

Научно-практическая статья/ Research article

УДК [528.44:528.852.8]+004

<https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-5-74-80>

Автоматическая идентификации объектов недвижимости с использованием спутниковых данных и отечественного программного обеспечения

Т. А. Хлебникова^{1✉}, О. А. Опритова¹, А. Ш. Гулиев²

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

² Азербайджанский университет архитектуры и строительства, г. Баку, Азербайджанская Республика

e-mail: t.a.hlebnikova51@gmail.com

Аннотация. В настоящее время интенсивность процессов урбанизации территорий постоянно повышается, увеличивается число зданий и сооружений, площади зеленых насаждений сокращаются. В статье рассмотрены результаты исследований использования материалов космических съемок для оперативного выявления объектов, имеющих признаки нарушения требований земельного законодательства, а также для оценивания динамики зеленых насаждений городской территории на примере анализа участка территории Октябрьского района г. Новосибирска. Исследования выполнялись с использованием разновременных космических снимков со спутников World View-4 средствами «Комплекса автоматического распознавания и векторизации «Panorama Vision», входящего в состав отечественного программного продукта ГИС «Панорама». Результаты экспериментальных исследований по обработке разновременных космических снимков показали возможность реализации такого подхода для мониторинга недвижимого имущества.

Ключевые слова: материалы дистанционного зондирования, многозональные оптические снимки, автоматическое дешифрирование, объекты недвижимого имущества, зеленые насаждения, искусственный интеллект, модель нейронной сети, ГИС «Панорама»

Для цитирования:

Хлебникова Т. А., Опритова О. А., Гулиев А. Ш. Автоматическая идентификации объектов недвижимости с использованием спутниковых данных и отечественного программного обеспечения. *Вестник СГУГиТ*. 2026. Т. 31, № 5. С. 74–80. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-5-74-80>

A framework for automated real estate object detection using high-resolution satellite imagery and indigenous GIS software

T. A. Khlebnikova^{1✉}, O. A. Opritova¹, A. Sh. Guliyev²,

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

²Azerbaijan University of Architecture and Construction, Baku, The Republic of Azerbaijan

e-mail: t.a.hlebnikova51@gmail.com

Abstract. Amidst accelerating urbanization, the proliferation of built-up areas and the concomitant reduction of urban green spaces present critical challenges for sustainable land management. The study evaluates the efficacy of spaceborne remote sensing for two primary objectives: the rapid detection of unauthorized construction and land-use violations, and the quantitative assessment of urban vegetation dynamics. The Oktyabrsky District of Novosibirsk serves as the pilot study area. The methodology relies on the spatiotemporal analysis of multi-temporal satellite imagery acquired by the WorldView-4 sensor. Data processing was executed using the "Panorama Vision" automated recognition and vectorization toolkit, embedded within GIS "Panorama" software package. Experimental results confirm the viability of this framework for automated real estate monitoring.

Keywords: remote sensing data, multi-spectral optical images, automatic interpretation, real estate, green spaces, artificial intelligence, neural network model, GIS Panorama

For citation:

Khlebnikova T. A., Opritova O. A., Guliyev A. Sh. (2026). A framework for automated real estate object detection using high-resolution satellite imagery and indigenous GIS software. *Vestnik SSUGiT [Vestnik SSUGT]* Vol. 31, No. 5. pp. 74–80. <https://doi.org/10.33764/2411-1759-2026-31-5-74-80>

Введение

Современная государственная политика в области управления имуществом все больше опирается на принципы цифровизации, что особенно важно в контексте федерального закона № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» и необходимости создания единой цифровой среды для учета объектов (О государственной регистрации недвижимости): федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный).

При выполнении работ по инвентаризации земель перечень исходных документов включает в себя сведения федеральных государственных и муниципальных информационных систем учета недвижимого имущества. В перечень последнего входят земельные участки, здания, сооружения, объекты незавершенного строительства. В настоящее время инвентаризация земель, выявление признаков нарушения требований земельного законодательства осуществляются разными методами и в большей степени визуальным осмотром и инструментальными обследованиями [1]. При этом ручная обработка больших массивов пространственных данных остается одним из узких мест, замедляющих процессы контроля, планирования и мониторинга.

По оперативности и эффективности на первый план выходят методы, основанные на

обработке материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) средствами автоматизированного дешифрирования изображений аэрокосмических съемок.

