

**MINISTRY  
OF SCIENCE AND HIGHER  
EDUCATION OF THE RUSSIAN  
FEDERATION**

**KAZAN  
FEDERAL UNIVERSITY**

**INSTITUTE OF MANAGEMENT,  
ECONOMICS AND FINANCE**

**МИНИСТЕРСТВО  
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИНСТИТУТ УПРАВЛЕНИЯ,  
ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСОВ**

**ЭКОНОМИКА В МЕНЯЮЩЕМСЯ МИРЕ**  
**VIII Международный экономический форум**

**Сборник научных трудов**

**Казань, 13-17 мая 2024**

**ECONOMY IN A CHANGING WORLD**  
**VIII International economic forum**

**Collection of scientific papers**

**Kazan, May 13-17, 2024**



**КАЗАНЬ**

**2024**

УДК 33  
ББК 65  
Э40

*Печатается по рекомендации Ученого совета  
Института управления, экономики и финансов  
Казанского (Приволжского) федерального университета*

*Printed on the recommendation of the council  
of the Institute of Management, Economics and Finance  
of Kazan (Volga Region) Federal University*

**Редакционная коллегия:**

заместитель директора Института управления, экономики и финансов КФУ  
по научной деятельности, доктор экономических наук, профессор **Л.Н. Сафиуллин**

**Editorial board:**

Deputy Director for Research of the Institute of Management, Economics and Finance of KFU,  
Doctor of Sc., Professor **L.N. Safiullin**

- Э40   **Экономика в меняющемся мире** [Электронный ресурс]: VIII Международный  
экономический форум: сборник научных трудов (Казань, 13–17 мая 2024 г.) =  
Economy in a changing world [Electronic resource]: VIII International economic forum:  
collection of scientific papers (Kazan, May 13–17, 2024). – Электронные текстовые  
данные (1 файл: 10,2 Мб). – Казань: Изд-во “Бриг”, 2024. – 450 с. – Системные  
требования: Adobe Acrobat Reader. – URL:  
<https://www.vestind.ru/globalasset/media/documents/ismef-15-05-2024.pdf>. – Загл. с  
титул. экрана

ISBN 978-5-98946-404-3

В сборнике представлены материалы VIII Международного экономического форума  
«Экономика в меняющемся мире», организатором которого стал Казанский федеральный  
университет. Материалы форума освещают широкий спектр проблем территориального  
развития в условиях рыночных отношений и формирования инновационной экономики.

The collection presents the materials of the VIII International Economic Forum “Economics  
in a Changing World”, organized by Kazan Federal University. The materials of the forum cover a  
wide range of problems of territorial development in the conditions of market relations and  
formation of innovation economy.

УДК 33  
ББК 65

ISBN 978-5-98946-404-3

© Коллектив авторов, 2024  
© ООО «ИПК «Бриг», оформление, 2024

## СЕКЦИЯ «ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ СИСТЕМ»

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАРАСТАНИЯ ОЗЕР С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Александрова Асель Биляловна<sup>1,2</sup>

Зиганшин Ирек Ильгизарович<sup>1,2</sup>,

Сабирзянов Алмаз Мансурович<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия

**Аннотация.** Изучение зарастания озер (на примере озер ООПТ Лайшевского района) с использованием ГИС Google Earth Pro путем обозначения векторных слоев за период с 2003 по 2023 год позволило рассчитать и установить скорость зарастания озер ООПТ, начиная с 2003 г по настоящее время, которая составила в среднем  $1975,6 \pm 496,0 \text{ м}^2/\text{год}$ .

**Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории, памятники природы, озера, зарастание, ГИС

В настоящее время геоинформационные технологии повсеместно используются и востребованы в целях изучения земной поверхности [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Они позволяют охватить большие по площади территории, что является актуальным с точки зрения исследования водных объектов [4, 5, 6, 9, 10]. При этом упрощается объем трудоемких полевых исследований, возможно исследовать значительные площади за короткий промежуток времени и провести предварительный пространственный анализ территории на предмет изменения обстановки, в частности зарастания озер. Озера играют важную экологическую и рекреационную роль, и вследствие антропогенного влияния подвергаются эвтрофикации и изменению морфометрических характеристик [4]. Поэтому изучение зарастания озер актуально с точки зрения мониторинга водных объектов с целью прогноза возможной их утраты.

