

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА, ВОДНЫЕ ПУТИ, СООБЩЕНИЯ И ГИДРОГРАФИЯ

WATER TRANSPORT OPERATION, WATERWAYS COMMUNICATIONS AND HYDROGRAPHY

УДК 556:504.455

DOI: 10.37890/jwt.vi87.712

Экологические угрозы для озер Зеленодольского района республики Татарстан

З.Б. Акмалова

ORCID: 0009-0000-4371-1222

Н.М. Мингазова

ORCID: 0000-0002-8360-7005

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты инвентаризации озер Зеленодольского района Республики Татарстан и оценки экологических угроз, связанных с антропогенным преобразованием их водосборных бассейнов. На основе анализа космических снимков за 2014–2024 гг. и полевых исследований выявлена динамика сокращения озерного фонда: за десятилетие исчезло 57 водных объектов. Проведена морфометрическая и экологическая характеристика ряда озер, расположенных в зонах планируемой застройки, и выполнен прогноз изменения структуры землепользования их водосборов. Установлено, что увеличение доли застроенных территорий приведет к нарушению гидрологического режима, ухудшению качества воды, усилению эвтрофирования и снижению биоразнообразия, вплоть до возможного исчезновения отдельных водоемов. Наиболее уязвимыми являются малые озера, водосборы которых подвергаются интенсивной урбанизации. Обоснована необходимость профилактических и восстановительных мер, включая ограничение застройки в пределах водоохранных зон, для сохранения озерных экосистем и природной ценности территории.

Ключевые слова: малые озера, водосбор, морфометрические показатели, экологические угрозы, Республика Татарстан.

Environmental threats to lakes in the Zelenodolsk district of the Tatarstan republic

Zaliya B. Akmalova

ORCID: 0009-0000-4371-1222

Nafisa M. Mingazova

ORCID: 0000-0002-8360-7005

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Abstract. This article presents the results of the lakes inventory located in the Zelenodolsk District of the Republic of Tatarstan and an assessment of ecological threats associated with anthropogenic transformation of their catchment areas. Based on the analysis of satellite imagery from 2014–2024, and field surveys, a significant reduction in the lake fund was identified, with 57 water bodies disappearing over the past decade. Morphometric and ecological characteristics of selected lakes located in planned development zones were analyzed, and projected changes in catchment land use structure were evaluated. The results indicate that an increase in built-up areas will lead to disruption of hydrological regimes,

deterioration of water quality, intensified eutrophication, and loss of biodiversity, potentially resulting in the disappearance of individual lakes. Small lakes with heavily urbanized catchments are shown to be particularly vulnerable. The study substantiates the need for preventive and restoration measures, including restrictions on development within protected water zones, to preserve lake ecosystems and the natural value of the territory.

Keywords: small lakes, catchment area, morphometric indicators, environmental threats, Republic of Tatarstan.

1. Введение

В последние десятилетия идет активное антропогенное влияние, которое выражается в различных формах. Это и застройка водосбора под индивидуально-жилищное строительство (ИЖС), дороги, водозаборы в поселках из подземных вод, выпас скота, распашка земель и др. Все это приводит к сокращению озерного фонда и, соответственно, потере биоразнообразия и ценности территории.

Особую уязвимость в условиях урбанизации проявляют малые озера, состояние которых критически зависит от сохранности их водосборных бассейнов. Даже частичное преобразование естественных ландшафтов в селитебные территории запускает процессы деградации водоемов: заиление, эвтрофирование и усыхание [3].

К примеру, вследствие значительного антропогенного воздействия в Республике Татарстан уже к началу XX в. исчезло более 30% малых озер [1-4], известных по результатам инвентаризации озер в 1970-х гг. [8], и эта тенденция продолжается [5-7].

Целью исследования является выявление экологических угроз для озер Зеленодольского района Республики Татарстан, на основе инвентаризации водоемов, оценки состояния и экологических последствий для отдельных озер, водосборы которых подвергнутся преобразованию в ближайшие годы.

2. Методы

Исследовательская работа была выполнена в 2024–2025 гг. на базе кафедры природообустройства и водопользования, а также лаборатории оптимизации водных экосистем Казанского (Приволжского) федерального университета. В качестве исходных материалов использовались космические снимки за период 2014–2024 гг. и картографические данные, на основе которых проводился анализ динамики площади водного зеркала озёр. Дополнительным источником информации послужили результаты собственных полевых наблюдений.

