

*С. А. Чигридов<sup>1\*</sup>, Е. Н. Кулик<sup>1</sup>*

## **Оценка пригодности территории для малоэтажного жилого строительства методами геоинформационного моделирования**

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

\* e-mail: serg.chigridov2017@yandex.ru

**Аннотация.** Исследование направлено на оценку пригодности территории административных районов Новосибирской области для малоэтажного жилого строительства (МЖС) с использованием геоинформационных систем (ГИС) и геоинформационного моделирования (ГИМ), учитывая различные критерии, такие как удаленность, доступность, экологичность. ГИС используется для создания картографических материалов. С помощью многокритериальной оценки (МКО) и ГИМ оцениваются и ранжируются различные районы на основе их пригодности для МЖС. В результате анализа выявлено, что на исследуемой территории имеется большое количество участков для МЖС, которые могут быть дополнительно обследованы. ГИМ также позволило определить несколько ограничений, которые необходимо учитывать при выборе участка для малоэтажного жилого строительства. Полученные данные показали, что ГИС, МКО и ГИМ являются эффективными инструментами оценки территории. В работе представлен комплексный подход, базирующийся на системном анализе к оценке пригодности районов для МЖС, который можно использовать в качестве основы для совершенствования методики и будущей реализации прикладных приложений. Методика может применяться к разным регионам и гибко адаптироваться под конкретные нужды, обеспечивая информационную поддержку устойчивого развития территорий, выделяемых для малоэтажного жилого строительства.

**Ключевые слова:** геоинформационное моделирование, малоэтажное жилое строительство, анализ пространственных данных, многокритериальная оценка

*S. A. Chigridov<sup>1\*</sup>, E. N. Kulik<sup>1</sup>*

## **Assessment of the Suitability of the Territory for Low-Rise Residential Construction by Methods of Geoinformation Modeling**

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: serg.chigridov2017@yandex.ru

**Annotation.** The study is aimed at assessing the suitability of the territory of the administrative districts of the Novosibirsk region for low-rise residential construction (LRR) using geoinformation systems (GIS) and geoinformation modeling (GIM), taking into account various criteria such as remoteness, accessibility, ecological compatibility. GIS is used to create cartographic materials. With the help of a multi-criteria assessment (MCA) and GIM, various districts are evaluated and ranked based on their suitability for the LRR. As a result of the analysis, it was revealed that there are a large number of sites for LRR in the study area, which can be additionally surveyed. GIM also made it possible to identify several constraints that must be taken into account when choosing a site for low-rise residential construction. The data obtained showed that GIS, MCA and GIM are effective tools for assessing the territory. The paper presents an integrated approach based on a system analysis to assess the suitability of areas for LRR, which can be used as a basis for improving the methodology and future implementation of applied applications. The methodology can be applied to different

regions and flexibly adapted to specific needs, providing information support for the sustainable development of areas allocated for low-rise residential construction.

**Keywords:** geoinformation modeling, low-rise residential construction, spatial data analysis, multi-criteria assessment

### *Введение*

Малоэтажное жилое строительство является важным компонентом расширения городской среды. Процесс определения оптимальных районов для строительства имеет решающее значение для обеспечения устойчивого территориального развития. ГИМ является ценным инструментом, который может быть использован при определении оптимальных районов для малоэтажного жилищного строительства. ГИМ использует анализ пространственных данных для создания подробных карт и моделей поверхности. Цель исследования – анализ технологии использования ГИМ при оценке пригодности территорий для малоэтажного жилого строительства.

### *Исходные данные и методология исследования*

Исходными данными в исследовании являются векторные покрытия на территорию Новосибирской области (НСО), полученные с сервиса «OpenStreetMap» [15], а именно:

- дорожная сеть;
- железнодорожная сеть;
- земельные участки;
- линейная гидрография;
- площадная гидрография;
- населенные пункты НСО;
- административное деление НСО.

А также тематические покрытия, созданные в ходе исследования по поиску территорий, пригодных для размещения животноводческих производств [11]:

- защитные территории (заповедники, заказники);
- газо- и нефтепроводы;
- степень хозяйственной освоенности территории.

