

Издается
Московским
государственным
университетом
геодезии
и картографии
(МИИГАиК)
с 2008 года

e-ISSN 2782-6678

Published by
MIIGAiK since 2008

Пространственные данные: наука и технологии

Spatial Data: Science, Research and Technology

16 | 04 | 2025

Научное издание
Московского государственного университета
геодезии и картографии (МИИГАиК)

Пространственные данные: наука и технологии

Scientific peer-reviewed journal
"Spatial Data: Science, Research and Technology"

16 | 04 | 2025

Москва, Россия
Moscow, Russia

О журнале

ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ

Научный журнал «Пространственные данные:
наука и технологии»

СОКРАЩЕННОЕ НАЗВАНИЕ

«Пространственные данные:
наука и технологии»

МЕЖДУНАРОДНОЕ НАЗВАНИЕ

Spatial Data: Science, Research and Technology

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

геодезия, геоинформатика, картография,
землеустройство, кадастр, мониторинг земель,
геоэкология, геофизика, маркшейдерское дело,
горнопромышленная и нефтегазопромысловая
геология, системный анализ, машинное
обучение, искусственный интеллект

УЧРЕДИТЕЛЬ, ИЗДАТЕЛЬ

ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет геодезии и картографии» (МИИГАиК)

ЛИЦЕНЗИЯ

материалы журнала распространяются
в открытом доступе по лицензии Creative
Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

СТРАНА, ГОРОД

Россия, Москва

ДАТА ОСНОВАНИЯ

2008 год

ПЕРИОДИЧНОСТЬ

4 выпуска в год

ЯЗЫКИ

русский язык
(полнотекстовая версия),
английский язык (метаданные)

e-ISSN

2782-6678

ВЕБ-САЙТ

www.miigaik.ru/journal

СВИДЕТЕЛЬСТВО О СМИ

серия Эл № ФС77-85558
(сетевое СМИ)

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

РИНЦ
(НЭБ eLIBRARY.RU)

About the journal

INTERNATIONAL TITLE

Spatial Data: Science, Research and Technology

SUBJECT AREAS

Geodesy, geoinformatics, cartography,
land management, cadastre, land monitoring,
geoecology, geophysics, mining
and oil and gas geology, system analysis,
machine learning, artificial intelligence

FOUNDED AND PUBLISHED BY

Moscow State University of Geodesy
and Cartography (MIIGAik)

LICENSE

The material is published on the basis of Creative
Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

INDEXING

Russian Science Citation Index
(Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU)

LOCATION

Moscow, Russia

ESTABLISHED IN

2008

FREQUENCY

quarterly scientific journal

LANGUAGES

Russian (main text),
English (metadata)

e-ISSN

2782-6678

WEBSITE

www.miigaik.ru/journal

Редакционная коллегия

Редакция

Служба редакционно-издательской деятельности и наукометрии

Выпускающий редактор:

Фомина Н.В.

Научный редактор:

Шишкина М.В.

Технический редактор:

Журавлева Е.Д.

Компьютерная верстка:

Журавлева Е.Д.

Дизайн-макет:

Леднёва С.В.

Учредитель и издатель

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

Адрес

105064, Москва, Гороховский пер., 4

е-mail:

info@spacejournal.ru

Подписано в печать

29.12.2025.

Гарнитура Ubuntu.

© МИИГАиК

Главный редактор

Камынина Надежда Ростиславовна

д-р экон. наук (Москва, Россия)

Заместитель главного редактора

Матерухин Андрей Викторович

д-р техн. наук (Москва, Россия)

Атаманов Сергей Александрович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Ашихмина Тамара Яковлевна д-р техн. наук (Киров, Россия)

Братков Виталий Викторович д-р геогр. наук (Москва, Россия)

Булаева Нуржаган Маисовна д-р техн. наук (Махачкала, Россия)

Воробьёв Андрей Владимирович д-р техн. наук (Уфа, Россия)

Воробьёва Гульнара Равиловна д-р техн. наук (Уфа, Россия)

Вшивкова Ольга Владимировна д-р техн. наук (Москва, Россия)

Гайрабеков Ибрагим Гиланиевич д-р техн. наук (Грозный, Россия)

Гарбук Сергей Владимирович канд. техн. наук (Москва, Россия)

Григорьев Сергей Александрович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Гусев Владимир Николаевич д-р техн. наук (С.-Петербург, Россия)

Кашников Юрий Александрович д-р техн. наук (Пермь, Россия)

Колоденкова Анна Евгеньевна д-р техн. наук (Самара, Россия)

Кулагин Владимир Петрович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Малинников Василий Александрович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Пененко Алексей Владимирович д-р техн. наук (Новосибирск, Россия)

Розенберг Игорь Наумович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Сугаипова Лейла Супьяновна д-р техн. наук (Москва, Россия)

Темкин Игорь Олегович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Сученко Владимир Николаевич д-р техн. наук (Москва, Россия)

Ульянов Сергей Викторович д-р физ.-мат. наук (Дубна, Россия)

Editorial Board

Editorial Office

Department of Editorial
and Publishing Activities
and Scientometrics

Project Management by:

Nina V. Fomina

Edited by:

Mariya V. Shishkina

Illustrations by:

Ekaterina D. Zhuravlyova

Layout design by:

Svetlana V. Ledneva

Computer layout by:

Ekaterina D. Zhuravlyova

Cover design by:

Svetlana V. Ledneva

Founded

and published by

Moscow State University
of Geodesy and Cartography

Address

4, Gorokhovskiy pereulok,
Moscow, Russia, 105064

e-mail:

info@spacejournal.ru

Published:

29.12.2025.

Font family: Ubuntu

© MIIGAIK

Editor-in-Chief

Nadezhda R. Kamynina

DSc (Moscow, Russia)

Deputy Editor-in-Chief

Andrei V. Materukhin

DSc (Moscow, Russia)

Tamara Ya. Ashikhmina DSc (Kirov, Russia)

Sergey A. Atamanov DSc (Moscow, Russia)

Vitaly V. Bratkov DSc (Moscow, Russia)

Nurzhagan M. Bulaeva DSc (Makhachkala, Russia)

Ibragim G. Gairabekov DSc (Grozny, Russia)

Sergey V. Garbuk PhD (Moscow, Russia)

Sergey A. Grigoriev DSc (Moscow, Russia)

Vladimir N. Gusev DSc (Saint-Petersburg, Russia)

Yuriy A. Kashnikov DSc (Perm, Russia)

Anna E. Kolodenkova DSc (Samara, Russia)

Vladimir P. Kulagin DSc (Moscow, Russia)

Vasiliy A. Malinnikov DSc (Moscow, Russia)

Alexey V. Penenko DSc (Novosibirsk, Russia)

Igor N. Rozenberg DSc (Moscow, Russia)

Vladimir N. Suchenko DSc (Moscow, Russia)

Leyla S. Sugaipova DSc (Moscow, Russia)

Igor O. Temkin DSc (Moscow, Russia)

Sergey V. Ulyanov DSc (Dubna, Russia)

Andrei V. Vorobev DSc (Ufa, Russia)

Gulnara R. Vorobeva DSc (Ufa, Russia)

Olga V. Vshivkova DSc (Moscow, Russia)

Содержание

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

- Кошель А.К.** 8
Модернизация метода кадастровой оценки земель особо охраняемых природных территорий регионального уровня на примере Краснодарского края

ГЕОИНФОРМАТИКА, КАРТОГРАФИЯ

- Нгуен Динь Куан** 23
Применение геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования Земли для оценки обеспеченности города Ханоя зелеными насаждениями
- Грузинов В.С., Чечин А.В.** 43
Проект курсов взаимного повышения квалификации преподавателей геоинформационных технологий

ГЕОЭКОЛОГИЯ

- Терентьева С.С., Фомина Н.В.** 62
Экологическая оценка территории Республики Коми

ГЕОДЕЗИЯ

- Зубарев В.А., Ознамец В.В.** 79
Сравнительный анализ практического применения тахеометра и системы наземного лазерного сканирования в подразделении геодезического контроля строительного производства (на примере объекта Capital Towers)
- Рахмонов С.С., Рахманов А.С.** 94
Учет лунно-солнечных приливов в гравиметрических измерениях

ХРОНИКА

- Малинников В.А., Братков В.В., Подгорная Н.А., Шустов М.В., Валишин А.Б., Егоров В.Н.** 110
К 35-летию кафедры космического мониторинга и экологии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК)

Contents

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING

- Koshel A.K.** 8
Modernization of the Cadastral Valuation Method of Protected Areas' Land
at the Regional Level: A Case Study of Krasnodar Territory

GEOINFORMATICS, CARTOGRAPHY

- Nguyen D. Quan** 23
Application of GIS and Remote Sensing Data for Assessing the Green Space Coverage
in Hanoi
- Gruzinov V.S., Chechin A.V.** 43
Project of Advanced Training Courses for Teachers of Geoinformation Technologies
Based on Mutual Learning

