

# АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ на озеро Средний Кабан г. Казань и предложения по оптимизации ЕГО СОСТОЯНИЯ

**Работа посвящена изучению современного состояния озера Средний Кабан (г. Казань). Озеро долгое время испытывало влияние сточных вод предприятий и городских ливневых сточных вод. Состояние воды в водоёме оценивается как «неудовлетворительное». В связи с этим требуется разработка мероприятий по оптимизации состояния озера для спортивно-оздоровительных целей. В статье приведены материалы по изучению гидрохимического режима, воздействия сточных вод на гидрофизические показатели и гидрохимический режим водоёма, предложены рекомендации по оптимизации состояния водоёма.**

соревнований и учебно-тренировочного процесса по академической гребле. В связи с этим акватория озера была выбрана для размещения Центра гребных видов спорта для соревнований XXVII Летней Всемирной Универсиады 2013 г. Однако в настоящее время осуществлению проекта Центра гребных видов спорта препятствует высокая степень загрязнённости воды и донных отложений озера. В связи с этим актуальным является выявление и анализ источников антропогенного воздействия на озеро, изучение возможностей снижения загрязнённости поступающих сточных вод.

## Введение

Урбанизированные территории характеризуются интенсивным воздействием на окружающую среду, приводящим к нарушению экологического равновесия региона. Одним из элементов природной системы урботерриторий, испытывающих наибольший антропогенный пресс, являются поверхностные водные объекты. Сильное антропогенное воздействие приводит к ухудшению качества водной среды и экологического состояния, к нарушению структурно-функциональной организации водных экосистем, снижению водохозяйственной, рыбохозяйственной и рекреационной ценности водоемов. Эффективность решения задач рационального природопользования урбанизированных территорий во многом зависит от полноты и достоверности используемой для этих целей информации о состоянии водных объектов.

Озеро Средний Кабан (оз.Ср. Кабан) расположено в Приволжском районе г. Казань (рис.1). Морфометрические параметры оз. Ср. Кабан (площадь 129 га, длина 3,3 км, средняя глубина 7,9 м) соответствуют требованиям, предъявляемым к проведению

**Н.М. Мингазова\***,  
доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией оптимизации водных экосистем факультета географии и экологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет

**А.В. Никитин**,  
аспирант, факультет географии и экологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет

## Результаты и их обсуждение

*Физико-географическая и гидрологическая характеристика*

Оз. Ср. Кабан – самый крупный водоем системы озёр Кабан, расположен к югу от оз. Нижний Кабан. Озерная система Кабан состоит из трех водоемов – Нижний, Средний, Верхний Кабан и двух протоков – Ботанический и Булак. Оз. Нижний [1] и Ср. Кабан соединяются между собой протоком Ботанический. Происхождение озер системы Кабан – старично-карстовое или эрозионно-карстовое, их следует относить к древним старицам р. Волга. Ориентировочный возраст озерной системы Кабан – 10–40 тыс. лет. Береговая линия оз. Ср. Кабан извилистая и образует по западному берегу два залива (рис.1). Северо-восточный берег озера пологий, юго-западный – крутой, местами обрывистый, на нем расположено большинство промышленных предприятий и жилых застроек. От Чертова угла в сторону оз. Верх-