Дополнительно, для учета рельефа местности, была получена цифровая модель рельефа (ЦМР) на всю территорию НСО с сервиса SRTM [14].

Для определения минимальной площади застройки за эталон был выбран жилой микрорайон «Пригородный простор» в селе Толмачево, Новосибирского района (рис. 1), так как на территории данного микрорайона есть все базовые объекты, необходимые для проживания (жилые здания, парковочные места для личного автотранспорта, детские игровые площадки, детский сад, контейнерная площадка, территории для выгула собак). Площадь выбранного участка составила 330 120 кв. м. По средним подсчетам, на данной территории проживает порядка 2 000–2 500 человек.

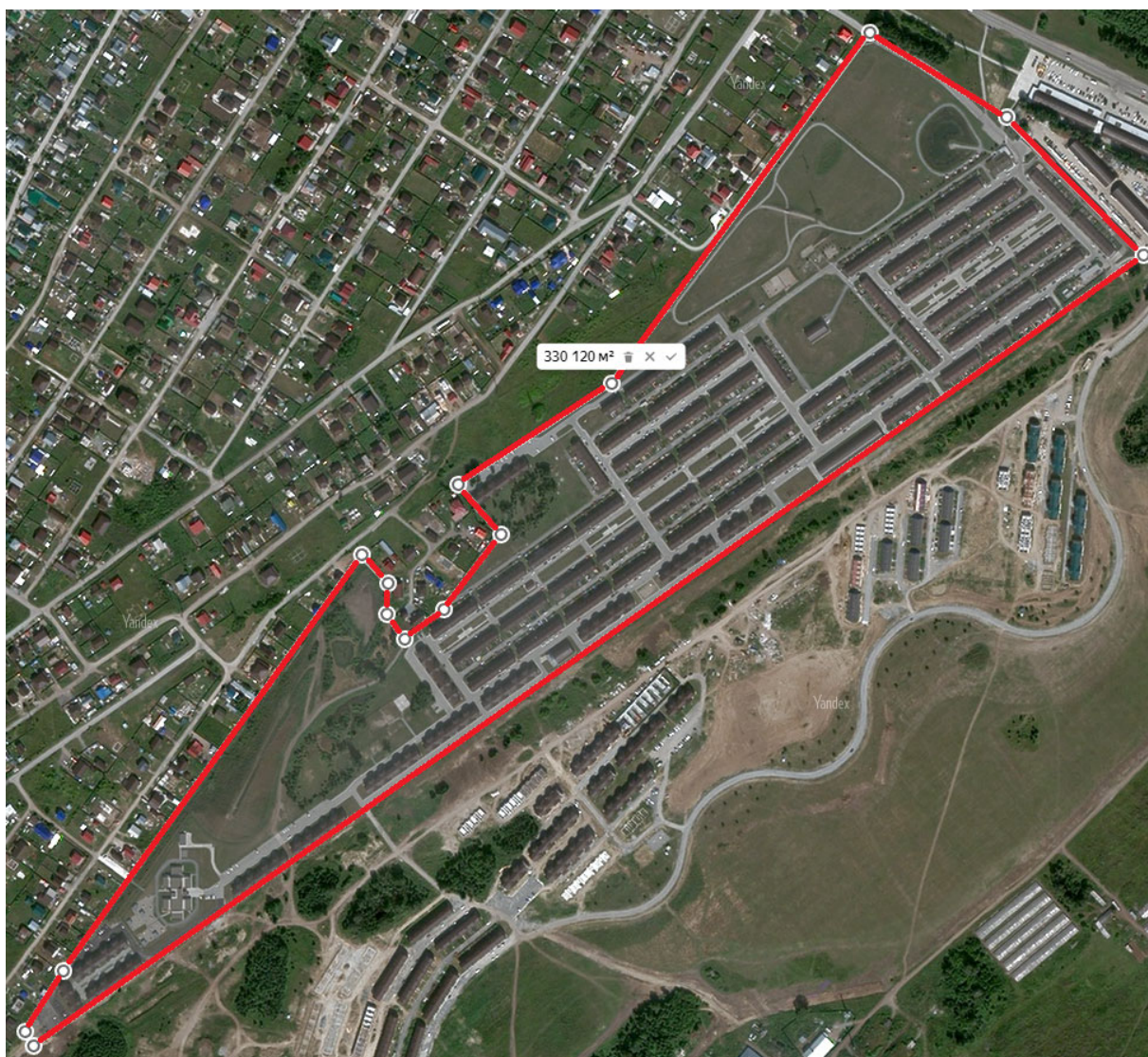


Рис. 1. Территория микрорайона «Пригородный простор»

