss... candidate of biological science. Kazan, 1984.
7. *Kotov Yu.S.* Lakes of Kazan. Kazan: publishing house of Kazan University, 1989.
8. *Derevenskaya O.Yu., Mingazova N.M.* Communities of lakes a zooplankton of at their pollution and restoration // Hydrobiological journal. 1998. Vol. 34. № 4.

ООО Издательство «Научтехлитиздат» рекомендует приобрести книгу  
бывшего министра приборостроения,  
средств автоматизации и систем управления СССР (1980–1989 гг.),  
управляющего делами Совета Министров СССР (1981–1991 гг.)  
Михаила Сергеевича Шкабардни

### «Приборостроение XX век»

Книга посвящена истории становления и развития отечественного приборостроения как самостоятельной отрасли машиностроения. Материал книги структурирован по разделам, определяющим развитие основных направлений приборостроения, и изложен по возможности в хронологическом порядке. Книга подготовлена на основе сохранившихся исторических документов, отдельных публикаций, посвященных истории предприятий и организаций Минприбора СССР, а также воспоминаний ученых, руководителей и специалистов, работавших в приборостроении, внесших в разные годы прошедшего столетия свой вклад в его становление и развитие. В книге приведены сведения о наиболее важных достижениях по основным направлениям развития приборной техники и системам управления. Книга предназначена для широкой инженерной общественности и для читателей, интересующихся историей, состоянием и перспективами развития науки и техники. Материалы могут быть также полезными профессорско-преподавательскому составу технических вузов в качестве пособия по курсу «Введение в специальность», студентам и аспирантам приборостроительных специальностей.

**Коллекция «Совершенно секретно», 2004 г. 768 с.  
Стоимость – 1000 р. с доставкой**

По вопросам приобретения книги обращаться в бухгалтерию  
ООО Издательство «Научтехлитиздат» по адресу:  
107258 г. Москва, ул. Алымов пер., д. 17, стр. 2  
тел.: 8 (495) 737-52-19, факс: 8 (499) 168-13-69  
E-mail: zakaz@igtzd.ru