\* Адрес для корреспонденции: nmingas@mail.ru

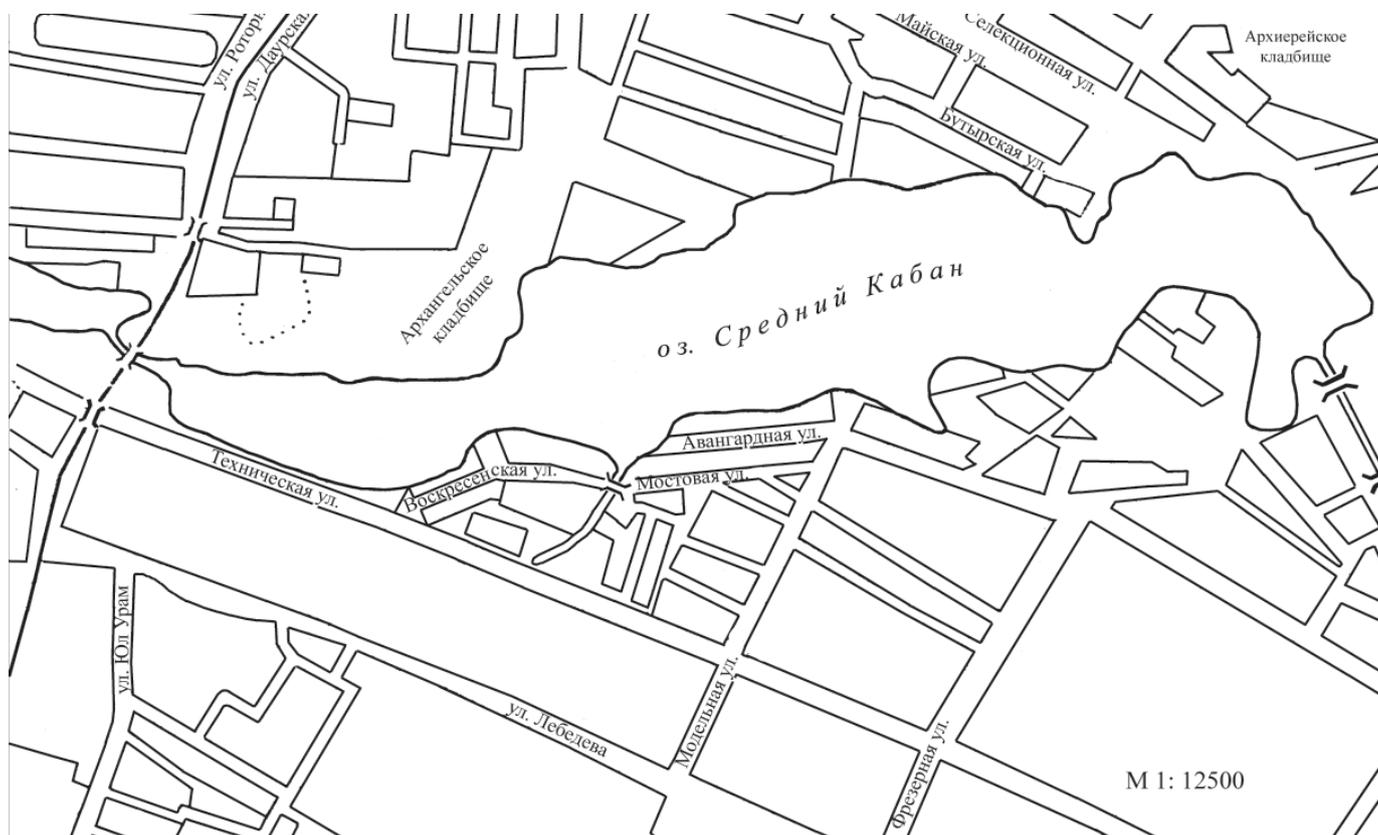


Рис. 1. Карта-схема расположения оз. Средний Кабан.

ний Кабан и Куйбышевского водохранилища отходит дрена (длина более 2 км, ширина 10 м, глубина до 1,5 м), по которой отводится избыток воды (ежегодно откачивается до 23 млн. м<sup>3</sup>). Озеро Ср. Кабан относится к частично зарегулированным водоемам, уровень его держится на отметке 51,5 м абс. выс. Основные морфометрические характеристики оз. Ср. Кабан приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные морфометрические характеристики озера Средний Кабан (Экологический паспорт озера Средний Кабан, 2007 г.)