После сбора исходных данных и определения минимальной площади, был создан алгоритм обработки (рис. 2).

В первую очередь строится полигональный объект слоя «Область поиска», ограничивающий регион поиска, относительно границ г. Новосибирска по красной линии городской черты. Значение расстояния было выбрано равным 60 км. Данное значение определено эмпирически, на основе опроса, проведенного среди лиц, проживающих в п. Самарский, Тогучинского района, Новосибирской области, работающих на постоянной основе в г. Новосибирск.

Далее, основным принципом обработки является проведение межслойных оверлейных операций (удаление буферов, построенных по значениям минимальных расстояний из слоя, ограничивающего площадь поиска). Минимально допустимые расстояния определяются на основе государственно законодательно установленных ограничений (водный кодекс, СП градостроительство) [1, 2, 4–9]. В табл. 1 представлены значения минимальных расстояний от используемых в исследовании объектов (уже используемых в проекте и планируемых (\*) к использованию).

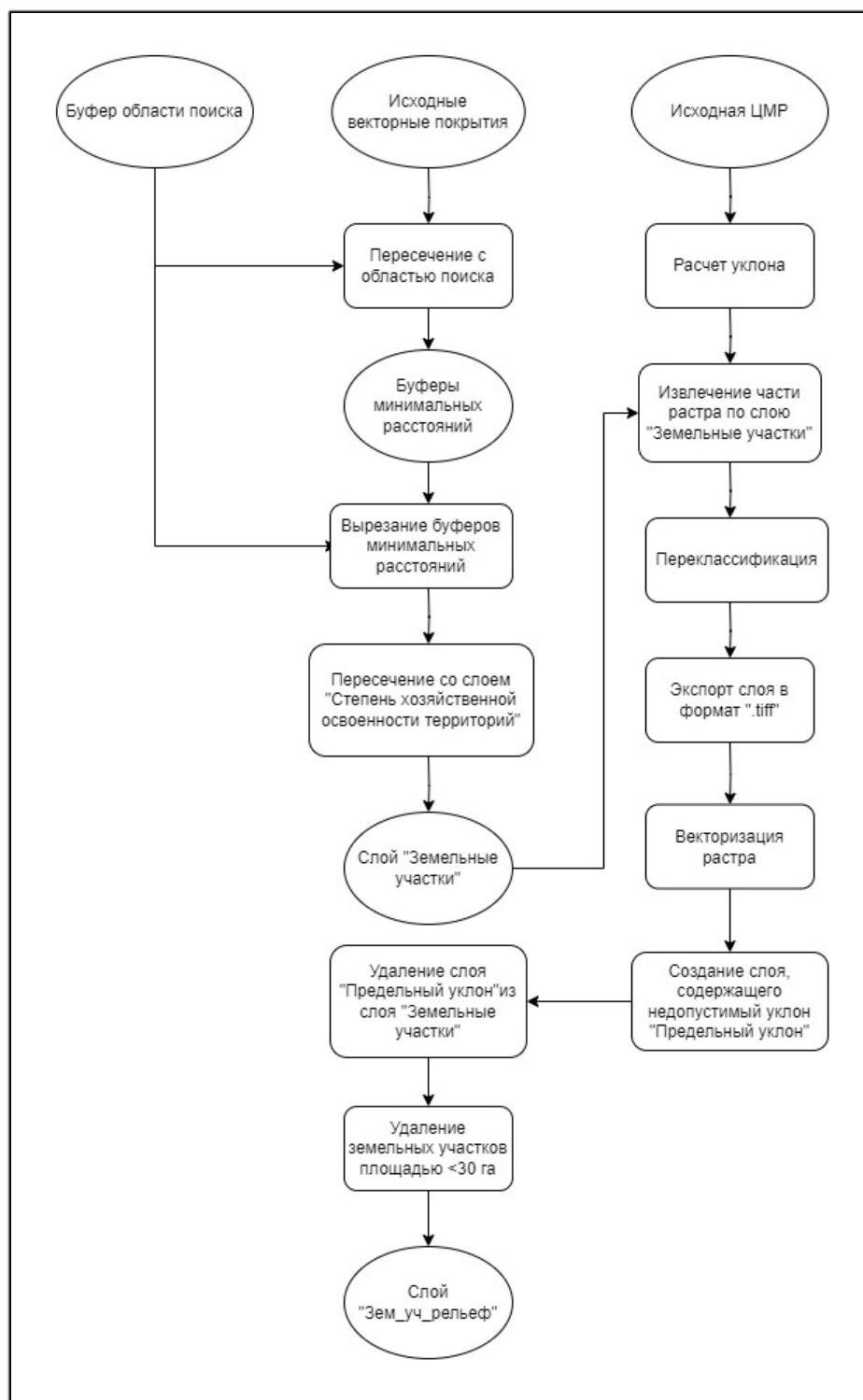


Рис. 2. Принципиальная схема ГИМ

Для оптимизации работы модели, охват слоев, буферы из которых в дальнейшем будут использоваться, был предварительно ограничен по экстенду слоя «Область поиска». Площади, расположенные внутри построенных буферов, были удалены из полигонального слоя «Область поиска». Также, из слоя «Область поиска» были исключены объекты слоя «Земельные участки», так как объекты данного слоя относятся к занятым участкам. После данной операции, вы-

полняется генерализация обследуемого региона путем построения сетки, и разбиения области интереса на элементарные участки с размером сторон ячеек 1 км на 1 км (100 га). Генерализация позволит уменьшить время обработки, выявить перспективные сегменты, для которых в дальнейшем можно провести более детальный анализ. Слой сетки был пересечен со слоем «Область поиска», для разбиения области интереса на ячейки.

