



Проблемы использования космических снимков при зонировании территории населенных пунктов для комплексного развития территории

А.С. Шиленкова¹✉, В.В. Беленко¹

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
✉ shilenkovanastya2001@mail.ru

цитирование Шиленкова А.С., Беленко В.В. Проблемы использования космических снимков при зонировании территории населенных пунктов для комплексного развития территории // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2026. Т. 70, № 2. С. 131–143. DOI:10.30533/GiA-2026-019.

ключевые слова зонирование территории, комплексное развитие территории, дистанционное зондирование Земли из космоса, космическая съемка, градостроительная документация, территориальное планирование, градостроительное зонирование, территориальная зона, функциональная зона

аннотация В статье рассматриваются проблемы, которые возникают при проведении зонирования территории с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса для задач комплексного развития территории. Данная тема стала особенно актуальной в связи с активным выполнением на территории города Москвы программы «Индустриальные кварталы», которая заключается в застройке бывших промышленных территорий объектами социально-культурного назначения. В рамках исследования был проведен анализ действующего законодательства в области комплексного развития и зонирования территории. Результаты анализа показали, что в настоящее время, несмотря на модернизацию технологий и методов в сфере проведения зонирования с использованием данных ДЗЗ из космоса и усовершенствование законодательства в этой сфере, существуют проблемы, которые негативно сказываются на результате зонирования. Недостаточно жесткие требования к проведению зонирования территории с применением данных ДЗЗ из космоса и некачественное проведение экспертизы при приемке работ приводят к ряду таких негативных последствий, как наложение территориальных зон, некорректная идентификация объектов на космическом снимке, неучет инфраструктуры (социальной, транспортной, общественно-деловой, инженерной и т. д.) в районе и городе в целом, неверный расчет плотности населения, рабочих мест и др. Результаты исследования подтверждают необходимость ужесточения требований в области градостроительства и строительства к проведению зонирования территории с использованием данных ДЗЗ из космоса. Это позволит избежать существующих проблем при зонировании территории.

1 Введение

Зонирование проводилось еще в античных и средневековых городах, когда территории фактически делили по функциям. В Древнем Риме существовали жилые кварталы (инсулы), форум (общественный центр), промышленные зоны (за пределами городских стен), действовали законы, которые регулировали высоту зданий и ширину улиц. В Древнем Китае при династии Чжоу (1046–256 годы до н. э.) была документально зафиксированная классификация земель внутри городов. В Ведической Индии (1500–500 годы до н. э.) существовало зонирование по социальному и функциональному признакам. Средневековые европейские города делились на торговые, ремесленные и жилые районы. При этом промышленные производства (например, кожевенные мастерские) выносились за стены из-за шума и запахов. Современная система правового зонирования территории зародилась в США в начале XX века [1].

Зонирование представляет собой деление территории на зоны согласно их предполагаемому использованию. Понятие зонирования территории, его цели и задачи законодательно закреплены в ст. 1 гл. 4 Градостроительного кодекса РФ¹.

Согласно Градостроительному, Земельному кодексам и другим нормативно-правовым актам РФ, существует несколько видов зонирования: градостроительное, функциональное, экологическое, правовое, ландшафтное. Соответственно, выделяются следующие зоны: территориальные, функциональные, с ограничениями (санитарно-защитные, водоохранные и др.), ограничивающие (приаэродромные, охранные и др.), буферные. Как отмечают А.А. Новиков и О.И. Насонова, зонированием определяется правовой режим недвижимости — зданий и сооружений, расположенных на земельном участке [2].

В соответствии с ст. 35 Градостроительного кодекса РФ, территория населенного пункта подразделяется на следующие территориальные зоны: жилые, общественно-деловые, производственные, рекреационные, зоны инженерной и транспортной инфраструктур, сельскохозяйственного использования, специального назначения, режимных территорий.

Современные подходы к зонированию, которое является важнейшим условием развития любой территории [3], все чаще опираются на геоинформационные технологии и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. Иностранные исследователи установили, что несовершенство системы зонирования приводит к неорганизованному расширению городской застройки, захвату сельскохозяйственных и природных территорий [4]. Во избежание подобных ошибок важно регулярно обновлять правила землепользования на основе объективных данных ДЗЗ из космоса, особенно в быстро растущих мегаполисах.

В Москве зонирование очень востребовано в связи с проведением комплексного развития территорий. Важность комплексного развития и первые его результаты освещены в работе [5], а правовые аспекты подробно рассмотрены в практическом пособии «Юридический справочник застройщика»².

Цели комплексного развития территории обозначены в ст. 64 Градостроительного кодекса РФ. В Москве основными целями данной программы являются повышение качества городской среды и развитие инфраструктуры. Важным инструментом для этого выступает грамотное и рациональное зонирование территории. Информация о комплексном развитии территории в пределах Москвы размещена на официальном сайте Градостроительного комплекса Москвы³.

