

Г. Р. Сафина<sup>1</sup>, В. А. Федорова<sup>2</sup>, А. Г. Шарифуллин<sup>3</sup>

## ДИНАМИКА ПЛОЩАДЕЙ ИСКУССТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДА КАЗАНИ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

### АННОТАЦИЯ

Рост численности населения в городах обостряет проблемы дефицита территориальных ресурсов, решение которых зачастую реализуется посредством увеличения площадей населенных пунктов. Увеличение площади сопряжено с периметральным расширением города, присоединением новых территорий и отодвиганием существующих границ. Однако это не единственный метод решения проблемы нехватки земельных ресурсов. Рост показателей площади городской территории может быть достигнут в процессе создания искусственных земельных участков (ИЗУ) на водных объектах, расположенных в пределах населенных пунктов, при этом их границы сохраняются в неизменном виде. Создание ИЗУ широко распространено как в мировой, так и в российской градостроительной практике, оно позволяет решить ряд актуальных градостроительных задач. Цель работы — исследование динамики площадей искусственных земельных участков по данным дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) г. Казани с середины прошлого века по настоящее время. В качестве исходного материала использовались разновременные космические снимки Corona, Lanyard и Hexagon (1961–1982 гг.), Landsat 4–5, 7 (1984–2003 гг.) и снимки с сервиса Google Earth за 2004–2023 гг. В ходе работы была проведена оценка точности исходной привязки, основанная на наложении снимков на топографические карты м-ба 1:10 000, общая погрешность составляет 6–9 м. По результатам визуального дешифрирования была составлена карта динамики ИЗУ. С помощью сервиса «Национальная система пространственных данных» для каждого искусственного участка были определены виды разрешенного использования. Суммарная площадь ИЗУ в пределах г. Казани, создаваемых на трех участках акватории Куйбышевского вдхр., составила 714 га. Создание ИЗУ происходило на протяжении двух периодов: с 1960 по 1980 гг., когда активно обустроивалась транспортная инфраструктура, и с 2000 г. по настоящее время, когда уже была разработана соответствующая нормативно-правовая база, а также появились прогрессивные строительные технологии. ИЗУ второго периода используются преимущественно для размещения объектов общественно-делового назначения, спорта, отдыха и туризма. ИЗУ составляют небольшую долю в общей площади города, однако их создание в настоящее время в благоприятных локациях отчасти решает проблему дефицита территориальных ресурсов в исторической, центральной части города.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** город, территория, расширение городских границ, искусственные земельные участки, ДЗЗ

<sup>1</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская, д. 18, Казань, Россия, 420008, e-mail: safina27@mail.ru

<sup>2</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская, д. 18, Казань, Россия, 420008, e-mail: fva\_14@mail.ru

<sup>3</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская, д. 18, Казань, Россия, 420008, e-mail: luleo123@mail.ru

Guzel R. Safina<sup>1</sup>, Victoria A. Fedorova<sup>2</sup>, Aidar G. Sharifullin<sup>3</sup>

## DYNAMICS OF MAN-MADE LAND PLOTS IN KAZAN CITY USING REMOTE SENSING

### ABSTRACT

Urban population growth is exacerbating the problems of scarcity of territorial resources, the solution to which is realized by increasing the area of settlements. Increasing the area is associated with expanding the city, annexation of new territories, and pushing back the existing boundaries. However, this is not the only method of solving the problem of land deficit. The growth of urban areas can be achieved in the process of creating man-made land plots (MLP) on water bodies located within settlements, while their boundaries remain unchanged. The creation of MLP is widespread both in the world and in Russian urban planning practice; they allow for solving several urgent urban planning problems. The work aims to study the dynamics of the areas of man-made land plots in Kazan City using remote sensing data from the middle of the last century to the present. As source material, we used multi-temporal satellite images of Corona, Lanyard, and Hexagon (1961–1982), Landsat 4–5, 7 (1984–2003), and satellite images from Google Earth service for 2004–2023. In the course of the work the accuracy of the initial georeferencing was assessed based on overlaying the images on topographic maps of 1:10 000 scale, the total error is 6–9 m. Based on the results of visual interpretation, a map of MLP dynamics was made. Using the information system “National Spatial Data System” (Russia) the types of permitted use were determined for each man-made land plot. The total area of MLP within the Kazan city was 714 ha, created on three water areas of the Kuibyshev Reservoir. The creation of MLPs took place during two periods: from 1960 to 1980, when the transport infrastructure was being actively developed, and from 2000 to the present, when the relevant legal and regulatory framework had already been developed and advanced construction technologies were available. MLPs of the second period are mainly used for public and business facilities, sports, recreation, and tourism. MLPs constitute a small share of the total area of the city, but their creation nowadays in favorable locations partly solves the problem of the deficit of territorial resources in the historical, central part of the city.

**KEYWORDS:** city, territory, expansion of urban boundaries, man-made land plots, remote sensing

### ВВЕДЕНИЕ

По данным переписи населения РФ 2020 г. доля городского населения составляет 75 % от общей численности населения страны, при этом точками притяжения и перспективными центрами интенсивной урбанизации выступают города-миллионеры и крупные города. В процессе активного притока, сосредоточения и концентрации в них населения на определенном этапе их социально-экономического развития возникает необходимость территориального расширения площадей этих городов.

В настоящее время по данным Росреестра<sup>4</sup> в структуре земельного фонда страны на земли населенных пунктов приходится 21,7 млн га, что составляет 1,3 % от общей площади территории РФ. При этом городские населенные пункты занимают площадь территории,

<sup>1</sup> Kazan Federal University, 18, Kremlyovskaya str., Kazan, 420008, Russia, e-mail: safina27@mail.ru

<sup>2</sup> Kazan Federal University, 18, Kremlyovskaya str., Kazan, 420008, Russia, e-mail: fva\_14@mail.ru

<sup>3</sup> Kazan Federal University, 18, Kremlyovskaya str., Kazan, 420008, Russia, e-mail: luleo123@mail.ru

<sup>4</sup> Государственный (национальный) доклад о состоянии земель в Российской Федерации в 2023 г. Электронный ресурс: <https://www.rosreestr.gov.ru> (дата обращения 10.01.2025)

составляющую 9,04 млн га, сельские поселения — 12,66 млн га. Анализ динамики показателей площади земель поселений выявил устойчивую тенденцию увеличения значений. Так, за период с 2005 по 2023 гг. суммарная площадь всех населенных пунктов РФ увеличилась на 2,6 млн га, в т. ч. территории городских поселений возросли с 7,9 до 9,04 млн га или на 1,14 млн га (12 %) (рис. 1).

Процессы увеличения площади города, как правило, вызваны двумя основными причинами. Во-первых, это может быть связано с проведением мероприятий по инвентаризации земель, работ по уточнению, упорядочению и утверждению границ земель различных категорий, т. е. приведению в соответствие технической документации, относящейся к населенным пунктам.

