

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.119.5.064>

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ЭКОРЕАБИЛИТАЦИИ МАЛЫХ ОЗЕР НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА БАННОВСКОЕ

Научная статья

Мингазова Н.М.<sup>1</sup>, Шигапов И.С.<sup>2</sup> \*, Набеева Э.Г.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8360-7005;

<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-0429-4440;

<sup>3</sup> ORCID: 0000-0002-3246-9431;

<sup>1, 2, 3</sup> Казанский федеральный университет, Казань, Россия

\* Корреспондирующий автор (shigapov.irshat[at]yandex.ru)

### Аннотация

Лаишевский район Республики Татарстан, примыкающий к г. Казани, в настоящее время активно застраивается. Последствиями антропогенного воздействия являются сокращение площади водосборов, снижение поверхностного стока и подземного питания, приводящие к сокращению площади и глубины озер, к снижению уровня воды, заилению, заболачиванию, эвтрофированию и загрязнению. На основе анализа космоснимков в Лаишевском районе выявлено более 170 озер площадью от 0,006 до 92,8 га. Основная группа озер относится к очень малым, с площадью до 1 га (101 озеро), в силу чего они очень уязвимы к антропогенному воздействию. Проблема деградации озер показана на примере озера Банновское в пос. Усады. Для озера Банновское характерно понижение уровня, сокращение площади, заиление, снижение качества воды, загрязнение вод нефтепродуктами, АПАВ и тяжелыми металлами, потеря рекреационной и хозяйственной ценности. Для озера рекомендованы профилактические и восстановительные мероприятия.

**Ключевые слова:** водосбор; геоэкология; зообентос; эвтрофирование, экореставрация.

## GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON WATER BODIES AND THE POSSIBILITY OF ECOREHABILITATION OF SMALL LAKES ON THE EXAMPLE OF LAKE BANNOVSKOYE

Research article

Mingazova N.M.<sup>1</sup>, Shigapov I.S.<sup>2</sup> \*, Nabeeva E.G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-8360-7005;

<sup>2</sup> ORCID: 0000-0003-0429-4440;

<sup>3</sup> ORCID: 0000-0002-3246-9431;

<sup>1, 2, 3</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

\* Corresponding author (shigapov.irshat[at]yandex.ru)

### Abstract

Laishevsky district of the Republic of Tatarstan, adjacent to the city of Kazan, is currently being actively built up. The consequences of anthropogenic impact are a reduction in the area of catchments, a decrease in surface runoff and groundwater supply, leading to a reduction in the area and depth of lakes, a decrease in water levels, siltation, waterlogging, eutrophication and pollution. Based on the analysis of satellite images in the Laishevsky district, more than 170 lakes with an area of 0.006 to 92.8 hectares were identified. The main group of lakes is very small, with an area of up to 1 ha (101 lakes), which makes them very vulnerable to anthropogenic impact. The problem of lake degradation is shown by the example of Lake Bannovskoye in the village . Usada. Bannovskoye Lake is characterized by a decrease in the level, a reduction in the area, siltation, a decrease in water quality, water pollution with petroleum products, APAV and heavy metals, loss of recreational and economic value. Preventive and restorative measures are recommended for the lake.

**Keywords:** catchment area; geoecology; zoobenthos; eutrophication, ecorehabilitation.

### Введение

Республика Татарстан относится к многоозерным регионам. Однако, согласно инвентаризационным данным, за 50 лет на территории Республики Татарстан количество озер, по различным причинам, сократилось на 25%. В 1957-1959 гг. в Татарстане насчитывалось 10833 озер, в 1969 г. – 9762, а в 1990-е гг. – 8111 [4, с.38]. Последнее десятилетие большое количество озер находятся на стадии полного исчезновения как по естественным причинам, так и из-за усиления антропогенного воздействия.

За последние годы вследствие интенсификации урбанизации пригородных поселков, значительно увеличилось количество озер, оказавшихся в черте урботерриторий [10]. К естественным процессам сукцессии водоемов добавляется антропогенное воздействие на водоемы. Ярко выражены эти процессы в Лаишевском районе, примыкающем к г. Казани.



### Методы и принципы исследования

Для анализа антропогенной нагрузки на озера Лаишевского района проводилась оцифровка и 3D визуализация космоснимков и карт. Анализ параметров озерных котловин и водосборных бассейнов проводился в ГИС-системах QGIS и ArcGIS. Для проведения гидрохимического анализа пробы отбирались с поверхностного и придонного слоев, анализировались в аттестованной лаборатории. Для оценки качества воды применялась комплексная оценка качества - индекс загрязнения воды (ИЗВ), эколого-санитарная классификация качества поверхностных вод (ЭСК), основанная на расчёте среднего рангового показателя (РП) по 7-8 ингредиентам водородный показатель, величина прозрачности воды, содержание кислорода, аммония, нитратов, нитритов, фосфатов и ХПК [7, с.200]; определялось содержание марганца и железа. Зообентос отбирался в литоральной зоне озера, на трех станциях с помощью трубчатого дночерпателя и скребка, площадью захвата 20\*20 см<sup>2</sup>. Изучение зообентоса велось в соответствии с общепринятыми гидробиологическими методиками [8, с.200]. Рассчитывались количественные показатели (численность и биомасса), для оценки сообществ были использованы показатели видового разнообразия: индексы видового разнообразия (Шеннона (H), Симпсона (S)).