1 Градостроительный кодекс Российской Федерации: введ. Федеральным законом РФ от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102090643> (дата обращения: 10.07.2025).

2 Юридический справочник застройщика / под ред. Д.С. Некрестьянова. 9-е изд. СПб.: Качкин и Партнеры, 2024. 466 с.

3 Градостроительный комплекс Москвы: официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://stroj.mos.ru> (дата обращения: 10.07.2025).

Если изучить проекты комплексного развития территории, реализованные на территории Москвы, можно заметить, что у каждого из них имеется своя методика зонирования территории. В связи с этим при использовании таких территорий в будущем возникает ряд сложностей: нехватка парковочных мест, пешеходных зон и автодорог для проезда транспорта; отсутствие достаточного количества детских площадок и территории для выгула собак; отсутствие или недостаточное количество общественно-деловых зон (образовательные учреждения, социально-культурные объекты, объекты офисного и коммерческого назначения и т. д.). Анализ проблем при выполнении зонирования территории позволяет рационально планировать застройку, оптимизировать будущее использование земель, обеспечивать устойчивое развитие территории, улучшать экологическую ситуацию в городе и повышать качество жизни населения.

Дополняя исторический экскурс в рассматриваемую проблему, отметим, что в России интерес к зонированию территории появился еще в дореволюционный период, но системное развитие данной области началось в советское время, продолжилось в постсоветский период и с 2010 года усилилось из-за влияния ряда факторов: от изменений в градостроительной политике и экономических условий до растущей потребности в устойчивом развитии и решении накопившихся проблем монофункциональной застройки. В научных журналах в это время публиковались статьи об актуальности зонирования, его целях и задачах [6–9]. Стало очевидным, что зонирование территории позволяет контролировать застройку городских территорий и регулировать использование земель, что является важным аспектом при управлении земельными ресурсами.

2 Материалы и методы

Исследование проводилось на примере Москвы (районы Тропарево-Никулино, Косино-Ухтомский, Зюзино, Бирюлево Восточное, Южное Бутово, Фили-Давыдково, Беговой, Хорошевский) в связи с активной застройкой промышленных территорий в городе. Большое количество таких территорий позволит лучше изучить тему и выявить проблемы, возникающие при зонировании с использованием данных ДЗЗ из космоса для задач комплексного развития территории.

При проведении исследования были использованы следующие материалы: научная литература в области ДЗЗ из космоса и зонирования территории; программа Google Earth Pro для изучения космических снимков Москвы; открытые интернет-источники (справочно-правовые системы ГАРАНТ⁴ и «КонсультантПлюс»⁵, федеральный портал проектов нормативных правовых актов⁶, сайты Правительства Москвы⁷, Роскосмоса⁸, Московской программы комплексного развития территорий⁹, электронная версия журнала «Вестник Москвы»¹⁰).

4 ГАРАНТ: справочно-правовая система. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru> (дата обращения: 10.07.2025).

5 КонсультантПлюс: справочная правовая система. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.07.2025).

6 Федеральный портал проектов нормативных правовых актов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://regulation.gov.ru> (дата обращения: 10.07.2025).

7 Официальный портал Мэра и Правительства Москвы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mos.ru> (дата обращения: 10.07.2025).

8 Госкорпорация «Роскосмос»: официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.roscosmos.ru> (дата обращения: 10.07.2025).

9 Московская программа комплексного развития территорий: официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://krt.mos.ru> (дата обращения: 10.07.2025).

10 Вестник Москвы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vestnikmoscow.mos.ru/journal> (дата обращения: 10.07.2025).

В ходе анализа зонирования, осуществляемого в Москве для решения задач комплексного развития территории, были изучены с помощью программы Google Earth Pro данные космических снимков города с целью выявления проблемных зон.

3 Результаты

Некоторые исследователи справедливо утверждают, что в России зонирование территории является важным инструментом при отраслевом и территориальном управлении, позволяющим эффективно организовывать использование ресурсов и пространства, а также при реализации отраслевой политики и стратегии управления, направленных на обеспечение устойчивого развития региона с учетом отраслевых потребностей и особенностей [10]. Из-за своей специфики зонирование территории является важным этапом при проведении комплексных кадастровых работ, поскольку от этого зависит дальнейшая эксплуатация территории [11].

В настоящее время данные ДЗЗ из космоса получили широкое применение при зонировании территорий по всему миру, в том числе и в России. Космические снимки и оперативный космический мониторинг могут служить высококачественной основой для разработки схем территориального планирования, куда входит и зонирование территории. Они дают исчерпывающую информацию о природных ресурсах, объектах транспортной и инженерной инфраструктур и других объектах [12]. Данные ДЗЗ из космоса позволяют получить цифровые изображения участков земной поверхности с высоким пространственным разрешением и в широком диапазоне спектра электромагнитных волн [13]. Как показывает практический опыт, космические снимки имеют преимущество перед традиционными картографическими документами, поскольку последние быстро устаревают из-за интенсивного развития территорий [14].

