

УДК: 504:911.375

DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-178-187

## Совершенствование информационного обеспечения экодиагностики урбанизированных территорий

Л. К. Трубина<sup>1</sup>✉, О. А. Лисакова<sup>1</sup>, В. П. Ступин<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Иркутский национальный исследовательский технический университет (ИРНИТУ),  
г. Иркутск, Российская Федерация

e-mail: trubinalk@rambler.ru

**Аннотация.** В статье представлены некоторые подходы к экодиагностике урбанизированных территорий. Отмечается, что исследования в области оценки территории проводятся достаточно активно, компоненты городской среды рассматриваются с разных позиций. В то же время анализ существующих методик показал, что их применение в некоторых случаях не позволяет в полной мере оценить экологическую обстановку и другие условия, влияющие на комфортность городской среды, повышение которой является целью национального проекта. Предложены подходы к совершенствованию информационного обеспечения экодиагностики урбанизированных территорий по таким направлениям, как оценка степени антропогенной нагрузки, экологической обстановки и благоустройства территории. Объектом исследования являлся город Новосибирск. В качестве тестовой территории рассмотрен Ленинский район города, характеризующийся высокой антропогенной нагрузкой, выполнена оценка функциональных зон с точки зрения соблюдения на этих территориях градостроительных ограничений. Приведены результаты некоторых исследований городской территории по материалам дистанционного зондирования.

**Ключевые слова:** экодиагностика, кадастровая оценка, градостроительная оценка, данные дистанционного зондирования, городская территория, функциональное зонирование, комфортная городская среда, благоустройство территорий

### Для цитирования:

Трубина Л. К., Лисакова О. А., Ступин В. П. Совершенствование информационного обеспечения экодиагностики урбанизированных территорий // Вестник СГУГиТ. – 2024. – Т. 29, № 5. – С. 178–187. – DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-5-178-187

### Введение

В условиях интенсификации процессов урбанизации обеспечение устойчивого развития городов и повышение комфортности городской среды является исключительно важной задачей.

В настоящий момент действует ряд нормативных и методических документов, определяющих требования к оценке качества городской среды: приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 09.09.2013 № 371 «Об утверждении методики оценки качества городской среды проживания», документы федерального проекта

«Формирование комфортной городской среды», распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.03.2019 № 510-р «Об утверждении методики формирования индекса качества городской среды», Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «Об охране окружающей среды», СНиП 2.07.01-89 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.

Учитывая современные вызовы, связанные с углублением экологических проблем, в национальном проекте «Жилье и городская среда» определена цель достичь улучшения качества городской среды в 1,5 раза к 2030 г.,

для достижения которой в нацпроекте выделен отдельный федеральный проект «Формирование комфортной городской среды» [1].

Таким образом, задача оценки качества и комфортности городской среды продолжает оставаться актуальной. В статье акцент делается на экодиагностике урбанизированных территорий как способе создания «информационной базы для экологической оценки территорий» [2]. В целях оценки качества городской среды предложен широкий спектр методов, учитывающих требования, отраженные в перечисленных документах, и включающих обширный перечень показателей. Их использование для анализа конкретной территории определяется целями исследования и профилем специалистов (градостроителей, географов, экологов, эпидемиологов и др.). С учетом современных реалий и расширением возможностей получения пространственно-распределенных данных о факторах, влияющих на городскую среду, остаются актуальными исследования по совершенствованию как методических подходов, так и информационного обеспечения экодиагностики. Целью представленных исследований ставилось расширение набора параметров для оценки урбанизированных территорий на основе детализации оценки функциональных зон и использования материалов дистанционного зондирования.

### ***Материалы и методы***

С точки зрения оценки территории наиболее устоявшимися и закрепленными нормативными документами являются такие методики, как государственная кадастровая оценка земель и градостроительная оценка территории.

Рассматривая их содержание можно отметить, что государственная кадастровая оценка земель проводится с целью определения кадастровой стоимости земельных участков различного целевого назначения и направлена на достижение эффективного налогообложения. Особенность кадастровых оценок заключается в том, что для разных категорий земель предусмотрены разные методики кадастровых оценок, соответственно, оцениваем

ые факторы также отличаются. Некоторые важные с позиций экодиагностики показатели при проведении данной оценки не учитываются; в частности, это относится к степени благоустройства и озеленения (внутри установленных границ земельного участка) согласно приказу (Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке : приказ Росреестра от 04.08.2021 № П/0336 – URL: <https://docs.cntd.ru>. – Текст: электронный).