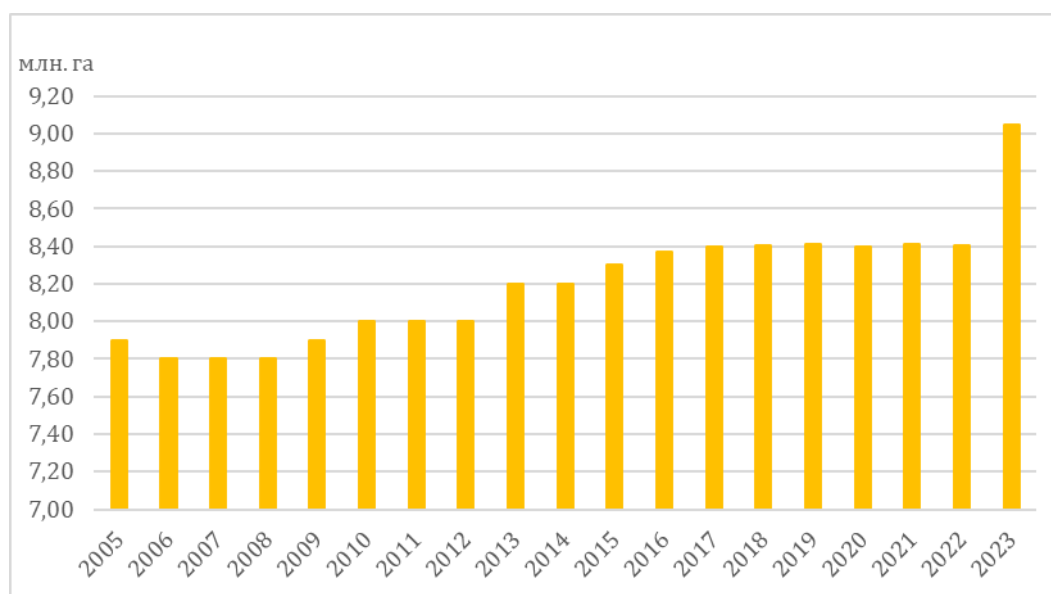


Рис. 1. Площади земель городских поселений в России с 2005 по 2023 гг.

Fig. 1. Land areas of urban settlements in Russia from 2005 to 2023

Во-вторых, возможны варианты непосредственного расширения, «разрастания» территории города в результате включения в его границы новых земельных участков, ранее к нему не относившихся, что закрепляется соответствующими распоряжениями (постановлениями) органов власти субъектов Российской Федерации. В качестве примера масштабного увеличения площади городской территории можно привести Москву, площадь которой возросла с 107 до 255 тыс. га, т. е. на 148 тыс. га (или в 2,4 р.) в 2012 г. за счет присоединения прилегающих территорий, ранее относившихся к Московской обл.

Тенденция увеличения городской территории характерна и для Казани: в 2007 г. согласно «Генеральному плану г. Казань», общая площадь города составляла 61 363,00 га, а к 2020 г. она увеличилась на 2 605,97 га и достигла почти 64 тыс. га<sup>1</sup>.

Чрезмерное увеличение площади города способствует появлению целого ряда негативных эффектов, среди которых можно обозначить проблемы экономического характера (необходимость создания инфраструктуры, представленной газопроводом, канализацией, электросетями, транспортными магистралями и т. п.), а также экологические последствия (перевод лесных или сельскохозяйственных угодий в категорию селитебных земель с последующей их трансформацией, увеличение антропогенного воздействия, экспансия на

<sup>1</sup> Генеральный план городского округа Казань, 2020 г. (утвержден 28.02.2020). Электронный ресурс: <https://fgistp.economy.gov.ru> (дата обращения 15.01.2025)

зеленые насаждения, интенсификация транспортного трафика и т. д.). Следует отметить и положительные моменты расширения городской территории, которые заключаются в предотвращении излишне уплотненной застройки, сохранении рекреационных озелененных объектов и открытых городских пространств, что позитивно отражается на инсоляции и формировании комфортного ветрового режима без застоя воздушных масс, способствующего снижению концентраций загрязняющих веществ в атмосфере [Пашенко, 2019].

Для городов, расположенных на берегах водных объектов (рек, озер, морей), существует еще один сценарий увеличения площади их территории — создание искусственных земельных участков в пределах акватории. Следует отметить множество подобных примеров из градостроительной практики городов, расположенных на разных континентах. Так, создание искусственных земельных участков было реализовано в разные исторические периоды в городах Голландии, Японии, Канады, США; с их помощью решалась такая проблема, как дефицит земельных ресурсов [Даниленко, Дудина, 2021]. Создание новых искусственных участков на водных объектах и последующее размещение на них объектов капитального строительства различного назначения (рекреация, жилье, спортивные объекты, зеленая инфраструктура и др.) позволило максимально использовать внутренние городские резервы [Сафина, Федорова, 2020].

Изменение (увеличение или сокращение) площади города происходит в результате принятия постановлений соответствующих органов власти, корректирующих границы населенного пункта. Подобные изменения хорошо прослеживаются при сопоставлении и анализе границ города на картах и снимках, выполненных в разные временные периоды. Создание ИЗУ на водных объектах приводит к увеличению показателей площади территории, но границы города при этом остаются неизменными. Максимально объективно оценить масштабы прироста территории города посредством создания ИЗУ позволяют данные ДЗЗ, а именно сравнение снимков разных лет.

Цель работы — исследование динамики площадей искусственных земельных участков (ИЗУ) по данным ДЗЗ г. Казани с середины прошлого века по настоящее время.

В современном мире лидером по созданию искусственных земельных участков являются Объединенные Арабские Эмираты, реализовавшие в Персидском заливе проекты по строительству «Пальмовых островов» и архипелага «Мир» [Karang et al., 2017]. Кроме того, следует также отметить датский опыт по постройке 9 островов, называемых Holmene (Островки), в проливе Эресунн к югу от Копенгагена. Работы по созданию искусственных земельных участков характерны и для США, Бразилии, Аргентины [Силкина, Улицкая, 2017]. Среди стран, активно ведущих работы по преобразованию береговой линии, выделяется Япония, где создание намывных территорий ведется на протяжении столетий [Kitazume, 2022]. Посредством создания искусственных земельных участков за период с 1975 по 2019 гг. общая площадь страны увеличилась на 440,25 км<sup>2</sup> (0,12 %) [Амосов и др., 2022]. Следует отметить Китайский опыт в создании намывных территорий — прирост прибрежной зоны в Шанхае — составил 580 км<sup>2</sup> [Sengupta et al., 2017]. В городе-порте Эд-Даммам в Саудовской Аравии в акватории Персидского залива на протяжении 2000–2020 гг. велись активные работы по созданию искусственных земельных участков [Alqahtany et al., 2022].

Российская Федерация не является исключением и находится в тренде решения современных градостроительных задач — в некоторых городах РФ реализованы подходы по использованию водных объектов для создания на них искусственных земельных участков. Так, городом, в пределах которого активно реализуется создание искусственных земель, является г. Санкт-Петербург — территория намыва «Морской фасад» занимает 477 га [Суворова, Веретенникова, 2023; Уварова, Павлова, 2023].