Отметим при этом, что использование данных ДЗЗ из космоса при зонировании территории не всегда удобно и рационально.

Во-первых, для обработки и анализа таких данных требуются высококвалифицированные специалисты с большим практическим опытом, что может быть экономически невыгодно при единичных исследованиях небольших территорий. В современном мире информационные технологии постоянно развиваются и совершенствуются. Это касается и сферы ДЗЗ. Поскольку постоянно создаются новые технологии для проведения ДЗЗ из космоса, необходимо своевременно проводить для специалистов семинары, курсы повышения квалификации, чтобы можно было использовать соответствующее оборудование. В настоящий момент на территории России не так много специалистов, которые соответствуют действующим стандартам работы с современным оборудованием для проведения ДЗЗ из космоса. Это способствует повышению ценовой планки на рынке труда, что, в свою очередь, ведет к ограничению круга потенциальных потребителей. В аналитическом отчете аэрокосмического холдинга SR Space за 2024 год отмечается недостаток высококвалифицированных специалистов как один из ключевых барьеров развития рынка ДЗЗ в России. Еще одним препятствием для широкого использования технологий названа высокая стоимость данных и услуг ДЗЗ¹¹.

Во-вторых, программное обеспечение, которое используется для обработки цифровых снимков, имеет высокую стоимость, что может ограничивать его использование. Как и в первом случае, это приводит к повышению стоимости оказываемой услуги и ограничению круга потенциальных потребителей.

11 Рынок дистанционного зондирования Земли и анализа снимков. Часть 2: Особенности рынка в России / SR Space. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://srspace.ru/news#research> (дата обращения: 10.07.2025).

В-третьих, результаты обработки космических снимков нельзя считать окончательными без проверки на местности — для этого проводят полевые исследования. Такая двойная проверка увеличивает сроки и бюджет проекта. При этом услуги геодезистов в настоящее время стоят дорого, а если территория обладает сложными характеристиками (большая площадь, высокая плотность застройки, пересеченный рельеф), стоимость работы возрастает. В итоге заказчик может столкнуться с тем, что проект окажется экономически нецелесообразным.

В-четвертых, в некоторых случаях данные ДЗЗ из космоса могут не обеспечивать необходимую точность и детализацию для специфических задач, особенно в сложных условиях (например, при густой растительности или плохих погодных условиях).

В-пятых, в России отсутствует единый нормативно-правовой акт в области применения данных ДЗЗ из космоса, который бы регулировал все аспекты использования спутниковых систем. Согласно открытым данным, разрабатывается проект Федерального закона «О дистанционном зондировании Земли из космоса»¹². Основная идея данного законопроекта заключается в закреплении норм регулирования правоотношений в области ДЗЗ из космоса в части работы космических аппаратов, а также приема, сбора и обработки данных с таких аппаратов. Принятие закона создаст правовые условия для организации эффективного применения космических систем ДЗЗ из космоса в целях устойчивого развития территории страны. Госкорпорация «Роскосмос» с 2021 года пытается добиться принятия данного закона, но на сегодняшний момент единого нормативного акта в области ДЗЗ из космоса нет.

Помимо перечисленных проблем, определяемых внешними факторами, выделяются проблемы, которые в большей степени связаны с качеством выполнения работ в данной области.

Во-первых, для экономии средств и времени при зонировании территории зачастую используют данные ДЗЗ из космоса с дефектами (космические снимки с солнечными бликами или сделанные при неблагоприятных условиях, не приведенные к ортофото). Вследствие этого на изучаемой территории нельзя идентифицировать все объекты, и сам космический снимок не привязан к местности с требуемой точностью. Данные ошибки могут привести к неправильному определению границ территориальных зон, поэтому требуют особого внимания (например, для устранения солнечных бликов на космических снимках в Китае на протяжении нескольких лет разрабатывают различные технологические решения [15]). На рис. 1 представлен взятый из программы Google Earth Pro космический снимок, который иллюстрирует рассматриваемую проблему.

Во-вторых, часто применяются снимки с низким разрешением (более 10 м). Это также приводит к неверному определению территориальных зон, а в дальнейшем — к неправильному использованию территории.

Рис. 1 ➤

Космоснимок территории Хорошевского и Бегового районов г. Москвы (май 2022 г.)

Fig. 1

Satellite image of the Khoroshevsky and Begovoy districts of Moscow (May 2022)



¹² Проект федерального закона «О дистанционном зондировании Земли из космоса» // Госкорпорация «Роскосмос»: официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.roscosmos.ru/31355/> (дата обращения: 10.07.2025).