GEOECOLOGY

- Terenteva S.S., Fomina N.V.** 62
Environmental Assessment of the Territory of the Komi Republic

GEODESY

- Zubarev V.A., Oznamets V.V.** 79
Comparative Analysis of the Practical Application of Tacheometer and Surface Laser
Scanning System in the Department of Geodetic Control of Construction Works
(on the Example of the Capital Towers)
- Rakhmonov S.S., Rakhmanov A.S.** 94
Accounting of Lunar-Solar Tides in Gravimetric Measurements

CHRONICLE

- Malinnikov V.A., Bratkov V.V., Podgornaya N.A.,
Shustov M.V., Valishin A.B., Egorov V.N.** 110
On the 35th Anniversary of the Department of Space Monitoring and Ecology
of Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAik)



Модернизация метода кадастровой оценки земель особо охраняемых природных территорий регионального уровня на примере Краснодарского края

А.К. Кошель¹✉

АФФИЛИАЦИИ

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
✉ koshelanastacia@gmail.com

ЦИТИРОВАНИЕ

Кошель А.К. Модернизация метода кадастровой оценки земель особо охраняемых природных территорий регионального уровня на примере Краснодарского края // Пространственные данные: наука и технологии. 2025. Т. 16, № 4. С. 8–22. DOI:10.30533/scidata-2025-16-15.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

кадастровая оценка, особо охраняемая природная территория, метод оценки, региональный кадастр, экологическая оценка, правовой режим земель

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается повышение точности и объективности кадастровой оценки земель особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального уровня за счет учета особенностей почвенного покрова. На примере Краснодарского края проведен анализ существующей методики кадастровой оценки, выделены ее ограничения, связанные с недостаточным учетом экологических характеристик почв. Основными целями исследования являются разработка и апробация усовершенствованного метода кадастровой оценки, интегрирующего данные о свойствах и структуре почвенного покрова. В качестве методов исследования использованы сравнительный анализ нормативных документов

и математическое моделирование факторов, влияющих на кадастровую стоимость земель. Полученные результаты показали, что интеграция почвенных показателей в оценочные процедуры позволяет существенно повысить обоснованность и прозрачность определения стоимости земель ООПТ, что особенно важно для территорий с высокой экологической ценностью и специфическим режимом использования. Практическая значимость работы заключается в возможности применения новой методики для повышения эффективности управления землями ООПТ и принятия решений в области природопользования и земельных отношений на региональном уровне.

1 Введение

В условиях возрастающего значения задач устойчивого развития и сохранения природного богатства особую актуальность приобретает проблема повышения эффективности управления землями особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Эти территории представляют собой ключевые объекты экологического каркаса страны, играющие значительную роль в сохранении биологического разнообразия, поддержании экологического баланса и формировании благоприятной для населения среды [1]. Практика показывает, что кадастровая оценка земель является неотъемлемой частью государственного управления земельными ресурсами, т. к. результаты такой оценки используются при исчислении налогов, формировании арендной платы, принятии решений о целевом назначении и использовании земель, а также при планировании мероприятий по их охране и восстановлению. Вместе с тем применяемые на сегодняшний день методики кадастровой оценки, как правило, построены на усредненных подходах. Последние не учитывают целый ряд факторов, напрямую влияющих на стоимость земель ООПТ и ограничения в их использовании. Среди таких факторов ключевое значение имеют свойства и структура почвенного покрова [2].

Недостаточная точность кадастровой оценки приводит к формированию неверных экономических ориентиров и рискам нерационального освоения таких территорий или недофинансирования охранных мероприятий [3]. Научно обоснованный учет почвенных характеристик не только позволяет повысить точность оценки, но и обеспечивает интеграцию экологической информации в контур земельных отношений [4]. В современных исследованиях особое внимание уделяется совершенствованию методов кадастровой оценки с использованием инновационных инструментов — геоинформационных систем, дистанционного зондирования, тематического картографирования и интеграции почвенных данных в оценочные модели. Отмечается, что на качество кадастровой стоимости существенно влияют характеристики почв: физико-химические свойства, плодородие, уровень деградации, виды загрязнений и способность выполнять экосистемные функции. Однако многие из наработок носят частный характер,

не имеют системного применения в официальных кадастровых процедурах, либо их внедрение ограничено отсутствием унифицированного алгоритма [5].

Между тем анализ отечественных и зарубежных исследований подтверждает значимость перехода к более комплексным подходам в оценке земель, особенно в регионах с разнообразными природными условиями. Тем не менее опыт модернизации методов кадастровой оценки с учетом особенностей почвенного покрова ООПТ Краснодарского края в научной литературе практически не представлен, несмотря на высокую региональную значимость этой проблемы, связанную с уникальными агроэкологическими характеристиками территории, выраженной дифференциацией почв, а также административной структурой земель ООПТ [6].

Обобщая изложенное, можно утверждать, что существует явный научно-практический запрос на разработку такой методики кадастровой оценки земель ООПТ, которая интегрирует данные о почвенном покрове, экологических особенностях и региональных стандартах. Целью данного исследования является разработка подобной усовершенствованной методики для территорий Краснодарского края, что позволит повысить достоверность и прозрачность кадастровой оценки, создать более объективную экономическую основу для регулирования землепользования, а также сформировать инструменты поддержки управленческих решений в сфере охраны окружающей среды и рационального использования земель особо охраняемых территорий.

2 Материалы и методы

В данном исследовании по модернизации метода кадастровой оценки земель ООПТ регионального уровня на примере Краснодарского края использован комплексный подход, сочетающий анализ физико-географических условий, оценку почвенного покрова, изучение нормативной базы и совершенствование методических приемов кадастровой оценки.

В первую очередь был определен перечень исследуемых объектов: выбраны ключевые региональные ООПТ Краснодарского края — природные парки «Анапская пересыпь», «Маркотх» и природный орнитологический парк в Имеретинской низменности. Для каждого из этих объектов произведена детальная физико-географическая характеристика, включающая ландшафтную структуру, климатические параметры, гидрологические особенности, флористическое и фаунистическое разнообразие, а также анализ современного состояния природных комплексов и их экологической роли. Эти сведения были получены на основе научных публикаций, данных мониторинга, материалов региональных органов природопользования.

В ходе исследования особое внимание было уделено анализу почвенного покрова как ключевого ресурса ООПТ, определяющего не только их экологическую, но и экономическую ценность. На основании почвенных карт, опубликованных материалов и отчетов почвоведческих экспедиций проведена инвентаризация почв в пределах каждой изучаемой территории.

Тематические кадастровые карты, отражающие результаты оценочного зонирования и другие характеристики, используемые при массовой кадастровой оценке земель с учетом стоимостных факторов, могут быть эффективно задействованы и для решения задач территориального управления, а также других нужд кадастра недвижимости или земельного кадастра. Использование таких карт расширяет возможности комплексного анализа состояния территорий, обеспечивает информационную поддержку при планировании и регулировании землепользования, способствует принятию обоснованных управленческих решений в области развития и рационального использования земельных ресурсов [7].

Выделялись участки с эталонными, уникальными и краснокнижными почвами, анализировались их распределение, степень сохранности, угрозы деградации и антропогенного воздействия. Эти данные легли в основу формирования блока факторов, непосредственно влияющих на уровень кадастровой стоимости земель ООПТ.

На следующем этапе проводился всесторонний анализ действующей нормативно-правовой базы, включая федеральные и региональные нормативы, регулирующие как вопросы кадастровой оценки, так и порядок функционирования и охраны земель. Особое значение придавалось анализу методики кадастровой оценки земель, утвержденной приказом Росреестра, а также оценке достаточности и эффективности учетных механизмов природной уникальности и правового статуса почвенных объектов [8].

Анализ современного состояния подходов к кадастровой оценке выявил ряд существенных недостатков. В действующих алгоритмах оценки недостаточно учитываются уникальность, редкость и сохранность почв, что может приводить к занижению кадастровой стоимости ценных природных комплексов, ограничивать возможности долгосрочной охраны и рационального землепользования в границах ООПТ [9]. Для преодоления этих проблем в исследовании был предложен многофакторный подход к установлению кадастровой стоимости земель ООПТ, предусматривающий обязательное выделение почвенного компонента в качестве одного из определяющих факторов [10].

В рамках разработки усовершенствованной методики были определены критерии и соответствующие **корректирующие коэффициенты**:

- экосистемных функций почвы — $K_{экос}$;
- водоохраной роли почвы — $K_{водоохр}$;
- деградации почв — $K_{дегр}$;
- краснокнижности почв — $K_{почв}$.

Разработана следующая формула расчета кадастровой стоимости для земель ООПТ:

$$C_k = S \times УПКС_{ООПТ} \times K_{экоc} \times K_{дегр} \times K_{почв} \times K_{водоохр},$$

где S — площадь участка;

$УПКС_{ООПТ}$ — удельный показатель кадастровой стоимости, полученный на основе анализа рыночных данных.

