Научно-практическая статья/Research article
УДК 332.3:004.93`1
https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-5-169-178

Реализация методики выявления неиспользуемых земельных участков в среде Q-GIS

Е. Д. Подрядчикова[1], И. В. Раева[1]✉, Н. В. Киселев[1]

[1] Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Российская Федерация

e-mail: irinaf_98@mail.ru

Аннотация. Эффективное управление земельными ресурсами является основой устойчивого развития общества. В этом контексте выявление неиспользуемых земельных участков (ЗУ) становится ключевой задачей, способствующей рациональному планированию и развитию территорий. Подходы к выявлению таких ЗУ, основанные на ручной проверке и анализе разрозненных данных, характеризуются высокой трудоемкостью, значительными временными затратами и риском ошибок. В ответ на эти вызовы, а также в условиях активной цифровизации возникает острая потребность в разработке автоматизированных и высокоточных инструментов. В статье представлена комплексная методика для инновационного подхода к автоматизированному выявлению неиспользуемых ЗУ в среде Q-GIS. Программный модуль «Анализатор использования земельных участков» эффективно обрабатывает данные дистанционного зондирования Земли для точного выявления отклонений от целевого назначения. Основная цель исследования – разработка и апробация программного модуля в среде Q-GIS. Модуль предназначен для автоматического выявления неиспользуемых ЗУ. Он анализирует индекс нормализованной вегетационной растительности (NDVI), рассчитывает транспортную доступность ЗУ от заданной точки и представляет результат в таблице атрибутов.

Ключевые слова: индекс нормализованной вегетационной растительности, неиспользуемый земельный участок, населенный пункт, космические снимки, Тюмень, дистанционное зондирование Земли, мониторинг земель, Q-GIS

Для цитирования:
Подрядчикова Е. Д., Раева И. В., Киселев Н. В. Реализация методики выявления неиспользуемых земельных участков в среде Q-GIS. *Вестник СГУГиТ.* 2026. Т. 31, № 5. С. 169–178. https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-5-169-178

A QGIS-based framework for automated identification of unused land plots

E. D. Podryadchikova[1], I. V. Raeva[1]✉, N. V. Kiselyov[1]

[1] Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

e-mail: irinaf_98@mail.ru

Abstract. Effective land management constitutes a fundamental pillar of sustainable territorial development. Within this framework, the precise identification of unused or inefficiently utilized land parcels (LPs) becomes a key issue that contributes to rational planning and development of territories. Conventional methodologies for LP detection, primarily relying on manual cadastral verification and

© Е. Д. Подрядчикова, И. В. Раева, Н. В. Киселев, 2026

the analysis of fragmented registry data, are characterized by excessive labor intensity, significant temporal costs, and a high susceptibility to subjective errors. In light of ongoing digital transformation initiatives, there is an exigent demand for scalable, automated tools capable of objective environmental monitoring. The study addresses this lacuna by proposing a comprehensive methodology for the automated detection of derelict land within the open-source QGIS environment. The authors introduce the "Land Parcel Utilization Analyzer" software module, which integrates multispectral remote sensing analytics with geospatial network modeling to identify deviations from designated land-use purposes. The primary objective of this research is the conceptualization, algorithmic design, and pilot implementation of the said software module. Unlike existing solutions that often focus solely on spectral indices, the proposed approach employs a multi-criteria assessment model that analyzes the normalized difference vegetation index (NDVI), calculates the transport accessibility of the LP from a given point to specified reference infrastructure points and presents the result in the attribute table.

Keywords: Normalized difference vegetation index, unused land plot, populated area, space images, Tyumen, remote sensing of the Earth, land monitoring, Q-GIS

For citation:
Podryadchikova E. D., Raeva I. V., Kiselyov N. V. (2026). A QGIS-based framework for automated identification of unused land plots. *Vestnik SSUGiT [Vestnik SSUGT]* Vol. 31, No. 5. pp. 169–178. https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-5-169-178

Введение

Главная задача выявления неиспользуемых ЗУ заключается в стимулировании граждан возвращаться к своим брошенным ЗУ и принимать решения об их освоении или продаже, что соответствует предписаниям о необходимости использования земель по целевому назначению.

Используемые не по целевому назначению и неиспользуемые ЗУ представляют собой упущенную экономическую выгоду государства, а также негативно влияют на градостроительный облик населенного пункта [1]. Выявление и вовлечение таких ЗУ в оборот является актуальной задачей, которая требует разработки автоматизированных программ [2, 3].