Таблица 1 
Объекты на территории
Москвы, построенные
с нарушением
градостроительных норм
Table 1
Objects on the territory
of Moscow, implemented
in violation of urban
planning regulations

В-третьих, на этапе зонирования территории, находящейся в черте населенного пункта, не всегда учитываются такие факторы, как инфраструктура, миграционный приток на застраиваемую территорию, плотность застройки. В итоге на территории населенного пункта появляются жилые кварталы без инфраструктуры и комфортного проживания. Примеры таких объектов на территории Москвы приведены в табл. 1.

В-четвертых, при зонировании в рамках комплексного развития территории не всегда учитываются инфраструктура и размещение функциональных зон. В настоящий момент большую часть территории отводят под многоквартирные дома и коммерческую недвижимость (табл. 1). Отсутствие рекреационных зон (или их недостаток) приводит к ухудшению экологической ситуации, особенно в Москве.

Объект	Административный округ	Нарушения
ЖК «Академ-Палас»	Западный	Отсутствие полного набора социальной инфраструктуры
ЖК «Мегаполис»	Восточный	Отсутствие школ, детских садов, поликлиники и спортивного комплекса
ЖК «Нахимовский 21»	Западный	Отсутствие социальной инфраструктуры
ЖК «Царицыно»	Южный	Чрезмерная плотность застройки, недостаточное количество парковочных мест, проблемы с транспортной доступностью, перегрузка существующей инфраструктуры
ЖК «Новое Бутово»	Новомосковский	Недостаточное количество социальных объектов, проблемы с озеленением территории, перегруженность дорожной сети
ЖК «Триумфальный»	Западный	Высокая плотность застройки, недостаточное количество парковочных мест, проблемы с инсоляцией зданий, перегрузка существующей инфраструктуры

4 Обсуждение

В предыдущем разделе описаны два блока проблем использования космических снимков при зонировании территории. Для тех проблем, которые определяются внешними факторами, можно предложить следующие решения.

1. Обучение и повышение квалификации специалистов в области обработки данных ДЗЗ из космоса. Программа повышения квалификации может включать в себя обработку космических снимков, автоматизированное распознавание объектов, космический мониторинг и работу с современными программными продуктами (современные геодезические приборы, спутниковые станции приема данных, специализированное программное обеспечение). Обучение может проводиться как для специалистов, занимающихся обработкой данных ДЗЗ из космоса, так и для руководителей организаций в данной области.
2. Лицензирование и совместное использование программного обеспечения. Данное решение подразумевает введение программ лицензирования с более доступными для малого и среднего бизнеса опциями, а также возможность совместного использования программного обеспечения, что позволит создать единые стандарты обработки данных ДЗЗ из космоса, автоматизировать (а значит, ускорить) процессы обмена данными. Лицензирование приведет к четкому распределению прав доступа к программному обеспечению, контролю над использованием программных продуктов, появлению у пользователя возможности обновлять их и обращаться при необходимости к поддержке разработчиков. В целом лицензирование и совместное использование программного обеспечения позволят рационально расходовать ресурсы, минимизировать простои в работе и повышать производительность труда, что затруднительно при использовании существующих программных продуктов.

3. Усовершенствование процесса интеграции данных ДЗЗ из космоса с полевыми исследованиями. При комбинировании с полевыми исследованиями специалисты в области обработки данных ДЗЗ из космоса смогут точно определять границы объектов, классифицировать типы растительности, оценивать параметры биомассы и проводить мониторинг антропогенных воздействий. Это будет способствовать также устранению погрешностей ДЗЗ из космоса, валидации результатов моделирования, уточнению параметров объектов и повышению детализации данных.
4. Оптимизация затрат. Требуется разработать методики и технологии, позволяющие снизить затраты на приобретение и обработку данных для небольших территорий, сделав эти процессы экономически оправданными. Снизить затраты можно следующими способами: внедрить автоматизированные системы обработки данных ДЗЗ из космоса, использовать облачные решения для хранения данных, применять алгоритмы сжатия данных и оптимизировать процесс передачи данных.
5. Улучшение технологий ДЗЗ из космоса. Необходимо постоянно совершенствовать технологии ДЗЗ для повышения точности и детализации данных (особенно в сложных условиях). Так, можно повысить пространственное разрешение сенсоров, развить мульти- и гиперспектральные системы, внедрить радиолокационные методы наблюдения и модернизировать систему стабилизации спутников. Все это поможет повысить точность определения координат объектов, улучшить детализацию изображений в сложных погодных условиях, снизить влияние атмосферных искажений и повысить достоверность получаемых данных.
6. Принятие закона о ДЗЗ из космоса. Этот шаг необходим для создания единых требований к использованию космических данных, в том числе при проведении зонирования территории.

