



УДК 574.5 + 711.4

**МАКРОФИТЫ ОЗЕРА НИЖНИЙ КАБАН И ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ В  
РАМКАХ КОНЦЕПЦИИ TURENSCAPE И МАП ARCHITECTS «ЭЛАСТИЧНАЯ  
ЛЕНТА: БЕССМЕРТНОЕ СОКРОВИЩЕ КАЗАНИ»**

**Зарипова Наиля Рашитовна**, ст. преп. кафедры природообустройства и водопользования

ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».  
420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

*Аннотация. Проведены многолетние наблюдения за каскадом фитоочистных прудов, их зарастанием, содержанием кислорода, представлен результат исследования естественной растительности, макрофитов озера и гидробиотических площадок очистных сооружений.*

*Ключевые слова: озеро Кабан, макрофиты, гидрофиты, гелофиты, биогенные вещества, зеленая губка, водно-зеленый каркас города, суммарное зарастание.*

В городской среде антропогенное влияние на водные экосистемы особенно быстро проявляется. Глобальная застройка в периферии и точечное вклинивание в историческом центре г. Казани новых строений и комплексов выжимает последние силы из природных звеньев. Поэтому при устойчивом развитии территории и общественных пространств актуально параллельно вместе с планированием технического каркаса развивать «зеленые клинья» или проекты «эластичной ленты», соединяя с природными объектами, с зелеными насаждениями, с ухоженными водными объектами в единый водно-зеленый городской каркас. По определению, данному рабочей группой, «водно-зеленый городской каркас – это система взаимосвязанных и непрерывных природных и озелененных территорий, опирающаяся на гидрографическую сеть и геоморфологическую структуру урбанизированного ландшафта» (10).

Одна из центральных осей водно-зеленого каркаса Казани – река Казанка. Для Казани разработана и осуществляется Стратегия развития прибрежных территории реки Казанки 2020–2030, она состоит из прибрежных парков, ценных природных оазисов, в том числе «Парк «Старая Казанка», Парк «Русско-Немецкая Швейцария», Экопарк «Су Аланы», «Парк пяти рек» (13). Авторский коллектив Стратегии - Orchestra Design и самый активный куратор администрации города - заместитель главного архитектора Казани Головенкова Дарья Валерьевна.

Систему озер Кабан с береговой зеленой зоной так же необходимо рассматривать в системе водно-зеленого каркаса. Это цепочка трёх озёр, протяжённых от центра к югу города и соединённых протоками: Нижний Кабан, Средний Кабан и Верхний Кабан. Самая крупная по площади озёрная система в Татарстане (1). Озера Нижний и Средний Кабан г. Казани в течение нескольких веков загрязнялись производственными и коммунальными сточными водами до критических значений, накоплены донные

отложения мощностью свыше 10 метров. С 1980-х гг. проводились работы по спасению экосистемы озера, в 2007 г. на озере установлен самый большой в городе фонтан для осуществления принудительной аэрации и перемешивания воды.

Бюро «Turenscape» предложило для очистки воды этого озера использовать технологию «зеленой губки» (3). Технология отражена в концепции Turenscape и МАП architects «Эластичная лента: Бессмертное сокровище Казани» (8). При сотрудничестве с Казанским федеральным университетом, профессором кафедры природообустройства и водопользования Мингазовой Н.М. сложилось понимание современной на 2015 г. ситуации, о чем сообщил Конгжан Ю в своем интервью: «У озёр Кабан существуют три основные проблемы, которые мы определили: экология, транспорт и жизнеспособность этой территории, как вдоль набережной, так в акватории водоемов. Во-первых, вода в озерах не подходит... Много загрязняющих веществ генерируется из-за стоков с дорог. Поэтому мы должны очищать воду. Во-вторых, на нынешней набережной вдоль озёр недостаточно общественных пространств. Поэтому в своей концепции мы предлагаем создать для этого зеленые коридоры, соединяющие все культурные достопримечательности и исторические объекты в непосредственной близости к озёрам. Технология, которую мы для этого применили, очень простая и скорее более естественная, чем технологичная. Для создания системы очистки мы используем растения с высоким уровнем воспроизводимости, грунт и вертикальное озеленение» (8).

По планам известного китайского бюро, «Эластичная лента» связывала бы озера Нижний, Средний и Верхний Кабан в единую систему, какой они некогда были, и вернула бы жизнь на берега озера. На настоящее время проект (8) осуществлен только по Нижнему К., с изменениями и частично по Среднему К.. Архитекторы планировали формирование очистных прудов и множественные биоплато по всем берегам (рис.1).



Рис. 1. Визуализация проекта «Эластичная лента», 2015г.