*Таблица 1*

**Исходные векторные данные**

Название объектов	Минимальное расстояние, км
Дорожная сеть	0,3
Железнодорожная сеть	0,3
Линейная гидрография	0,2
Площадная гидрография	0,2
Газо-нефтепровод	0,5
ООПТ	1
Лесной фонд	*
Земли сельскохозяйственного назначения	*
Предприятия топливно-энергетического комплекса	*
Потенциальные зоны ЧС	*
Градиент грунтовых вод	*

Далее операции наложения и пересечения слоев обеспечили выбор только тех участков, которые находятся в пределах зон «освоенные» и «средне освоенные» из базового слоя «Степень хозяйственного развития территории». В результате выборки из слоя с областью интереса были исключены территории, расположенные в большей степени, в Колыванском, а также частично в Мошковском и Коченевском районах.

Следующим шагом было исключение земельных участков, для которых проведенный анализ рельефа местности показал, что их уклон превышает допустимую норму. Максимальным значением изменения превышений, при котором развитие территорий под строительство не является сложным процессом, а также не требует больших работ по механизированному выравниванию участков, является 15 % [3, 10, 12].

***Результаты***

В результате работы модели геоинформационной обработки был получен слой, содержащий земельные участки, потенциально удовлетворяющие требованиям для жилой застройки (рис. 3).

Общая площадь составила 282 324 Га. Из них 650 элементарных участков сохранили исходную площадь. В завершении анализа были исключены участки, площадь которых менее порога в 30 Га, установленного ранее. Что повлекло уменьшение общей площади на 214,7 Га. Административными районами, имею-

щими наибольшую площадь, подходящую для малоэтажного жилого строительства, стали:

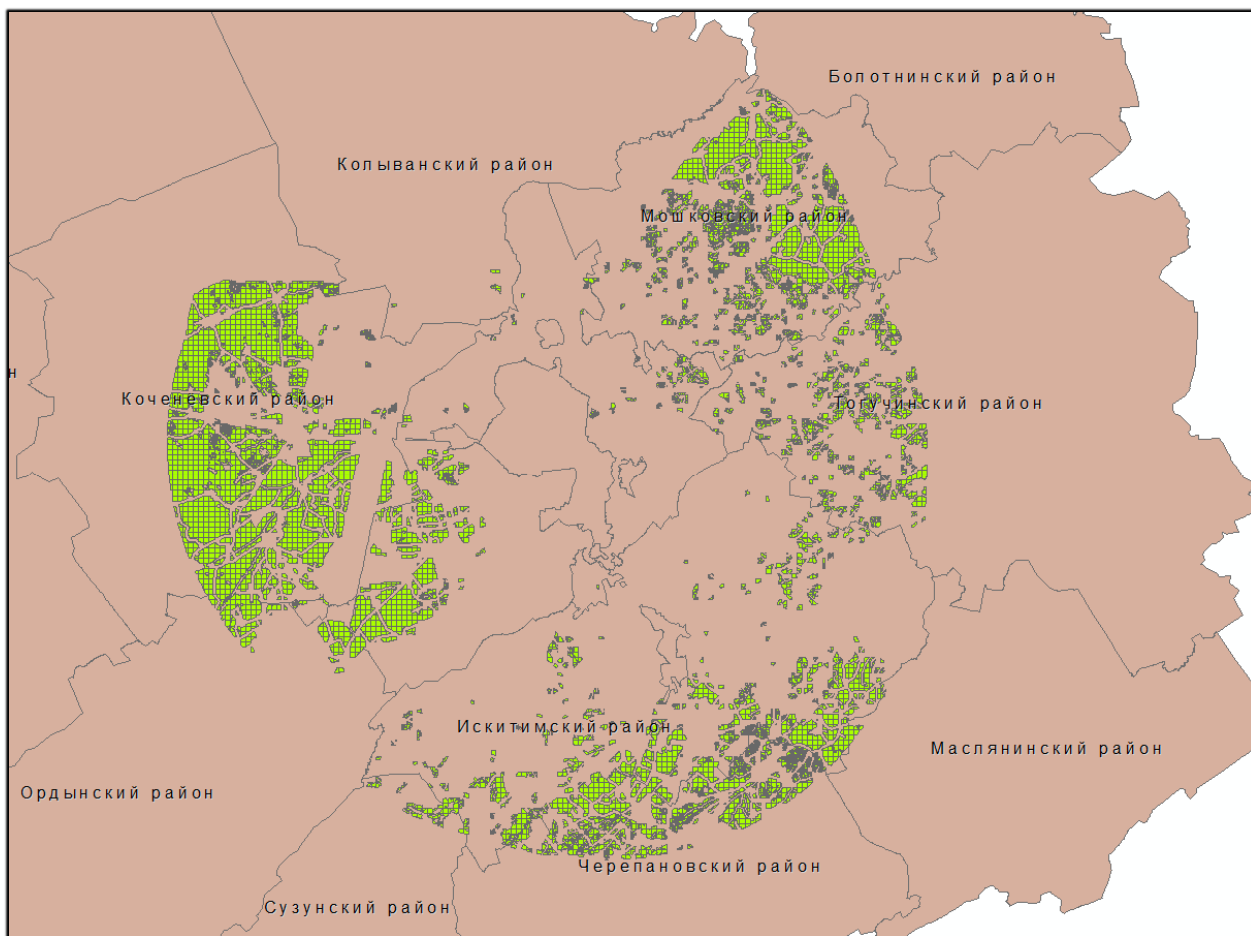


Рис. 3. Удовлетворяющие условиям земельные участки

- Коченевский – 107 763 Га;
- Мошковский – 55 176 Га;
- Искитимский – 43 694 Га;
- Новосибирский – 23 697 Га;
- Черепановский – 22 797 Га.

#### *Доступность данных*

Одними из основных проблем применения ГИС для прикладных исследований являются доступность и качество (полнота, пространственная и атрибутивная детальность) данных. В некоторых случаях необходимые данные могут быть недоступны или их детальность может быть низкой, что может повлиять на точность итогового результата. Кроме того, анализ может оказаться времязатратным и потребовать специальных сведений, доступность которых может быть ограничена.