При градостроительной оценке согласно федеральному закону (Градостроительный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный) приоритетным является определение ограничений дальнейшего градостроительного развития городских территорий и установление правового режима использования земельных участков в пределах выделенных зон. При оценке учитывается и экологическая составляющая.

Следует отметить, что перечни рассматриваемых факторов в этих двух методиках являются схожими, в частности, основную роль играют факторы местоположения и наличие инфраструктуры.

Содержательная часть методики по оценке качества городской среды проживания (Методика по оценке качества городской среды проживания: утверждена приказом Министерства регионального развития РФ от 09.09.2013 № 371. – URL: <https://docs.cntd.ru>. – Текст: электронный) включает 41 показатель, которые объединены в 13 направлений (индексов). При этом к диагностике экологической ситуации относится только один из оцениваемых индексов – «Природно-экологическая ситуация», который содержит три параметра: угроза возникновения чрезвычайной ситуации природного характера, выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, среднегодовая температура.

При проведении комплексного анализа экологической обстановки городской территории изучаются физико-географические и климатические условия, выполняется оценка уровня загрязнения компонентов окружающей среды. Традиционно в оценке экологического со

стояния используют показатели, которые базируются на нормировании уровня техногенного воздействия и состояния компонентов окружающей среды. При проведении комплексного анализа городской среды набор анализируемых факторов может быть расширен, как отмечено в работе [3].

Анализ перечисленных методик показывает, что их применение позволяет оценивать общую экологическую ситуацию, но при этом ряд факторов остается неучтенным, а интегральная оценка выполняется на уровне города или отдельных районов для крупных городов. Такой пространственный уровень не обеспечивает оценку отдельных структурных элементов города, таких как микрорайон или жилмассив. Это связано с определенными ограничениями, как по составу исходных данных, так и по использованию методов их обобщения и анализа, а также за счет дискретности и неоднородности покрытия территории данными о концентрации загрязняющих веществ и сведений о других факторах [4].

В рамках данных исследований предложены подходы по совершенствованию информационного обеспечения экодиагностики урбанизированных территорий по таким направлениям, как оценка степени антропогенной нагрузки, экологической обстановки и благоустройства территории. Для каждой группы факторов, кроме традиционно ис-

пользуемых показателей, введены дополнительные, получаемые по материалам дистанционного зондирования.

Перечень источников данных о территории постоянно расширяется за счет общедоступных интернет-ресурсов. Для анализа территорий необходима геопространственная информация, которая открыта пользователям через такие сервисы, как Федеральная государственная информационная система территориального планирования (ФГИС ТП), государственные фонды пространственных данных. Информация о категории земель, видах разрешенного использования, зонах с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ), информация о границах земельных участков представлена на электронном ресурсе «Публичная кадастровая карта» (материалы кадастрового учета) [5], различные статистические данные публикуются исполнительными государственными органами власти, градостроительная документация представлена генеральным планом города Новосибирска [6], правилами землепользования и застройки, документами градостроительного зонирования, данными об экологической обстановке (согласно государственным докладом об охране окружающей среды), а также имеются различные сервисы для получения спутниковой информации о разных факторах окружающей среды (рис. 1).



Рис. 1. Источники исходных данных для экодиагностики

Поскольку анализу подлежит большое число факторов, а городская среда формируется в процессе градостроительной деятельности, в качестве оценочных участков выбирались элементы планировочной структуры города. Детальность и пространственный уровень исследований территории может меняться в границах административных районов, микрорайонов или кварталов в зависимости от анализируемого фактора.

Степень антропогенной нагрузки определяется функциональным использованием городской территории. Границы таких зон и функциональное назначение утверждаются документами территориального планирования, для каждой зоны устанавливаются ограничения использования согласно федеральному закону и санитарным правилам (Градостроительный кодекс Российской Федерации: федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный; СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: свод правил. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст: электронный). Поэтому в качестве первой группы факторов предлагается рассмотреть особенности функционального зонирования и степень реализации ограничений для каждой из функциональных зон, состояние которых может меняться в процессе развития территории.