Планировалось создать фильтрацию поверхностного стока: в концепции системы «губки» – разноразмерных резервуаров, где скапливается и медленно очищается ливневая вода, впадая в озеро почти питьевой. Ее идея вытекает из технологии управления ливневыми водами, но органично интегрируется в общую экологическую инфраструктуру города, объединяя другие сервисы экосистемы. Дождевая, талая вода и ливневые стоки сначала поступали бы на искусственно заболоченные территории, расположенные по обоим берегам озера, между зелеными коридорами и водоемами, и только потом – в сами озера.

Для выявления структурного биологического разнообразия была использована классификация (11, 12). Гидрботанические исследования естественной растительности проводились по стандартной методике (7). По результатам исследования органолептических показателей (6), цвет воды в озере зеленовато-коричневый, прозрачность 0,8 м., запах сероводорода 2 балла, грунт илистый с остатками разложившейся травы. Воды с повышенным уровнем эвтрофикации, качество вод очень низкое, категория "грязные воды и очень грязные воды".

Состав прибрежной и водной флоры озера Нижний Кабан автором изучался в период 2008 - 2024 г.г., было выявлено 53 вида растений, в числе которых 30 – прибрежных и водных видов растений. Водная флора представлена 18 видами, 8 гидрофитов и 10 гелофитов. Погруженные гидрофиты *Ceratophyllum submersum* L., *Persicaria amphibia* (L.) S.F. Gray, *Elodea canadensis* Michx., *Potamogeton crispus* L., *P. pectinatus* L. выявлены на мелководье и глубине до 1м. с частотой встречаемости 2 балла, плавающие гидрофиты *Spirodela polyrhiza* (L.) Schleid., *Lemna minor* L. редко встречаются, только в составе прибрежной растительности. Гелофиты, произрастающие в мелководной зоне *Alisma plantago-aquatica* L., *Carex appropinquata* Schum., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Ph. altissimus* (Benth.) Nabile, *Typha angustifolia* L., *T. latifolia* L. Заходящие в воду гигрогелофиты: *Carex pseudocyperus* L., *Lycopus europeus* L., *Oenanthe aquatica* (L.) Poir., *Persicaria maculata* (Raf.) S.F. Gray, *Juncus atratus* Krock., *J. tenuis* Willd., *Eleocharis ovata* (Roth) Roem. et Schult., *Iris pseudacorus* L.

Заращение естественной растительностью неравномерное. Отражается воздействие рекреации – катание на катамаранах, прогулочных катерах и спортивная гребля на байдарках. Растительность по урезу воды и на мелководьях - часто прерывистые полосы, около 5% максимум. Подводная растительность около 8% на мелководьях и местами заходит на глубину 3 метра, редко 4 метра. С небольшими островами подводной растительности. Суммарное проективное покрытие рдеста пронзеннолистного 90%, роголистника - 80%.

С 2020 г. наблюдается локальная популяция инвазивного вида *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile (видовая принадлежность установлена по определителю (8)) - тростник гигантский (высочайший) группа около 1 м. шириной, высота до 3 м, выявлен рядом со старым зданием театра им. Г. Камала. В Республике Татарстан *Ph. altissimus* был отмечен в Волжско-Камском заповеднике (2), лично автором популяция заносного вида из 3 клонов наблюдается на оз. Харовое с 2014 г. (4, 5).

Результаты исследований на гидрботанических площадках очистных сооружений. В 2018г. биомасса растений медленно поднималась. На верхнем, первом водоприемнике, была размещена *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms – эйхорния толстожковая (водяной гиацинт), способная извлекать большое количество азотных соединений. Весь вегетационный период 80% экземпляров эйхорнии были в угнетенном состоянии – настолько токсичные были поступившие воды с озера. Проектное покрытие на данной гидрботанической площадке составляло всего лишь 30%, и на подобной, расположенной ниже по течению экземпляры имели хорошее развитие, без признаков угнетения, с проектным покрытием 80-85% . Можно предположить, в первый год запуска система каскадов очистного сооружения улавливала и осаждала не только биогенные загрязнения, но и токсичные.

Выявлено, что в июле 2018 г. проективное покрытие растений в биопрудах было различно (60-80% для эйхорнии, 40-50 % для рогоза, 30-35% для манника, айра и ириса, 20% для камыша и 10 % для кувшинки).

В августе 2018 г. растения сильно разрослись, заполнив пространство биопрудов, вокруг них в воде образовался комплекс сопутствующих видов. Анализ качества воды по физико-химическим показателям показал эффективность очистки воды (табл. 1).

В нижних бассейнах качество вод было лучше по комплексу признаков. В бассейнах активно развивались гидробиоценозы с организмами-фильтраторами.