Для каждого водоема зафиксированы морфометрические и физико-химические параметры, состав прибрежно-водной растительности. По космоснимкам установлены площадь, ширина и длина водоемов. С помощью ГИС-технологий (космические снимки, публичная кадастровая карта и др.) определялись границы и площадь водосборных бассейнов. Проведен количественный анализ современной структуры землепользования водосборов с выделением долей древесной, луговой растительности и антропогенно-нарушенных территорий. На основе открытых данных публичной кадастровой карты Росреестра и утвержденных схем территориального планирования муниципального района [9,10] были выделены участки с видом разрешенного использования «для индивидуального жилищного строительства» (ИЖС). Их суммарная площадь была принята за прогнозную долю «антропогенно-нарушенной территории» в будущем.

3. Результаты

3.1. Инвентаризация озёр Зеленодольского района и выявленные проблемы

На территории Зеленодольского района, прилегающего к Казани, в ходе инвентаризации по космоснимкам выявлено 278 озёр, общая площадь водного зеркала составляет 405 га. Типологически озера относятся к малым и очень малым озерам. В последние годы под застройку были отданы земли Большешклячинского, Айшинского, Раифского и других поселений. Территории переведены в категорию земель населенных пунктов под ИЖС, что ставит под угрозу озера, попавшие в зону планируемой застройки.

По итогам инвентаризации была сформирована сводная таблица, включающая: наименование водного объекта, его местоположение, географические координаты, площадь акватории на 2014 и 2024 гг. В таблице 1 представлен пример такой инвентаризации для Раифского сельского поселения (СП) Зеленодольского района Республики Татарстан. Проведённый анализ показал существенное сокращение площади шести из двенадцати выявленных озёр. Кроме того, два наименее крупных водоёма с площадью менее 0,5 га в последние годы полностью исчезли.

Таблица 1

Инвентаризации озёр по Раифскому СП Зеленодольского района Республики Татарстан

Название	Местоположение	Географические координаты		Площадь, га	
		Широта	Долгота	2014	2024
Озеро 1 (б/н)	с. Бело-Безводное, ул. Солнечная	55°55'41.00»С	48°46'00.59»В	0,86	0,71
Озеро 2 (Оз. Шатуниха)	0,2 км восточнее с. Бело-Безводное	55°55'46.43»С	48°46'30.98»В	2,03	1,88
Озеро 3 (б/н)	0,9 км восточнее с. Бело-Безводное	55°55'43.61»С	48°47'12.98»В	2,06	1,94
Озеро 4 (б/н)	0,1 км южнее с. Бело-Безводное	55°55'28.18»С	48°46'15.75»В	5,97	5,85
Озеро 5 (Оз. Бело- Безводное)	с. Бело-Безводное, ул. Озерная	55°55'26.49»С	48°45'49.25»В	0,82	0,73
Озеро 6 (Оз. Илантово)	0,7 км восточнее с. Бело-Безводное	55°55'17.38»С	48°47'11.97»В	8,91	6,15
Озеро 7 (Гнилое)	0,2 км восточнее с. Бело-Безводное	55°55'04.75»С	48°46'41.18»В	1,13	1,05
<i>Примечание: б/н – без названия</i>					

Современное состояние водных экосистем Зеленодольского района Республики Татарстан характеризуется значительной антропогенной нагрузкой. Воздействие хозяйственной деятельности проявляется в ухудшении качества воды, усилении процессов эвтрофирования, сокращении площади озёр и, в отдельных случаях, утрате

водоёмов. Анализ динамики озёрного фонда за период 2014–2024 гг. показал уменьшение числа водных объектов на 57 единиц. Максимальные потери отмечены в пределах Мамадыш-Акиловского СП, где зафиксировано исчезновение 14 озёр.

Анализ космических изображений территории Зеленодольского района за период 2014–2024 гг. показал устойчивую тенденцию к уменьшению площадей озёр на каждом этапе наблюдений. Данная динамика обусловлена сочетанием природных процессов и антропогенных факторов. Освоение территорий под жилую застройку и транспортную инфраструктуру приводит к сокращению площадей водосборов, а избыточное изъятие подземных вод способствует понижению уровня грунтовых вод, что отражается на состоянии озёрных экосистем.