Характеристика	Значение
Координаты центра озера	55° 45' 04" с.ш./ 49° 08' 44" в.д.
Высота над уровнем моря, м. абс.	47 (51)
Площадь сохранившегося водосбора, га	66,1
Площадь озера, га	129 (112-142 по литер. данным)
Длина, м	3300
Ширина, м (средняя/максимальная)	429/622
Глубина, м (средняя/максимальная)	7,9/22,8
Объем воды, тыс. м <sup>3</sup>	11156,2

#### Характеристика антропогенного воздействия

Антропогенное воздействие на оз. Ср. Кабан связано с развитием Южной промышленной зоны (ЮПЗ) г. Казань. История загрязнения водоема началась в XIX в., когда сточные воды, поступающие от предприятий в оз. Нижний Кабан, стали загрязнять воду соседнего озера. До XVIII в. воды оз. Ср. Кабан были гидрокарбонатно-кальциевыми, мягкими и маломинерализованными. По исследованиям известных химиков (Бутлеров, Якобий, 1866, цит.: [2]) они были пригодны для питьевых целей. Оз. Ср. Кабан долгое время использовалось жителями исключительно для рекреационных целей (сады, прогулки на пароме, купание) [2].

С 1928 г. началось активное развитие ЮПЗ со строительством крупных промышленных предприятий на западном берегу оз. Ср. Кабан. С 1930 г. водоем стал выполнять функцию водоема-охладителя вновь построенной ТЭЦ-1. На восточном берегу озера (современное место строительства Центра гребных видов спорта) до 1970 г. складировались отходы ТЭЦ-1 (золоотвал). Строительство железнодорожной насыпи в 1928 г. значительно ухудшило водообмен с оз. Нижний Кабан. До начала 1990-х годов в оз. Ср. Кабан поступали хозяйственно-фекальные сточные воды, воды ливневой канализации, промышленные сточные воды, в том числе с химкомбината им. М. Вахитова,

ТЭЦ-1, заводов СК им. Кирова, РТИ, «Искож», «Теплоконтроль» и др.

Длительное промышленное загрязнение озер привело к резкому ухудшению качества вод озера Нижний и Ср. Кабан. В 1980 г. система озера Кабан была признана «предельно грязными» водоемами (массовые заморы рыб на обоих озерах, дефицит кислорода, заражение вод сероводородом, превышения ПДК в 10-100 раз по ряду веществ). Начиная с 1981 г. для озера Нижний и Ср. Кабан проводились специальные оздоровительные мероприятия, разработанные «Казгражданпроектом» совместно с КГУ и другими организациями. В 1981 г. была создана временная двусторонняя проточность путем откачки воды через проток Булак и дренаж. В соответствии с проектом большая часть промышленных сточных вод была отведена на городские очистные сооружения. В 1987-1990 гг. в западной части оз. Ср. Кабан проводилось изъятие загрязненных донных отложений. В результате реализации проекта оздоровления значительно улучшилось состояние оз. Нижний Кабан и частично улучшилось качество воды и экологическое состояние оз. Ср. Кабан.

В настоящее время в оз. Ср. Кабан поступают условно чистые сточные и промышленно-ливневые сточные воды ТЭЦ-1, ОАО «Завод синтетического каучука» и сточные воды ливневой канализации (около 20 выпусков). Озеро является приёмником ливневых сточных вод микрорайонов Горки-1, Горки-2, Танкодрома, части Советского района и ЮПЗ г. Казань. В прибрежной зоне имеются свалки бытового и строительного мусора.

*Воздействие сточных вод на гидрофизические показатели и гидрохимический режим водоёма*  
Антропогенное воздействие на оз. Ср. Кабан имеет последствиями термальное и химическое загрязнение вод и донных отложений. Так, минимальная и максимальная температуры воды на поверхности озера фиксировались в среднем на 1,5 °С выше, чем в озерах Нижний и Верхний Кабан; в данном озере отмечался наибольший по величине слой металимниона. Прозрачность воды по Секки в оз. Ср. Кабан изменялась по сезонам и годам (2005-2009 гг.) от 0,6 до 1,5 м, в среднем составляла невысокие значения (0,67 м), цвет воды характеризовался как зеленоватый или зеленовато-коричневатый.