Практика создания искусственных земель реализуется и в других городах страны (правда, в значительно меньшем объеме), например, в г. Воронеже в акватории Воронежского вдхр. [Косинова, Сейдалиев, 2017].

В пределах г. Казани с начала XXI в. отмечается интенсивное создание ИЗУ в акваториях рек Волги и Казанки. Опубликованные ранее исследования ограничиваются рассмотрением искусственных земельных участков, созданных в центральной, исторической части г. Казани [Сафина, Федорова, 2020; Шарифуллина и др., 2025].

Следует отметить, что создание ИЗУ в России в течение долго времени сдерживалось отсутствием правовых механизмов, касающихся строительства, последующей постановки на кадастровый учет и регулирования их в период эксплуатации; вся проектная и строительная деятельность регулировалась лишь техническими нормами и правилами.

Активизация деятельности по разработке проектов по созданию ИЗУ обусловлена принятием в 2011 г. Федерального закона № 246-ФЗ (17.07.2011) «Об искусственных земельных участках, созданных на водных объектах, находящихся в федеральной собственности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»<sup>1</sup>.

Статья 3 указанного закона содержит определение ИЗУ: «Искусственный земельный участок, созданный на водном объекте, находящемся в федеральной собственности — сооружение, создаваемое на водном объекте, находящемся в федеральной собственности, или его части путем намыва или отсыпки донного грунта либо использования иных технологий и признаваемое после ввода его в эксплуатацию также земельным участком. Искусственно созданный земельный участок может прилегать к существующим земельным участкам или быть изолированным от них».

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Архивные данные дистанционного зондирования имеют важное значение для мониторинга развития городских территорий, в т. ч. ИЗУ. Снимки Landsat, появившиеся в 1970-х гг., стали первыми гражданскими спутниковыми изображениями с низким разрешением (30–78 м). С 1960-х по 1980-е гг. США запустили ряд программ: Corona, Lanyard и Hexagon и другой разведывательной спутниковой системы Keyhole, собрав значительное количество исторических панхроматических фотоснимков поверхности Земли с разрешением 1,2–7,6 м. В связи с потребностями военной и национальной безопасности эти изображения долгое время оставались под грифом секретности. Рассекречивание этих данных с 1995 г. позволило расширить исследования изменений поверхности Земли, начиная с 1960-х гг. Снимки высокого разрешения (менее 1 м) с сервиса Google Earth позволяют фиксировать текущее состояние городских территорий в синтезе видимых естественных цветов. Для обеспечения высокой точности дешифрирования используются летние снимки с низкой облачностью (менее 10 %).

В качестве исходного материала данного исследования использовались разновременные космические снимки Corona, Lanyard и Hexagon (1961–1982 гг.)<sup>2</sup>, Landsat 4–5, 7 (1984–2003 гг.)<sup>2</sup> и снимки с сервиса Google Earth (GeoEye-1, WorldView-2)<sup>3</sup> за 2004–2023 гг.

<sup>1</sup> Федеральный закон «Об искусственных земельных участках, созданных на водных объектах, находящихся в федеральной собственности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Электронный ресурс: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_116987/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_116987/) (дата обращения 12.02.2025)

<sup>2</sup> Электронный ресурс: <https://earthexplorer.usgs.gov> (дата обращения 10.01.2025)

<sup>3</sup> Электронный ресурс: <https://www.google.com/earth/about/versions/#earth-pro> (дата обращения 10.01.2025)

Снимки Keyhole распространяются только в виде растрового файла без пространственной привязки, поэтому на начальном этапе каждый снимок системы Keyhole был привязан с помощью 10 опорных точек в программе QGIS версии 3.16. Для более высокой точности в качестве таких точек привязки использовались консервативные и легко различимые элементы городской структуры — пересечения дорог, исторические здания (не подвергшиеся изменениям за последние 60 лет). В связи с большим территориальным охватом космические снимки Corona, Lanyard и Hexagon в своих периферических частях имеют трапециевидные деформации, поэтому при их привязке использовался метод полиномиальной трансформации второго порядка. Привязка снимков осуществлялась в системе координат WGS-84/UTM 39N, т. к. она обеспечивает минимальное искажение площадей, углов и расстояний в регионе исследования. Далее изображения обрезались с векторным слоем (современной границей г. Казани). Дополнительно нами была проведена работа по оценке точности исходной привязки, которая основана на наложении привязанных снимков на топографические карты м-ба 1:10 000. В результате выяснилось, что общая погрешность составляет 6–9 м.

На следующем этапе определялось положение береговой линии — на основе визуального дешифрирования были выделены ИЗУ (светлый фототон), прилегающие к водной поверхности (темный фототон). На снимках Landsat, GeoEye-1 и WorldView-2 в синтезе видимых цветов вышеуказанные объекты имеют светло-бежевый и темно-синий фототон, соответственно.

Для минимизации погрешностей при определении площади ИЗУ, обусловленных внутригодовыми (сезонными) колебаниями уровня воды Куйбышевского вдхр. в работе использовались снимки летнего периода. Многолетние колебания уровня воды в летний сезон составляют в среднем менее 1 м [Латыпова и др., 2015], что не оказывает существенного влияния на изменения положения береговой линии.

На завершающем этапе создавались полигональные объекты между оцифрованными береговыми линиями для определения площади намытой/засыпанной территории. По результатам визуального дешифрирования была составлена карта динамики ИЗУ в пределах исследуемой территории.

С помощью сервиса «Национальная система пространственных данных»<sup>1</sup> для каждого искусственного участка были определены виды разрешенного использования.

Определенные площади ИЗУ обобщались по десятилетиям, начиная с 1960-х гг. Для визуализации основных тенденций были построены графики и диаграммы, отражающие временную динамику площадей искусственных земель, а также их распределение по виду разрешенного использования.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Казань расположена на берегах двух водных объектов — акватории Куйбышевского вдхр. и устьевой части р. Казанки (которая после создания водохранилища стала его заливом — Казанским) и имеет большой потенциал увеличения площади городской территории посредством создания ИЗУ.

В настоящее время в городе ИЗУ создаются на 3 участках побережья Куйбышевского вдхр. (рис. 2), различных по географическому положению, истории освоения и функциональному использованию.

Первый участок территории г. Казани, в пределах которого создаются ИЗУ — это Казанский залив Куйбышевского вдхр., омывающий побережье как исторической части города, так и более современных его районов (рис. 3). В результате более раннего исследова-

<sup>1</sup> Геоинформационный портал. Электронный ресурс: <https://nspd.gov.ru/map> (дата обращения 10.02.2025)

дования, проведенного авторами статьи, было выявлено, что за период с 1991 по 2024 гг. общая площадь созданных здесь ИЗУ составляет 121,3 га. За исследуемый период интенсивность создания ИЗУ на данном участке была различной: до 1990-х гг. темпы создания ИЗУ были невысокими, а искусственные территории предназначались в основном для инженерной защиты и благоустройства прибрежной зоны; наиболее масштабно ИЗУ создаются с конца 1990-х гг. по настоящее время (около 91 % площади ИЗУ всего первого участка) [Шарифуллина и др., 2025].