По результатам исследования в 2024 г., проективное покрытие и плотность различны по прудикам. Всего на гидрботанических площадках произрастало 8 видов растений с проективным покрытием от 40% до 100% (таблица 1). На первом комплексе в настоящее время 8 гидрботанических площадок (прудиков). Подача озерной воды начинается с верхнего первого прудика (эйхорния). Вода медленным потоком перемещается с первой до седьмой площадки, восьмая площадка находится у поверхности озера, проходя через декоративные кувшинки небольшим водопадом сливается в озеро.

Таблица 1

**Площадь и проективное покрытие гидрботанического комплекса №1**

№	Вид	Латинское название	Площадь, м <sup>2</sup>	Проективное покрытие (%), баллы встречаемости	Плотность растений шт/м <sup>2</sup>	Общее количество
1	Эйхорния отличная	<i>Eichhornia crassipes</i>	27,166	70%, 4	12	325
2	Камыш озерный	<i>Schoenoplectrus lacustris</i>	81	100%, 5	1100	89100
3	Ирис ложноаировый	<i>Iris pseudacorus</i>	18	80%, 5	15	270
4	Манник большой (зеленый)	<i>Glyceria maxima</i>	32,5	40%, 3	12	390
5	Дербенник иволистный	<i>Lythum salicaria</i>	126	60%, 4	5	1386
6	Рогоз узколистный (1)	<i>Typha angustifolia</i>	28	40%, 3	8	224
7	Рогоз узколистный (2)	<i>Typha angustifolia</i>	5	100%, 5	19	95
8	Кувшинка белая (+ розовая кувшинка)	<i>Nymphae alba</i>	63	90%, 5	-	-

Проективное покрытие прудиков сильно отличается. Менее заросшим был прудик с рогозом узколистным, а максимальное разрастание наблюдалось у Эйхорнии (таблица 2).

Таблица 2

**Площадь и проективное покрытие гидрботанического комплекса №2**

№	Вид	Латинское название	Площадь, м <sup>2</sup>	Проективное покрытие (%), баллы встречаемости	Плотность посадки растений шт/м <sup>2</sup>	Общее количество
1	Эйхорния отличная	<i>Eichhornia crassipes</i>	7,92	100%, 5	-	-
2	Дербенник иволистный	<i>Lythum salicaria</i>	26,4	60%, 4	6	158,4
3	Рогоз узколистный	<i>Typha angustifolia</i>	57	20%, 2	5	285
4	Ирис ложноаировый	<i>Iris pseudacorus</i>	19	90%, 5	20	380

Фитокомплекс 3 состоит из 3 прудиков (рис. 15), проективное покрытие хорошее, но не полное. На втором и третьем комплексе посадки ириса при неглубоком уровне воды плотно зарослись за 8 лет, ежегодно цветут, плодоносят.

Некоторые гидрохимические показатели воды по прудам представлены в таблице 3. Во всех площадках было зафиксировано низкое содержание кислорода, вода зелёного цвета, прозрачность около 0,15 м., нет видимой проточности воды.

Таблица 3

### Некоторые гидрохимические показатели воды по прудам

Вид	Содержание кислорода %	Содержание кислорода мг/л	Температура, °С	Электропроводность, mS
Камыш озерный	110,2	9,93	19,5	1,4
Ирис ложноаировый	109,7	10,02	20,1	1,4
Рогоз широколистный	104	9,54	19,8	1,4
Рогоз узколистный	108,2	9,77	20,7	1,4
Аир обыкновенный	107,4	9,89	20	1,4
Кувшинки	106,5	10,19	18,8	1,4
Дербейник иволистный	92,4	8,78	18,4	1,4

В 2025 г. анализ зарастания естественной растительностью и гидрботанических площадок показал суммарное зарастание 18% (таблица 4)

Таблица 4

### Суммарное зарастание озера Нижний Кабан

Компоненты биологического очищения	Площадь пр. покрытия, %
Береговое биоплато, гидрботанические площадки	5
Береговая естественная растительность	5
Подводная естественная растительность	8
Итого	18

Хорошо известно, что очистительный эффект в случае антропогенного эвтрофирования и загрязнения озера дают посадки водных растений (макрофитов) на площади до 15-25%, что резко усиливает естественное самоочищение озер. Поэтому по нашим рекомендациям, очистительную способность следует усилить за счет посадки макрофитов на оз. Нижний Кабан на значительной площади (до 15-25%), а также аэрации воды путем создания многочисленных аэрационных установок (фонтанов, сливов, каскадов и т.п.).