### Количество озер по данным инвентаризации

По данным анализа космоснимков на территории Лаишевского района РТ выявлено 174 озера. Проведена группировка озер Лаишевского района по площади (табл. 1). Самым крупным озером Лаишевского района по площади является озеро Ковалёвское (Ковалинское), расположенное северо-восточнее села Песчаные Ковали, с площадью водного зеркала на момент исследования 92,8 га, в то же время по данным водного реестра и Реестра ООПТ, оно имеет площадь от 124,5 до 136 га [1, 2]. Наименьшим среди обнаруженных объектов было озерко площадью около 60 м<sup>2</sup>, (см. табл.1).

Таблица 1 – Группировка озёр Лаишевского района по площади

Группа	Площадь, га	Количество озер		Общая площадь	
		Всего	%	Всего, га	%
1	менее 0,1	14	8,0	0,7	0,1
2	0,1-1	101	58,0	18,2	4
3	1-10	52	30,0	171,7	37,4
4	более 10	7	4,0	268,6	58,5
всего		174	100	459,2	100

Большая часть озер Лаишевского района, относятся ко второй группе по площади - от 0,1 до 1 га, всего 101 озеро, на их долю приходится 58% от общего количества, 4% от общей площади озер. Также распространены озера третьей группы с площадью от 1 га до 10 га – 52 озера (30% от количества и 37,4 % площади) и имеется небольшое количество озер менее 0,1 га (14 озер) и более 10 га (7 озер, но они занимают 58,5% суммарной площади озер). В Лаишевском районе преобладают небольшие озера, но в силу своей многочисленности они имеют важное экологическое и хозяйственное значение [5], [6]. Согласно литературным данным, данные озера подвергаются активной антропогенной нагрузке, последствия которых выражаются прежде всего через сокращение акватории и обмеление [3, С. 8].

### 1. Антропогенное воздействие на водные объекты

Активная застройка территории является основным видом антропогенной нагрузки на водоёмы изучаемого района. Согласно схеме территориального планирования района, на территории располагается 25 муниципальных образований, 1 городское поселение, 24 сельских поселений и 69 сельских населённых пунктов. Почти все населённые пункты располагаются вблизи водных объектов, перекрывая пути прохождения поверхностного стока, сокращая территории водосборов озер, что приводит к истощению озер, разрушению их естественных ландшафтов, а также загрязнению вод.

Актуальной проблемой сельских населённых пунктов Лаишевского района является также нецентрализованное водоснабжение, бурение местным населением скважин, глубиной от 38 до 154 м, приводящих к истощению грунтовых вод, питающих поверхностные водные объекты.

Строительство автомобильных дорог, протяжённость которых в Лаишевском районе составляет 373,1 км приводит к сокращению территорий водосборов, нарушению путей прохождения поверхностного стока, к загрязнению водоемов, грунтовых вод вследствие фильтрации загрязнённых стоков с автомобильных дорог в подземные горизонты. Также источником загрязнения водного стока является износ и разрушение дорожных покрытий.

### 2. Экологические проблемы малых озер на примере озера Банновское

Поскольку большая часть озер Лаишевского района относится к малым озерам с площадью до 1 га (114 из 174 озер), а озеро Банновское относится к этой категории (площадь озера в 2020 г. составляла 0,50 га), рассмотрим экологическую ситуацию на примере оз. Банновское.

Озеро Банновское находится в восточной части села Усады и представляет собой котловину в понижении рельефа, периодически затопляемую поверхностными водами, имеющую родниковое питание. Водный режим данного водоема частично схож с режимом водохранилищ с сезонным регулированием стока. Наполнение котловины происходит в период весеннего половодья и постепенная «сработка» происходит в течение года вследствие испарения. По происхождению данное озеро, вероятнее всего, представляет собой карстово-суффозионное понижение в ложбине стока [9, 113 с.]. Водоём имеет вытянутую форму. Длина озера 308 м, максимальная ширина 167 м. Средняя глубина



составляет 1 м в летний период, поднимается в период снеготаяния на 1,3 - 1,5 м, максимальная обнаруженная глубина в летний период — 1,1 м, весной – 2,5 м. Питание подземное и поверхностное, смешанное. Площадь котловины озера, которая исторически заполнялась водой - около 1,8 га, площадь открытой воды в 2020 г. - 0,5 га, площадь водосбора озера - 378 га, показатель удельного водосбора озера - 210. Наиболее вероятной причиной деградации озера является снижение количества поступающих поверхностных вод во время снеготаяния.