Целью исследования является разработка и апробация программного модуля для выявления неиспользуемых ЗУ на основе анализа индекса NDVI и признаков, установленных новым постановлением Правительства Российской Федерации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие научно-технические задачи:

1) проанализировать новое постановление Правительства Российской Федерации;

2) разработать методику выявления неиспользованных ЗУ с применением индекса NDVI;

3) разработать программный модуль «Анализатор использования земельных участков»;

4) выполнить апробацию разработанного программного модуля на территории города Тюмени.

Неиспользуемые ЗУ определены согласно новому, недавно утвержденному Постановлению Правительства Российской Федерации от 31.05.2025 № 826 «Об установлении признаков неиспользования земельных участков из состава земель населенных пунктов, садовых земельных участков и огородных земельных участков».

Признаки дифференцируются в зависимости от назначения ЗУ (населенные пункты, индивидуальное жилищное строительство, садоводческие и огородные участки). Они включают отсутствие застройки, разрушение объектов на участке, захламление территории, отсутствие сельскохозяйственной деятельности и т. д. Для садоводческих и огородных участков характерным признаком является отсутствие возделывания сельскохозяйственных культур, а для других земель – наличие сорной растительности (выше 1 метра), захламление или загрязнение.

Важно отметить, что данное постановление предусматривает введение серьезных мер ответственности, таких как штрафы, за неиспользование ЗУ по целевому назначению, а также за их зарастание сорной растительностью или отсутствие благоустройства.

Данные признаки, особенно касающиеся состояния растительного покрова, могут быть эффективно выявлены и проанализированы с использованием данных дистанционного зондирования Земли, что позволяет автоматизировать процесс мониторинга и выявления таких ЗУ в масштабах крупных территорий [4].

Объект и методика исследования

Данное исследование посвящено разработке и апробации инновационного подхода для выявления неиспользуемых ЗУ. Объектом исследования являются ЗУ индивидуального жилищного строительства (ИЖС), а также садовые и огородные участки в Тюмени.

Предметом исследования является разработанный авторами статьи программный модуль «Анализатор использования земельных участков» [5].

Постановлением Правительства Российской Федерации от 31.05.2025 № 826 установлены признаки неиспользования ЗУ из состава земель населенных пунктов, садовых и огородных ЗУ. На рис. 1 представлена выявленная авторами статьи взаимосвязь признаков неиспользования ЗУ и индекса NDVI.