Лайшевский район занимает первое место среди всех административных районов Республики Татарстан по числу озер, имеющих статус особой охраны [3]. Относительно близкое пространственное расположение озер ООПТ в границах района, высокая озерность и разнообразие площадей водного зеркала представляет интерес на предмет выявления возможностей исследования скорости зарастания озер в динамике с применением ГИС. Цель работы: оценить зарастание озер ООПТ Республики Татарстан с применением геоинформационных технологий.

Объектом исследования были 12 озер Лайшевского района РТ (рис. 1).

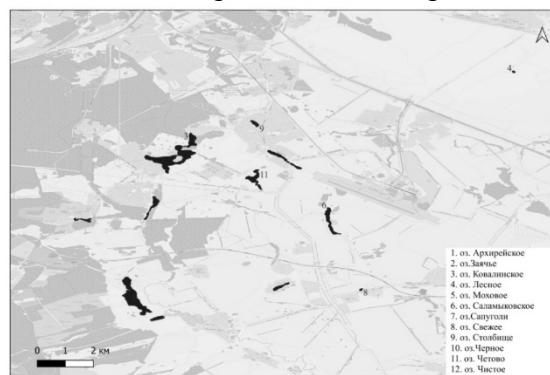


Рис. 1. Расположение озер ООПТ Лайшевского района Республики Татарстан

Изучение зарастания озер проводилось с использованием программы Google Earth Pro, в которой были созданы векторные слои в виде многоугольников по контуру котлована озера и водного зеркала озер за период 2003 г. и 2023 г. Исходный файл с векторными слоями был сохранен в формате kml и использовался в качестве основного материала для подсчета площадей векторных слоев в программе QGIS 3.26, а также для визуализации и составления карт зарастания озер (рис. 2).