Приведенная формула отражает многофакторный подход к кадастровой оценке земель ООПТ. Это позволяет объективно учитывать не только экономические, но и экологические особенности каждого участка, что особенно важно для территорий с особыми природоохранными режимами. Использование коэффициентов позволяет гибко реагировать на уникальные характеристики земель — их состояние, ценность с точки зрения сохранения биоразнообразия, выполнения защитных функций и степени антропогенной нагрузки. Введение в формулу экологических коэффициентов формирует научно обоснованную и прозрачную систему оценки стоимости, ориентированную не только на извлечение экономических выгод, но и на поддержание баланса между хозяйственной и природоохранной деятельностью. Такой подход способствует рациональному и ответственному использованию земель ООПТ, стимулирует сохранение их уникального природного потенциала и в итоге служит интересам как природы, так и общества.

В исследовании применялись современные методы пространственного анализа, геоинформационное моделирование (использовались геоинформационные системы для визуализации и анализа размещения почвенных и природных объектов, зонирования и выявления пространственных закономерностей), статистическая обработка данных о составе и качестве почв.

Таким образом, проведенное исследование предусматривало комплексную последовательную работу, включающую:

- подробное физико-географическое и почвенное описание ООПТ;
- анализ нормативно-правовых основ функционирования и регулирования кадастровой оценки;
- выявление недостатков действующих методик в части учета уникальности почвенного покрова;
- разработку и внедрение новой системы критериев и корректировок для кадастровой оценки земель ООПТ;
- окончательную формулировку рекомендаций по совершенствованию региональной оценки земель и включению метода в практику землепользования и охраны природы.

Предложенная методология может эффективно применяться для кадастровой оценки территорий с высокой природной и ресурсной ценностью, обеспечивая более точную, справедливую и обоснованную стоимость земель ООПТ, что особенно важно для сохранения почвенного и природного разнообразия Краснодарского края и других регионов РФ.

3 Результаты

В результате проведенного исследования была достигнута основная цель — модернизирован подход к кадастровой оценке земель ООПТ регионального уровня на примере Краснодарского края. Полученные данные позволяют не только повысить качество кадастровой оценки, но и обеспечить более действенную защиту уникальных почв и природных комплексов через создание экономических стимулов для их охраны и устойчивого использования.

Тщательный анализ существующей системы кадастровой оценки показал, что традиционные методики, применяемые на практике, фактически не учитывают особенности почвенного покрова, его уникальность, редкость и статус. Такие подходы сводились к использованию стандартных нормативов и усредненных категорий назначения земель без дифференциации по природной и экологической ценности.

Для решения данной проблемы была разработана принципиально новая методика кадастровой оценки, ключевой особенностью которой стал многофакторный учет экологических, почвенных и пространственных характеристик участков. В рамках нового подхода были предложены специальные поправочные коэффициенты, рассчитываемые для каждого оцениваемого участка с учетом наличия эталонных и уникальных почв, их сохранности, распространенности, антропогенной нагрузки, правового режима охраны и других факторов. Для обоснования всех коэффициентов были учтены современные научные представления о функциях и ценности почв в экосистемах, включая способность поддерживать биологическое разнообразие, аккумулировать и фильтровать воду, препятствовать эрозии, участвовать в круговороте веществ и формировать устойчивую основу ландшафтов.

В **табл. 1** и **2** представлены результаты кадастровой оценки участков сети ООПТ по усовершенствованной методике: приведены данные по трем объектам (природные парки «Анапская пересыпь», «Маркотх» и природный орнитологический парк в Имеретинской низменности), указаны их площади, кадастровые номера, а также значения коэффициентов, учитывающих экосистемные функции почвы, водоохранную роль, степень деградации, краснокнижность почв, и итоговый удельный показатель кадастровой стоимости.

Таблица 1 Результаты кадастровой оценки участков сети ООПТ на основе усовершенствованной методики

Table 1 The results of the cadastral valuation of the sites of the network of protected areas based on the improved methodology

ООПТ	Категория ООПТ	Описание земельного участка (кадастровый квартал)	Площадь земельного участка, кв. м	Коэффициенты				УЛКС _{ООПТ}
				$K_{экоc}$	$K_{водоохр}$	$K_{дегр}$	$K_{почв}$	
«Анапская пересыпь»	Природный парк	23:30:0902007 23:37:0206001 23:37:0205001 23:30:0702007 23:30:0703005 23:37:0205002 23:37:0203002 23:37:0107003 23:37:0202001	328 697 700	0,57	0,58	0,47	0,45	0,31
«Маркотх»	Природный парк	23:40:0103000 23:47:0106069 23:15:1007001 23:01:0604000 23:40:0301000 23:40:0303000 23:40:0502000 23:40:0501000 23:40:0601000 23:40:0606000 23:40:0000000:8120 23:40:0803000 23:40:0901000	656 452 300	0,77	0,74	0,91	0,45	0,46
Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности	Природный парк	23:49:0402037:1066 23:49:0402037:1162 23:49:0402041:1162 23:49:0402041:1460 23:49:0402041:1463 23:49:0402041:1226 23:49:0402041:1555 23:49:0402041:1213 23:49:0402041:1554 23:49:0402050:1036 23:49:0402053:1098 23:49:0402061:1465 23:49:0402061:1428 23:49:0402061:1464 23:49:0402061:1119 23:49:0402061:1139 23:49:0402061:1463 23:49:0402061:1118 23:49:0402061:1138	2 985 900	0,83	0,79	0,86	0,27	1,08

Таблица 2 Стоимость участков сети ООПТ с учетом ценности их почвенного покрова

Table 2 The cost of protected area network sites, taking into account the value of their soil cover

ООПТ	Стоимость земельных участков при учете различных факторов, руб. за 1 кв. м / общая стоимость, руб.				
	по удельному показателю преобладающей категории угодий	с учетом экосистемных функций почвы	с учетом водоохраной роли почвы	с учетом деградации почвы	с учетом краснокнижности почв
«Анапская пересыпь»	0,31 / 101 896 287	0,18 / 58 080 884	0,18 / 59 099 847	0,15 / 47 891 255	0,14 / 45 853 329
«Маркотх»	0,46 / 301 968 058	0,35 / 232 515 405	0,34 / 23 456 363	0,42 / 274 790 933	0,20 / 135 885 626
Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности	1,08 / 3 224 772	0,90 / 2 676 561	0,85 / 2 547 570	0,93 / 2 773 304	0,3 / 870 688

Важным итогом стало то, что результаты модернизированной оценки дают новые возможности для управления территорией и планирования использования земель на региональном уровне. Информация об особо ценных почвенных участках предоставляет дополнительные основания для создания новых ООПТ, корректировки границ и режимов существующих особо охраняемых территорий, формирования региональных программ по сохранению биологического и почвенного разнообразия. Предложенная методика может быть включена в систему планирования природопользования, в том числе для обоснования схем территориального зонирования, принятия решений о предоставлении субсидий или компенсационных выплат землевладельцам и арендаторам участков с особыми природными характеристиками.

Полученные в ходе работы результаты свидетельствуют о высокой эффективности и актуальности предложенного подхода для кадастровой оценки земель ООПТ в условиях Краснодарского края. Внедрение многофакторной системы учета почвенного покрова и экологических параметров позволяет создавать научно обоснованные, прозрачные и стимулирующие инструменты охраны ценных земельных ресурсов, поддерживает баланс интересов государства, общества, землевладельцев и будущих поколений, а также служит моделью для распространения в других природно-экономических регионах Российской Федерации.

4 Обсуждение

Результаты проведенного исследования позволяют не только констатировать эффективность предложенной модернизированной методики кадастровой оценки земель ООПТ регионального уровня, но и выйти на новые горизонты интерпретации значения интеграции экологических и почвенных критериев в систему оценки земель. В частности, детализированный учет уникальных, эталонных, редких и краснокнижных почв, введение поправочных коэффициентов с учетом их состояния, степени уязвимости, распространенности и наличия антропогенных угроз позволили сформировать механизм более справедливого, научно обоснованного определения стоимости земель внутри ООПТ.

Установлено, что традиционные методики, базирующиеся на усредненных категориях землепользования, не отражают реального природного потенциала земель и не способствуют появлению мотивации к охране уникальных почв. С помощью модернизации существенно повышаются прозрачность и обоснованность кадастровой процедуры: становится возможным установить справедливую стоимость именно за счет внутренней ценности природных компонентов, а не только на основании расположения, социально-экономических факторов или рыночных ориентиров. Таким образом, кадастровая стоимость трансформируется из формального инструмента налоговой и имущественной политики в механизм, непосредственно поддерживающий устойчивое природопользование и охрану биосферных территорий.

В процессе работы выявлены новые задачи для дальнейших исследований и возможного совершенствования методики. Отмечено, что ключевым условием прогресса в этой области остается тесная интеграция научного картографирования, регулярных мониторинговых наблюдений почвенного и ландшафтного состояния, расширение доступа к актуальной пространственной и архивной информации. Необходимо также совершенствовать программные решения для автоматизации расчетов, повысить техническую и методическую подготовку специалистов, занимающихся кадастровой оценкой, а также развивать процедуры независимого экспертного контроля и открытости результатов.