В настоящее время для озёр Зеленодольского района характерны проблемы, связанные с хозяйственным освоением водосборных территорий, включая случаи перераспределения земель водоёмов под индивидуальное жилищное строительство. Так, например, в 2019 г. территория вокруг озера Черное и находящиеся вокруг водоемы Айшинского СП были переведены в категорию земель населенных пунктов для реализации проекта посёлка «Серебряное озеро».

3.2. Характеристика озёр и их проблем в Айшинском СП

Существенные экологические риски для озёр зафиксированы в пределах Айшинского СП, около пос. Ильинское, что связано с планируемым освоением водосборных территорий под индивидуальное жилищное строительство.

Здесь располагаются территории с озерно-болотными системами, а именно озёрами Проточное (местообитание охраняемого вида – орлана-белохвоста), Чёрное (карстовое), Бобровое (местообитание бобров), и Домрачево (массовое обитание водоплавающих птиц). Но в 2019 г. эти земли были переведены в категорию земель, предназначенных для жилой застройки (рис. 1).

Данные водные объекты питают озеро Ильинское, по сути являются одним гидрологическим объектом. Наиболее от застройки пострадает оз. Бобровое, и в 2025 г. уже начались попытки его осушения, что приводит к социальному напряжению.

Озеро Ильинское расположено в пределах Айшинского СП Зеленодольского района Республики Татарстан и входит в охранную зону Раифского участка ВКГБПЗ; на южном и юго-восточном берегах находится село Ильинское. Водоём относится к проточному типу, поскольку через него протекает река Сумка. Современная структура землепользования в границах водосбора характеризуется преобладанием древесно-кустарниковой растительности (46,7%), тогда как застроенные территории занимают около 9%. Луговые сообщества формируют примерно 16% площади водосбора, а болотные экосистемы — около 4%.

Согласно материалам публичной кадастровой карты, реализация генерального плана развития села Ильинское, предусматривающая строительство коттеджного посёлка, приведёт к трансформации структуры землепользования территории водосбора (рис.1).

Прогнозируется сокращение лесных территорий примерно на 5%, вследствие чего их доля составит около 41,2% площади водосборного бассейна озера Ильинское. Одновременно прогнозируется увеличение площади застроенных земель приблизительно в 2,5 раза — до уровня порядка 26%, что отражает усиление антропогенной трансформации прибрежной зоны.



Рис. 1. Генплан застройки озер и водно-болотных угодий около пос. Ильинское (по данным публичной кадастровой карты Росреестра)

3.3. Экологические угрозы для состояния озер около пос. Ивановский

Существенное увеличение площадей индивидуальной жилой застройки также предусмотрено в пределах Большеключинского СП Зеленодольского района Республики Татарстан [9,10], поблизости и непосредственно в водоохранной зоне водных объектов.

Озеро Черное, площадью 1,57 га, расположено в 500 м северо-западнее от пос. Ивановский Зеленодольского района РТ. С 2019 г. является памятником природы регионального значения. Озеро имеет овальную форму, имеет пояс водно-болотной растительности. Прозрачность воды по диску Секки до 1м,

Озеро Светлое, площадь. 4,28 га, расположено в южной части пос. Светлое озеро Зеленодольского района РТ, имеет овальную форму, зарастает водно-болотной растительностью. Окружено узкой полосой смешанного леса. С северной стороны располагаются дачные строения. С запада берега заболочены. Является местом гнездования и обитания многих видов птиц, в том числе лебедей.

Озеро Лесное 1 площадью 1,16 га, расположено в центральной части пос. Светлое озеро Зеленодольского района РТ. По происхождению старый пруд на ручье в овраге, имеет вытянутую форму. Прибрежные мелководья зарастают ивой белой и водно-болотной растительностью, степень зарастания высокая - 40%. С западной стороны располагаются жилые строения, с южной стороны проходит дорога.

Озеро Лесное 2 (пруд в начале оврага), площадью 1,32 га, расположено в северной части пос. Светлое озеро Зеленодольского района РТ, имеет круглую форму. Окружено смешанным лесом. Водно-болотной растительности немного.