Для поддержания благоприятной экологической обстановки и формирования комфортной городской среды рассмотрение функциональных зон имеет важное значение, особенно для городских территорий, планировочная структура которых складывалась без учета градостроительных принципов в силу разных исторически обусловленных периодов. Это касается города Новосибирска, в котором наблюдается мозаичность планировочной структуры, заключающаяся в хаотичном чередовании небольших по размеру жилых, общественных и промышленных зон, других особенностях планировки [7]. В этом случае именно соблюдение ограничений (правил использования зоны) позволит скорректировать экологическую обстановку. Например, одним из возможных вариантов увеличения площадей зеленых насаждений может быть озелене-

ние ЗОУИТ, в частности, санитарно-защитных зон промышленных предприятий.

В целях исследования были выделены типовые функциональные зоны, которые наиболее значимы для формирования экологической обстановки: жилая зона, производственная зона, рекреационная зона, зона общественно-деловой застройки, зона улично-дорожной сети и санитарно-защитная зона.

С целью соответствия градостроительным требованиям, а именно СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений, определены критерии оценки выбранных территориально-планировочных единиц для каждой анализируемой зоны. Например, для жилой зоны оценка проводилась по таким элементам, как жилмассивы, микрорайоны, кварталы, каждый из которых оценивался по трем предложенным критериям (соответствие общих размеров территорий жилых зон; отсутствие на территории объектов негативного воздействия; наличие на территории жилой застройки ЗОУИТ). Оценка проводилась в баллах от 0 до 1. Количественное значение критерия «1» принималось для оцениваемого участка, состояние которого соответствовало нормативному требованию, количественное значение «0» означало несоответствие и значение «0,5» – частичное соответствие. Далее выполнялась интеграция балльных оценок. Аналогичный подход был использован для разработки критериев оценки других элементарных участков функциональных зон.

Подобный подход позволяет получать детальные сведения о таких планировочных элементах как, например, жилой массив, состояние которого является одним из значимых факторов комфортности жителей.

Вторая группа факторов направлена на диагностику экологической обстановки. Степень загрязнения атмосферного воздуха, водных объектов и других компонентов окружающей среды оценивается по результатам наблюдений, выполняемых государственными службами. В целях экодиагностики предлагается определять ряд дополнительных показателей по материалам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

На сегодняшний день имеется достаточное количество методов, позволяющих использовать данные ДЗЗ для решения задач диагностики состояния территорий. Это связано с активным развитием технологий дистанционного зондирования и реализации геосервисов для предоставления информации пользователям. При этом увеличивается степень автоматизации тематической обработки космических изображений, включая разнообразные методы для идентификации объектов, составления мультимедийных композитов, расчет индексных характеристик для оценки состояния ландшафтов, растительности и почвы и др.

Результаты анализа материалов дистанционного зондирования представлены в достаточно обширном перечне публикаций. Применительно к экодиагностике урбанизированных территорий можно отметить ряд работ [3, 7]. Кроме того, с помощью спутниковых данных составляются карты загрязнения окружающей среды, находящиеся в свободном доступе. Например, ФГБУ «НИЦ «Планета»» предоставляет тематические карты по данным ДЗЗ о загрязнении окружающей среды. Данные по загрязнению атмосферного воздуха отдельными веществами предоставляются ресурсом VEGA-Science, в частности, можно получить сведения о концентрации в атмосфере конкретной территории диоксида азота, диоксида серы, угарного газа и др. Экологическая обстановка может контролироваться по загрязнению снежного покрова [8]. Выполняются исследования городских островов тепла, поскольку городские земли характеризуются самой высокой плотностью запечатанных земель (застроенных и замощенных). При этом разница между температурой воздуха по данным метеостанций и температурой поверхности Земли, вычисленной на основе спутниковых данных, может достигать нескольких градусов [9].

Таким образом, материалы дистанционного зондирования являются источником актуальной информации об экологической обстановке, поэтому предлагается дополнительно к стандартным показателям оценки экологической ситуации определять атмосферные загрязнения, загрязнения снегового

покрова, городские острова тепла по материалам ДЗЗ.

Третья группа факторов направлена на оценку благоустройства городской среды, при этом основные требования к благоустройству городских элементов прописаны в федеральном законе и различных муниципальных документах (Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации: федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ. – URL: <http://www.consultant.ru>. – Текст : электронный).

В качестве дополнительных к типовым критериям, рассмотренных в этих документах, при оценке благоустройства предлагается рассматривать: степень освещенности уличной сети, обеспеченность зелеными насаждениями и качество визуальной среды.