Несмотря на обширные инструментальные возможности геоинформационного моделирования, без наличия необходимых детальных и надежных данных,

получить абсолютно совершенный результат не представляется возможным. Во главе любого качественного ГИС анализа всегда находятся пространственные данные. Необходимы цифровые материалы достаточной полноты, крупного приведенного масштаба с подробной статистической информацией в атрибутивных базах данных. По факту, нельзя утверждать, что таких данных не существует, однако не секрет, что некоторые аналитические данные являются собственностью частных компаний, доступ к которым имеют только корпоративные сотрудники. Перспектива сотрудничества с данными компаниями позволит усовершенствовать модель, повысив качество оценки территорий.

Для модели анализа текущей прикладной направленности необходимы результаты геологических изысканий, предоставляющие сведения о наличии и градиенте распределения грунтовых вод, так как при освоении пригородных территорий не всегда представляется возможность подключения коммуникаций к центральным водопроводным/канализационным сетям, что в свою очередь остро ставит вопрос о необходимости установки скважин и очистных сооружений. Данная задача влияет на общий объем инвестиций развития территорий, что скажется на рентабельности проектов. Также, необходимы данные о расположении линий электропередач (ЛЭП), инженерных коммуникаций (водоснабжение, водоотведение, газ), лесном фонде, особо охраняемых территориях и т.д.

### *Заключение*

В данной работе представлен комплексный и системный подход к оценке пригодности районов для МЖС, который можно использовать в качестве ориентира для будущих разработок сервиса, по оценке территорий. Для расширения рассматриваемых факторов оценки территории будет информативно полезным проведение расчета показателей геоэкологического потенциала территории для выяснения зон с потенциально слабыми параметрами экологической устойчивости (геодинамические, ландшафтные и социально-экономические показатели). В дальнейшем, планируется при совершенствовании модели геоинформационной обработки пространственных данных использовать данные дистанционного зондирования Земли (спутниковые изображения) для учета распределения лесного фонда, с целью исключения негативного воздействия, нарушения экологической обстановки, что позволит параллельно выполнять оценку затрат на вырубку, при наличии на нее соответствующих разрешений. Дополнительно будет интегрирована модель расчета «распространения примесей в атмосфере», для исключения земельных участков, попадающих под воздействие загрязняющего эффекта промышленных производств и топливно-энергетических генерирующих компаний.

Не умоляя количества сложностей с получением необходимых исходных сведений и нетривиальность методологических процедур, позиция геоинформационного моделирования убедительно подтверждает важность своего инструментария для сферы таких прикладных пространственных задач, как оценка пригодности территории для малоэтажного жилищного строительства. Поскольку спрос на комфортное, качественное и экологичное жилье продолжает расти, возникает потребность в более точных и совершенных методах определения терри-