Морфометрическая и морфологическая характеристика исследуемых озер представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика исследуемых озер (сентябрь 2025 г.)

Характеристика / Озеро	Черное	Светлое	Лесное 1	Лесное 2
Площадь, га	1,57	4,28	1,16	1,32
Длина водоема, м	223	316	198	155
Максимальная ширина водоема, м	97	265	88	112
Цвет воды	Желтовато-коричневый	Желтоватый	Желтовато-коричневый	Зеленоватый
Прозрачность, м	До 1,0	До 1,5	До 0,5	До 3,0
Характер грунта	Илистый	Илисто-песчаный	Землистый	Песчаный
Запах грунта	Гнилостный	Болотистый	Без запаха	Без запаха
Степень зарастания, %	30	5	40	5
Температура воды, °С	11,3	14,2	17,2	12,4
Электропроводность воды, мкСм/см	0,28	0,13	0,24	0,24
Растворенный кислород, мг/л	6,2	9,2	3,63	3,94

Современное и прогнозируемое состояние территории водосборов исследуемых озер представлены в Таблице 3.

Таблица 3

Структура землепользования водосборных бассейнов, % от общей площади

Озеро	Площадь водосбора, га	Древесная растительность, %		Луговая растительность, %		Антропогенно-нарушенная территория, %	
		Совр.	Прогноз	Совр.	Прогноз	Совр.	Прогноз
Черное	34,6	39	39	58	36*	2	22
Светлое	43,4	17	13	69	57*	12	30
Лесное 1	25,1	29	18	58	6*	11	76
Лесное 2	186,6	25	23	44	9*	29	68

*Примечание: * – Прогнозная доля луговой растительности рассчитана с учетом полного освоения участков, отведенных под ИЖС, согласно кадастровым данным*

В результате расчетов по застройке водосборов очевидно, что доля застроенной территории для озера Черное увеличится с 2 до 22 %, что несовместимо с его охранным статусом ООПТ, для озера Светлое – с 12 до 30 %. Для оз. Лесное 1 – с 11 до 76 %, для оз. Лесное 2 – с 29 до 68 %.

Это приведет к ухудшению состояния водных объектов. Низкое содержание растворенного кислорода в озерах Лесное 1 и Лесное 2 (3.63-3,94 мг/л) уже сейчас указывает на напряженный кислородный режим. Биогенная нагрузка от застройки вызовет усиление дефицита кислорода, ухудшение качества воды и потерю биоразнообразия по гидробионтам и околотоводной фауне.

4. Обсуждение

Анализ данных по инвентаризации озер Зеленодольского района РТ указывает на высокую скорость исчезновения озер. Только за последние 10 лет (2014-2024 гг.) в результате антропогенного воздействия в районе исчезло 57 водных объектов. Это больше, чем в среднем по другим районам Республики Татарстан. Воздействие связано с планами расширения города Казани как Казанской агломерации, в первую очередь в связи со строительством новых и расширением прежних территорий ИЖС, и строительством дорог.

Анализ экологических угроз и риски для водных объектов показывает, что размещение жилой застройки в непосредственной близости от водоёмов или в пределах их водосборных территорий сопряжено с неизбежным усилением антропогенного воздействия. Ожидается, что строительные работы будут сопровождаться изъятием и нарушением почвенного покрова, загрязнением поверхностных вод, трансформацией рельефа и изменением режима поверхностного стока, что в совокупности способно ухудшить гидрологические условия функционирования водоёмов. Кроме того, это приведет к исчезновению водоемов и снизит биоразнообразие территории, которая граничит с охранной зоной Волжско-Камского заповедника и входит в переходную зону биосферного резервата (для озер около пос. Ильинское).

Полученные данные о территории водосборов позволяют классифицировать экологические угрозы по следующим направлениям:

- 1) нарушение гидрологического режима (изменение баланса питания озер, сокращение инфильтрации и пополнения грунтовых вод и др.), вплоть до исчезновения;
- 2) ухудшение качества воды вследствие загрязнения и эвтрофирования вод (поступление взвешенных и загрязняющих веществ от строительства и удобрений с приусадебных участков);
- 3) ухудшение гидрологического режима и снижение биоразнообразия для переходной зоны биосферного резервата «Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник» (лишение мест обитания, экологических коридоров для животных и др.).