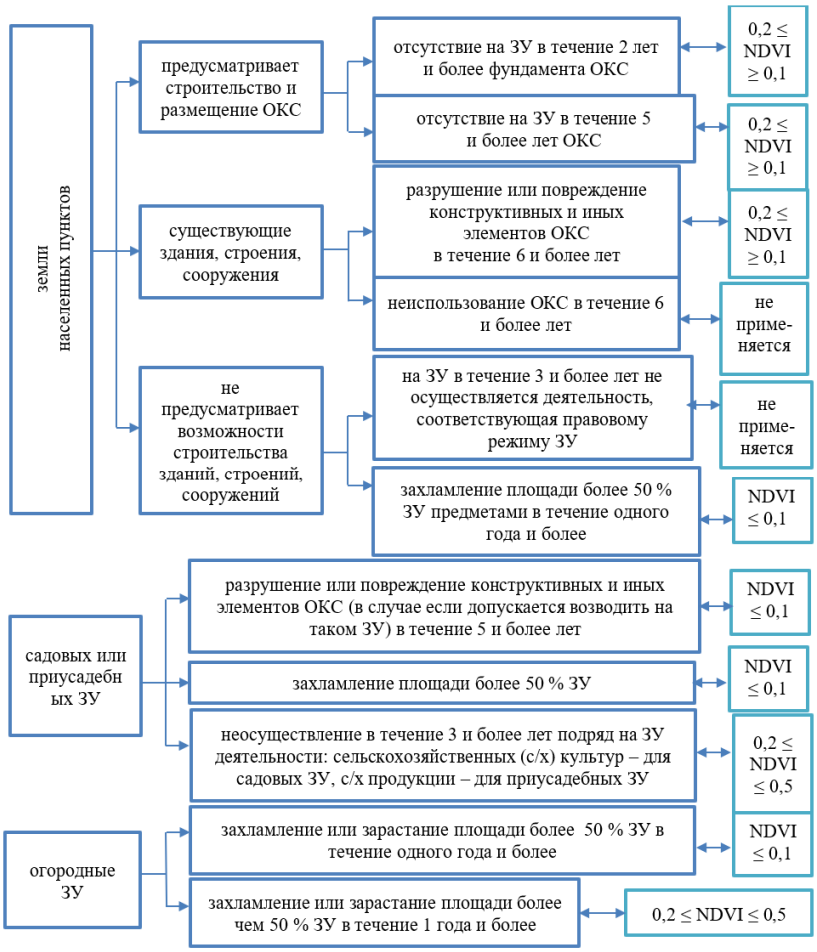


Рис. 1. Взаимосвязь признаков неиспользования ЗУ и индекса NDVI

В данном контексте одним из ключевых показателей, извлекаемых из спутниковых изображений для оценки растительного покрова, является индекс NDVI [6]. Он позволяет количественно оценить плотность растительности: высокие значения указывают на густую растительность, тогда как низкие характерны для объектов без растительного покрова, таких как почва, вода или застроенные территории [7]. Анализ динамики индекса NDVI на конкретных ЗУ, особенно в сопоставлении с их целевым назначением, позво-

ляет выявлять аномалии, свидетельствующие о возможном неиспользовании или ненадлежащем использовании [8].

Для разработки программного модуля на языке программирования Python в среде Q-GIS рекомендуется использовать библиотеки, такие как Pandas для обработки данных, Geopandas для работы с геопространственными данными, Matplotlib и Seaborn для визуализации [9–11].

Методика выявления неиспользуемых ЗУ в данном исследовании включает в себя четыре этапа, представленные на рис. 2.

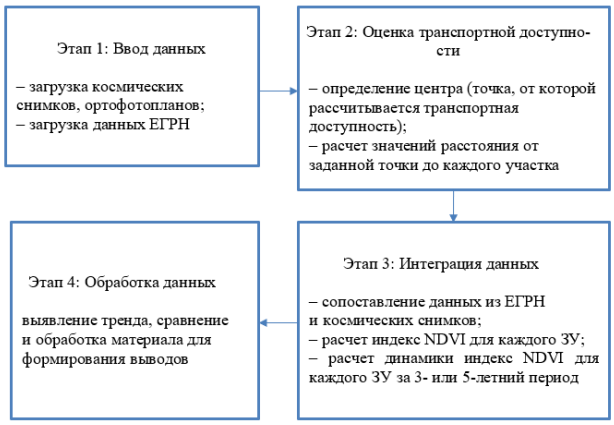


Рис. 2. Методика выявления неиспользуемых ЗУ

На первом этапе необходимо загрузить данные дистанционного зондирования Земли (космические снимки), отражающие состояние территории за интересующие года (от 3 до 5 лет) в Q-GIS. Также в качестве исходных данных нужны данные ЕГРН в виде кадастрового плана территории (КПТ).

Так как программный модуль рассчитывает индекс NDVI, снимки должны содержать данные в красном (620–670 нм) и ближнем инфракрасном диапазонах (850–880 нм). Минимальный допустимый размер ЗУ согласно Земельному кодексу и Градостроительному кодексу РФ определяют Правила землепользования и застройки (ПЗЗ), но в среднем ЗУ под ИЖС составляют не менее 300 м^2; в связи с этим необходимы спутниковые или аэрофотоснимки с высоким пространственным разрешением (желательно 10–20 м). Не менее важно, чтобы изображения были свободны от облаков и атмосферных искажений, откорректированы по геометрии и радиометрии, а также получены в период активного вегетационного сезона, т. е. летом, для точной оценки состояния растительности.

На втором этапе осуществляется автоматический расчет расстояния транспортной доступности относительно центра города (точка центра может быть задана вручную на карте или указываться по координатам). В результате работы программного модуля «Анализатор использования земельных участков» каждому ЗУ присваивается значение транспортной доступности в метрах [12].

Ранжирование ЗУ по транспортной доступности необходимо для приоритетного распределения земельных ресурсов в городе, что позволяет выделить участки с высокой доступностью для развития инфраструктуры и инвестиций. Оно оптимизирует градостроительное планирование, упрощая процесс принятия решений при планировании размещения новых объектов и зон [13].

Третий этап осуществляется после сопоставления границ ЗУ и космических снимков. Задача состоит в том, чтобы сопоставить данные о границах ЗУ, вид его разрешенного использования и состояние растительности, задействуя индекс NDVI. Программный модуль рассчитывает индекс NDVI на основе мультиспектральных изображений и проведения дифференцированного анализа состояния растительного покрова в пределах ЗУ с учетом классификации пикселей в границах ЗУ. Это дает возможность определить, какие ЗУ не используются за заданный период времени.

Для этого программный модуль сопоставляет геопространственное расположение границ ЗУ и данных о состоянии растительности, полученных с помощью индекса NDVI. Анализируя временные ряды (3- или 5-летний период) индекса NDVI для каждого ЗУ, можно отслеживать динамику его использования в течение заданного периода.