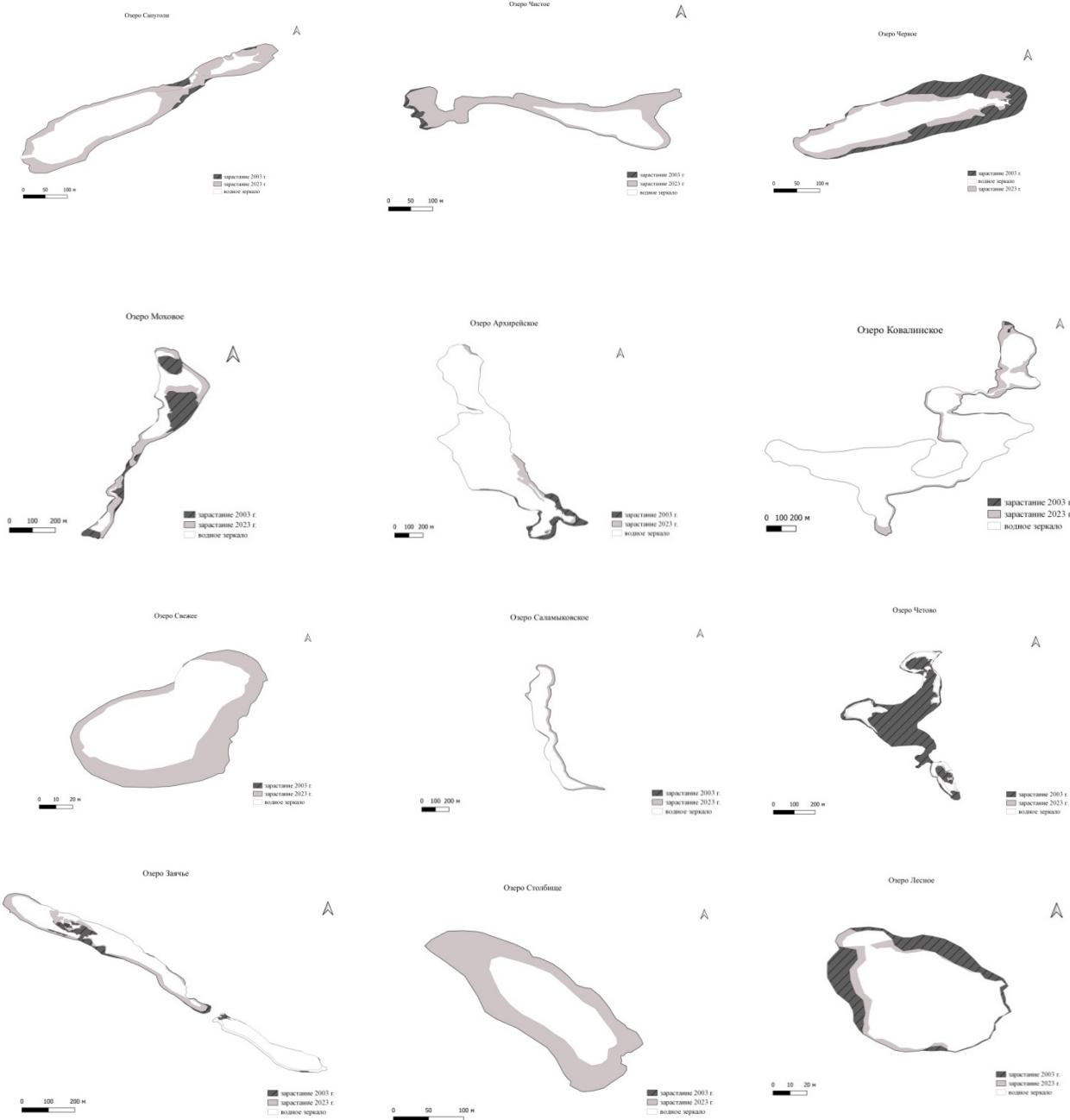


Рис. 2. Динамика зарастания озер ООПТ Лайшевского района РТ на период 2003 и 2023 гг.

На картах хорошо заметны различия в характере зарастания озер. В 2003 году значительная площадь зарастания диагностировалась у озера Четово, меньшие площади зарастания были у озер Черное, Моховое, Лесное. Озера Свежее, Столбище, Саламыковское, Ковалинское характеризовались отсутствием зарастания в 2003 году. За последние 20 лет, связанные с увеличением площадей застроек и расширением садоводческих товариществ, значительные площади зарастания обозначились у озер Столбище и Свежее, а также у озер Сапуголи и Чистое.

Были рассчитаны площади обозначенных контуров по охвату береговой и водной зон озер добавлением новой колонки в таблице атрибутов. Численные характеристики, были систематизированы в табличные данные Excel. По разности площадей береговой и водной зон вычислялась площадь и процент заастания озер. Статистические параметры исследованных объектов были получены с использованием программы Statistica 8.0.

Результаты исследований показали, что заастание озер варьирует в широких пределах, что подтверждается высоким коэффициентом вариации (табл. 1). Это обусловлено размерами и глубиной озера, наличием мелководных участков, на которых создаются благоприятные условия для произрастания гидрофильной растительности (рогоза, тростника и др.). Нами также была подтверждена положительная корреляционная связь между скоростью заастания озер и уменьшением площади чаши озер ( $r= 0,69$ ). Как правило, с уменьшением размеров чаши озер увеличивается их заастание. Кроме того, большую роль играет и антропогенный фактор, как забор воды в летний период, что способствует снижению уровня воды в озере, в последствие образованию мелей и их заастанию.

Площадь чаши исследованных нами озер изменялась от 1 до 104 га и в среднем составила 23,1 га. Следует отметить близкие средние и медианные значения скорости заастания в год.

Таблица 1  
Статистические параметры заастания озер ООПТ Лайшевского района РТ с 2003 по 2023 гг.

(M- среднее; Me – медиана; Min- минимум; Max-максимум; Q25 –нижний квартиль; Q75 – верхний квартиль StDev – стандартное отклонение; CV% - коэффициент вариации; m – ошибка среднего)

	M	Me	Min	Max	Q25	Q75	StDev	CV%	m
Скорость заастания, га/год	0,2	0,2	0,03	0,7	0,1	0,2	0,2	87,0	0,05
Скорость заастания кв.м/год	1975,9	1881,6	32,8	6800,9	1014,9	2341,8	1718,1	87,0	496,0
S чаши озера, га	23,1	11,1	1,0	104,4	5,7	20,0	32,3	139,7	9,3
Заастание, %	25,7	20,8	4,4	59,6	9,1	38,8	19,3	75,2	5,6

По степени заастания озера распределились в следующий убывающий ряд (рис. 3)