Анализ литературных источников показал, что в научной литературе много работ, посвященных технологиям с использованием материалов аэрокосмических съемок, и методов автоматизированного дешифрирования для выявления объектов интереса. Публикаций, посвященных развитию технологий автоматического дешифрирования для оперативного выявления объектов, имеющих признаки нарушения требований земельного законодательства, недостаточно [1].

Анализ источников литературы [2–10] показывает, что методы обработки ДЗЗ претерпели качественные изменения: от простой спектральной интерпретации к сложным алгоритмам автоматизированных систем. В рамках экологического мониторинга исследования [7–10] используют непараметрическую статистику [7], трехмерное моделирование объектов урбанизированных территорий [10] и сочетание географических данных с оценкой экономического ущерба [8], что подтверждает высокую информативность ДЗЗ при оценке динамики территорий ландшафта.

Методики и программы автоматизированного дешифрирования космических изображений дают неплохие результаты распознавания пород деревьев и растительности, при этом алгоритмы решений имеют недостатки

[6, 9]. Большинство из них либо разработаны под узкие задачи, либо функционируют на зарубежных платформах. Это затрудняет массовое использование их в России.

В настоящее время регулирование землепользования не имеет системы, способной автоматически и незамедлительно выявлять незаконное использование земель и объектов, поэтому проектирование методов обработки спутниковых изображений имеет важное значение для повышения эффективности мониторинга, требующего в отношении землепользования интеграции статистического анализа [7], автоматического распознавания [6, 9] объектов и технологий пространственного моделирования [10].

В этой связи целью данной статьи ставилась задача разработки методики автоматического выявления объектов разных видов и оценки динамики площадей зеленых насаждений с использованием отечественного программного обеспечения «Комплекс автоматического распознавания и векторизации Panorama Vision», входящего в состав ГИС «Панорама» (АО КБ «Панорама») [11].

Методы и материалы

Комплекс автоматического распознавания и векторизации Panorama Vision (далее – Panorama Vision) разработан для автоматического дешифрирования объектов по материалам дистанционного зондирования Земли. В перечень таких материалов входят космические снимки высокого и сверхвысокого разрешения, аэрофотоснимки и снимки, полученные при съемке с беспилотных воздушных судов (БВС). Есть возможность подключения геопорталов для выбора спутниковых снимков.

Panorama Vision имеет клиент-серверную архитектуру [12]. Оформление заявки на дешифрирование осуществляется в клиентском модуле. Его средствами пользователь выбирает либо все изображение, либо его часть, назначает модель нейронной сети распознаваемых данных (лес, строения, транспорт, водоемы и другие) на загруженных снимках. Серверная часть выполняет проверку наличия лицензии пользователя, обработку изображения, включая создание растровых масок

объектов по растровым изображениям поверхности, векторизацию границ полученных масок. Серверная часть Panorama Vision включает методы искусственного интеллекта, в которых реализована семантическая сегментация изображений.

В качестве исходных данных для исследований использованы фрагменты архивных снимков территории Октябрьского района г. Новосибирска с площадью покрытия порядка 6 км² оптико-электронной многоспектральной съемки спутника World View-4.

Технические характеристики съемочной аппаратуры этого спутника позволяют получать изображения местности в следующих каналах: PAN+RGB+NIR, в панхроматическом режиме с разрешением от 0,3 до 0,5 м и в мультиспектральном (4 канала, синий, зеленый, красный и ближний ИК) с разрешением от 1,2 до 1,8 м [13].

Методика выполнения исследований включала следующие этапы:

- подготовительные работы (ориентирование снимков с использованием координат и высот опорных точек, загрузка растровых изображений);
- оформление заявки на автоматическое дешифрирование (выбор части или всего изображения, доступной модели нейронной сети);
- отправка заявки на серверный модуль по сети Интернет;
- анализ информации этапов выполнения заявки;
- анализ и редактирование результатов автоматического дешифрирования, векторизация границ пропущенных объектов, удаление ложно опознанных объектов в ручном режиме;
- анализ полученных результатов на предмет выявления признаков нарушения требований земельного законодательства.