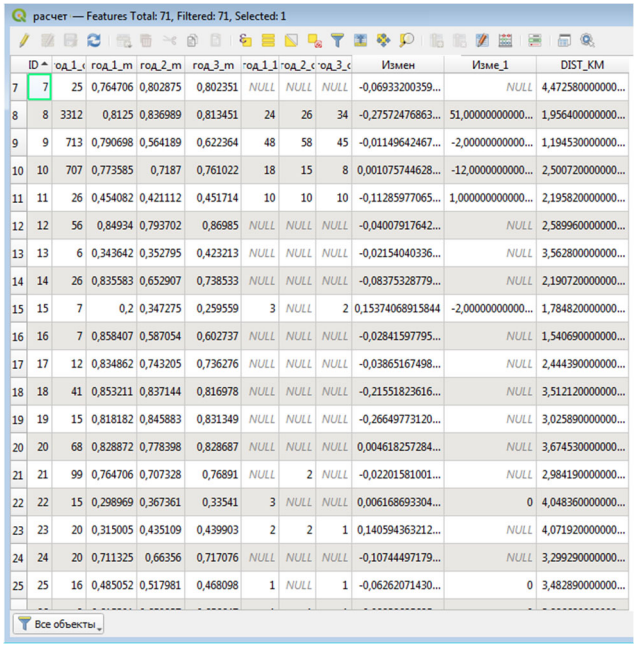
На этом этапе применяется стандартная дискретная шкала индекса NDVI. Например, низкие значения индекса NDVI (NDVI ≤ 0,1, см. рис. 1) характерны для объектов без растительного покрова, таких как застроенная

территория, а высокие значения, указывающие на зарастание участков, предназначенных под застройку, могут свидетельствовать о неиспользовании ЗУ, захламление или зарастании ЗУ сорной растительность ($0{,}2 \leq NDVI \leq 0{,}5$, см. рис. 1). Диапазон от 0,1 до 0,2 в летний период показывает наличие газонов или открытой почвы. При пространственном разрешении 10–20 м плотность растительности будет усреднена и растительность может не быть плотной; в таком случае потребуются полевые обследования или использование данных со сверхвысоким пространственным разрешением. Дискретная шкала представлена на рис. 3.



Рис. 3. Дискретная шкала индекса NDVI

Итогом работы программного модуля «Анализатор использования земельных участков» является таблица атрибутов. В ней отображаются: площадь объекта, индекс NDVI за исследуемые годы, показатель плотности застройки, изменение индекса NDVI, изменение плотности застройки и расстояние от выбранной точки до ЗУ (рис. 4).


расчет — Features Total: 71, Filtered: 71, Selected: 1

	ID	год_1_(	год_1_m	год_2_m	год_3_m	год_1_1	год_2_(	год_3_(	Измен	Изме_1	DIST_KM
7	7	25	0,764706	0,802875	0,802351	NULL	NULL	NULL	-0,06933200359...	NULL	4,472580000000...
8	8	3312	0,8125	0,836989	0,813451	24	26	34	-0,27572476863...	51,000000000000...	1,956400000000...
9	9	713	0,790698	0,564189	0,622364	48	58	45	-0,01149642467...	-2,000000000000...	1,194530000000...
10	10	707	0,773585	0,7187	0,761022	18	15	8	0,001075744628...	-12,000000000000...	2,500720000000...
11	11	26	0,454082	0,421112	0,451714	10	10	10	-0,11285977065...	1,000000000000...	2,195820000000...
12	12	56	0,84934	0,793702	0,86985	NULL	NULL	NULL	-0,04007917642...	NULL	2,589960000000...
13	13	6	0,343642	0,352795	0,423213	NULL	NULL	NULL	-0,02154040336...	NULL	3,562800000000...
14	14	26	0,835583	0,652907	0,738533	NULL	NULL	NULL	-0,08375328779...	NULL	2,190720000000...
15	15	7	0,2	0,347275	0,259559	3	NULL	2	0,153740689158 44	-2,000000000000...	1,784820000000...
16	16	7	0,858407	0,587054	0,602737	NULL	NULL	NULL	-0,02841597795...	NULL	1,540690000000...
17	17	12	0,834862	0,743205	0,736276	NULL	NULL	NULL	-0,03865167498...	NULL	2,444390000000...
18	18	41	0,853211	0,837144	0,816978	NULL	NULL	NULL	-0,21551823616...	NULL	3,512120000000...
19	19	15	0,818182	0,845883	0,831349	NULL	NULL	NULL	-0,26649773120...	NULL	3,025890000000...
20	20	68	0,828872	0,778398	0,828687	NULL	NULL	NULL	0,004618257284...	NULL	3,674530000000...
21	21	99	0,764706	0,707328	0,76891	NULL	2	NULL	-0,02201581001...	NULL	2,984190000000...
22	22	15	0,298969	0,367361	0,33541	3	NULL	NULL	0,006168693304...	0	4,048360000000...
23	23	20	0,315005	0,435109	0,439903	2	2	1	0,140594363212...	NULL	4,071920000000...
24	24	20	0,711325	0,66356	0,717076	NULL	NULL	NULL	-0,10744497179...	NULL	3,299290000000...
25	25	16	0,485052	0,517981	0,468098	1	NULL	1	-0,06262071430...	0	3,482890000000...