Важным направлением будущих научных исследований станет разработка и внедрение системы учета не только почвенно-географических, но и функциональных свойств почв — их роли в поддержании биоразнообразия, водном регуляторном потенциале, климатических функциях, рекреационной ценности и др. Особенно перспективным выглядит массовое внедрение дистанционных и ГИС-технологий для инвентаризации, контроля и анализа изменений состояния почв, что позволит своевременно корректировать кадастровую стоимость по мере изменений, вызванных как природными, так и человеческими воздействиями.

Рассмотренный в работе подход имеет универсальный характер и может быть адаптирован для других регионов России при условии учета их уникальных почвенно-экологических характеристик и особенностей правового режима ООПТ. Последовательное расширение практики учета почвенной ценности способно существенно повысить уровень защищенности природы, привести к формированию единой базы данных о ценных почвах, интеграции их в территориальное планирование и налоговую систему, а также стимулировать формирование в стране культуры бережного отношения к ландшафтному и почвенному разнообразию.

Исследование указывает на важность перехода от формального метода кадастровой оценки к системе, гармонично сочетающей экономические, экологические и социальные смыслы. Именно такой комплексный подход соответствует современным вызовам устойчивого развития, повышает качество государственного управления и способствует эффективному сохранению уникальных природных ресурсов в условиях возрастающих антропогенных нагрузок и климатических перемен.

5 Выводы

В результате проведенного исследования по модернизации метода кадастровой оценки земель ООПТ регионального уровня на примере Краснодарского края получены важные выводы, которые отражают значимость интеграции почвенно-экологических критериев в процедуру государственной оценки и прогнозируют значительные положительные последствия для системы регулирования земельных отношений, охраны природы и устойчивого развития региона.

Обоснована необходимость отхода от устаревших формальных подходов, базирующихся лишь на категории землепользования или типовых экономических данных, в пользу многофакторной, научно обоснованной методики, где решающую роль играет учет структуры, уникальности и состояния почвенного покрова, а также уровень его природоохранной ценности. Внедрение данной усовершенствованной схемы стало серьезным шагом к справедливому, прозрачному, объективному и функциональному отражению истинной ценности земельных участков внутри ООПТ.

Практическим следствием реализации разработанной системы является то, что кадастровая оценка не только начинает выполнять контрольную (налогово-фискальную) или учетно-информационную функцию, но и становится основой для принятия комплексных решений о планировании использования земель, упорядочивании хозяйственной нагрузки, определении приоритетных направлений природоохранной деятельности и стратегического развития региона. Формирование экономических стимулов для сохранения участков с редкими, эталонными и особо охраняемыми почвами сдерживает их потенциально опасное

освоение, способствует корректной организации землепользования, ускоряет процессы корректировки границ существующих и создания новых зон ООПТ.

Важный вывод заключается в том, что усовершенствованная методика позволяет выявлять скрытые экологически ценные объекты, которые ранее, при отсутствии учета почвенного компонента, могли быть включены в хозяйственный оборот без надлежащей природоохранной экспертизы. Теперь же экономическая и нормативная «прозрачность» этих участков возрастает, что делает невозможным их быструю потерю и способствует их сохранению как элементов регионального природно-экологического каркаса.

Подобный подход хорошо адаптируется к разнообразным природным условиям и может служить моделью для других российских регионов. Перспективы национального масштаба связаны с гармонизацией кадастровых, экологических и земельных стандартов, а также интеграцией оценки уникальных почв и их функций в государственные информационные системы и механизмы управления территориями.

Важным следствием работы является то, что кадастровая оценка земель становится инструментом не только налогообложения, но и эффективного природоохранного управления, научного мониторинга, поддержки внедрения современных технологий ГИС и дистанционного зондирования, а также платформой для развития межведомственного взаимодействия и участия общества в контроле сохранности особо ценных природных территорий.

Таким образом, модернизация кадастровой оценки земель ООПТ с учетом особенности почвенного покрова ведет к повышению экологической безопасности, способствует сохранению почв и биоразнообразия, оптимизирует использование земельных ресурсов в интересах устойчивого развития. Универсальность и актуальность предложенного подхода подчеркивают необходимость его внедрения на федеральном уровне и открывают перспективы для дальнейшего совершенствования процедур оценки, мониторинга и охраны особо ценных земель в России.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает искреннюю благодарность за профессиональное руководство, поддержку и ценные рекомендации, данные при проведении исследования, своему научному руководителю, Анне Михайловне Лелюхиной, чьи глубокие знания, внимательное отношение и неоценимая помощь способствовали формированию научного подхода, успешному выполнению работы и достижению поставленных целей.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Русецкая Г.Д., Дмытерко Е.А. Особо охраняемые природные территории — инструмент устойчивого управления природопользованием // Известия Байкальского государственного университета. 2017. Т. 27, № 4. С. 478–487. DOI:10.17150/2500-2759.2017.27(4).478-487.

2. Пылаева А.В. Современное состояние и перспективы развития кадастровой оценки недвижимости в России // Земля Беларуси. 2023. № 2. С. 52–57.
3. Пылаева А.В. Принципы определения кадастровой стоимости и проведения государственной кадастровой оценки // Стоимость собственности: оценка и управление: материалы Девятой Международной научно-методической конференции, Москва, 23 ноября 2017 г. М.: Синергия, 2017. С. 190–196.
4. Дмитриева М.В. Разработка методики комплексной оценки землеустройства для организации рационального землепользования: дис. ... канд. техн. наук. М., 2021. 155 с.
5. Козина М.В., Студенкова Н.А., Пальцева Д.Е. Формирование подходов к развитию цифровой инфраструктуры системы кадастровой оценки на примере земель сельскохозяйственного назначения // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2023. Т. 334, № 8. С. 7–16. DOI:10.18799/24131830/2023/8/4102.
6. Бердникова В.Н. Комплексное зонирование региона для целей государственной кадастровой оценки // Региональная экономика. Юг России. 2021. Т. 9, № 2. С. 83–94. DOI:10.15688/re.volsu.2021.2.9.
7. Лелюхина А.М. Разработка и исследование методов создания тематических кадастровых карт: дис. ... канд. техн. наук. М., 2008. 264 с.
8. Быкова Е.Н. Оценка земель с обременениями в использовании. Теория и методика: монография. СПб.: Лань, 2022. 240 с.
9. Гальченко С.А., Гвоздева О.В., Токарев А.А. и др. Актуальные вопросы повышения качества результатов государственной кадастровой оценки // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7, № 5. С. 35–48. DOI:10.55186/2413046X_2022_7_5_305.
10. Петрова Н.В., Шалмина Г.Г. К проблеме учета факторов природного потенциала в кадастровой оценке земель особо охраняемых территорий // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Международный научный конгресс: Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью»: сборник материалов: в 2 т. Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. С. 205–211.

АВТОР

Кошель Анастасия Константиновна

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»
(МИИГАиК), Москва, Россия

кафедра землеустройства и кадастров, факультет управления территориями

 0009-0008-8137-0279

Поступила 26.06.2025. Принята к публикации 22.12.2025. Опубликовано 29.12.2025.

UDC 332.6:502

DOI:10.30533/scidata-2025-16-15



Modernization of the Cadastral Valuation Method of Protected Areas' Land at the Regional Level: A Case Study of Krasnodar Territory

Anastacia K. Koshel¹

AFFILIATIONS

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
 koshelanastacia@gmail.com

CITATION

Koshel AK. Modernization of the Cadastral Valuation Method of Protected Areas' Land at the Regional Level: A Case Study of Krasnodar Territory. *Spatial Data: Science, Research and Technology*. 2025;16(4): 8–22. DOI:10.30533/scidata-2025-16-15.

KEYWORDS

cadastral valuation, protected area, valuation method, regional cadaster, environmental assessment, land legal regime

ABSTRACT

The article considers the problem of improving the accuracy and objectivity of cadastral assessment of lands of specially protected natural areas (SPNA) at the regional level by taking into account the characteristics of the soil cover. Using the example of the Krasnodar Territory, an analysis of the existing cadastral assessment methodology was carried out and its limitations related to insufficient consideration of the ecological characteristics of soils were highlighted. The main objectives of the study are to develop and test an improved cadastral assessment method that integrates data on the properties and structure of the soil cover. Comparative analysis of regulatory documents and mathematical modeling of factors affecting the cadastral value were used as research methods. The results showed that the integration of soil indicators

into assessment procedures can significantly increase the validity and transparency of determining the value of protected areas, which is especially important for territories with high ecological value and a specific use regime. The practical significance of the work lies in the possibility of applying a new methodology to improve the efficiency of protected area land management and decision-making in the field of environmental management and land relations at the regional level.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author expresses his sincere gratitude for the professional guidance, support and valuable recommendations given during the research to his supervisor, Anna Mikhailovna Lelyukhina, whose deep knowledge, attentive attitude and invaluable help contributed to the formation of a scientific approach, the successful completion of the work and the achievement of goals.