Для решения проблем, связанных с качеством обработки данных ДЗЗ, можно сделать следующее.

1. Использование не одного, а серии космических снимков при зонировании территории. Необходимо применять изображения за разный промежуток времени (интервал не должен превышать одного года) и в разное время года для повышения качества обработки. Это снизит риск неверного распознавания объектов и повысит качество проведения зонирования (рис. 2, 3). Изучить снимки за разные промежутки времени можно с помощью программы Google Earth Pro. На рис. 2 и 3 представлены два взятых из данной программы космоснимка, которые отражают важность использования изображений за разный промежуток времени: на рис. 2 красным отмечены места с облачностью, на рис. 3 те же участки без дефекта в виде облачности обведены белым. Таким образом, чем больше при анализе территории зонирования использовано снимков за разные промежутки времени, тем меньше на данном этапе будет ошибок.

Рис. 2 ▼

Космоснимок района Зюзино г. Москвы с облачностью (август 2024 г.)

Fig. 2

Satellite image of the territory of the Zyuzino district of Moscow with clouds (August 2024)

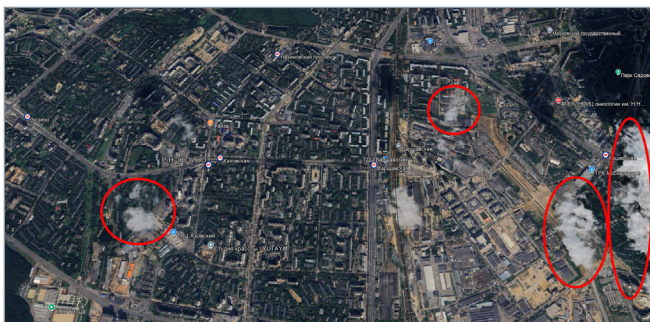
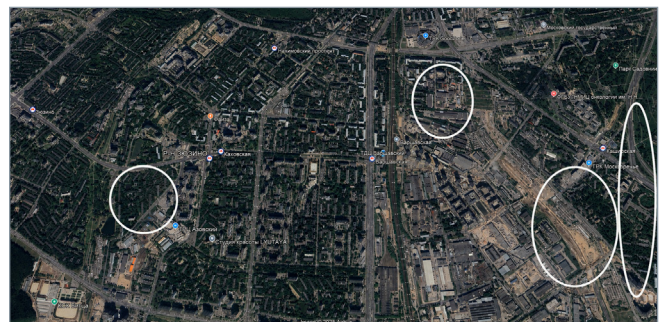


Рис. 3 ▼

Космоснимок района Зюзино г. Москвы с минимальными дефектами (май 2024 г.)

Fig. 3

Satellite image of the territory of the Zyuzino district of Moscow with minimal defects (May 2024)



2. Использование при зонировании территории космических снимков с допустимым разрешением от 0,2 до 10 м. Разрешение космического снимка влияет на обнаружение объектов и дальнейшее зонирование. При низком разрешении есть большой риск неверного обозначения границ лесных насаждений, инфраструктур и т. д., что повлечет за собой неверное обозначение зон и неправильное будущее использование территории.
3. Учет параметров застройки соседних территорий, а также включение в территорию зонирования максимально возможной инфраструктуры. Данное требование восполнит дефицит социальных объектов при строительстве новых многоквартирных домов, а также поможет решить возможные проблемы с инфраструктурой на соседних территориях.
4. Детальное изучение рельефа и особенностей территории перед зонированием. Рациональное зонирование с добавлением большого количества озеленения могло бы способствовать успешной реализации комплексного развития территории [16].

5 Выводы

Настоящее исследование, проведенное на территории Москвы, позволяет сделать следующие выводы.

В связи с высоким спросом на застройку территорий в Москве увеличилась и потребность в проведении их зонирования. Это важный и основополагающий инструмент в современных земельных отношениях, ведь именно благодаря ему определяется будущий вид территории [17]. Он позволяет создать удобное для населения пространство, способствует стабильному развитию и успешному осуществлению различных видов деятельности, является эффективным методом управления урбанизированными территориями [18].

Зонирование выполняет много функций, среди которых:

- регулирование использования территории (определяется целевое назначение территории, устанавливаются правила ее использования, контролируется соблюдение установленных норм);
- планирование городского развития (определяется перспектива развития территорий, формируется комфортная городская среда, создается сбалансированная инфраструктура, оптимизируется использование пространства);
- экономическая эффективность (повышаются стоимость недвижимости и инвестиционная привлекательность, оптимизируются градостроительные решения, рационально используются ресурсы);
- защита интересов граждан (обеспечиваются права собственников, интересы местных обществ, предотвращаются конфликты между пользователями, сохраняются природные и культурные ценности);
- административное управление (упрощается контроль за строительством, стандартизируются требования к застройке территории, создаются четкие правила землепользования, обеспечивается прозрачность процессов);
- повышение социального комфорта (формируется комфортная для проживания среда, обеспечивается доступная инфраструктура, создаются условия для развития различных видов деятельности, улучшается качество жизни населения);
- защита окружающей среды (охраняются природные территории, планируются рекреационные зоны, сохраняются зеленые насаждения, учитываются экологические требования);
- обеспечение безопасности (определяются потенциально опасные зоны, устанавливаются защитные зоны, учитываются природные риски).