Все объекты

Рис. 4. Таблица атрибутов программы Q-GIS

Права на программный модуль зарегистрированы, получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025665627 от 18.06.2025 [12].

Результаты

На основе предложенной методики (см. рис. 3) проведен анализ всех кварталов Тюмени с видом разрешенного использования «ведение садоводства и огородничества». Результаты показали, что разработанная методика позволяет выявлять с высокой точностью (до 92 %) ЗУ, которые:

– находятся в пределах ключевых транспортно-доступных радиусов (например, 1 км транспортной доступности);

– не используются в соответствии с их целевым назначением (например, участки зарегистрированы под ИЖС, но фактически пустующие);

– имеют высокий уровень растительности согласно индексу NDVI, что может указывать на их запущенное состояние или отсутствие инфраструктурных улучшений.

Кроме того, анализ показал, что учет индекса NDVI при выявлении неиспользования участков позволяет дополнительно классифицировать их по степеням запущенности и фактическому наличию зеленых насаждений.

Для наглядности результатов выбран кадастровый квартал с номером 72:23:0208001, состоящий из 71 ЗУ, фрагмент таблицы атрибутов данного квартала представлен на рис. 4.

Согласно анализу ПЗЗ, в пределах данного кадастрового квартала преобладающей территориальной зоной является зона рекреационного назначения. Наряду с этим в составе квартала также присутствуют участки, классифицированные как зона застройки индивидуальными жилыми домами, общественно-деловая зона застройки специализированных центров обслуживания и зона размещения производственных объектов IV–V классов вредности. Бордовым контуром показана граница кадастрового квартала (рис. 5).

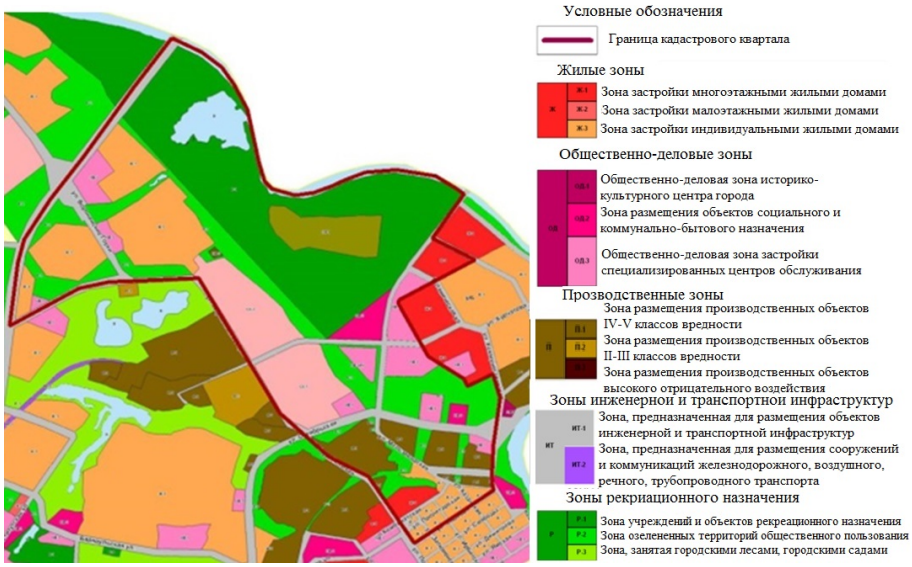


Рис. 5. Фрагмент ПЗЗ с границей кадастрового квартала

В пределах данного кадастрового квартала (72:23:0208001) обнаружен ЗУ с кадастровым номером 72:23:0208001:1636. Анализ его состояния в течение 5 лет показывает следующую динамику: в 2020 г. участок характеризовался значительным уровнем зарастания. В 2021 г. были проведены работы, приведшие к нарушению его поверхности (перекопка). С 2022 по 2024 г. наблюдается процесс восстановления растительного покрова (вторичное зарастание). Расчет индекса проводился на основе спутниковых данных с использованием программного обеспечения.