При изучении показателей качества воды выявлены: низкая прозрачность, коричневатый цвет воды, низкое содержание кислорода (с дефицитом в зимний период). Воды озера характеризуются повышенным содержанием биогенных и загрязняющих веществ. По ЭСК качество воды у поверхности соответствовало разряду «достаточно чистой» со средним РП 4,4, у дна - разряду «слабо загрязненной» со средним РП 5. Выявлено превышение АПАВ – до 2,2 ПДК, нефтепродуктов до 17 и 96 ПДК, содержание марганца - до 130 и 64 ПДК у поверхности и у дна соответственно; железа – 15 ПДК у дна и на поверхности.

Анализ проб зообентоса в озере выявил небольшую численность и биомассу организмов (численность изменялась от 8 до 216 экз./м<sup>2</sup>, биомасса от 0,013 до 30,61 г/м<sup>2</sup>). По величине биомассы водоем относится к эвтрофным. Индекс Шеннона по станциям различался 0,9 до 2,1, индекс Симпсона от 0,3 до 0,7. По индексам видового разнообразия Шеннона и Симпсона воды можно отнести к загрязненным, сообщество - к сбалансированному на большем количестве станций. Озеро эвтрофировано, развиваются процессы зарастания, заболачивания и заиления.

Снижение экологической и рекреационной ценности озера происходит вследствие: застройки окружающей территории и перераспределении потоков талых вод; поступлении загрязненного поверхностного и диффузного стока с территории водосбора; обустройства артезианских скважин.

### 3. Мероприятия по улучшению экологической ситуации

Для улучшения состояния озера Банновское и снижения степени зарастания в озере рекомендуется проведение профилактических (осуществляемых на водосборе), и восстановительных (проводящихся в акватории) мероприятий.

Профилактические мероприятия включают:

- 1) ликвидация систем домашнего водоотведения в озеро;
- 2) запрет на выпас домашней птицы в акватории;
- 3) оборудование домов, расположенных в водоохранной зоне озера, системами изолированной канализации;
- 4) восстановление потоков воды по овражно-балочной системе с расчисткой тоннелей под дорогами и обустройством песколовков.

Восстановительные мероприятия включают:

- 1) частичное углубление озера в центральной и северных частях;
  - 2) расчистка существовавших ранее родников;
  - 3) создание каналов для сбора талых вод и направления в озеро;
  - 4) создание биоплато на нижних частях каналов, перед входом в озеро, для очистки вод от загрязняющих веществ.
- Выявленные причины деградации озера Банновское являются характерными для озер Лаишевского района. Для оптимизации качества воды рекомендуются мероприятия, направленные на щадящее вмешательство в озерные экосистемы (частичное изъятие донных отложений; частичное удаление водно-болотной растительности; аэрация воды; создание каналов или подача воды из артезианских скважин; и др.).

### Заключение

Гидрографическая сеть изучаемой территории включает 174 водоема различной формы и площадью от 0,006 га до 93 га. Урбанизация Лаишевского района приводит к увеличению освоения площадей водосборов многочисленных озер, располагающихся на данной территории. К основным видам воздействия, влияющим на экологическое состояние озер, относятся: интенсивная застройка водосборной площади озер, строительство автомобильных дорог, сельское хозяйство. Для озера Банновское характерно понижение уровня, сокращение площади, заиление, снижение качества воды, загрязнение вод нефтепродуктами, АПАВ и тяжелыми металлами, потеря рекреационной и хозяйственной ценности. Рекомендованы профилактические и восстановительные мероприятия для озер.

### Финансирование

Работа финансировалась согласно договору №1/21 от 30.04.21. между КФУ и Колодцевым В.Е.

### Funding

The work was financed according to the agreement No. 1/21 dated 30.04.21. between KFU and V.E. Kolodtsev.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Conflict of Interest

None declared.

### Список литературы / References

1. Государственный водный реестр. [Электронный ресурс]. URL: <http://textual.ru/gvr/index.php?card=184922> (дата обращения: 21.02.2022).
2. Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан. – Казань: Идел-Пресс, 2007. – 407 с.
3. Иванов Д.В. Анализ причин обмеления озер в селе Три Озера (Республика Татарстан) / Д.В. Иванов, И.И. Зиганшин // Российский журнал прикладной экологии. – 2016. – №2. – С. 8-12.