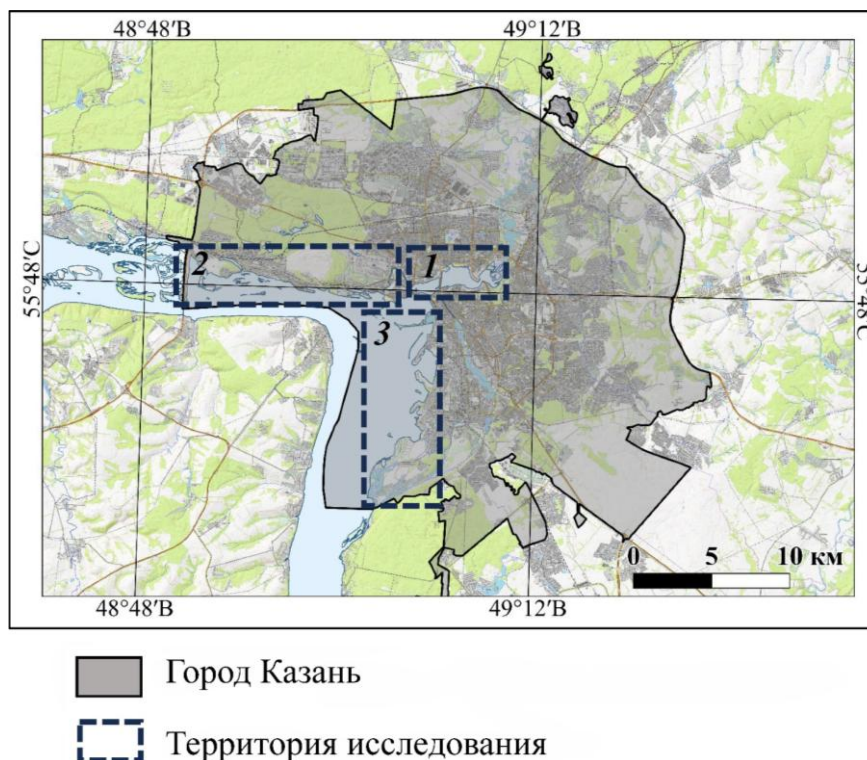


Рис. 2. Участки создания ИЗУ в г. Казани  
Fig. 2. Sites for the creation of the MLP in the city of Kazan

Анализируя пространственные особенности создания ИЗУ, следует отметить, что наибольшие площади искусственных территорий приурочены к правобережью залива (затопленной пойме р. Казанки), Кировской транспортной дамбе и мосту Миллениум (рис. 3).

Созданные ИЗУ используются для решения конкретных градостроительных задач, предоставляя возможности для размещения на них объектов с различной функциональной нагрузкой. Узаконивание и постановка ИЗУ на кадастровый учет способствует включению их в процесс градостроительного зонирования и отнесению к той или иной территориальной зоне, а соответственно и определению сценариев дальнейшего использования. Площади ИЗУ на первом участке по видам разрешенного использования представлены в табл. 1. В пределах ИЗУ левобережной части размещены общественно-деловые объекты различного назначения:

- Дворец бракосочетания «Центр семьи Казань»,
- комплекс спортивных сооружений — стадион «Ак Барс Арена»,
- центр пляжного волейбола,
- Дворец водных видов спорта,
- Дворец единоборств,
- гостинично-развлекательный комплекс «Казанская Ривьера» и др.

ИЗУ в левобережной части залива представлены узкой полосой, на которой размещается в основном Кремлевская набережная.