Зонирование территории также может повысить конкурентоспособность города, что является важной задачей для правительства [19].

Важно при этом отметить, что технологии ДЗЗ из космоса выступают незаменимым инструментом для изучения и постоянного мониторинга Земли, помогающим эффективно использовать ее ресурсы и управлять ими, в том числе осуществлять зонирование территорий¹³.

Проблемы зонирования территории с использованием ДЗЗ из космоса для задач комплексного развития территории, описанные в данной статье, отличаются актуальностью и остротой. Предлагаемые решения данных проблем позволяют оптимизировать проведение зонирования, улучшить экологическую обстановку города и повысить качество жизни населения.

библиография

1. Hirt S.A. Zoned in the USA: The Origins and Implications of American Land-Use Regulation. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2014. 256 p.
2. Новиков А.А., Носова О.И. Аспекты правового регулирования зонирования территорий городских и сельских поселений // Экономика и экология территориальных образований. 2016. № 2. С. 31–34.
3. Береговских А.Н. Зонирование как метод архитектурно-пространственного проектирования и инструмент управления развитием территорий // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2024. № 4 (63). С. 39–45. DOI:10.25628/UNIIP.2024.63.4.007.
4. Li J., Sun Z. Does the Transfer of State-Owned Land-Use Rights Promote or Restrict Urban Development? // Land Use Policy. 2021. Vol. 100. P. 104945. DOI:10.1016/j.landusepol.2020.104945.
5. Попкова А.А., Конев Ю.М., Канюков М.В. Комплексное развитие территорий: современное состояние и проблемы реализации // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. 2023. Т. 16, № 2. С. 38–53. DOI:10.31660/1993-1824-2023-2-38-53.
6. Болтанова Е.С. Зонирование земель // Сибирский юридический вестник. 2012. № 2 (57). С. 33–37.
7. Болтанова Е.С. Зонирование земель и их застройка: проблемы правоприменения // Вестник Омского университета. Серия: Право. 2012. № 3 (32). С. 190–193.
8. Липски С.А. Зонирование территорий как механизм обеспечения целевого использования земель // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2013. № 6 (141). С. 59–65.
9. Ладыгина Е.Р. Правовые вопросы изменения генерального плана города Москвы, зонирования территорий в связи с расширением территории города Москвы // Актуальные проблемы российского права. 2012. № 3 (24). С. 94–101.
10. Агибалов А.В., Терновых К.С., Куренная В.В. и др. Формирование пространственных полюсов роста сельской периферии в традиционно-аграрных регионах // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023. Т. 16, № 2 (77). С. 157–166. DOI:10.53914/issn2071-2243_2023_2_157.
11. Рыженков А.Я. О принципе обеспечения комплексного и устойчивого развития территории на основе территориального планирования, градостроительного зонирования и планировки территории // Аграрное и земельное право. 2020. № 1 (181). С. 55–60.
12. Кресникова Н.И., Васильевых Н.А. Применение данных дистанционного зондирования и геоинформационных технологий для обеспечения территориального планирования // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2018. Т. 62, № 2. С. 212–217. DOI:10.30533/0536-101X-2018-62-2-212-217.
13. Торсунова О.Ф. Использование данных космической съемки сверхвысокого разрешения для решения задач территориального зонирования // Вестник СГУТиТ. 2018. Т. 23, № 2. С. 219–230.
14. Хабаров Д.А., Адиев Т.С., Попова О.О. и др. Анализ современных технологий дистанционного зондирования Земли // Московский экономический журнал. 2019. № 1. С. 181–190. DOI:10.24411/2413-046X-2019-11068.

13 Карманов А.Г., Кнышев А.И., Елисеева В.В. Геоинформационные системы территориального управления: учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 121 с.