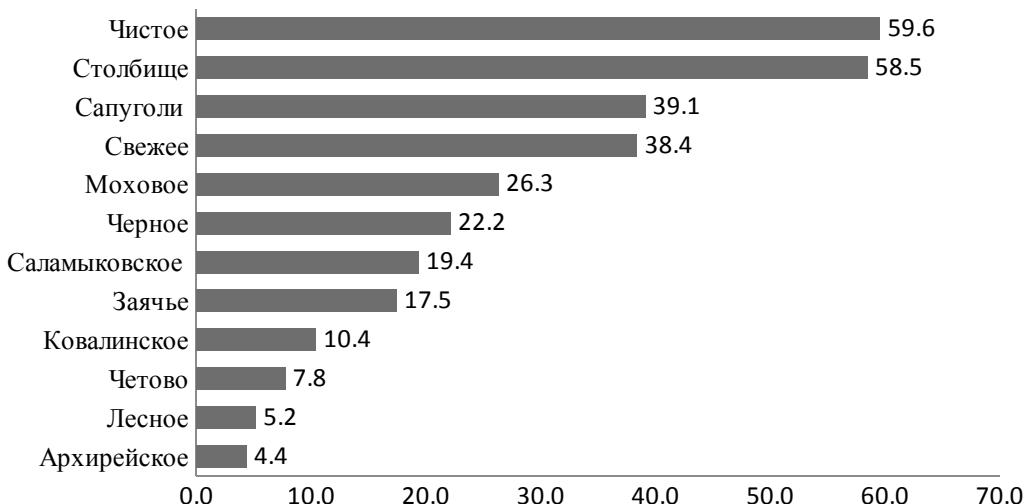


Рис. 3. Процент заастания озер от площади котлована озера с 2003- 2023 гг.

Максимальные площади зарастания характерны для озер Чистое и Столбище. Эти озера имеют небольшую глубину, а также подвержены значительному антропогенному влиянию. Половина исследованных нами озер вошло в градацию зарастания от 17,5 до 39%, что составляет диапазон второго и третьего квартиля, характеризующего срединную часть выборки. Минимальными значениями зарастания (менее 10%) характеризуются четыре озера: Архирейское, Ковалинское, Четово, Лесное.

Таким образом, с использованием ГИС была установлена скорость зарастания озер ООПТ Лаишевского района за 20-летний период. Зарастания озер ООПТ варьирует от 0,03 до 0,7 га/год и в среднем составляет  $0,2 \pm 0,05$  га в год.

### **Литература**

1. Белов Н.С, Данченков А.Р. Использование ГИС при географических исследованиях [Электронный ресурс] // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. 2017. № 16. С 77-86.
2. Гончаров Е.А., Фадеев А.Н., Иванов А.А., Тимофеева М.Ю. Возможности ГИС-технологий для изучения гидрологических характеристик водного объекта и экологических параметров его водосборной площади // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. № 2. С. 691-708.
3. Государственный реестр ООПТ в РТ. Издание второе. Казань, Издательство Идел-Пресс, 2007. – 408 с.
4. Зиганишин И.И., Иванов Д.В., Хасанов Р. Р. Анализ пространственного распределения и гидрографическая характеристика озер-памятников природы Республики Татарстан // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий: сборник статей IX всеросс. (национальной) науч.-практической конф. – Сочи: ГКУ КК «Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности», Донской издательский центр, 2022. С. 180-190.
5. Лямина В.А., Глушкова Н.В., Смоленцева Е.Н., Зольников И.Д. Использование методов ГИС и ДЗ для мониторинга площади озер и солончаков на территории юга Западной Сибири // Интерэкско ГЕО-Сибирь. Новосибирск: СГГА. Т.4, № 2, 2020. С.3 -7.
6. Морозов А.К., Ефимова М.А., Буржинский А.Ш., Пнюшков А.Д. Опыт определения уровня воды озер по данным о длине береговой линии, полученным с применением дистанционного зондирования Земли [Электронный ресурс] / А.К. Морозов, М.А. Ефимова, А.Ш. Буржинский, А.Д. Пнюшков // Молодой ученый. – 2022, №23 (418). – С. 627-630.
7. Сабирзянов А.М., Панасюк М.В. Геоинформационное оснащение агропромышленного комплекса Республики Татарстан для цифровой трансформации сельского хозяйства // Экономика в меняющемся мире [Электронный ресурс]: VI Всероссийский экономический форум: сборник научных трудов (Казань, 26 апреля – 31 мая 2022г.). - Казань: Издательство Казанского университета, 2022. С.433-435.
8. Ципилева Т.А. Геоинформационные системы: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2004. 162 с.
9. Bandini F., Jakobsen, J., Olesen D., Reyna-Gutierrez J.A., Bauer-Gottwein P. Measuring water level in rivers and lakes from lightweight Unmanned Aerial Vehicles. Journal of Hydrology. 2017. Vol. 548. P. 237–250. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2017.02.038.
10. Duan P., Wang M., Lei Ya., Li J. Research on Estimating Water Storage of Small Lake Based on Unmanned Aerial Vehicle 3D Model. Water resources. 2021. Vol. 48. No. 5 P. 690–700. DOI: 10.1134/S0097807821050109.