REFERENCES

1. Rusetskaya GD, Dmyterko EA. Osobo ohranyaemye prirodnye territorii – instrument ustojchivogo upravleniya prirodopol'zovaniem [Specially Protected Natural Territories – a Tool for Sustainable Environmental Management]. *Bulletin of Baikal State University*. 2017;27(4): 478–487 (In Russian). DOI:10.17150/2500-2759.2017.27(4).478-487.
2. Pylaeva AV. Sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya kadaastrovoi otsenki nedvizhimosti v Rossii [Current State and Prospects for the Development of Cadastral Valuation of Real Estate in Russia]. *Land of Belarus*. 2023;2: 52–57. (In Russian).
3. Pylaeva AV. Printsipy opredeleniya kadaastrovoi stoimosti i provedeniya gosudarstvennoi kadaastrovoi otsenki [Principles for Determining Cadastral Value and Conducting State Cadastral Valuation]. *Property Value: Assessment and Management: Proceedings of the 9th International Scientific and Methodological Conference, Moscow, November 23, 2017*. Moscow: Synergy; 2017: 190–196. (In Russian).
4. Dmitrieva MV. *Razrabotka metodiki kompleksnoi otsenki zemleustroistva dlya organizatsii ratsional'nogo zemlepol'zovaniya* [Development of a Methodology for Comprehensive Land Management Assessment for Organizing Rational Land Use] [dissertation]. Moscow; 2021. 155 p. (In Russian).
5. Kozina MV, Studenkova NA, Pal'tseva DE. Formirovanie podkhodov k razvitiyu tsifrovoi infrastruktury sistemy kadaastrovoi otsenki na primere zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya [Formation of Approaches to the Development of the Digital Infrastructure of the Cadastral Valuation System on the Example of Agricultural Land]. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*. 2023;334(8): 7–16. (In Russian). DOI:10.18799/24131830/2023/8/4102.
6. Berdnikova VN. Kompleksnoe zonirovaniye regiona dlya tselei gosudarstvennoi kadaastrovoi otsenki [Integrated Regional Zoning for the Purposes of State Cadastral

- Evaluation]. *Regional economy. The South of Russia*. 2021;9(2): 83–94. (In Russian). DOI:10.15688/re.volsu.2021.2.9.
7. Lelyukhina AM. *Razrabotka i issledovanie metodov sozdaniya tematicheskikh kadaastrovykh kart* [Development and Research of Methods for Creating Thematic Cadastral Maps] [dissertation]. Moscow; 2008. 264 p. (In Russian).
 8. Bykova EN. *Otsenka zemel' s obremeneniymi v ispol'zovanii. Teoriya i metodika* [Valuation of Land with Usage Restrictions. Theory and Methodology] [monograph]. Saint Petersburg: Lan'; 2022. 240 p. (In Russian).
 9. Galchenko SA, Gvozdeva OV, Tokarev AA, et al. Aktual'nye voprosy povysheniya kachestva rezul'tatov gosudarstvennoi kadaastrovoi otsenki [Current Issues in Improving the Quality of State Cadastral Valuation Results]. *Moscow Economic Journal*. 2022;7(5): 35–48. (In Russian). DOI:10.55186/2413046X_2022_7_5_305.
 10. Petrova NV, Shalmina GG. K probleme ucheta faktorov prirodnogo potentsiala v kadaastrovoi otsenke zemel' osobo okhranyaemykh territorii [Cadastral Valuation of Specially Protected Lands: Natural Resources to Be Taken into Account]. *Proceedings of Interexpo GEO-Siberia-2014: International Scientific Conference "Economic Development of Siberia and the Far East. Enviromental Economics, Land Management, Forestry Management and Property Management"*: in 2 vols. Vol. 2. Novosibirsk: SSGA; 2014: 205–211. (In Russian).

AUTHOR

Anastacia K. Koshel

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Land Management and Cadastre, Faculty of Territorial Management

 0009-0008-8137-0279

Submitted: June 26, 2025. Accepted: December 22, 2025. Published: December 29, 2025.



Применение геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования Земли для оценки обеспеченности города Ханоя зелеными насаждениями

Нгуен Динь Куан¹✉

АФФИЛИАЦИИ

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
✉ nguyendinhquan7788266@gmail.com

ЦИТИРОВАНИЕ

Нгуен Динь Куан. Применение геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования Земли для оценки обеспеченности города Ханоя зелеными насаждениями // Пространственные данные: наука и технологии. 2025. Т. 16, № 4. С. 23–42. DOI:10.30533/scidata-2025-16-16.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

геоинформационная система, дистанционное зондирование Земли, зеленые насаждения, городская экология, Ханой, пространственный анализ, нормативы озеленения, устойчивое развитие

АННОТАЦИЯ

В статье предложена и апробирована методика пространственного анализа обеспеченности населения Ханоя (Вьетнам) городскими зелеными насаждениями, основанная на использовании геоинформационных систем (ГИС) и данных дистанционного зондирования Земли. Выполнены сбор и обработка векторных данных об административных границах и существующих зеленых зонах города, а также интеграция статистической информации о численности населения по районам. С помощью ГИС рассчитаны площади общественных

зеленых насаждений и проведено сопоставление с нормативным значением 7 м² зеленых насаждений на человека. Карты классификации районов по уровням обеспеченности выявили серьезный дефицит озеленения в центральных районах (менее 5 м²/чел), тогда как пригородные территории соответствуют нормативу или превышают его. На основе анализа космических снимков Yandex Satellite определены потенциальные площадки для новых парков и скверов. Разработаны территориально обоснованные рекомендации по увеличению зеленых насаждений (приоритетное создание малых городских парков в недооцененных районах, реорганизация существующих зеленых пространств и планирование новых посадок с учетом плотности населения). Полученные результаты могут служить основой для стратегий устойчивого развития городской среды Ханоя и других быстро урбанизирующихся мегаполисов.

1 Введение

Городские зеленые насаждения (ГЗН) выступают неотъемлемым элементом экологически благоприятной и устойчивой городской среды, обеспечивая широкий спектр экосистемных услуг и значительно улучшая благополучие населения¹. Их значение выходит за рамки эстетической функции, охватывая критически важные экологические, медицинские и социальные аспекты. С экологической точки зрения ГЗН играют ключевую роль в поглощении углекислого газа из атмосферы, способствуя снижению уровня парниковых газов и улучшению качества воздуха. Зеленые насаждения уменьшают шумовое загрязнение и ослабляют эффект теплового острова в плотно застроенных мегаполисах, где асфальт и бетон накапливают тепло, способствуя повышению температуры воздуха [1, 2]. Кроме того, зеленые зоны служат сохранению биоразнообразия, предоставляя среду обитания для многих видов растений и животных, что важно для поддержания экологического баланса в городской экосистеме².

Ханой, столица Вьетнама, представляет собой ключевой административно-экономический центр страны, характеризующийся очень высокой плотностью населения и стремительной урбанизацией. Этот процесс приводит к концентрации промышленных зон и интенсивному развитию городской застройки. Следствием такого быстрого роста является неизбежное сокращение зеленых территорий. Значительный дефицит озеленения требуется восполнять для поддержания качества городской среды и устойчивого развития. Городские власти

1 Social Benefits of Green Infrastructure // United States Environmental Protection Agency. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.epa.gov/green-infrastructure/social-benefits-green-infrastructure> (дата обращения: 16.06.2025).

2 Why are Green Spaces Good for Us? // Department of the Environment, Tourism, Science and Innovation (Queensland). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.detsi.qld.gov.au/our-department/news-media/down-to-earth/why-are-green-spaces-good-for-us> (дата обращения: 16.06.2025).

Ханоя признают важность парков и зеленых насаждений для улучшения качества городской жизни. Город стремится увеличить общую площадь зеленых насаждений, что подтверждается такими инициативами, как проект «Один миллион деревьев», начатый в 2016 году с целью посадки миллиона деревьев к 2020 году³. Таким образом, данное исследование напрямую поддерживает стратегические цели по превращению Ханоя в «зеленый, умный и современный» город.

Традиционные подходы к городскому планированию и оценке зеленых насаждений часто сталкиваются с ограничениями, не позволяющими эффективно справляться с динамикой и масштабами быстрорастущих городов. Эти методы могут приводить к неточностям в оценке и принятию неоптимальных решений, поскольку не всегда учитывают сложную пространственную структуру и быстрые изменения городской среды.