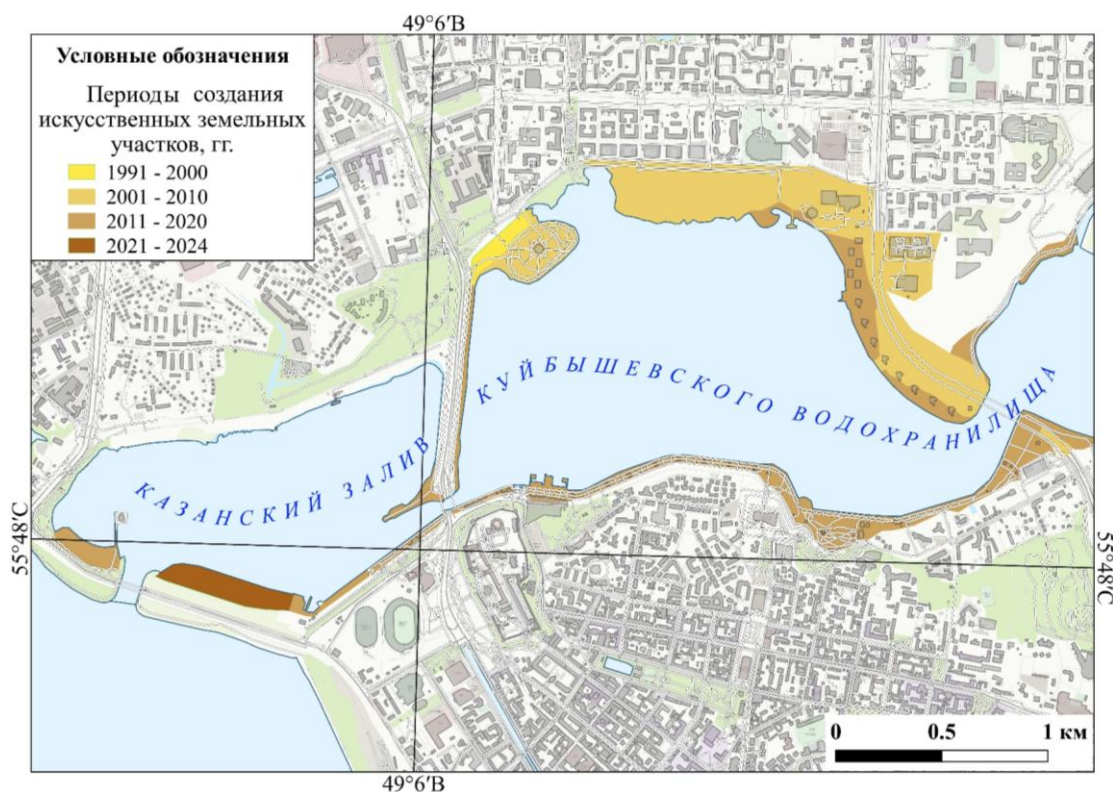


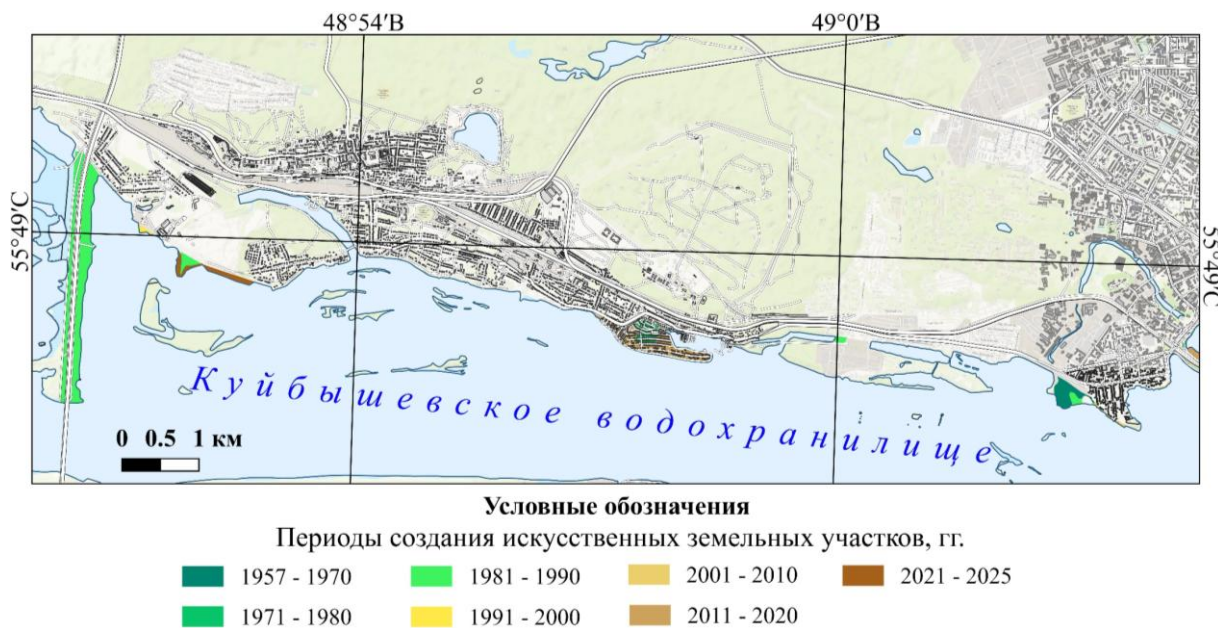
Рис. 3. ИЗУ на первом участке [Шарифуллина и др., 2025]  
Fig. 3. MLP on the first section [Sharifullina et al., 2025]

Табл. 1. Площади ИЗУ на первом участке по видам разрешенного использования  
Table 1. Areas of MLP on the first site by types of permitted use

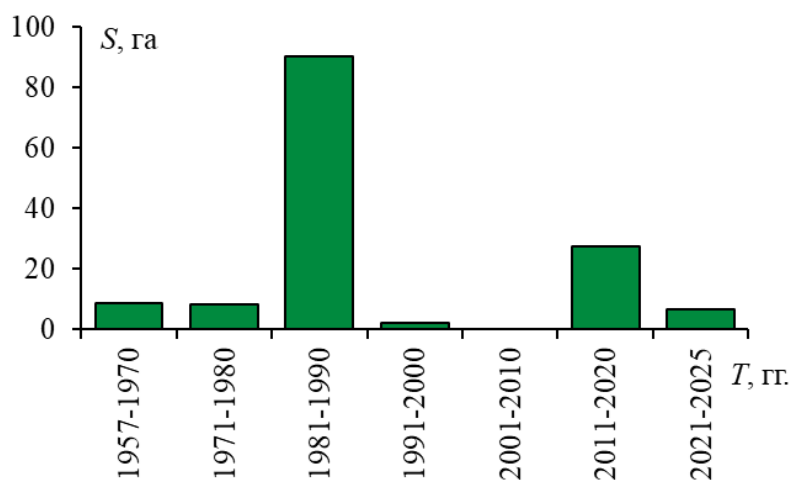
| Вид разрешенного использования                       | Площадь созданных ИЗУ |    |
|--|-----------------------|----|
|  | га                    | %  |
| Объекты отдыха и туризма                             | 66,7                  | 55 |
| Объекты специального и общественно-делового значения | 26,7                  | 22 |
| Объекты физической культуры и спорта                 | 8,5                   | 7  |
| Земли размещения гидротехнических сооружений         | 2,4                   | 2  |
| Неучтенные земли и земли запаса                      | 17                    | 14 |

Второй участок созданных ИЗУ расположен в западной части города, непосредственно на побережье Куйбышевского водхр. (рис. 4).

В этой части водохранилища на его берегу ранее располагались поселки городского типа и сельские населенные пункты, которые со временем вошли в состав г. Казани при расширении его границ. На рассматриваемом втором участке были созданы ИЗУ общей площадью 143,9 га. Небольшие по площади ИЗУ намывались в течение всего периода наблюдения и обусловлены были в основном необходимостью укрепления береговой линии, которая подвергалась абразии после создания водохранилища. Основная часть площади ИЗУ на данном участке создавалась начиная с 1981 г., что объясняется строительством железнодорожного моста через Волгу (Займищенский мост) (рис. 5).



*Рис. 4. ИЗУ на втором участке*  
*Fig. 4. MLP on the second section*



*Рис. 5. Площади ИЗУ на втором участке, созданные за период с 1957 по 2025 гг.*  
*Fig. 5. The areas of the MLP in the second section, created during the period from 1957 to 2025*

Живописный берег р. Волги и хорошая транспортная доступность делают данные территории привлекательными для застройщиков. В результате в настоящее время продолжается освоение водохранилища в виде создания ИЗУ в данной локации, которые используются преимущественно для последующего размещения здесь жилой застройки (ЖК «Richmond», коттеджный поселок «Волжская Гавань»). Кроме того, в пределах данного участка планируется строительство Соборной мечети.

В структуре использования ИЗУ значительная доля площади территорий (50 %) по видам разрешенного использования отнесена к землям запаса. По большей части это земли, которые примыкают непосредственно к мосту и мостовым сооружениям (рис. 6).

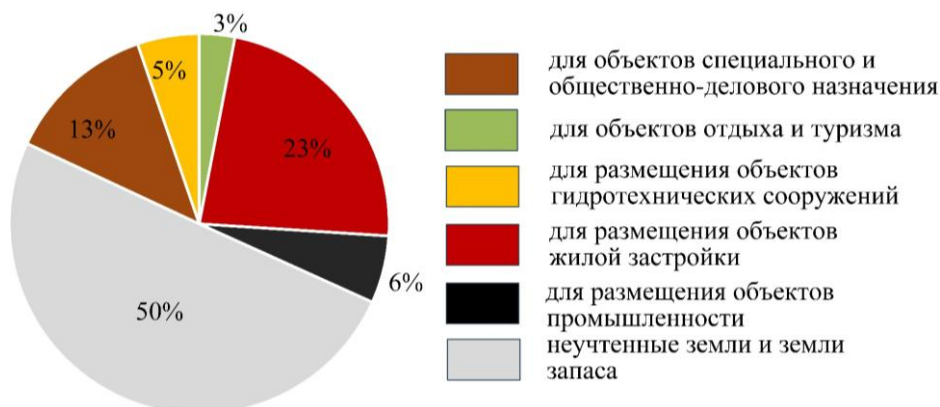


Рис. 6. Площади ИЗУ на втором участке по видам разрешенного использования (в процентах от общей площади созданных ИЗУ)

Fig. 6. Areas of MLP on the second site by types of permitted use (as a percentage of the total area of created MLP)

В южной части города расположен третий участок созданных ИЗУ (рис. 7).