Соответственно, необходимы профилактические мероприятия, в том числе запретительного и ограничительного характера, на территории водосбора, и непосредственные меры восстановлению озерных экосистем и их ценности. Считаем, что необходим запрет на новую застройку водосборов в границах водоохранных зон.

Заключение

1. В Зеленодольском районе РТ на настоящее время по космоснимкам выявлено 278 озер общей площадью 405 га. За последние 10 лет (2014-2024 гг.) в результате антропогенного воздействия в районе исчезло 57 водных объектов. Чтоговорит о высокой степени деградации водных объектов.

2. Планы комплексной застройки территории в рамках развития Казанской агломерации предусматривают тотальное преобразование водосборных бассейнов малых озер около пос. Ильинское и пос. Ивановский, что переведет их из категории природных в категорию урбанизированных объектов и нарушениям водным экосистем.

3. Наиболее критические изменения ожидают озера Лесное 1 и Лесное 2, водосборы которых будут застроены на 76% и 68% соответственно. Это с высокой вероятностью приведет к их полному исчезновению в течение ближайшего десятилетия.

4. Экологические угрозы для озер заключаются в нарушении гидрологического режима и исчезновении озер, ухудшении качества воды и воздействии на гидрологический режим и биоразнообразие биосферного заповедника. Необходимы профилактические и восстановительные мероприятия, в первую очередь запрет на застройку водоохраных зон.

Благодарности: Сотрудникам и студентам кафедры природообустройства и водопользования КФУ, помогавшим в полевых исследованиях (доц. Набеевой Э.Г., ст. преп. Хузяшевой Д.Г., ст. преп. Назарову Н.Г., студ. Леушину А.Ю., студ. Кузнецовой В.В.) и консультациях (доц. Шигапову И.С., ст. преп. Зариповой Н.Р.)

Работа выполнена частично по договору 06/2025-Р от 04.08.2025 «Экспедиция «Плавучий университет Волжского бассейна».

Список литературы

1. Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р., Александрова А.Б. Мониторинг морфометрических характеристик особо охраняемых озер Предволжья Республики Татарстан // Российский журнал прикладной экологии. 2023. №3. С. 34-41.
2. Зиганшин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р.Р. Динамика морфометрических параметров Атабаевских озер Волжско-Камского заповедника // Экология родного края: проблемы и пути их решения: материалы XVI Всероссийской научно.-практической конференции с международным участием. Киров, 2022. С. 85-89.
3. Мингазова Н.М. Антропогенные изменения и восстановление экосистем малых озер: на примере Среднего Поволжья Дисс. ... докт. биол. наук – Казань, 1999 г. Т. 1. 460 с. Т. 2. 260 с.
4. Водные объекты РТ. Справочник. Изд. 2-е дополненное и переработанное. – Казань: Изд. «Фолиант», 2018. 512 с.
5. Мингазова Н.М., Деревенская О.Ю., Палагушкина О.В. Инвентаризация и экологическая паспортизация водных объектов как способ сохранения и оптимизации их состояния // Астраханский вестник экологического образования. – 2014. – № 2(28). – С. 37-43.
6. Мингазова Н.М., Нуруллина А.Р. Инвентаризация водных объектов Лаишевского района Республики Татарстан и их экологические проблемы // Проблемы экологии Волжского бассейна. Труды 5-й всерос. научн. конф. 2020. С. 18 -24.
7. Набеева Э.Г., Мингазова Н.М., Шигапов И.С., Зарипова Н.Р., Шакирова Л.А., Павлова Л.Р. Геоэкологическая оценка состояния озера Архиерейское Лаишевского района Республики Татарстан // Международный научно-исследовательский журнал. - № 4 (118). - 2022. - С. 24-28.
8. Озера Среднего Поволжья / Под ред. Сорокина И.Н., Петровой Р.С. – Л.: Наука, 1976. –234 с.
9. Новостной ресурс «Реальное время». – URL: <https://realnoevremya.ru/articles/192870-brend-tatarstana-okazalsya-pod-ugrozoj-zastroyki> (Дата обращения: 09.10.2023).
10. Официальный сайт «ПКК Росреестр». – URL: <https://pkk.rosreestr.ru> (Дата обращения: 09.10.2023).