15. Duan P., Lai J., Kang J. Texture-aware Total Variation-Based Removal of Sun Glint in Hyperspectral Images // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2020. Vol. 166. P. 359–372. DOI:10.1016/j.isprsjprs.2020.06.009.
16. Киншт А.В. Экологические аспекты территориального зонирования. Проблемы преобразования среды жизнедеятельности // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. № 6 (65). С. 41–49.
17. Панферов Е.А. К вопросу о градостроительном зонировании // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. № 2. С. 108–110. DOI:10.24411/2411-0450-2019-10376.
18. Хабарова И.А., Хабаров Д.А., Радзиевский А.И. Зонирование как инструмент управления земельными ресурсами застроенных территорий // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. 2019. № 1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://eScience.ru/ru/nauka/article/85994/view> (дата обращения: 10.07.2025).
19. Хаит А.Н., Ковалев А.С. Зонирование как инструмент социально-экономического развития городских территорий // Молодой ученый. 2020. № 25 (315). С. 70–73. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/315/71749> (дата обращения: 10.07.2025).

авторы Шиленкова Анастасия Сергеевна

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра космического мониторинга и экологии, картографический факультет
 0009-0004-5930-3812

Беленко Виктор Владимирович

 belenko.v.v@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра космического мониторинга и экологии, картографический факультет
д-р техн. наук, профессор
 0000-0002-7159-7428

Поступила 14.07.2025. Принята к публикации 24.04.2026. Опубликовано 30.04.2026.



Problems of Using Satellite Images in the Zoning of the Territory of Settlements for the Integrated Development of the Territory

Anastasia S. Shilenkova¹✉, Victor V. Belenko¹

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
✉ shilenkovanastya2001@mail.ru

citation Shilenkova AS, Belenko VV. Problems of Using Satellite Images in the Zoning of the Territory of Settlements for the Integrated Development of the Territory. *Izvestia Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2026;70(2): 131–143. DOI:10.30533/GiA-2026-019.

keywords zoning of the territory, integrated development of the territory, remote sensing of the Earth from space, satellite imagery, urban planning documentation, territorial planning, urban zoning, territorial zone, functional zone

abstract The article discusses the problems that arise when zoning a territory using remote sensing data from space (hereinafter referred to as remote sensing from space) for the tasks of integrated development of the territory. This topic has become relevant due to the active implementation of the Industrial Quarters program in Moscow, which consists in building former industrial territories with socio-cultural facilities. As part of the study, the concepts of “integrated territorial development”, “zoning of the territory” and “remote sensing of the Earth from space” were studied, as well as an analysis of current legislation in this area. The results of the analysis showed that currently, despite the modernization of technologies and methods in the field of zoning using remote sensing data from space and improvements in legislation in this area, there are problems that negatively affect the result of zoning. Insufficiently stringent requirements for zoning the territory using remote sensing data from space and poor-quality expertise during acceptance of work lead to a number of negative consequences such as the imposition of territorial zones, incorrect identification of objects in the satellite image, not taking into account the infrastructure (social, transport, public and business, engineering, etc.) in the area and the city in general, incorrect calculation of population density, jobs, and so on. The results of the study confirm the need to tighten the requirements in the field of urban planning and construction for zoning the territory using remote sensing data from space. This will avoid existing problems when zoning the territory.