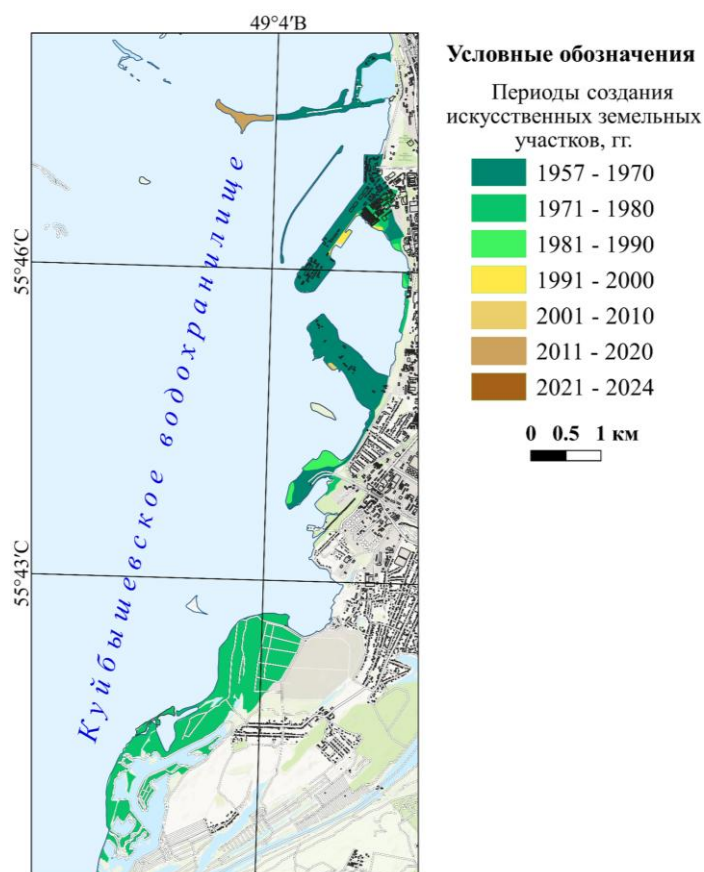


Рис. 7. ИЗУ на третьем участке

Fig. 7. MLP on the third section

Здесь располагается промышленный район города, в пределах которого сосредоточены производственные, складские и другие вспомогательные объекты. Данный участок является самым крупным по площади ИЗУ — за период наблюдения здесь было создано

почти 450 га территорий. Значительные площади ИЗУ создавались в середине прошлого века (рис. 8), что обусловлено строительством плотины и заполнением Куйбышевского вдхр. на р. Волге. В результате возникла необходимость строительства в этой части города речного пассажирского и грузового портов, различных гидротехнических сооружений и элеватора, которые разместили на ИЗУ.

В дальнейшем ИЗУ создавались для размещения на них полей для складирования иловых осадков, формирующихся в процессе работы биологических очистных сооружений, введенных в эксплуатацию в 1962 г. (рис. 9). В настоящее время эксплуатация иловых полей завершена и проводится их рекультивация, после чего на этой территории планируют разместить рекреационную зону.

В последние несколько лет территории, на которых размещаются грузовой речной порт и элеватор подвергаются редевелопменту, т. е. здесь проводятся мероприятия, в результате которых реализуется смена их функционального использования. Здесь, на площади почти 300 га, началось строительство жилых кварталов и общественных пространств, причем, согласно представленному проекту, предполагается дальнейшее увеличение площади территории ИЗУ. Площади ИЗУ могут быть увеличены также в результате реализации концепции развития п-ова Локомотив, расположенного в пределах данного участка, на котором предполагается в ближайшей перспективе создать городскую марину и построить центр экстремальных видов спорта.

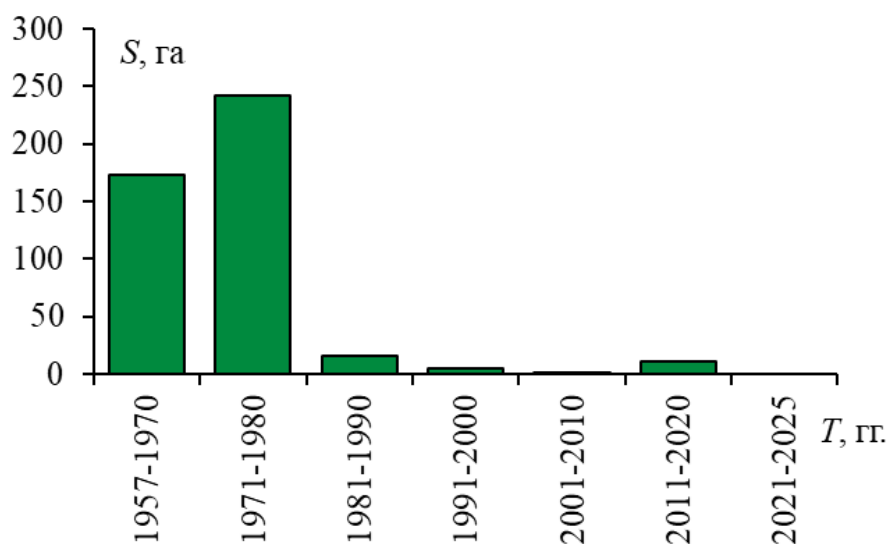


Рис. 8. Площади ИЗУ на третьем участке, созданные за период с 1957 по 2025 гг.  
 Fig. 8. The areas of the MLP in the third section, created during the period from 1957 to 2025

В целом за период наблюдения по данным ДЗЗ были созданы искусственные территории общей площадью 714,4 га на трех участках акватории Куйбышевского вдхр. Во временном аспекте в создании ИЗУ можно выделить 2 периода: первый с 1960 по 1980 гг., в течение которого были созданы наибольшие площади ИЗУ (рис. 10), обусловленные строительством транспортной инфраструктуры — речного и пассажирского портов и моста через р. Волгу (рис. 11) (участки 2 и 3); второй — с 2000 г. по настоящее время, когда активное создание ИЗУ обусловлено развитием соответствующей нормативно-правовой базы и появлением современных строительных технологий. ИЗУ данного периода используются преимущественно для размещения объектов общественно-делового назначения, спорта, отдыха и туризма (участок 1).

Следует отметить, что относительно современной площади города на долю искусственно созданных участков приходится небольшая величина (примерно 1,1 %), однако создание их в исторической и центральной локациях города (участок 1) отчасти решает проблему дефицита территориальных ресурсов и служит местом сосредоточения объектов общественного назначения.