В последние десятилетия географические информационные системы (ГИС) и данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) стали преобладающими и наиболее важными инструментами в исследовании ГЗН и управлении ими, позволяя проводить комплексный пространственный анализ, создавать точные карты существующих зеленых насаждений, выявлять и анализировать их пространственное распределение, а также идентифицировать районы, испытывающие дефицит озеленения [3]. Преимущества применения ГИС и ДЗЗ включают свободный доступ к спутниковым данным, таким как Sentinel-2, что значительно облегчает проведение анализа, особенно для развивающихся стран, где доступ к дорогостоящим проприетарным данным и программному обеспечению может быть ограничен [3]. ГИС позволяет проводить многомасштабный пространственный анализ [4–6], что помогает выявить эффективность зеленой инфраструктуры в различных условиях. Использование этих технологий повышает достоверность и научность планирования и создания зеленых насаждений, оптимизируя жилую среду [7]. Доступность открытых данных и программного обеспечения, таких как QGIS, благоприятствует инклюзивности и позволяет большему числу городов, особенно в быстро урбанизирующихся регионах с ограниченными бюджетами, применять передовые методы пространственного анализа для принятия обоснованных решений в области зеленой инфраструктуры. Это способствует более справедливому и устойчивому развитию, делая сложные геопропространственные исследования доступными для широкого круга специалистов.

Основная цель исследования — разработка и применение картографического метода оценки обеспеченности населения зелеными насаждениями в крупных городах с использованием ГИС-технологий и данных ДЗЗ.

3 VnExpress. 2021, April 6. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.vnexpress.net/news/news/hanoi-preens-itself-over-tree-planting-success-4259012.html> (дата обращения: 20.06.2025).

Для достижения поставленной цели были сформулированы **следующие задачи**:

- 1) сбор исходных данных о зеленых насаждениях города Ханоя;
- 2) проведение пространственного анализа собранных данных;
- 3) создание картографической визуализации результатов анализа.

2 Материалы и методы

2.1 Исходные данные

В настоящем исследовании был сформирован входной набор данных, состоящий из трех основных групп: векторных слоев, материалов ДЗЗ и статистической информации (**табл. 1**). К векторным слоям относятся границы административных районов Ханоя, полученные из открытого репозитория QGIS и выгруженные из OpenStreetMap с помощью плагина QuickOSM, а также границы существующих зеленых зон, собранные из того же источника. С целью визуального анализа и выявления потенциальных площадок для создания новых зеленых насаждений использовались бесплатные спутниковые снимки Yandex Satellite. Наконец, были собраны данные о численности населения по районам. Эти данные затем были связаны с указанными пространственными слоями для дальнейшего анализа.

Таблица 1 Исходные данные для исследования

Table 1 Source data for the research

Тип данных	Описание	Источник	Назначение в исследовании
Векторный слой	Границы административного деления округов г. Ханоя	Репозиторий QGIS (OpenStreetMap через QuickOSM, admin_level=6)	Пространственная основа для анализа по районам, расчет плотности населения
Векторный слой	Границы существующих зеленых зон в округах г. Ханоя	Репозиторий QGIS	Определение реальной площади зеленых насаждений
Материалы ДЗЗ	Общедоступные аэрокосмические снимки г. Ханоя	Спутниковые снимки Yandex Satellite	Визуальный анализ, идентификация и оцифровка потенциальных участков для озеленения
Статистические данные	Количество жителей по округам г. Ханоя	Статистический ежегодник г. Ханоя	Расчет обеспеченности зелеными насаждениями на душу населения

2.2 Нормативно-правовая база

Оценка обеспеченности зелеными насаждениями проводилась в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами Вьетнама, применимыми к Ханюю как относящемуся к категории «особый город». Эти стандарты устанавливают четкие критерии для определения и расчета площади зеленых насаждений:

- учитываемые территории — в расчет принимаются только общественные зеленые зоны, такие как парки, скверы и уличное озеленение (территории при учреждениях, школах и промышленных зонах не учитываются, поскольку не являются общедоступными для широких слоев населения);
- обязательный показатель — не менее 7 м² общественного озеленения на человека (этот норматив служит ключевым критерием для оценки адекватности существующей зеленой инфраструктуры);
- учет водных поверхностей — водные поверхности, расположенные в пределах парка, могут быть включены в расчет общей площади, однако их доля не должна превышать 50 % от общей площади парка (площадь, превышающая этот лимит, не считается зеленой зоной, что предотвращает искусственное завышение показателей озеленения за счет водных объектов).

Указанные выше показатели и определения опираются на следующие официальные решения и нормативные документы: Решение Министерства строительства Вьетнама № 04/2008/QĐ-BXD от 3 апреля 2008 года «О введении в действие Национального технического регламента по градостроительному планированию»⁴, Национальный стандарт TCVN 9257:2012 «Планирование общественных зеленых насаждений в городах. Нормы проектирования»⁵, а также циркуляр № 01/2021/TT-BXD от 19 мая 2021 года, которым утвержден QCVN 01:2021/BXD «Национальный технический регламент по градостроительному планированию»⁶. Четкое определение нормативов и источников их происхождения позволяет проводить оценку в соответствии с местными законодательными и градостроительными требованиями, что критически важно для применимости результатов и их использования в реальном планировании.

4. Về việc ban hành “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch xây dựng”. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Xay-dung-Do-thi/Quyết-dinh-04-2008-QĐ-BXD-quy-chuan-ky-thuat-quoc-gia-ve-quy-hoach-xay-dung-64619.aspx> (дата обращения: 20.06.2025).

5. TCVN 9257:2012. Quy hoạch cây xanh sử dụng công cộng trong các đô thị – tiêu chuẩn thiết kế. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cdn.ahit.vn/tanbinhres/wp-content/uploads/2020/08/27225132/TCVN-9257-2012.pdf> (дата обращения: 20.06.2025).

6. Thông tư số 01/2021/TT-BXD về việc ban hành QCVN 01:2021/BXD – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về quy hoạch xây dựng. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/EN/Xay-dung-Do-thi/Circular-01-2021-TT-BXD-QCVN-01-2021-BXD-National-Technical-Regulation-Construction-planning/488637/tieng-anh.aspx> (дата обращения: 20.06.2025).

2.3 Методика геоинформационного анализа

Методика исследования основана на комплексном геоинформационном анализе обеспеченности населения зелеными насаждениями и включает следующие последовательные этапы: сбор исходных данных, их обработку и фильтрацию, пространственный анализ с использованием инструментов ГИС и картографическую визуализацию полученных результатов.

2.3.1 СБОР И ПОДГОТОВКА ДАННЫХ

На данном этапе осуществлялась загрузка векторных слоев административных границ округов Ханоя и существующих зеленых зон. Для этого использовался плагин QuickOSM в QGIS, который позволяет эффективно получать данные из OpenStreetMap.

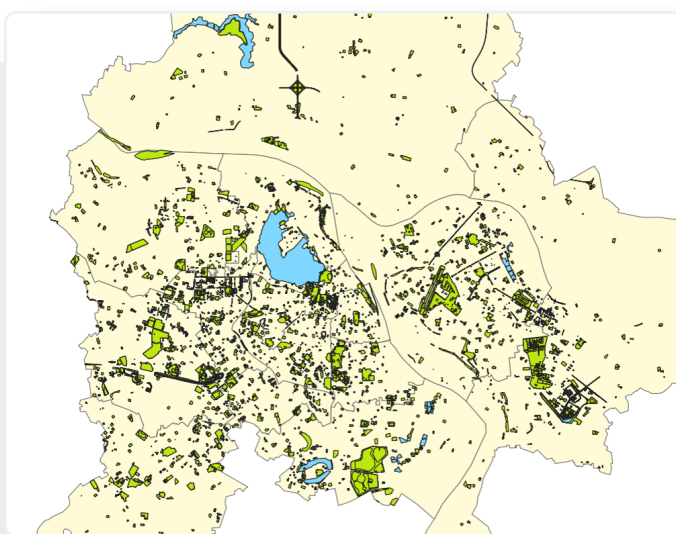
Статистические данные о численности населения по округам были собраны и интегрированы с соответствующими пространственными слоями, что позволило связать демографические показатели с географическими территориями.

Подготовка общедоступных аэрокосмических снимков Ханоя была выполнена с целью последующего визуального анализа и идентификации потенциальных участков для новых зеленых насаждений.

2.3.2 ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Рис. 1 Зеленые зоны на территории районов Ханоя

Fig. 1 Green spaces within the districts of Hanoi



На данном этапе была определена площадь общественных зеленых зон в каждом районе. При этом строго учитывались критерии, определенные нормативно-правовой базой Ханоя: исключались неучитываемые территории (промышленные зоны, территории школ) и применялись ограничения по учету водных объектов (не более 50 % от площади парка). Результаты выделения зеленых зон на территории районов Ханоя представлены на **рис. 1**.

Затем для каждого района рассчитывался ключевой показатель обеспеченности зелеными насаждениями на душу населения. Расчет проводился путем деления суммарной площади общественных зеленых насаждений на численность населения каждого района. Этот подход соответствует установленным в градостроительной практике методикам определения обеспеченности зеленой инфраструктурой⁷.

$$I = \frac{S_{ЗН}}{N},$$

где I — показатель зеленой площади в расчете на одного жителя, $\text{м}^2/\text{чел}$;

$S_{ЗН}$ — суммарная площадь зеленых насаждений в районе, м^2 ;

N — численность населения района, чел.