В целях иллюстрации результатов проведенного анализа (динамики индекса NDVI) в таблице приведены исходные спутниковые изображения за 2020, 2021 и 2024 гг.

Анализ спутниковых изображений ЗУ с кадастровым номером 72:23:0208001:1636

Спутниковые изображения			
Год	2020	2021	2024
Значение индекса NDVI	0,54	0,14	0,84

Визуальная проверка результатов анализа на основе исходных спутниковых изображений подтверждает надежность и корректность функционирования программы.

Для демонстрации применения методики в условиях полного отсутствия растительности рассмотрен пример застроенного ЗУ с кадастровым номером 72:23:0208001:2148. На рис. 6 представлен космический снимок данного ЗУ за 2024 г. Границы ЗУ выделены красной полилинией.

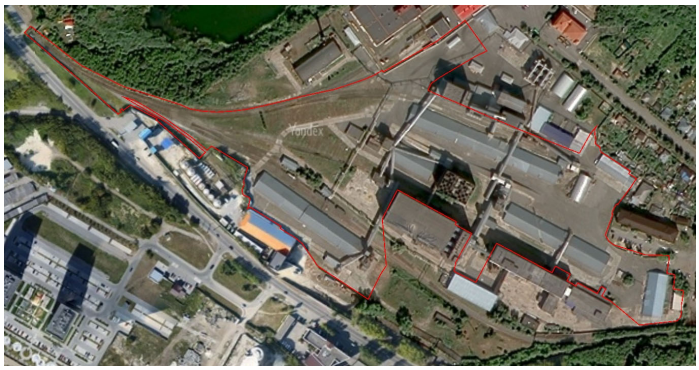


Рис. 6. Спутниковое изображение ЗУ с кадастровым номером 72:23:0208001:2148 в 2024 г.

Мониторинг участка на протяжении пятилетнего интервала показал, что значения индекса NDVI варьировались в пределах от 0,13 до 0,14, что говорит о низком уровне вегетационного покрова на данном ЗУ. При этом показатель площади искусственных покрытий (включая элементы застройки и дорожную инфраструктуру) находился в диапазоне от 475 до 510 единиц (рис. 7).

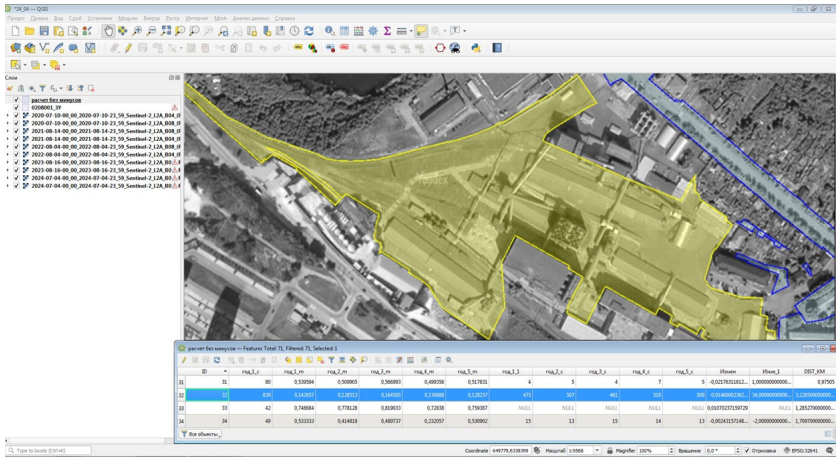


Рис. 7. Функциональное окно Q-GIS с таблицей атрибутов

Такое соотношение показателей подтверждает, что низкий уровень озеленения обусловлен высокой долей застроенных и инфраструктурных территорий на данном участке. Это свидетельствует о том, что участок в значительной степени определяется наличием зданий и инфраструктуры.

Выводы

На основе предложенной методики успешно проведен анализ ряда кадастровых кварталов Тюмени. Полученные результаты убедительно демонстрируют, что разработанный программный модуль «Анализатор использования земельных участков» позволяет с высокой точностью выявлять ЗУ, соответствующие признакам неиспользования, при помощи уровня растительного покрова, оцениваемого по индексу NDVI. Использование индекса NDVI при этом не только способствует выявлению таких участков, но и дает возможность дополнительно классифицировать их по степени запущенности.