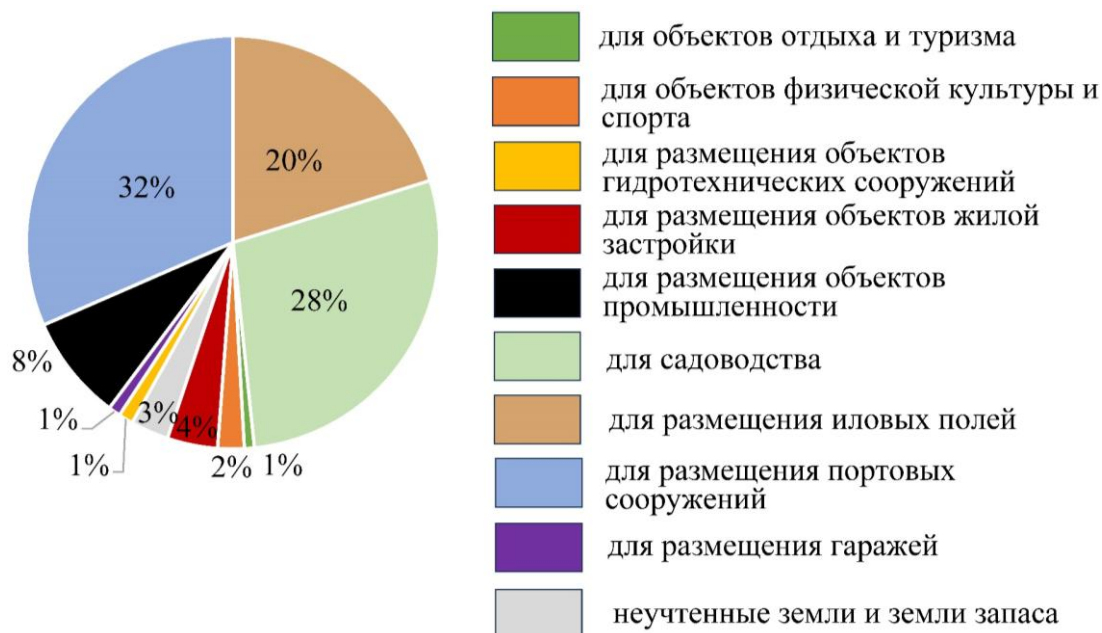


Рис. 9. Площади ИЗУ на третьем участке по видам разрешенного использования (в процентах от общей площади созданных ИЗУ)

Fig. 9. Areas of MLP on the third site by types of permitted use (as a percentage of the total area of created MLP)

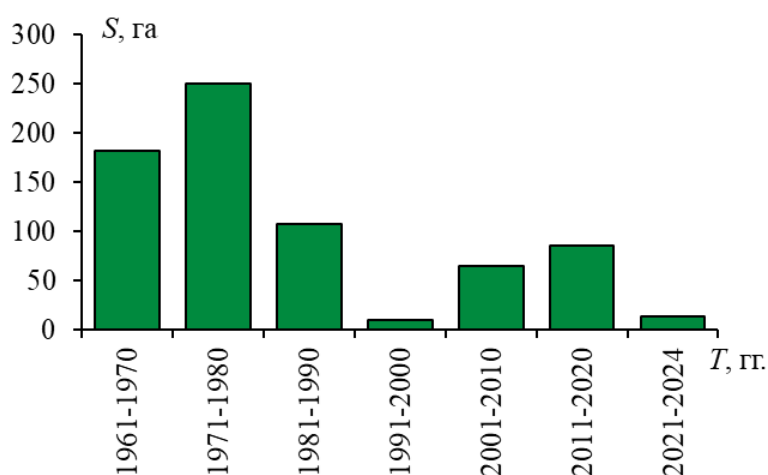
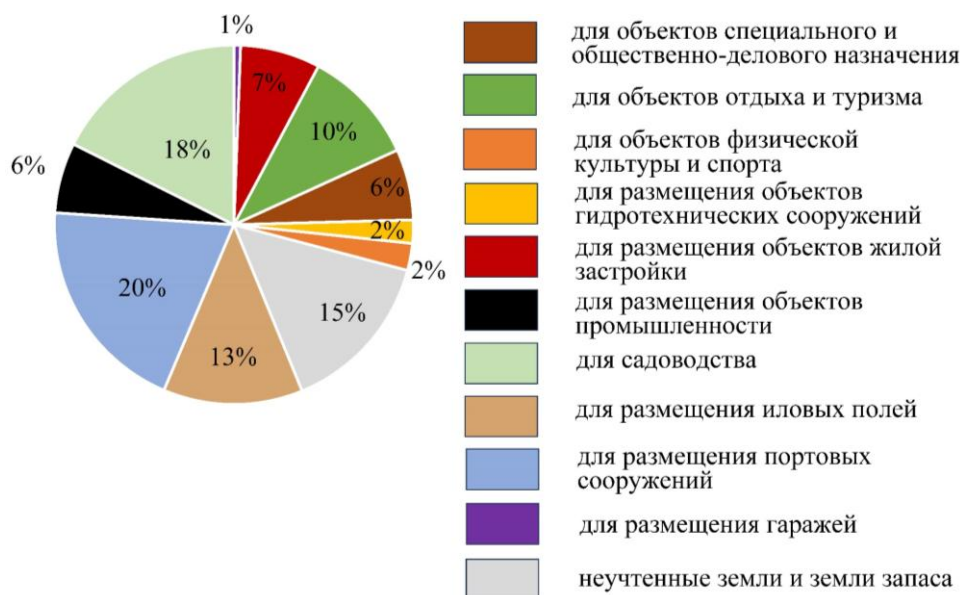


Рис. 10. Площади ИЗУ для всей территории Казани, созданные за период 1960–2024 гг.

Fig. 10. The areas of the MLP for the entire territory of Kazan, created for the period from 1960 to 2024



*Рис. 11. Площади ИЗУ для всей территории Казани по видам разрешенного использования (в процентах от общей площади созданных ИЗУ)*

*Fig. 11. Areas of MLP for the entire territory of Kazan by types of permitted use (as a percentage of the total area of created MLP)*

## ВЫВОДЫ

Увеличение площади города в привычном понимании сопряжено с периметральным его расширением, присоединением новых территорий и отодвиганием городских границ. Альтернативой же подобного сценария для городов, расположенных у федеральных водных объектов, становится создание искусственных земельных участков в пределах акватории. В г. Казани, расположенном на берегу Куйбышевского вдхр., с середины прошлого века по настоящее время по данным дистанционного зондирования создано 714 га таких территорий. Основные площади ИЗУ созданы на протяжении двух периодов: с 1960 по 1980 гг. и с 2000 по 2025 гг. Создание ИЗУ ведется на трех участках, но наиболее интенсивный намыв территории в настоящее время отмечается на побережье, примыкающем к центральной, исторической части города (где территориальные ресурсы близки к исчерпанию). На вновь созданных ИЗУ возводятся в основном объекты общественно-делового назначения, спорта, отдыха и туризма.

Таким образом, создание ИЗУ на водных объектах, расположенных в пределах населенных пунктов, создает ситуацию увеличения площади городской территории при сохранении границ в неизменном виде. В результате оказывается задействованным внутренний потенциал города, который позволяет увеличить эффективность использования земельных ресурсов при сохранении существующих географических координат селитебного объекта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Амосов М. И., Сафина С. С., Толмачева Е. М. Опыт преобразования береговой линии Японии. XXIX Береговая конференция: Натурные и теоретические исследования — в практику берегопользования. Сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием. Калининград, 2022. С. 350–352.