По данным исследований лаборатории оптимизации водных экосистем КГУ за 2002-2009 гг., с привлечением специализированных лабораторий, а также на основе анализа ведомственных данных Казанской ТЭЦ-1,

**Е.Н. Унковская,**  
старший научный сотрудник,  
Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник

**Л.Р. Павлова,**  
кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник лаборатории оптимизации водных экосистем факультета географии и экологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет

**Э.Г. Набеева,**  
кандидат биологических наук,  
младший научный сотрудник лаборатории оптимизации водных экосистем факультета географии и экологии, Казанский (Приволжский) федеральный университет

ГУ «УГМС РТ», ЦСИАК Минприроды РТ за 2007-2009 гг., гидрохимический режим озера в значительной степени зависит от антропогенного воздействия.

Поверхностный слой воды (0–2 м) загрязнён сероводородом и нитритами (2,2–3,0 и 2,4 ПДК), относится по принятой в научной литературе эколого-санитарной классификации (ЭСК) качества поверхностных вод к IV классу качества вод («загрязненные») из 5 классов. Слой воды 2–4 м также загрязнён сероводородом и нитритами (2,8 и 16 ПДК), относится к «грязным» водам (V класс качества воды). Слой воды 4–10 м является наиболее загрязнённым, относится по ЭСК к «грязным», наблюдаются превышения по значениям БПК, ХПК, биогенным веществам. Принятый нормативный индекс загрязнённости воды (ИЗВ6), включающий 7 классов качества вод, в оз. Ср. Кабан изменялся по годам и соответствовал в 2009 г. в поверхностных слоях озера III классу («умеренно-загрязненные» воды), в придонных слоях – VII классу («чрезвычайно грязные» воды). Средние значения ИЗВ (по 6 показателям) изменялись в поверхностных слоях (2005-2009 гг.) от 1,04 до 5,07, в придонных слоях (2009 гг.) – от 117,19 до 146,49, что обусловлено значительными превышениями ПДК в придонных слоях воды по нефтепродуктам и тяжелым металлам.

Наибольший вклад в антропогенное воздействие на оз. Ср. Кабан вносят сбросы сточных вод Казанской ТЭЦ-1, ОАО «Казанский завод синтетического каучука» и ливневой канализации. Данные о качественном и количественном составе сточных вод, поступающих в озеро, представлены в *табл. 2*.



**Таблица 2**

Превышения ПДК по загрязняющим веществам в сбрасываемых сточных водах (ПДК культурно-бытового водопользования)

Загрязняющие вещества	Филиал ОАО «Генерирующая компания» Казанская ТЭЦ-1 (по данным предприятия)	ОАО «Казанский завод синтетического каучука» (по данным предприятия)	Ливневые сточные воды (усреднённые данные по 3 выпускам в озеро)
Взвешенные вещества	1,096	0,682	1,61
БПК <sub>5</sub>	0,856	0,406	2,0
Сульфаты	0,612	0,111	0,186
Хлориды	0,186	0,048	0,235
Азот нитратный	0,01	0,085	0,119
Фосфаты	0,312	0,35	0,8
СПАВ	0,038	0,203	0,153
Азот аммоний	0,64	0,06	0,382
Азот нитритный	0,1	0,009	0,027
Железо общ.	0,333		6,256
Медь	2,3		31,333
Нефтепродукты	0,633	0,166	0,026
Формальдегид		0,4	
Фенолы		0,01	
Кальций			0,202
Никель			0,367
Цинк			0,048

По представленным данным можно сделать вывод, что наибольшее количество загрязняющих веществ в озеро поступает через неочищенные ливневые и талые воды. На озере до сих пор не функционируют запроектированные очистные сооружения. Необходимо также учитывать, что промышленные предприятия, автомойки, автозаправочные станции, рынки и автостоянки часто используют ливневую канализацию для сброса производственно-технических стоков со своей территории, что также приводит к загрязнению водоема.

#### *Воздействие сточных вод на качество донных отложений*

Илы оз. Ср. Кабан по данным 1980-х годов относились к сапропелям с низким содержанием органических веществ, имели преимущественно черный цвет, патологичную структуру, имели высокое содержание сероводорода, загрязняющих веществ и яиц гельминтов [2].