Анализ конкретных кадастровых кварталов и участков, включая демонстрацию динамики индекса NDVI за несколько лет на основе исходных спутниковых изображений, наглядно

проиллюстрировал работоспособность программного модуля. Наиболее важным подтверждением является визуальная проверка результатов анализа по исходным спутниковым изображениям, которая подтвердила надежность и корректность функционирования разработанного программного модуля.

Таким образом, программный модуль «Анализатор использования земельных участков» является эффективным и корректно работающим инструментом, пригодным для комплексного анализа ЗУ и выявления территорий с потенциалом для оптимизации использования, что имеет существенное значение для городского планирования и улучшения качества городской среды.

В дальнейшем целесообразно рассмотреть возможность внедрений технологий искусственных нейронных сетей для выполнения комплексного анализа результатов и выявления более сложных закономерностей появления неиспользуемых ЗУ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Захарова Е. Н., Астахова И. А. Эффективное управление земельными ресурсами как фактор устойчивого развития территории. Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Экономика. 2010. № 1. С. 48–55.

2. Рубанов В. А., Серебряков С. В., Кучкаров З. А., Никитин А. В., Зеленфройнд М. Г. Аналитическое исследование «цифровая трансформация отраслей на основе использования ГИС, ДЗЗ и БАС»: аналитический отчет. Москва, 2022. 381 с.

3. Сахарова Е. Ю., Сладких Л. А., Кулик Е. Н. Идентификация сельскохозяйственных культур на основе использования данных дистанционного зондирования Земли : сборник материалов международной научной конференции «Дистанционные методы зондирования земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». 2016. Т. 1. С. 21– 24.

4. Мунзер Н. Разработка методики применения данных космических съемок для мониторинга земель : дис. …канд. техн. наук. / Мунзер Нур. Москва, 2021. 150 с.

5. Подрядчикова Е. Д., Раева И. В. Применение искусственной нейронной сети для формирования радиусов транспортной доступности и выявления неэффективно используемых земельных участков. Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения : сборник материалов VII Национальной научно-практической конференции с международным участием, 21–24 ноября 2023 г., Новосибирск. В 3 ч. Новосибирск : СГУГиТ, 2024. Ч. 2. С. 60–64.

6. Малыгина О. И., Попп Е. С. Цифровизация сельского хозяйства для выявления неиспользуемых земель. Информационные технологии, системы и приборы в АПК. Агроинфо-2021. Материалы 8-й Международной научно-практической конференции. 2021. С. 84–86.

7. Головин П. Н., Богданов В. Л. Применение ГИС-технологий для оценки и повышения эффективности использования сельскохозяйственных земель в агроландшафтах на основе дистанционных и полевых данных. Вестник СГУГиТ. 2024. Т. 29. №1. С. 73–87. DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-1-73-87.

8. Сисей Фафа К., Орловский А. В. Расчет индекса NDVI по данным дистанционного зондирования земли и проведение на его основе геоанализа с целью определения границ, площади и изменения зеленых насаждений. Научный Лидер. 2022. № 10 (55).

9. Ильичев В. Ю., Юрик Е. А. Анализ массивов данных с использованием библиотеки Pandas для Python. Научное обозрение. Технические науки. 2020. № 4. С. 41–45.

10. Таршхоева Ж. Т. Язык программирования Python. Библиотеки Python. Молодой ученый. 2021. № 5(347). С. 20–21.

11. Пономарьков М. Я., Панов М. А. Анализ динамики посещения туристических объектов с использованием географических информационных систем и языка программирования Python. Цифровые модели и решения. 2024. Т. 3, № 3. С 5–23.

12. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025665627 Российская Федерация. Анализатор использования земельных участков : заявл. 02.06.2025 : опубл. 18.06.2025 / Е. Д. Подрядчикова, И. В. Раева ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет».

13. Карпик А. П., Мусихин И. А., Ветошкин Д. Н. Интеллектуальные информационные модели территорий как эффективный инструмент пространственного и экономического развития. Вестник СГУГиТ. 2021. Т. 26, № 2. С. 155–163. DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-2-155-163.

REFERENCES

1. Zakhrova, E. N., Astakhova, I. A. (2010). Effektivnoe upravlenie zemelnymi resursami kak faktor ustoychivogo razvitiya territorii. *Vestnik Adygeiskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: ekonomika [Bulletin of Adygea State University. Series: Economics],* 1, 48–55 p. [in Russian].

2. Rubanov, V. A., Serebryakov, S. V., Kuchkarov, Z. A., Nikitin, A. V., Zelenfroind, M. G. (2022). *Analytical study on "Digital transformation of sectors based on the use of GIS, remote sensing, and spatial analysis*" [*Analiticheskoe issledovanie «tsifrovaya transformatsiya otraslei na osnove ispol'zovaniya GIS, DZZ i BAS*]: analytical report. Moscow, 381 p. [in Russian].