Обсуждение и результаты

Интерфейс программы не предусматривает задание и изменение каких-либо значений настроек, кроме области обрабатываемой территории и модели нейронной сети. С одной стороны, это облегчает работу пользова-

теля, с другой – нет возможности улучшить результат в процессе обработки. Результат работы Panorama Vision – слой векторной карты с распознанными объектами. Время обработки и получения результата зависит от скорости интернета и выбранной модели нейронной сети. Площадь обрабатываемых снимков составляла от 5,2 до 6,9 км². Среднее время обработки для моделей (строения, лес, гидрография, дороги) – от 20 с до 1,5 мин.

Результаты автоматического распознавания зданий, лесных насаждений, дорог, гидрографии показаны на рис. 1–4. Границы объектов выделены розовым цветом. В таблице приведены значения достоверности распознавания объектов на исследуемой территории на основе визуального сравнения их с изображением на снимках. Значения достоверности и буква Л со знаком плюс «+Л» обозначают, что к достоверно опознанным объектам добавились ложные.

Анализ результатов позволил сделать выводы о достоверности и применимости Panorama Vision для разных объектов. Лучший результат был при распознавании зданий и сооружений. Достоверность распознавания менялась в зависимости от года съемки, возможно, из-за сезонных изменений или особенностей местности. Данные 2020, 2024 гг. показали достоверность 92–94 %. Для других лет показатели были ниже: 87 % в 2006 и 90 % в 2009 гг., 50 % в 2005 г. и 90% в 2010 г. Такие значения достоверности говорят о том, что комплекс Panorama Vision можно использовать для учета и контроля недвижимости, а также для обнаружения объектов незавершенного строительства или незаконных построек путем сравнения полученных результатов с официальными планами. Векторные границы зданий, полученные Panorama Vision, могут использоваться для дальнейшей проверки и инвентаризации.

Вторая часть исследований – оценка динамики площадей зеленых насаждений – выявила трудности. При распознавании лесных участков практически на всех изображениях имело место ложное распознавание: участки травяной растительности и газоны принимаются за лес. Это не позволило проследить динамику площадей зеленых насаждений.

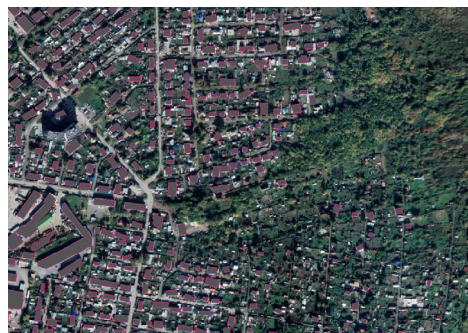


Рис. 1. Изображение фрагмента снимка 09-2020 с результатами автоматического распознавания строений

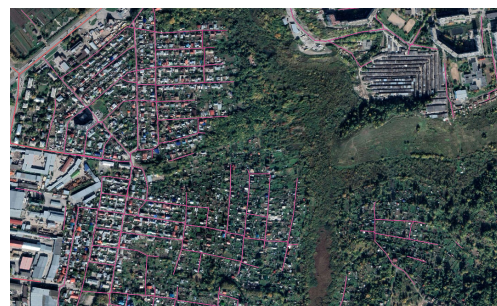


Рис. 2. Изображение фрагмента снимка 09-2020 с результатами автоматического распознавания дорог



Рис. 3. Изображение фрагмента снимка 06-2010 с результатами автоматического распознавания леса, гидрографии

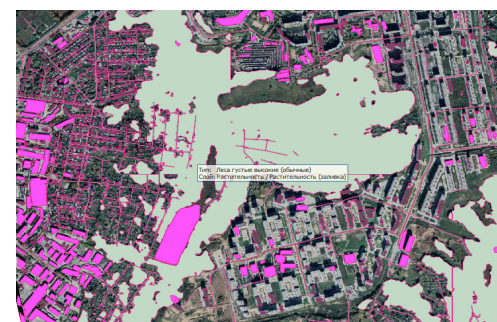


Рис. 4. Изображение фрагмента снимка 09-2020 с результатами комплексной обработки

Результаты обработки изображений

Модель нейронной сети	Изображение (месяц и год съемки)					
	Сентябрь 2005	Сентябрь 2006	Июнь 2009	Июнь 2010	Сентябрь 2020	Апрель 2024
	%					
Лес	80	70–80	70 + Л	70 + Л	60 + Л	50–60
Здания	50	87	90	87	92	94
Дороги	85	95	95	95	95	85
Гидрография	70 + Л	70 + Л	100	100	100	100 + Л
Транспортные средства	10	10	10	10	10	10
Комплексная обработка	60	60	70	70	60	60

Модель распознавания гидрографии (водоемов) дала разные результаты. На временных срезах за 2009, 2010, 2020, 2024 гг. модель показала достоверность, равную 100 %. На более ранних снимках за сентябрь 2005, 2006 гг. модель дала ложные распознавания объектов гидрографии, и достоверность модели упала. Модель могла показать ошибочные результаты из-за различных факторов: изменение уровня воды, наличие льда, изменение цветовой палитры, изменение освещенности в разные сезоны и годы, а также качество снимка.