торий, пригодных для застройки. Используя геоинформационное моделирование, планировщики, инвесторы и девелоперы смогут принимать более обоснованные решения о том, где строить, что сможет спровоцировать создание более устойчивых и пригодных для комфортной жизни районов. Подход к решению данной задачи может применяться к разным природно-климатическим зонам и адаптироваться под конкретные условия и нужды, обеспечивая безопасное и успешное развитие территорий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водный кодекс Российской Федерации. [принят Государственной Думой 12 апреля 2006 года; одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 года] – 2006. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901982862>
2. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения : свод правил 31.13330.2021. [Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 декабря 2021 г. N 1016/пр и введен в действие с 28 января 2022 г.] – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/728474306#7D20K3>
3. Градостроительная оценка рельефа при архитектурном проектировании. – Россия, 2019. – Текст : электронный. – URL: [https://vuzdoc.org/231949/agro/gradostroitel'naya\\_otseuka\\_relefa\\_arhitekturnom\\_proektirovanii](https://vuzdoc.org/231949/agro/gradostroitel'naya_otseuka_relefa_arhitekturnom_proektirovanii)
4. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. [Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. N 1034/пр и введен в действие с 1 июля 2017 г.] – 2006. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054209>
5. Здания жилые многоквартирные : свод правил 54.13330.2016. [УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 3 декабря 2016 г. N 883/пр и введен в действие с 4 июня 2017 г.] – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054198#7D20K3>
6. Инженерные изыскания для строительства : свод правил 47.13330.2016. [Утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. N 1033/пр и введен в действие с 1 июля 2017 г.] – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456045544#7D20K3>
7. Канализация. Наружные сети и сооружения : свод правил 32.13330.2012. [утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 года]. – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200094155#7D20K3>
8. Особо охраняемые природные территории Новосибирской области. – Новосибирск, 2023. – Текст : электронный. – URL: <https://mpr.nso.ru/page/2668>
9. Стоянки автомобилей : свод правил 113.13330.2016. [УТВЕРЖДЕН приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 7 ноября 2016 г. N 776/пр и введен в действие с 8 мая 2017 г.] – Текст : электронный // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456044290#7D20K3>
10. Характеристика пригодности территории под застройку по условиям рельефа. – Россия, 2011. – Текст : электронный – URL: [https://studopedia.ru/11\\_14407\\_harakteristika-prigodnosti-territorii-pod-zastroyku-po-usloviyam-relefa.html](https://studopedia.ru/11_14407_harakteristika-prigodnosti-territorii-pod-zastroyku-po-usloviyam-relefa.html)



11. Чигридов С. А. Методы геоинформационного анализа при решении задач организации сельскохозяйственных производств / С. А. Чигридов. – Текст : непосредственный // LXX Региональная студенческая научная конференция, Новосибирск, 4-9 апреля 2022 г. – Новосибирск : Сборник тезисов-докладов в 2 ч., Ч. 2. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – 152-153с.
12. Яковенко Н.Е., Тулянов А.С. Учет особенностей рельефа участка при проектировании зданий – Текст : электронный // Строительство и техногенная безопасность. 2022. №25 (77). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uchet-osobennostey-reliefa-uchastka-pri-proektirovanii-zdaniy>.
13. Chougale, Santosh & Krishnaiah, Chikkamadaiah & Deshbhandari, Praveen. (2018). Site suitability analysis for urban development using GIS based multicriteria evaluation technique: a case study in Chikodi Taluk, Belagavi District, Karnataka, India. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 169. 012017. 10.1088/1755-1315/169/1/012017. – Индия. – Текст : электронный. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/326725659\\_Site\\_suitability\\_analysis\\_for\\_urban\\_development\\_using\\_GIS\\_based\\_multicriteria\\_evaluation\\_technique\\_a\\_case\\_study\\_in\\_Chikodi\\_Taluk\\_Belagavi\\_District\\_Karnataka\\_India/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/326725659_Site_suitability_analysis_for_urban_development_using_GIS_based_multicriteria_evaluation_technique_a_case_study_in_Chikodi_Taluk_Belagavi_District_Karnataka_India/citation/download)
14. SRTM. – [США, 2012]. – [сайт]. – URL: <https://www.dwtkns.com/srtm/>
15. OpenStreetMap. – [Нидерланды, 2004] – [сайт]. – URL: <https://www.open> Ullah, Kazi & Mansourian, Ali. (2014). Evaluation of Land Suitability for Urban Land-Use Planning: Case Study Dhaka City. Transactions in GIS. 20. 10.1111/tgis.12137. – Бангладеш. – Текст : электронный. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/269984329\\_Evaluation\\_of\\_Land\\_Suitability\\_for\\_Urban\\_LandUse\\_Planning\\_Case\\_Study\\_Dhaka\\_City](https://www.researchgate.net/publication/269984329_Evaluation_of_Land_Suitability_for_Urban_LandUse_Planning_Case_Study_Dhaka_City).
16. Weldemariam Gezahegn Weldu, Iguale Anteneh Deribew. Identification of Potential Sites for Housing Development Using GIS Based Multi-Criteria Evaluation in Dire Dawa City, Ethiopia. – Эфиопия. – ISBN 2307-4531. – Текст : электронный. – URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/249335129.pdf>.

© С. А. Чигридов, Е. Н. Кулик, 2023