Рекомендации к эффективному использованию каскада фитоочистных прудов: необходимо поддерживать проточность системы ФОС, регулировать фитомассу в течении вегетационного сезона и утилизировать надземную часть поздней осенью. Строительство новых каскадных прудов в мелководной зоне может привести к уменьшению площади озера, поэтому альтернативный вариант дополнения и усиления самоочищения – размещение островного плавающего биоплато, в том числе с естественной растительностью, что не противоречит концепций «Эластичная лента» и технологии «зеленой губки».

За 9 лет использования очистных сооружений по технологии «зеленой губки» эффективность фильтрации каскадом прудов повысилась. По результатам исследований, установилось высокое содержание растворенного кислорода, увеличилось количество экземпляров растений – биодекструкторов и их проективное покрытие. С увеличением количества каскадных прудов площадь зарастания для необходимого результата биологического очищения озера недостаточно.

## Список литературы:

1. Zaripova N.R./ Evaluation of enhancement measures for the ecological state of the urban lakes in Kazan, Russia / Mingazova N.M., Nabeeva, E.G., Zaripova N.R., Ivanova, V.M., Koshman, M. A. // Caspian Journal of Environmental Sciences // pp. 1-3. 2023
2. Бакин О.В. Болотоцветник щитолистный (*Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) O. Kuntze; Menyanthaceae) в Волжско-Камском заповеднике // Тр. Волжско-Камского гос. природ. заповедника. Казань. 2005. С. 48–53.
3. Города-губки. Ландшафтная архитектура будущего Смирнова М., Аюпов Э. Цветоводство / весна 2024. С. 69-87.
4. Зарипова Н.Р. Динамика распространения *Phragmites altissimus* в оз. Харовое г. Казани.// Чтения имени эколога и зоолога, профессора Виктора Алексеевича Попова. Материалы XXX - XXXII Чтений (за 2019-2021 гг.) / Под ред. Мингазовой Н.М., Палагушкиной О.В. – Казань, изд-во Сергея Бузукина, 2022. – С. 196-201.
5. Зарипова Н.Р. О распространении и развитии надземных органов *Phragmites altissimus* в г. Казани// Материалы IX Международной научной конференции по водным макрофитам «Гидрботаника 2020» (Борок, Россия, 17—21 октября 2020 г.). - Борок: ИБВВ РАН; Ярославль: Филигрань, 2020. - С. 60-62.
6. Зарипова Н.Р. Экологическая структура флоры ряда водоемов г. Казани // Материалы VII Всеросс. науч.конф. с междунар. уч. по водным макрофитам «Гидрботаника-2015». Борок, 16-20 октября 2015г., с. 111-114.
7. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. – Л: Наука, 1981. – 187 с.
8. Конгжан Ю. У Китая и России определенно есть общие проблемы, связанные с ландшафтом в городе.// Архитектура. Градостроительство 3.11.15. Режим доступа: <http://www.archplatforma.ru/?act=2&tgid=2955&stchng=2>
9. Лисицына Л.И., Папченков В.Г., Артёменко В.И. Флора водоёмов Волжского бассейна: Определитель сосудистых растений. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. 219 с. – с.76.
10. О водно-зеленом каркасе Санкт-Петербурга И.Б Садикова, А.А. Павловский СПб ГКУ «Научно исследовательский и проектный центр Генерального плана Санкт-Петербурга». 2024. Режим доступа: Окружающая Среда СПб
11. Папченков В.Г. О распространении *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile (Poaceae) // Российский Журнал Биологических Инвазий -2008, №1. – С. 36-41.
12. Папченков В.Г., Щербаков А.В., Лапиров А.Г. Основные гидрботанические понятия и сопутствующие им термины // Гидрботаника: методология, методы: Материалы Школы по гидрботанике. Рыбинск, 2003. С. 27-38.
13. Стратегия развития прибрежных территорий реки Казанки 2020–2030. 2020. Режим доступа: <https://archi.ru/projects/russia/16359/strategiya-razvitiya-pribrezhnykh-territorii-reki-kazanki->

## MACROPHYTES OF LAKE NIZHNY KABAN AND TREATMENT FACILITIES WITHIN THE FRAMEWORK OF THE TURENSCAPE CONCEPT AND MAP ARCHITECTS "ELASTIC TAPE: THE IMMORTAL TREASURE OF KAZAN"

Nailya R. Zaripova

*Abstract: Long-term observations of a cascade of phytotreatment ponds, their overgrowth, and oxygen content are conducted. The results of a study of the natural vegetation, macrophytes of the lake, and the hydrobotanical sites of the treatment facilities are presented.*

*Keywords: Lake Kaban, macrophytes, hydrophytes, helophytes, biogenic substances, green sponge, aquatic-green framework of the city, total overgrowth.*