По данным 2002 г. илы озера во влажном состоянии имеют черный цвет, выделяют запах сероводорода, вязки. Цвет верхней части донных отложений при высыхании – коричневатый. Гигроскопическая влажность – 3,38. Гранулометрический состав – суглинок тяжелый; содержание физической глины – 57,2 % (в т.ч. илистой фракции 15,7 %), содержание физического песка –

42,8 % (в т.ч. фракции крупного песка – 0,5 %). Щелочная реакция среды (рН водной 7,6), содержание органического вещества – 7,07 %, К<sub>2</sub>О валовый – 1,85 %, валовый азот – 0,185 %, валовый фосфор – 0,065 %. Валовое содержание тяжелых металлов составляет по меди 24 мг/кг, цинку – 89 мг/кг, марганцу – 254 мг/кг, свинцу – 5 мг/кг, кадмию – менее 10 мг/кг сухого веса [3].

По данным 2007 г. верхняя часть донных отложений по гранулометрическому составу представляет собой суглинок легкий; содержание физической глины – 20,3 % (в т.ч. илистой фракции 11,6 %), содержание физического песка – 79,7 % (в т.ч. фракции крупного песка – 17,8 %). Характерна слабо щелочная реакция среды (рН водной 7,29). Содержание органического вещества составляет 3,82 %, валового азота – 0,01 %, валового фосфора – 0,032 % [4].

В 2009 г. по данным лаборатории оптимизации водных экосистем геоэкофака К(П)ФУ выявлено, что донные отложения на всех станциях заражены сероводородом и загрязнены нефтепродуктами, тяжелыми металлами и др. Превышены фоновые показатели и нормативы по содержанию меди (в 4-7 раз выше фоновых значений по РТ), нефтепродуктов (в 2-4 раза выше допустимых значений), цинка (в 1-4 раза), никеля (в 1,6 раз) и марганца (в 1,5-3 раза выше фоновых значений по РТ).



Загрязнение придонных слоев воды происходит в ходе процессов миграции элементов тяжелых металлов в системе вода-донные отложения. Донные отложения вследствие загрязнения являются постоянным источником вторичного загрязнения придонных слоев воды.

#### *Рекомендации по оптимизации состояния водоёма*

На основании проведенных исследований и концепции восстановления малых озер [5, 6] рекомендуются мероприятия по очистке озера от загрязненных донных отложений (для предупреждения вторичного загрязнения), отвод сточных вод (предприятий и ливневой канализации) и сведение их в 4 единых выпуска, строительство очистных сооружений на выпусках ливневой канализации. В местах сброса ливневых стоков после строительства очистных сооружений также рекомендуется высадка макрофитов, устройство биофильтров и аэрационных установок в специальных лагунах биофильтрации и вдоль береговой зоны.

Комплекс мероприятий непосредственно по очистке оз. Ср. Кабан, по нашему мнению, должен включать в себя проведение следующих мероприятий:

- ◆ Очистка дна озера с помощью пульпового земснаряда от загрязненных донных отложений с глубинами разработки в 1-3 м, на котловине озера с глубинами от 3 до 22 м.
- ◆ Экранирование дна озера (присыпка) песком для временного предотвращения выхода биогенных и загрязняющих веществ из илов.
- ◆ Очистка мелководий озера (на глубинах 0,5–3 м) от затонувших строительных материалов, свай и других твердых бытовых отходов.

#### **Ключевые слова:**

озерная экосистема, гидрологическая характеристика, антропогенное воздействие, гидрохимический режим, оптимизация состояния

◆ Создание аэрационных установок-фонтанов по периметру озера.

◆ Биологическая рекультивация для улучшения качества воды должна включать в себя посадку на мелководьях высшей водной растительности (рогоз, тростник, камыш и др.), сохранение существующей водно-болотной растительности (до 25 % от площади озера), создание в лагунах биофильтрации специальных биоплато из двустворчатых моллюсков-фильтраторов, посадка эфиппий низших ракообразных, зарыбление и др.