References

1. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R., Aleksandrova A.B. Monitoring morfometricheskikh kharakteristik osobo okhranyaemykh ozer Predvolzh'ya Respubliki Tatarstan // Rossiiskii zhurnal prikladnoi ehkologii. 2023. no3. P. 34-41 (In Russ).
2. Ziganshin I.I., Ivanov D.V., Khasanov R.R. Dinamika morfometricheskikh parametrov Atabaevskikh ozer Volzhsko-Kamskogo zapovednika // Ehkologiya rodnogo kraja: problemy i puti ikh resheniya: materialy XVI Vserossiiskoi nauchno.-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Kirov, 2022. P. 85-89. (In Russ).
3. Mingazova N.M. Antropogennye izmeneniya i vosstanovlenie ehkosistem malykh ozer: na primere Srednego Povolzh'ya Diss. ... dokt. biol. nauk – Kazan', 1999 g. T. 1. 460 p. T. 2. 260 p. (In Russ).

4. Vodnye ob»ekty RT. Spravochnik. Izd. 2-e dopolnennoe i pererabotannoe. – Kazan': Izd. «Foliant», 2018. 512 p. (In Russ).
5. Mingazova N.M., Derevenskaya O.YU., Palagushkina O.V. Inventarizatsiya i ehkologicheskaya pasportizatsiya vodnykh ob»ektov kak sposob sokhraneniya i optimizatsii ikh sostoyaniya // Astrakhanskii vestnik ehkologicheskogo obrazovaniya. – 2014. – no 2(28). – P. 37-43. (In Russ).
6. Mingazova N.M., Nurullina A.R. Inventarizatsiya vodnykh ob»ektov Laishevskogo raiona Respubliki Tatarstan i ikh ehkologicheskie problemy // Problemy ehkologii Volzhskogo basseina. Trudy 5-i vseros. nauchn. konf. 2020. P. 18 -24. (In Russ).
7. Nabeeva E.H.G., Mingazova N.M., Shigapov I.S., Zaripova N.R., Shakirova L.A., Pavlova L.R. Geoehkologicheskaya otsenka sostoyaniya ozera Arkhiereiskoe Laishevskogo raiona Respubliki Tatarstan // Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal. - no 4 (118). - 2022. - P. 24-28. (In Russ).
8. Oзера Srednego Povolzh'ya / Pod red. Sorokina I.N., Petrovoi R.S. – L.: Nauka, 1976. –234 p. (In Russ).
9. Novostnoi resurs «Real'noe vremYA». – URL: <https://realnoevremya.ru/articles/192870-brend-tatarstana-okazalsya-pod-ugrozoy-zastroyki> (Data obrashcheniya: 09.10.2023). (In Russ).
10. Ofitsial'nyi sait «PKK Rosreestr». – URL: <https://pkk.rosreestr.ru> (Data obrashcheniya: 09.10.2023). (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Акмалова Залия Булатовна, аспирант кафедры природообустройства и водопользования, Казанский (Приволжский) федеральный университет (ФГАОУ ВО «КФУ»), 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, e-mail: z.akmlv@mail.ru,

Zaliya B. Akmalova, Postgraduate Student, Department of Environmental Management and Water Use, Kazan (Volga) Federal University (FGAOU VO «KFU»), 18, Kremlevskaya St., Kazan, 420008, e-mail: z.akmlv@mail.ru

Мингазова Нафиса Мансуровна, д.б.н., профессор, заведующая кафедрой природообустройства и водопользования, Казанский (Приволжский) федеральный университет (ФГАОУ ВО «КФУ»), 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, e-mail: nmingas@mail.ru

Nafisa M. Mingazova, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Environmental Management and Water Use, Kazan (Volga Region) Federal University (KFU), 18, Kremlevskaya St., Kazan, 420008, e-mail: nmingas@mail.ru

Статья поступила в редакцию 03.02.2026; принята к публикации 18.05.2026; опубликована онлайн 20.06.2026. Received 03.02.2026; published online 20.06.2026.