На основе полученных показателей районы Ханоя были распределены на три группы: не соответствующие стандарту, приближающиеся к стандарту и соответствующие стандарту. Эта классификация позволила выявить пространственные закономерности дефицита озеленения.

Потенциальные зоны для озеленения определялись с использованием аэрокосмических снимков. Этот процесс включал оцифровку свободных участков, пригодных для создания новых парков и скверов. Применение детальной визуальной интерпретации данных ДЗЗ для выявления участков, которые могут быть преобразованы в зеленые зоны, является важным шагом. Этот подход напрямую связывает качественный визуальный анализ с количественной оценкой дефицита, позволяя перейти от диагностики проблемы к предложению конкретных и пространственно обоснованных решений.

2.3.3 КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

На завершающем этапе была создана серия карт, иллюстрирующих текущую обеспеченность зелеными насаждениями, классификацию районов по этому показателю и предложенные изменения. Данные карты обеспечивают наглядное представление результатов анализа, делая их доступными для широкого круга специалистов и общественности.

⁷ Schmid T., Allemann D., Thompson K. Measure the Benefits of Green Space with Metrics. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://learn.arcgis.com/en/projects/measure-the-benefits-of-green-space-with-metrics> (дата обращения: 16.05.2025).

3 Результаты

Первичный анализ показал, что город Ханой в целом не соответствует установленному стандарту городского озеленения. Средние показатели обеспеченности зелеными насаждениями на душу населения значительно ниже требуемых нормативов в большинстве районов города. Картографическая визуализация текущей обеспеченности зелеными насаждениями в м²/чел для каждого района демонстрирует пространственное распределение дефицита озеленения (**рис. 2**).

На основе проведенного пространственного анализа и расчета обеспеченности зелеными насаждениями на душу населения районы Ханоя были классифицированы на три основные группы по отношению к установленному нормативу в 7 м²/чел (**табл. 2**).

Рис. 2 Текущая обеспеченность населения Ханоя зелеными насаждениями

Fig. 2 Current provision of green spaces for the population of Hanoi

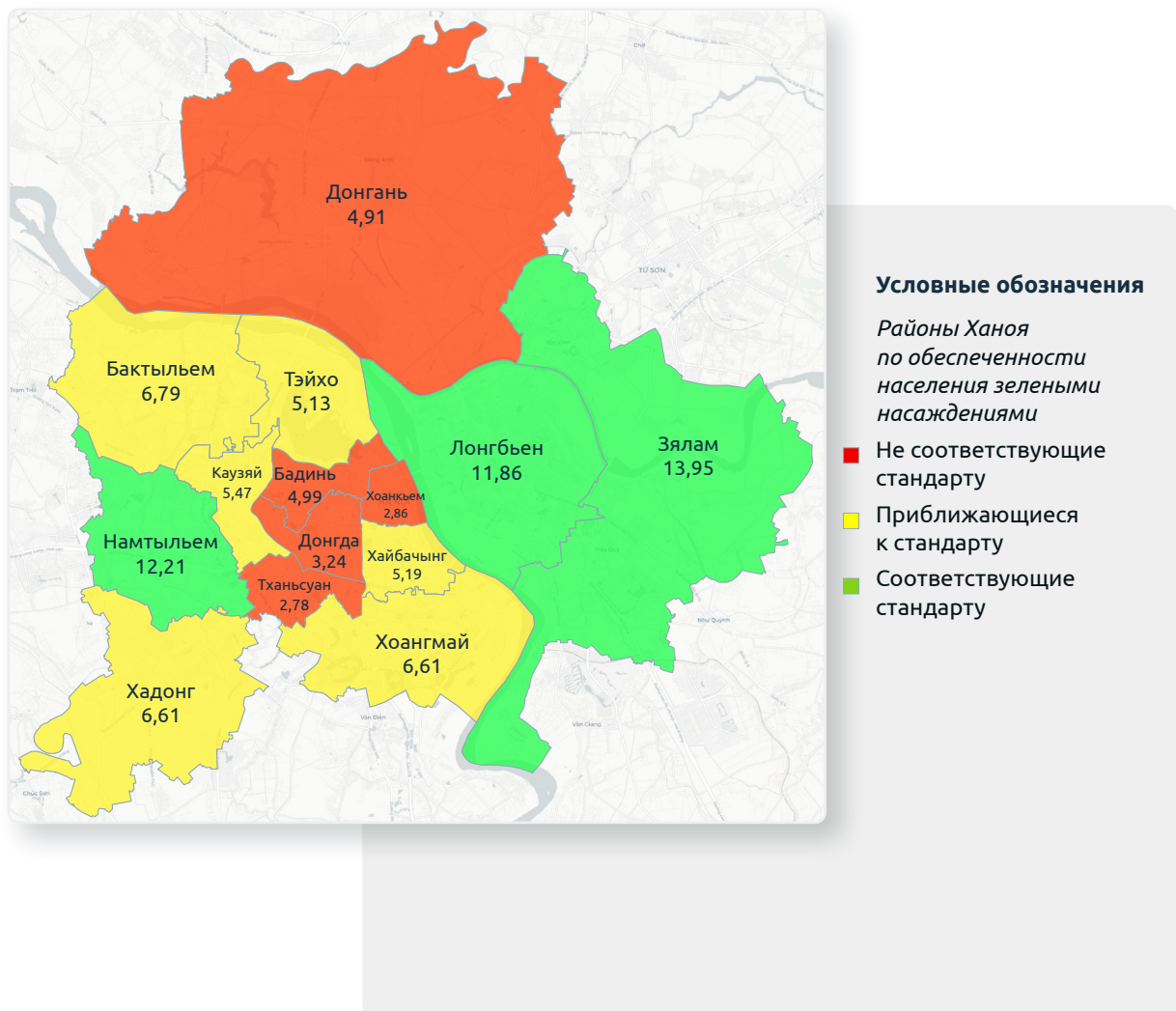


Таблица 2 Классификация районов Ханоя по обеспеченности зелеными насаждениями

Table 2 Classification of Hanoi districts according to green space availability

Группа районов	Критерий обеспеченности зелеными насаждениями, м ² /чел	Районы
Не соответствующие стандарту	< 5	Бадинь, Хоанкьем, Донгда, Тханьсуан, Донгань
Приближающиеся к стандарту	5–7	Хайбачынг, Каузяй, Хадонг, Тэйхо, Бактыльем, Хоангмай
Соответствующие стандарту	≥ 7	Лонгбьен, Намтыльем, Зялам

Полученные результаты четко показывают, что дефицит зеленых насаждений не является равномерным по всему городу. Центральные районы, такие как Бадинь, Хоанкьем и Донгда, демонстрируют наименьшие показатели обеспеченности и находятся в группе, не соответствующей стандарту, в то время как пригородные районы, такие как Лонгбьен, Намтыльем и Зялам, ему соответствуют. Это указывает на прямую корреляцию между плотностью застройки, плотностью населения и обеспеченностью зелеными зонами.

Для улучшения ситуации и достижения нормативов озеленения были разработаны предложения по добавлению новых парков и скверов. Эти потенциальные территории были выявлены и оцифрованы с использованием общедоступных аэрокосмических снимков города Ханоя (**рис. 3**). Детальный визуальный анализ снимков позволил идентифицировать свободные участки земли, которые могут быть преобразованы в общественные зеленые зоны.

Рис. 3 Космический снимок районов Ханоя

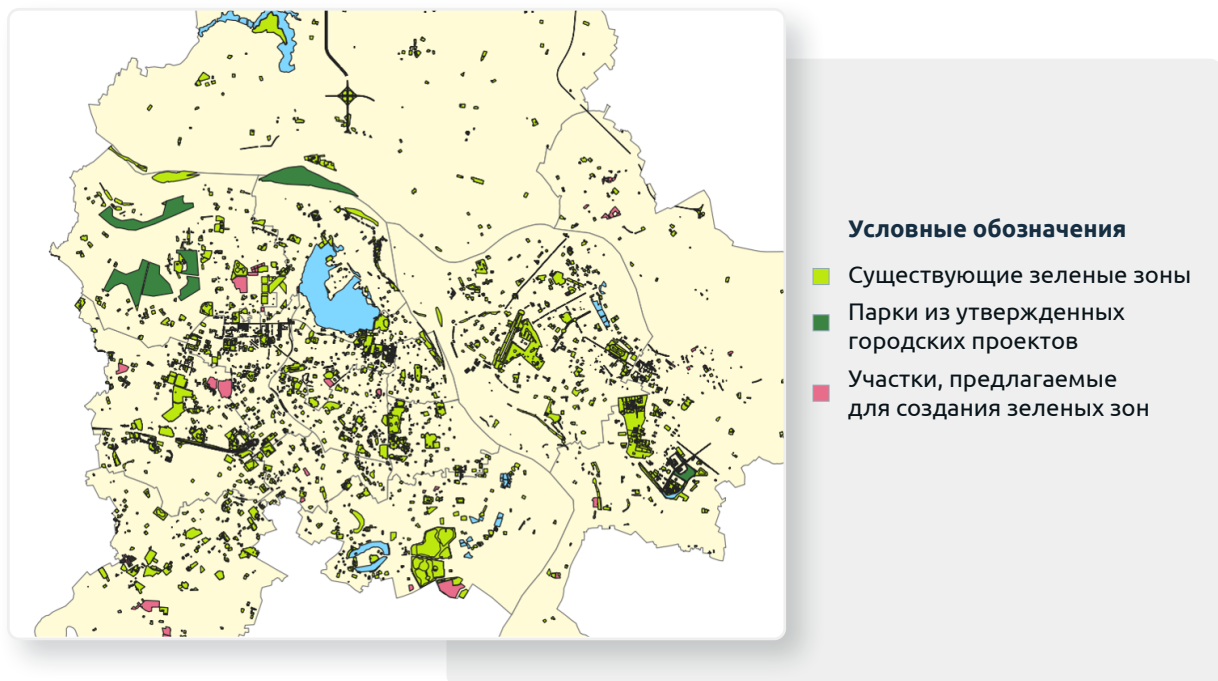
Fig. 3 Satellite image of the districts of Hanoi