Распознавание дорог показывает высокую достоверность – от 85 до 95 %, но, как и распознавание гидрографии, иногда имеет место ложный результат. Распознавание транспортных средств показало лишь около 10 % достоверности на всех обрабатываемых снимках. Такой уровень делает функцию распознавания малополезной для контроля парковки и движения транспорта. Модель «комплексной обработки» показала низкую и меняющуюся точность – от 60 до 70 %.

Заключение

Результаты экспериментальных исследований по применению «Комплекса автоматического распознавания и векторизации Panorama Vision» для автоматического выявления объектов подтвердили возможность его использования для контроля и учета недвижимого имущества (строений в большей степени). Использование материалов ДЗЗ и отечественного программного обеспечения позволит повысить достоверность данных, сократить сроки обработки материалов, а также удешевить и ускорить процессы учета и мониторинга состояния имущества. Panorama Vision успешно решает задачу предоставления доступа к технологиям автоматического дешифрирования широкому кругу пользователей без углубленных технических знаний. Его скорость и простота использования являются явными преимуществами для оперативного мониторинга.

Рекомендуется внедрение данной методики в работу органов муниципальных образований для повышения прозрачности, оперативности администрирования государственной и муниципальной собственности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Гура Д. А., Марковский И. Г., Ряскин А. А. Использование беспилотных авиационных систем в осуществлении государственного земельного надзора. Вестник СГУГиТ. 2022. № 27 (5). С. 138–146. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-5-138-146.
2. Алексеев Д. К., Бабин А. В., Саргаева В. Ю. Динамика зеленых насаждений Санкт-Петербурга по данным дистанционного зондирования. Экология. Экономика. Наука. Сер. Геоинформационные технологии и космический мониторинг. 2021. № 2 (6). С. 38–41.
3. Трубина Л. К., Лисакова О. А., Хлебникова Т. А. Зеленая инфраструктура как инструмент устойчивого развития урбанизированных территорий. Вестник СГУГиТ. 2023. № 5 (31). С. 140–150.

4. Гулиев А. Ш., Хлебникова Т. А. Исследование возможностей обработки радарных и многозональных космических снимков земной поверхности. Вестник СГУГиТ. 2022. № 27 (2). С. 102–114. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-2-102-114.
5. Cavayas F., Ramos Y., Boye A. Inventory of urban green spaces and their monitoring using WorldView-2. *Geomatics*. 2011. No. 3. P. 67–73.
6. Гук А. П., Евстратова Л. Г., Хлебникова Е. П., Арбузов С. А., Алтынцев М. А., Гордиенко А. С., Гук А. А. Разработка методов автоматической интерпретации спутниковых снимков. Интерпретационные признаки изображений объектов по мультиспектральным спутниковым данным. Геодезия и картография. 2013. № 7. С. 31–40.
7. Алтынцев М. А., Шляхова М. М. Исследование статистических свойств спектральных характеристик растительности. Непараметрический подход. Вестник СГУГиТ. 2019. № 24 (4). С. 58–69.
8. Гордиенко А. С., Кулик Е. Н. Данные дистанционного зондирования Земли при оценке эколого-экономического ущерба от нефтяного загрязнения. Вестник СГУГиТ. 2021. № 26 (2). С. 37–46.
9. Арбузов С. А., Хлебникова Е. П., Никитин В. Н. Автоматизированная идентификация и определение породного состава древесных растений по материалам цифровой многозональной аэросъемки лесных массивов. Вестник СГУГиТ. 2020. Т. 25, № 4. С. 68–76. DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-4-68-76.
10. Трубина Л. К., Хлебникова Т. А., Николаева О. Н. Методические подходы к созданию 3D-моделей для исследования экологического состояния городских территорий. География и природные ресурсы. 2017. № 2. С. 199–205.
11. ГИС Панорама. Технологии [Электронный ресурс]. М. : ГИС-Инфо, 2023. URL: <https://gisinfo.ru/support/tehn.htm> (дата обращения: 24.03.2026).
12. Комплекс автоматического распознавания и векторизации «Panorama Vision» [Электронный ресурс]. М. : ГИС-Инфо. URL: <https://gisinfo.ru/products/panvision.htm> (дата обращения: 24.03.2026).
13. Техническая информация данных компании Digital Globe [Электронный ресурс]. URL: <https://www.digitalglobe.com/resources/technical-information> (дата обращения: 11.07.2025).