4. Мошкова Л.В. Озерность Республики Татарстан по анализу картографического материала / Л.В. Мошкова // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан / Матер. III респ. научн. конф. Казань. – 1997. – С. 38.
5. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) Лаишевского района [Электронный ресурс] // Электронный периодический научный журнал SCI-ARTICLE – URL: <http://sciarticle.ru/stat.php?i=1540029721> (дата обращения: 25.04.2020).
6. Природа Татарстана // Школьная электронная энциклопедия «ТАТАР ИЛЕ» [Электронный ресурс]. URL: <http://tatarile.tatar.ru/encyclopedia/priroda-tatarstana>. (дата обращения: 16.05.2022).
7. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты / В.Д. Романенко, О.А. Оксийук, В.Н. Жукинский и др. – Киев, 1990. – 256 с.
8. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 240 с.
9. Тайсин А.С. Озера Приказанского района их современные природные и антропогенные изменения / А.С. Тайсин. – Казань: Изд-во ТГГПУ, 2006. – 167 с.
10. СТРАТЕГИЯ социально-экономического развития Лаишевского муниципального района Республики Татарстан на 2019-2021 годы и плановый период до 2030 года. [Электронный ресурс]. URL: [https://laishevo.tatarstan.ru/file/pub/pub\\_646397.pdf](https://laishevo.tatarstan.ru/file/pub/pub_646397.pdf) (дата обращения: 16.05.2022).

#### Список литературы на английском языке / References in English

1. Gosudarstvennyj vodnyj reestr [State water reestr]. [Electronic resource]. URL: <http://textual.ru/gvr/index.php?card=184922> (accessed: 21.02.2022). [in Russian]
2. Gosudarstvennyj reestr osobo ohranyaemyh prirodnyh territorij v Respublike Tatarstan. [State register of specially protected natural areas in the Republic of Tatarstan]. – Kazan: Idel-Press, 2007. – 407 p. [in Russian]
3. Ivanov D.V. Analiz prichin obmeleniya ozer v sele Tri Ozera (Respublika Tatarstan) [Analysis of the reasons for the shallowing of lakes in the village of Tri Oзера (Republic of Tatarstan)] / D.V. Ivanov, I.I. Ziganshin // Rossijskij zhurnal prikladnoj ekologii. – 2016. – №2. – pp. 8-12. [in Russian]
4. Moshkova L.V. Ozernost' Respubliki Tatarstan po analizu kartograficheskogo materiala [Lake ability of the Republic of Tatarstan according to the analysis of cartographic material] / L.V. Moshkova // Aktual'nye ekologicheskie problemy Respubliki Tatarstan / Mater. III rесп. nauchn. konf. – Kazan', 1997. – pp. 38. [in Russian]
5. Osobo ohranyaemye prirodnye territorii (ООПТ) Laishevskogo rajona [Specially Protected Natural Territories (PAs) of the Laishevsky District] [Electronic resource] // Elektronnyj periodicheskij nauchnyj zhurnal SCI-ARTICLE – URL: <http://sciarticle.ru/stat.php?i=1540029721> (accessed: 25.04.2020). [in Russian]
6. Priroda Tatarstana [Nature of Tatarstan] // Shkol'naya elektronnyaya enciklopediya «ТАТАР ИЛЕ». [Electronic resource]. URL: <http://tatarile.tatar.ru/encyclopedia/priroda-tatarstana>. (accessed: 15.05.2022). [in Russian]
7. Ekologicheskaya ocenka vozdejstviya gidrotekhnicheskogo stroitel'stva na vodnye ob'ekty [Environmental assessment of the impact of hydrotechnical construction on water bodies.] / V.D. Romanenko, O.A. Oksiyuk, V.N. Zhukinskij et al. – Kiev, 1990. – 256 p. [in Russian]
8. Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverhnostnyh vod i donnyh otlozhenij [Guidelines on methods of hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments] / Ed. by V.A. Abakumova. – L.: Gidrometeoizdat, 1983. – 240 p. [in Russian]
9. Tajsin A.S. Oзера Prikazanskogo rajona ih sovremennye prirodnye i antropogennye izmeneniya. [Lakes of the Prikazansky district and modern natural and anthropogenic changes.] // Kazan': Publishing house TGGPU, 2006. – 167 p. [in Russian]
10. STRATEGIYA social'no-ekonomicheskogo razvitiya Laishevskogo municipal'nogo rajona Respubliki Tatarstan na 2019-2021 gody i planovyj period do 2030 goda. [STRATEGY for socio-economic development of the Laishevsky municipal district of the Republic of Tatarstan for 2019-2021 and the planned period until 2030.]. [Electronic resource]. URL: [https://laishevo.tatarstan.ru/file/pub/pub\\_646397.pdf](https://laishevo.tatarstan.ru/file/pub/pub_646397.pdf) (accessed: 21.02.2022). [in Russian]