◆ Берегоукрепление озера естественными природными материалами.

◆ Благоустройство береговой зоны по периметру озера: очистка от мусора, создание зеленой зоны из газонов и древесно-кустарниковой растительности, сохранение существующих ценных зеленых насаждений, оформление лестниц-спусков к воде, видовых точек и др.[7]

#### **Заключение**

**П**о результатам проведенных исследований выявлено, что качество воды в оз. Ср. Кабан г. Казань по гидрохимическим показателям является неудовлетворительным и не соответствует целям проведения международных соревнований. Загрязнение озера определяется присутствием большого количества органических и биогенных веществ, накоплением высокотоксичных веществ (тяжелых металлов и нефтепродуктов) в придонных слоях воды, вызывающих ухудшение газового режима всего озера.

При этом непосредственное воздействие со стороны организованных мест выбросов сточных вод не выделяется на фоне общего



неудовлетворительного качества поверхностных вод озера. Максимальное загрязнение озера происходит от придонных слоев воды, качество которых всегда оценивается как «предельно грязное» с содержанием целого комплекса загрязняющих веществ. Вторичное загрязнение воды озера от донных отложений является, наряду со сточными водами, одним из наиболее опасных видов воздействия.

Понимание экологической ситуации позволяет предложить ряд восстановительных мероприятий. Необходимо проведение двух видов восстановительных мероприятий: 1) профилактических, направленных на предотвращение поступления загрязняющих веществ с территории водосбора (локализация выпусков, очистка сточных вод ливневой канализации и промышленных сточных вод); 2) собственно восстановительных, направленных на вмешательство в озерную экосистему (изъятие донных отложений, экранирование, аэрация, биологическая рекультивация).

#### **Литература**

1. Мингазова Н.М., Деревенская О.Ю., Нургаalieва З.М., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р. Озёра г. Казани и проблемы малых озёр //

Экология города Казани. – Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2005, с. 120-134.

2. Мингазова Н.М. Казанские озёра / Н.М. Мингазова, Ю.С. Котов. Казань: Изд-во Казанского университета, 1989. 175 с.

3. Экологический паспорт озера Средний Кабан / Казанский государственный университет, МУП трест «Горводзеленхоз». – Казань, 2002. 32 с.

4. Экологический паспорт водного объекта. Озеро Средний Кабан Приволжского района г. Казани. / Казанский государственный университет, Комитет внешнего благоустройства Исполнительного комитета г. Казани. – Казань, 2007. 49 с.

5. Восстановление экосистем малых озёр / отв.ред. В.Г. Дробкова, М.Я. Прыткова, О. Ф. Якушко. – СПб: Наука, 1994. – 143 с.

6. Экология зарастающего озера и проблемы его восстановления / отв.ред. В.Г. Дробкова, М.Я. Прыткова. – СПб: Наука, 1999. – 222 с.

7. Мингазова Н.М. Деревенская О.Ю., Набеева Э.Г., Палагушкина О.В., Унковская Е.Н., Ахатова В. М., Павлова Л.Р., Бариева Ф.Ф. Концепция биологической реабилитации озера Кабан г. Казани на основе мониторинга состояния // Экологические системы и приборы. 2011, № 3, с. 3-9.



N.M. Mingazova, A.V. Nikitin, E.N. Unkovskaya, L.R. Pavlova, E.G. Nabeeva

## IN-LAKE MANAGEMENT PROGRAM FOR SREDNII KABAN LAKE IN KAZAN

The Srednii Kaban lake in Kazan has been studied in the work. The lake has been polluted for a long time by sewage of enterprises and city storm sewages. The water state in the lake is being "unsatisfactory". In this connection special measures on

developing in-lake management program are required. Materials on hydrochemical mode, influence of sewage on hydrophysical parameters and reservoir hydrochemical mode are listed in the article, recommendations

on optimization of lake state have been offered.

**Key words:** lake ecosystem, hydrological characteristic, anthropogenic influence, a hydrochemical mode, optimization state