Освещение городской среды, в частности, уличной сети, влияет на уровень комфортности городской среды. Получать сведения об этом факторе можно также по материалам ДЗЗ.

Озеленение городских территорий существенно влияет на качество благоустройства территории, что зафиксировано в соответствующих нормативных документах. Подходы к реализации комплексного мониторинга городских насаждений разных категорий представлены в работе [10]. Следует также отметить, что современные возможности дистанционного зондирования Земли позволяют обеспечивать высокую детальность исследований, поэтому предлагается оценивать уровень озеленения каждого жилого квартала.

Среди значимых факторов, влияющих на комфортность современной городской среды, является визуальная среда. В настоящий момент нормативные документы не отражают требований по организации пространства с точки зрения принципов визуальной экологии, хотя визуальная среда оказывает существенное влияние на различные аспекты жизнедеятельности, в том числе на физическое, психологическое здоровье и эмоциональное состояние. Критерии благоприятности визуальной среды представлены в работе [11].

Таким образом, для совершенствования информационного обеспечения экодиагностики урбанизированных территорий наряду с традиционными оценочными показателями качества

городской среды предлагается использовать дополнительные сведения о степени антропогенной нагрузки, экологической обстановке и благоустройстве городской территории.

### Результаты и обсуждение

Объектом исследования выбрана территория г. Новосибирска, который включает

10 административных районов. В качестве модельного района (участка) выбран Ленинский как наиболее крупный по площади (70,3 км<sup>2</sup>) и численности населения (316 728 человек).

На рис. 2, согласно карте градостроительного зонирования, представлены некоторые функциональные зоны Ленинского района г. Новосибирска и их соотношение.

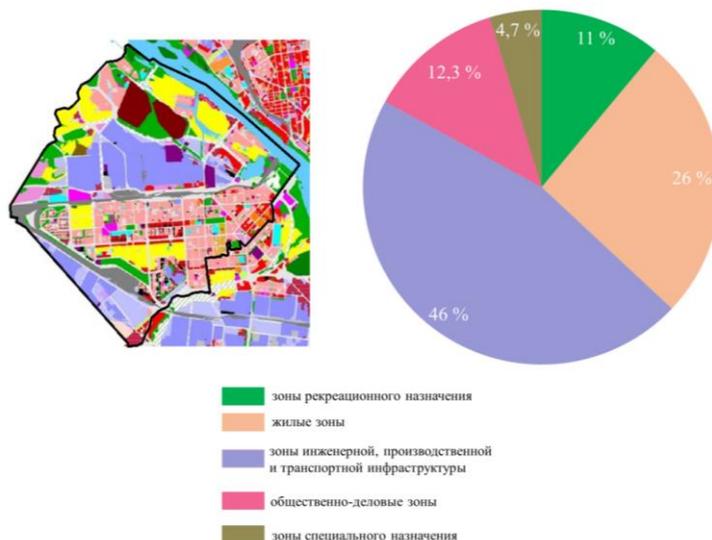


Рис. 2. Виды функциональных зон и их соотношение на территории Ленинского района

Из рис. 2 видно, что большую часть территории Ленинского района занимают зоны инженерной, производственной и транспортной инфраструктуры, что говорит о большом количестве производственных предприятий и высокой плотности улично-дорожной сети (УДС). Такая концентрация антропогенных источников приводит к высокому уровню загрязнения атмосферы, что регистрируется соответствующими федеральными службами.

Согласно предложенному подходу по оценке соответствия функциональных зон градостроительным требованиям были выполнены экспериментальные работы по всем функциональным зонам: жилой, зоны инженерной, производственной и транспортной инфраструктуры; рекреационной; общественно-деловой застройки; УДС; санитарно-защитной. Пример интегральной оценки общественно-деловой и жилой зон представлен на рис. 3 (чем выше

балл, тем больше зона соответствует градостроительным требованиям).