Даниленко Е. П., Дудина А. А. Создание искусственных земельных участков: мировой опыт. Вектор ГеоНаука, 2021. Т. 4. № 3. С. 45–50. DOI: 10.24412/2619-0761-2021-3-45-50.

*Косинова И. И., Сейдалиев Г. С., Силкин К. Ю.* Динамика площадей намывных участков в акватории Воронежского водохранилища. Проблемы региональной экологии, 2017. № 5. С. 134–140.

*Латыпова В. З., Никитин О. В., Степанова Н. Ю., Шакирова Ф. М., Удачин С. А., Шаги-дуллин Р. Р., Иванов Д. В., Яковлева О. Г., Мухаметшина Е. Г.* Качество поверхностных вод Куйбышевского водохранилища в условиях различной водности. Российский журнал прикладной экологии, 2015. № 4. С. 25–32.

*Пашенко А. Е.* Расползание городов, как важная социально-экологическая проблема. XI Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство». Материалы форума. Белгород, 2019. С. 282–285.

*Сафина Г. Р., Федорова В. А.* Искусственные земельные участки: актуальность создания и проблемы эксплуатации (на примере г. Казань). Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2020. № 4(183). С. 31–36.

*Силкина Е. Е., Улицкая Н. Ю., Акимова М. С.* Создание искусственных островов в России и за рубежом. СтройМного, 2017. № 2(7). Электронный ресурс: <https://stroymnogo.com/science/tech/publikatsiya-nauchnyh-statej-po-tehnicheskim-estestvennum-naukam-22/> (дата обращения 22.02.2025).

*Суворова А. А., Веретенникова К. В.* Роль намывных территорий в развитии Санкт-Петербурга. Международный журнал гуманитарных и естественных наук, 2023. № 11-4(86). С. 111–114.

*Уварова Е. Л., Павлова В. А.* Комплексная организация намывных территорий в Санкт-Петербурге. Вестник СГУГиТ, 2023. Т. 28. № 3. С. 92–108.

*Шарифуллина А. С., Сафина Г. Р., Федорова В. А.* Временной аспект создания искусственных земельных участков в городе Казани. Естественнонаучные исследования в Чувашии и сопредельных регионах, 2025. № 11. С. 164–168.

*Alqahtany A. M., Dano U. L., Elhadi Abdalla E. M., Mohammed W.* Land Reclamation in a Coastal Metropolis of Saudi Arabia: Environmental Sustainability Implications. Water, 2022. No. 14. P. 2546. DOI: 10.3390/w14162546.

*Karang Gh., Tavakkol H., Mortaza A., Reza M.* Construction of Artificial Islands in Southern Coast of the Persian Gulf from the Viewpoint of International Environmental Law. Journal of Politics and Law, 2017. V. 10. P. 264. DOI: 10.5539/jpl.v10n2p264.

*Kitazume M.* Sustainable land reclamation in coastal area. Revue Française de Géotechnique, 2022. V. 170. P. 2. DOI: 10.1051/geotech/2021033.

*Sengupta Dh., Chen R., Meadows M.* Building beyond land: An overview of coastal land reclamation in 16 global megacities. Applied Geography, 2017. P. 90. DOI: 10.1016/j.apgeog.2017.12.015.

## REFERENCES

*Alqahtany A. M., Dano U. L., Elhadi Abdalla E. M., Mohammed W.* Land Reclamation in a Coastal Metropolis of Saudi Arabia: Environmental Sustainability Implications. Water, 2022. No. 14. P. 2546. DOI: 10.3390/w14162546.

*Amosov M. I., Safina S. S., Tolmacheva E. M.* Experience of transforming the coastline of Japan. XXIX Coastal Conference: Natural and theoretical studies — into coastal management practice. Proceedings of the All-Russian conference with international participation. Kaliningrad, 2022. P. 350–352 (in Russian).

- Danilenko E. P., Dudina A. A.* Creation of artificial land plots: world experience. *Vector of GeoSciences*, 2021. V. 4(3). P. 45–50 (in Russian). DOI: 10.24412/2619-0761-2021-3-45-50.
- Karang Gh., Tavakkol H., Mortaza A., Reza M.* Construction of Artificial Islands in Southern Coast of the Persian Gulf from the Viewpoint of International Environmental Law. *Journal of Politics and Law*, 2017. V. 10. P. 264. DOI: 10.5539/jpl.v10n2p264.
- Kitazume M.* Sustainable land reclamation in coastal area. *Revue Française de Géotechnique*, 2022. V. 170. P. 2. DOI: 10.1051/geotech/2021033.
- Kosinova I. I., Seidaliev G. S., Silkin K. Yu.* Dynamics of the areas of reclaimed areas in the aquatic area of the Voronezh reservoir. *Regional Environmental Issues*, 2017. No. 5. P. 134–140 (in Russian).
- Latypova V. Z., Nikitin O. V., Stepanova N. Yu., Shakirova F. M., Udachin S. A., Shagidulin R. R., Ivanov D. V., Yakovleva O. G., Mukhametshina E. G.* Water Quality of the Kuibyshev Reservoir under Different Water Content Conditions. *Russian Journal of Applied Ecology*, 2015. No. 4. P. 25–32 (in Russian).
- Pashchenko A. E.* Urban sprawl as an important socio-ecological problem. XI International Youth Forum “Education. Science. Production”. Proceedings of the Forum. Belgorod, 2019. P. 282–285 (in Russian).
- Safina G. R., Fedorova V. A.* Artificial land plots: relevance of creation and problems of operation (on the example of Kazan). *Land management, cadastre and land monitoring*, 2020. No. 4(183). P. 31–36 (in Russian).
- Sengupta Dh., Chen R., Meadows M.* Building beyond land: An overview of coastal land reclamation in 16 global megacities. *Applied Geography*, 2017. P. 90. DOI: 10.1016/j.apgeog.2017.12.015.
- Sharifullina A. S., Safina G. R., Fedorova V. A.* Temporal aspect of the creation of artificial land plots in the city of Kazan. *Natural science research in Chuvashia*, 2025. No. 11. P. 164–168 (in Russian).
- Silkina E. E., Ulitskaya N. Yu., Akimova M. S.* Creation of artificial islands in Russia and abroad. *StroyMnogo*, 2017. No. 2(7). <https://stroymnogo.com/science/tech/publikatsiya-nauchnyh-statej-po-tehnicheskim-estestvennym-naukam-22/> (in Russian, accessed 22.02.2025).
- Suvorova A. A., Veretennikova K. V.* The role of reclaimed territories in the development of St. Petersburg. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, 2023. No. 11-4(86). P. 111–114 (in Russian).
- Uvarova E. L., Pavlova V. A.* Integrated organization of alluvial territories in St. Petersburg. *Vestnik of the Siberian State University of Geosystems and Technologies (SSUGT)*, 2023. V. 28. No. 3. P. 92–108 (in Russian).
-