REFERENCES

1. Gura, D. A., Markovsky, I. G., Ryaskin, A. A. (2022) Use of Unmanned Aerial Vehicles in the Implementation of State Land Supervision" *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27(5), Pp. 138–146. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-5-138-146 [in Russian].
2. Alexeev, D. K., Babin, A. V., & Sargaeva, V. YU (2021) Dinamic of green space in Petersburg accoding to remote sensing data. *Ecology.Economics Science Series:Geoinfomation Technologies and Space Monitoring*. V/2, 6. Pp. 38–41.
3. Trubina, L. K., Lisakova, O. A., Khlebnikova, T. A. (2023). Green infrastructure as a tool for sustainable development of urbanized territories. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 5(31), pp.140 – 150 [in Russian].
4. Guliyev, A. Sh., & Khlebnikova, T. A. (2022). Investigation of the possibilities of processing radar and multi-zone space images of the underlying surface. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27(2), 102–114. DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-2-102-114 [in Russian].
5. Cavayas, F., Ramos, Y. Boye A Inventory of urban green spaces and their monitoring using WorldView-2 *Geomatics*. 2011, No. 3. P. 67-73.
6. Guk, A. P., Evstratova L. G., Hlebnikova, E. P., Arbuzov, S. A., Altynzev, M. A., Gordienko, A. S., Guk, A. A. (2013). Development of methods for automated interpretation of satellite images. Interpretation signs of images of objects on multispectral satellite data. *Geodezija i kartografija [Geodesy and Cartography]*, 7, pp. 31–40 [in Russian].

7. Altynytsev M. A., Shlyahova M. M. (2019). Investigation of statistical properties of spectral characteristics of vegetation. Non-parametric approach. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*. 24(4) pp. 58–69. [in Russian].
8. Gordienko, A. S., & Kulik E. N. (2021). Data of remote sensing of the earth in assessing environmental and economic damage from oil pollution. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(2), pp. 37–46 [in Russian].
9. Arbuzov, S. A., Khlebnikova, E. P. Nikitin, V. N. (2020) Automated identification and determination of the breed composition of wood by materials of digital multispectral aerial survey of forests. */Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(4), pp. 68–76. [in Russian].
10. Trubina, L. K., Khlebnikova, T. A. & Nikolaeva, O. N. (2017). Methodological approaches to developing 3D models for investigating the ecological status of urban territories. *Geografia and Natural resources[Geografia and Natural resources]*, V2, pp.199–205 [in Russian].
11. GIS Panorama. Technologies. Retrieved from <https://gisinfo.ru/support/tehno.htm>. (access March, 24,2026).
12. Panorama Vision Automatic Recognition and Vectorization Complex. Retrieved from <https://gisinfo.ru/products/panvision.htm>. (access March 24, 2026).
13. Technical information from DigitalGlobe. Retrieved from <https://www.digitalglobe.com/resources/technical-information>.(access March 11, 2025)

Об авторах

Татьяна Александровна Хлебникова – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры прикладной геодезии и горного дела.

Ольга Анатольевна Опритова – кандидат технических наук, доцент кафедры космической и физической геодезии.

Аловсат Шура оглы Гулиев – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры геоматики.

Author details

Tatyana A. Khlebnikova – DSc, Professor, Department of Applied Geodesy and Mining.

Olga A. Opritova – PhD, Associate Professor, Department of Space and Physical Geodesy.

Alovsat Shura oglu Guliyev – PhD, Senior Lecturer, Department of Geomatics.

Получено / Received 04.05.2026

Поступила после рецензирования / Revised 07.09.2026

Принята к публикации / Accepted 15.09.2026