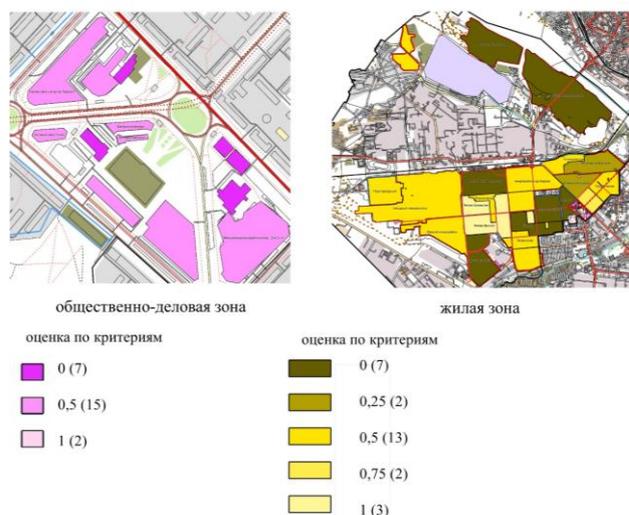


Рис. 3. Некоторые функциональные зоны Ленинского района

В рамках анализа экологической обстановки выполнена оценка концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) по данным ДЗЗ. С помощью ресурса ВЕГА-Science по снимкам Sentinel-5P были получены карты по раз-

ным ЗВ. На рис. 4 в качестве примера представлено среднее количество диоксида азота за месяц. На карте видно, что в Ленинском районе зафиксировано максимальное количество содержания ЗВ.



Рис. 4. Показатель количества диоксида азота за месяц

Кроме того, с помощью ДДЗ оценивались городские острова тепла, представляющие собой явление, при котором температура внутри района выше в сравнении с общей городской территорией. С помощью материалов космических съемок со спутника Sentinel-2 с использованием данных тепловых каналов получены карты тепловых аномалий и островов тепла, подтверждающие, что в районе достаточно много локализованных точек с повышенной температурой относительно температуры окружающей среды. Накапливание тепла происходит вследствие высокой антропогенной нагрузки [12]. На рис. 5 представлена динамика локализации островов тепла (за период с 2019 по 2023 гг.), которые выделены на карте наиболее контрастным красным цветом (в этих местах температура городской территории выше, чем температура окружающей среды). На рисунке видно, что с каждым годом площадь островов тепла увеличивается.

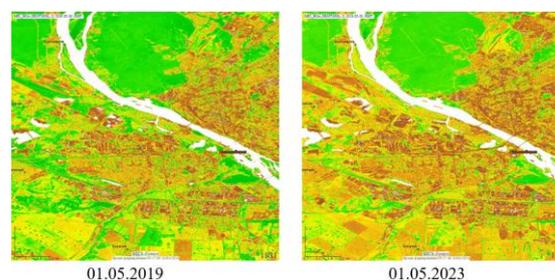


Рис. 5. Острова тепла

Одним из важных факторов благоустройства городской территории и формирования комфортной городской среды является озеленение. Традиционно зеленые насаждения оцениваются в целом по территории города, но анализ локального озеленения планировочных элементов не проводится. В рамках исследования по данным ДЗЗ разных масштабов были оценены по степени озелененности территории общего пользования, озелененные территории ограниченного пользования, озелененные территории специального назначения.

В рамках исследования жилых зон по материалам ДЗЗ проанализирован уровень озеленения на примере кадастровых участков территории Троллейного жилмассива Ленинского района (рис. 6).

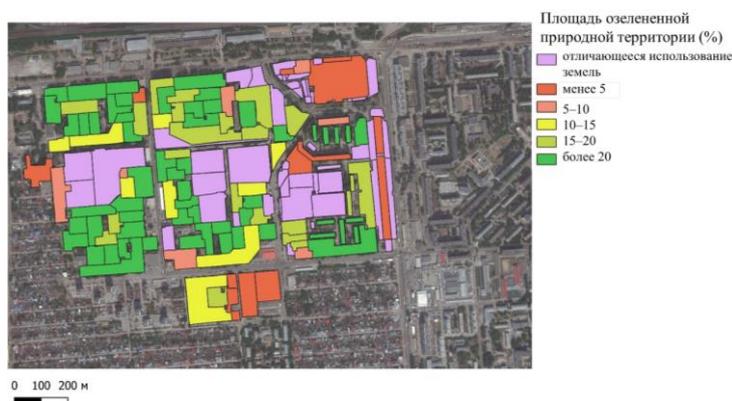


Рис. 6. Карта оценки озелененных территорий Троллейного жилмассива

Анализ карты показал, что кадастровые участки в основном соответствуют требованиями нормативов, но при этом озеленение придомовых территорий неоднородно даже внутри одного жилмассива.

### Заключение

Существует достаточно большое разнообразие подходов к определению качества городской среды, учитывающих ее различные аспекты, при этом используются разнообразные инструменты, включая геинформационные системы. В то же время проведенный анализ показывает, что их применение в некоторых случаях не позволяет в полной мере оценить экологическую обстановку и другие условия, влияющие на комфортность город-

ской среды, повышение которой является целью национального проекта.