3. Sakharova, E. Y., Sladkikh, L. A., Kulik, E. N. (2016). Identification of agricultural crops based on the use of remote sensing data. *In Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii Distantsionnye metody zondirovaniya zemli i fotogrammetriya, monitoring okruzhayushchei sredy, geoehkologiya [Remote Sensing Methods and Photogrammetry, Environmental Monitoring, Geoecology]* Vol. 1, pp. 21–24 [in Russian].

4. Munzer Nur (2021). *Development of a Methodology for Using Satellite Data for Land Monitoring [Razrabotka metodiki primeneniya dannykh kosmicheskikh s"emok dlya monitoringa zemel']*. Dissertation for the Degree of Candidate of Technical Sciences. Moscow, 150 p. [in Russian].

5. Podryatchikova, E. D., Raeva, I. V. (2024). Application of artificial neural networks for forming transport accessibility radii and identifying inefficiently used land plots. *In Sbornik materialov Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii: Regulirovanie zemel'no-imushchestvennykh otnoshenii v Rossii: pravovoe i geoprostran-stvennoe obespechenie, otsenka nedvizhimosti, ehkologiya, tekhnologicheskie resheniya. [Proceedings of National Scientific and Practical Conference. Regulation of Land and Property Relations in Russia: Legal and Geospatial Support, Real Estate Valuation, Ecology, Technological Solutions*. Vol. 2, pp. 60–64 [in Russian].

6. Maligina, O. I., Popp, E. S. (2021). Digitalization of agriculture for identifying unused land. *In Sbornik materialov 8th Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: Informatsionnye tekhnologii, sistemy i pribory v APK. Agroinfo-2021 [Proceedings of 8th International Scientific and Practical Conference: Information Technologies, Systems, and Devices in Agriculture. Agroinfo-2021]* (pp. 84–86) [in Russian].

7. Golovin, P. N., Bogdanov, V. L. (2024). Application of GIS technologies for assessing and enhancing the efficiency of agricultural land use in agro-landscapes based on remote sensing and field data. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 29(1), 73–87. DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-1-73-87 [in Russian].

8. Sisei, F. F. K., Orlovsky, A. V. (2022). Calculation of the NDVI index based on remote sensing data and conducting geo-analysis to determine the boundaries, area, and changes in green spaces. *Scientific Leader [Nauchnyi Lider],* (10), 55. [in Russian].

9. Ilyichev, V. Yu., Yurik, E. A. (2020). Data array analysis using the Pandas library for Python. *Scientific Review. Technical Sciences [Nauchnoe obozrenie. Tekhnicheskie nauki]* (4), pp. 41–45. [in Russian].

10. Tarshkhoyeva, Zh. T. (2021). Programming Language Python. Python Libraries. *Young Scientist [Molodoi uchenyi]* 5(347), pp. 20–21 [in Russian].

11. Ponomarykov, M. Y., Panov, M. A. (2024). Analysis of the Dynamics of Tourist Object Visits Using Geographic Information Systems and the Python Programming Language. *Digital Models and Solutions [Tsifrovye modeli i resheniya]*, 3(3), pp. 5–23 [in Russian].

12. Certificate of state registration of a computer program No. 2025665627 Russian Federation. Land use analyzer: declared. 02.06.2025: published. 18.06.2025 / E. D. Podryadchikova, I. V. Raeva; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tyumen Industrial University".

13. Karpik, A. P., Musikhin, I. A., & Vetoshkin, D. N. (2021). Intelligent Information Models of Territories as an Effective Tool for Spatial and Economic Development. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT],* 26(2), 155–163. DOI 10.33764/2411-1759-2021-26-2-155-163 [in Russian].

Об авторах

Екатерина Дмитриевна Подрядчикова – кандидат технических наук, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности.

Ирина Валентиновна Раева – аспирант кафедры геодезии и кадастровой деятельности.

Никита Владимирович Киселев – аспирант кафедры геодезии и кадастровой деятельности.

Author details

Ekaterina D. Podryadchikova – PhD, Department of Geodesy and Cadastral Activity.

Irina V. Raeva – PhD Student, Department of Geodesy and Cadastral Activity.

Nikita V. Kiselyov – PhD Student, Department of Geodesy and Cadastral Activity.

Получено / Received 08.08.2025
Поступила после рецензирования / Revised 03.09.2025
Принята к публикации / Accepted 05.10.2026