references

1. Hirt SA. *Zoned in the USA: The Origins and Implications of American Land-Use Regulation*. Ithaca, NY: Cornell University Press; 2014. 256 p.
2. Novikov AA, Nosova OI. Aspekty pravovogo regulirovaniya zonirovaniya territorii gorodskikh i sel'skikh poselenii [Aspects of the Legal Regulation of Zoning of Urban and Rural Settlements]. *Economy and Ecology of Territorial Formations*. 2016;2: 31–34. (In Russian).
3. Beregovskikh AN. Zonirovanie kak metod arkhitekturno-prostranstvennogo proektirovaniya i instrument upravleniya razvitiem territorii [Zoning as a Method of Architectural and Spatial Design and a Tool for Managing the Development of Territories]. *Academic Bulletin of UralNIIProekt RAASN*. 2024;4(63): 39–45. (In Russian). DOI:10.25628/UNIIP.2024.63.4.007.
4. Li J, Sun Z. Does the Transfer of State-Owned Land-Use Rights Promote or Restrict Urban Development? *Land Use Policy*. 2021;100: 104945. DOI:10.1016/j.landusepol.2020.104945.
5. Popkova AA, Konev YuM, Kanyukov MV. Kompleksnoe razvitie territorii: sovremennoe sostoyanie i problemy realizatsii [Integrated Development of Territories: Current State and Problems of Implementation]. *Proceedings of Higher Educational Institutions. Sociology. Economics. Politics*. 2023;16(2): 38–53. (In Russian). DOI:10.31660/1993-1824-2023-2-38-53.
6. Boltanova ES. Zonirovanie zemel' [Zoning of Lands]. *Siberian Law Bulletin*. 2012;2(57): 33–37. (In Russian).
7. Boltanova ES. Zonirovanie zemel' i ikh zastroyka: problemy pravoprimereniya [Zoning of Lands and Their Development: Problems of Law Enforcement]. *Herald of Omsk University*. Series: Law. 2012;3(32): 190–193. (In Russian).
8. Lipski SA. Zonirovanie territorii kak mekhanizm obespecheniya tselevogo ispol'zovaniya zemel' [The Zoning of Territories as a Mechanism for the Designated Use of Land]. *Property Relations in the Russian Federation*. 2013;6(141): 59–65. (In Russian).
9. Ladygina ER. Pravovye voprosy izmeneniya general'nogo plana goroda Moskvy, zonirovaniya territorii v svyazi s rasshireniem territorii goroda Moskvy [Legal Issues of the Amendments to the General Plan of Moscow City and Town Zoning Caused by Expansion of the Territory of the Moscow City]. *Actual Problems of Russian Law*. 2012;3(24): 94–101. (In Russian).
10. Agibalov AV, Ternovyykh KS, Kurennaya VV, et al. Formirovanie prostranstvennykh polyusov rosta sel'skoi periferii v traditsionno-agrarnykh regionakh [Formation of Spatial Growth Poles of Rural Periphery in Traditional Agricultural Regions]. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2023;16(2(77)): 157–166. (In Russian). DOI:10.53914/issn2071-2243_2023_2_157.
11. Ryzhenkov AY. O printsipe obespecheniya kompleksnogo i ustoichivogo razvitiya territorii na osnove territorial'nogo planirovaniya, gradostroitel'nogo zonirovaniya i planirovki territorii [On the Principle of Ensuring the Integrated and Sustainable Development of the Territory on the Basis of Territorial Planning, Urban Zoning and Planning of the Territory]. *Agrarian and Land Law*. 2020;1(181): 55–60. (In Russian).
12. Kresnikova NI, Vasil'evykh NA. Primenenie dannykh distantsionnogo zondirovaniya i geoinformatsionnykh tekhnologii dlya obespecheniya territorial'nogo planirovaniya [Remote Sensing and Geoinformation Technology Data Usage for Spatial Planning Ensuring]. *Izvestia Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2018;62(2): 212–217. (In Russian). DOI:10.30533/0536-101X-2018-62-2-212-217.
13. Torsunova OF. Ispol'zovanie dannykh kosmicheskoi s'emki sverkhvysokogo razresheniya dlya resheniya zadach territorial'nogo zonirovaniya [Use of Aerial Superresolution Survey Data for Solving the Tasks of Territorial Zoning]. *Vestnik SSUGT*. 2018;23(2): 219–230. (In Russian).
14. Khabarov DA, Adiev TS, Popova OO, et al. Analiz sovremennykh tekhnologii distantsionnogo zondirovaniya Zemli [Analysis of Modern Technologies of Remote Sensing of the Earth]. *Moscow Economic Journal*. 2019;1: 181–190. (In Russian). DOI:10.24411/2413-046X-2019-11068.
15. Duan P, Lai J, Kang J. Texture-aware Total Variation-Based Removal of Sun Glint in Hyperspectral Images. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 2020;166: 359–372. DOI:10.1016/j.isprsjprs.2020.06.009.

16. Kinsht AV. Ekologicheskie aspekty territorial'nogo zonirovaniya. Problemy preobrazovaniya sredy zhiznedeyatel'nosti [Ecological Aspects of Urban Development Zoning. Transformation of Living Environment]. *Journal of Construction and Architecture*. 2017;6(65): 41–49. (In Russian).
17. Panferov EA. K voprosu o gradostroitel'nom zonirovanii [On the Issue of Urban Zoning]. *Economics and Business: Theory and Practice*. 2019;2: 108–110. (In Russian). DOI:10.24411/2411-0450-2019-10376.
18. Khabarova IA, Khabarov DA, Radzievskii AI. Zonirovanie kak instrument upravleniya zemel'nymi resursami zastroennykh territorii [Zoning as a Tool for Managing Land Resources in Built-Up Areas]. *International Journal of Applied Sciences and Technology Integral*. 2019;1. (In Russian). Available from: <https://eciencence.ru/ru/nauka/article/85994/view> (Accessed 10 July 2025).
19. Khait AN, Kovalev AS. Zonirovanie kak instrument sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya gorodskikh territorii [Zoning as a Tool for the Socio-Economic Development of Urban Areas]. *Young Scientist*. 2020;25(315): 70–73. (In Russian). Available from: <https://moluch.ru/archive/315/71749> (Accessed 10 July 2025).

authors**Anastasia S. Shilenkova**

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
 Department of Space Monitoring and Ecology, Faculty of Cartography

 0009-0004-5930-3812

Victor V. Belenko

 belenko.v.v@yandex.ru

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
 Department of Space Monitoring and Ecology, Faculty of Cartography
 Dr. of Sci. (Engineering), Professor

 0000-0002-7159-7428

Submitted: July 14, 2025. Accepted: April 24, 2026. Published: April 30, 2026.