В целях совершенствования информационного обеспечения экодиагностики урбанизированных территорий предложен ряд подходов, включающих анализ трех групп факторов. При этом для актуализации ряда сведений предлагается применять данные ДЗЗ.

Разработанные подходы апробированы для г. Новосибирска на уровне отдельных функциональных зон, а также таких планировочных элементов, как жилой массив и микрорайон.

Исследование будет продолжено в направлении интеграции предложенных показателей и критериев.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Национальный проект «Жильё и городская среда» | Минстрой России [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/trades/natsionalnye-proekty/natsionalnyu-proekt-zhilye-i-gorodskaya-sreda/> (дата обращения 30.05.2024).
2. Ивашкина И. В., Кочуров Б. И. Урбоэкодиагностика и сбалансированное развитие. – М. : ИНФРА-М, 2017. – 214 с.
3. Воробьева Т. А., Могосова Н. Н. Анализ состояния городской среды с использованием ГИС // ИНТЕРКАРТО. ИНТЕРГИС – Т. 19. – 2013. – С. 56–62.
4. Трубина Л. К., Николаева О. Н., Хлебникова Т. А. Геопространственное моделирование экологической обстановки территории г. Новосибирска : монография. – Новосибирск : СГУГиТ, 2022. – 175 с.
5. Публичная кадастровая карта [Электронный ресурс]. – URL: <https://pkk.rosreestr.ru/> (дата обращения 25.05.2024).

6. Генеральный план Новосибирска | Департамент строительства и архитектуры мэрии | Официальный сайт Новосибирска [Электронный ресурс]. – URL: <https://novosibirsk.ru/dep/construction/plan/?ysclid=lxvb8a7fgv490638991> (дата обращения 25.05.2024).

7. Епринцев С. А., Клепиков О. В., Шекоян С. В., Жигулина Е. В. Исследование социально-экологических условий, определяющих устойчивое развитие регионов // Экология. Экономика. Информатика. Сер. Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. – 2019. – Т. 1, № 4. – С. 212–216.

8. Куракина Н. И., Михайлова А. А. Картографическое моделирование снежного покрова в технологии геоинформационных систем // Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ. – 2020. – № 1. – С. 23–27.

9. Матузко А. К., Якубайлик О. Э. Исследование городского острова тепла над Красноярском по данным дистанционного зондирования LANDSAT // Международная конференция и школа молодых ученых по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды: ENVIROMIS-2018. – 2018. – С. 41–45.

10. Трубина Л. К., Лисакова О. А., Соколов Д. А. Комплексный мониторинг зеленых насаждений городских территорий // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XIX Международный научный конгресс, 17–19 мая 2023 г., Новосибирск : сборник материалов в 8 т. Т. 4 : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология». – Новосибирск : СГУГиТ, 2023. № 2. – С. 152–157.

11. Трубина, Л. К., Беленко О. А. Экологическое зонирование территорий : учеб.-метод. пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – 52 с.

12. Трубина Л. К., Лисакова О. А., Хлебникова Т. А. Зеленая инфраструктура как инструмент устойчивого развития урбанизированных территорий // Вестник СГУГиТ. – Т. 28, № 5. – 2023. – С. 140–150. – DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-5-140-150.

### Об авторах

*Людмила Константиновна Трубина* – доктор технических наук, профессор кафедры экологии и природопользования.

*Ольга Алексеевна Лисакова* – ассистент кафедры экологии и природопользования.

*Владимир Павлович Ступин* – доктор технических наук, профессор.

Получено 01.07.2024

© Л. К. Трубина, О. А. Лисакова, В. П. Ступин, 2024

### Improvement of information support for ecodiagnosics of urbanized territories

*L. K. Trubina<sup>1✉</sup>, O. A. Lisakova<sup>1</sup>, V. P. Stupin<sup>2</sup>*

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

<sup>2</sup> Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

e-mail: [trubinalk@rambler.ru](mailto:trubinalk@rambler.ru)

**Annotation.** The article presents some approaches to ecodiagnosics of urbanized territories. It is noted that research in the field of territory assessment is carried out quite actively, the components of the urban environment are considered from different positions. At the same time, the analysis of existing methods showed that their application in some cases does not fully assess the environmental situation and other conditions affecting the comfort of the urban environment, the improvement of which is the goal of the national project. Some approaches to improving the information support of ecodiagnosics of urbanized territories are proposed. The object of the study was the city of Novosibirsk. The Leninsky district of the city, characterized by a high anthropogenic load, was considered as a test area, and an assessment of the functional zones was carried out in terms of compliance with urban planning restrictions in these territories. The results of some studies of the urban area based on remote materials are presented.

**Keywords:** ecodiagnosics, cadastral assessment, urban planning assessment, remote sensing data, urban area, functional zoning, integrated urban environment, landscaping.

## REFERENCES

1. National Canberrans project "Zhilye and gorodskaya environment" / Ministry Russia. Retrieved from <https://www.minstroyrf.gov.ru/trades/natsionalnye-proekty/natsionalnyy-proekt-zhilye-i-gorodskaya-sreda>.
2. Ivashkina, I. V., & Kochurov, B. I. (2017) *Urboekodiagnostika i sbalansirovannoe razvitie* [Urban ecodiagnosics and balanced development], Moscow: INFRA-M [in Russian].
3. Vorobyeva, T. A., & Mogosova, N. N. Analysis of gorodskoy's standing among the perpol-zovanem GIS. *INTERKARTO. INTERGIS [INTERCARTO. INTERGIS-T]* 19, P. 56 – 62 [in Russian].
4. Trubina, L. K., Nikolaeva, O. N., & Hlebnikova, T. A. (2022). *Geoprostranstvennoe modelirovanie ekologicheskoy obstanovki territorii g. Novosibirsk* [Geospatial modeling of the ecological conditions of the territory of the city of Novosibirsk]. Novosibirsk: SSUGT, 175 p. [in Russian].
5. Public cadastre map [Urgentlectron Urgentsource]. Retrieved from <https://pkk.rosreestr.ru>.
6. Novosibirsk General Plan / Department of Construction and Architecture of the City Hall / Official website of Novosibirsk. Retrieved from <https://novo-sibirsk.ru/dep/construction/plan/?-ysclid=lxvb8a7fgv490638991>.
7. Eprintsev, S. A., Klepikov, O. V., Shekoyan, S. V., & Zhigulina, E. V. (2019) Socioeconomic conditions determining sustainable development of regional regions. *Ekologiya. Ekonomika. Informatika. Seriya: Sistemnyj analiz i modelirovanie ekonomicheskikh i ekologicheskikh sistem* [Ecology. Economy. Computer science. Series: System analysis and modeling of economic and ecological systems], 1(4), 212 – 216 [in Russian].
8. Kurakina, N. I., & Mihaylova, A. A. (2020) Cartographic modeling of snow cover in geoinformational Urgench system. *Izvestiya SPBGETU LETI [News SPBGU LETI]*, 1, 23 – 27 [in Russian].
9. Matuzko, A. K., & Jakubailik, O. E. (2018) Investigation of the urban heat island over Krasnoyarsk according to LANDSAT remote sensing data. In *Sbornik materialov ENVIROMIS-2018: Mezhdunarodnaya konferenciya i shkola molodyh uchennyh po izmereniyam, modelirovaniyu i informacionnym sistemam dlya izucheniya okruzhayushchej sredy* [Proceedings of International Scientific and Practical Conference: International Conference and School of Young Scientists on Measurements, Modeling and Information Systems for Environmental Studies ] (pp. 41 – 45).
10. Trubina, L. K., Lisakova, O. A., & Sokolov D. A. (2023) Comprehensive monitoring of urban green spaces. *Interekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]* (pp. 152 – 157). [in Russian].
11. Trubina, L. K., & Belenko, O. A. (2020). *Ekologicheskoe zonirovaniye territorij* [Ecological zoning of territories]. Novosibirsk: SGUGiT [in Russian].
12. Trubina, L. K., & Lisakova, O. A. (2023). Green infrastructure as a tool for sustainable development of urbanized territories *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 5(31), 140 – 150, DOI 10.33764/2411-1759-2023-28-5-140-150 [in Russian].

## Author details

*Lyudmila K. Trubina* – D. Sc., Professor, Department of Ecology and Nature Management.

*Olga A. Lisakova* – Assistant, Department of Ecology and Nature Management.

*Vladimir P. Stupin* – D. Sc., Professor.

Received 01.07.2024

© L. K. Trubina, O. A. Lisakova, V. P. Stupin, 2024