Визуализация предложений представлена на карте, где розовыми полигонами обозначены предложенные новые зеленые зоны, а темно-зелеными — парки из уже утвержденных городских проектов (рис. 4). Этот подход демонстрирует, что геоинформационные технологии и данные ДЗЗ могут быть использованы не только для анализа текущего состояния городской среды, но и как мощные инструменты для проактивного планирования и выработки конкретных предложений по развитию зеленой инфраструктуры. Это особенно важно для решения проблемы дефицита зеленых насаждений в условиях ограниченного городского пространства.

Рис. 4 Существующие и предлагаемые зеленые зоны Ханоя

Fig. 4 Current and proposed green areas of Hanoi



Моделирование сценариев с учетом предложенных новых зеленых территорий показало дифференцированное влияние на обеспеченность районов.

В центральных районах города, несмотря на предложенные меры, ситуация остается сложной. Свободных площадок для создания новых крупных парков практически нет, а существующие проекты расширения зеленых зон еще не утверждены. В результате даже с учетом всех потенциальных изменений норматив обеспеченности зелеными насаждениями в этих районах не будет достигнут. Этот вывод указывает на фундаментальное ограничение для достижения нормативов в плотно застроенных городских ядрах. Даже при наличии политической воли физическое пространство становится главным барьером.

В пригородных районах, напротив, ситуация значительно улучшается. Благодаря выделенным по спутниковому снимку участкам для новых парков

и скверов, а также площадям, закрепленным в городских проектах, обеспеченность зелеными насаждениями в этих районах теперь соответствует установленному нормативу. Это подчеркивает потенциал периферийных территорий для развития зеленой инфраструктуры и достижения целевых показателей.

4 Обсуждение

Результаты исследования однозначно подтверждают наличие значительного дефицита озеленения в Ханое, особенно в его центральных районах. Этот вывод полностью согласуется с общей актуальностью данной проблемы, связанной с урбанизацией и сокращением зеленых территорий в быстрорастущих городах, таких как Ханой. Выявленная пространственная неравномерность обеспеченности зелеными насаждениями (центральные районы страдают больше всего, а пригородные демонстрируют лучшие показатели) указывает на прямую зависимость между плотностью застройки, плотностью населения и доступностью зеленых зон. Это подчеркивает необходимость дифференцированного подхода к планированию озеленения вместо принятия универсальных решений. Стратегии для центральных районов должны отличаться от стратегий для периферии, учитывать уникальные пространственные ограничения и возможности.

Применение ГИС-технологий и данных ДЗЗ показало высокую эффективность в точной оценке текущего состояния зеленой инфраструктуры и разработке обоснованных предложений по ее оптимизации. Таким образом, основную цель исследования по разработке и применению картографического метода для оценки обеспеченности населения зелеными насаждениями можно считать достигнутой. Возможность выявления потенциальных участков для новых парков и скверов с помощью аэрокосмических снимков является ключевым аспектом, позволяющим перейти от диагностики проблемы к предложению конкретных и пространственно обоснованных решений.

4.1 Сравнение с международными и региональными стандартами

Для всесторонней оценки обеспеченности Ханоя зелеными насаждениями необходимо контекстуализировать полученные результаты на фоне международных рекомендаций и показателей других городов.

Важно отметить: даже если Ханой достигнет своего собственного норматива, он все равно будет отставать от общепринятых мировых стандартов. Однако возможен компромисс между идеальными показателями и реальными возможностями города в условиях высокой плотности застройки и быстрого роста. Данное обстоятельство открывает дискуссию о том, насколько амбициозны и реалистичны текущие нормативы Ханоя. Возможно, городские власти установили более достижимый, но менее оптимальный стандарт, что может быть поводом для пересмотра политики в долгосрочной перспективе с учетом постоянно меняющихся потребностей населения и экологических вызовов.

Сравнение с другими городами Юго-Восточной Азии выявляет значительное разнообразие подходов и результатов в регионе. Манила, столица Филиппин, демонстрирует один из самых низких показателей озеленения в Юго-Восточной Азии, в среднем 5 м²/чел, при этом лишь 0,03 % территории города покрыто зелеными насаждениями⁸. Этот пример подчеркивает серьезные последствия отсутствия эффективного планирования и контроля за урбанизацией.

Сингапур, напротив, является признанным городом-садом с впечатляющим показателем в 46,5 % зеленых насаждений от общей площади города [8]. Этот успех указывает на результаты долгосрочных, продуманных стратегий планирования и значительных инвестиций в зеленую инфраструктуру.

Куала-Лумпур, столица Малайзии, имеет около 30 % зеленых насаждений.

Сравнение Ханоя с Сингапуром и Манилой демонстрирует значительный разброс в уровне озеленения в городах Юго-Восточной Азии. Сингапур, несмотря на высокую плотность населения, является примером успешного создания обширных зеленых зон, что указывает на возможность достижения высоких стандартов при наличии политической воли и адекватного планирования. Пример Манилы, напротив, служит предостережением при отсутствии такого планирования. Это позволяет разместить Ханой посередине, поскольку у его властей есть возможность учиться как на успехах (Сингапур), так и на ошибках (Манила) других городов региона, и также свидетельствует о том, что высокая плотность населения не является непреодолимым препятствием для создания обширных зеленых зон, если есть политическая воля и адекватное планирование.

⁸ Urban Spaces – Green Spaces – Inclusive Spaces: A Regional Review on the Social-Ecological Transformation of Cities in Asia. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://india.fes.de/e/urban-spaces-green-spaces-inclusive-spaces> (дата обращения: 16.06.2025).

4.2 Роль ГИС и ДЗЗ в устойчивом городском развитии

Применение ГИС и ДЗЗ в данном исследовании подтверждает, что эти технологии являются мощными инструментами для управления городскими зелеными насаждениями и их развития, помогают градостроителям принимать обоснованные решения, предоставляя точные пространственные данные и возможности для их анализа [1, 3]. Возможность использовать ГИС и ДЗЗ для многомасштабного анализа позволяет оценивать эффективность зеленой инфраструктуры в различных условиях и на разных уровнях городского планирования [4, 9].

Помимо оценки и планирования, эти технологии открывают широкие возможности для динамичного мониторинга изменений растительности, например с использованием индекса вегетации (NDVI), позволяющего отслеживать здоровье растений и предотвращать распространение болезней и вредителей [3]. Более того, ГИС может служить платформой для информирования общественности и вовлечения граждан в процессы планирования и поддержания зеленых насаждений (англ. Citizen-Oriented GIS, Volunteered Geographic Information) [3]. Это указывает на более широкую роль ГИС в устойчивом городском управлении, подчеркивая ее потенциал как платформы для интерактивного, динамичного и многостороннего взаимодействия. Такая интеграция может значительно повысить эффективность управления городскими ресурсами и улучшить качество жизни населения.

4.3 Предложения по дальнейшему развитию зеленой инфраструктуры и устойчивому планированию

На основе проведенного анализа и выявленных тенденций могут быть предложены следующие перспективы и рекомендации по дальнейшему развитию зеленой инфраструктуры и устойчивому планированию Ханоя.

Приоритизация центральных районов. Учитывая критический дефицит зеленых насаждений и отсутствие свободных участков в центральных районах, необходимо разработать и внедрить инновационные подходы к озеленению. Сюда можно отнести вертикальное озеленение фасадов зданий, обустройство зеленых крыш, использование небольших, возможно заброшенных, участков земли для организации карманных парков (англ. pocket park) и скверов, а также повышение качества и функционального наполнения существующих зеленых зон [1].

Интеграция зеленой инфраструктуры в стратегию городского развития.

Зеленые насаждения следует рассматривать не как отдельные элементы, а как неотъемлемую часть комплексных планов городского развития. Это включает их объединение с транспортной инфраструктурой (развитие зеленого транспорта, создание пешеходных и велосипедных дорожек, окруженных зеленью), а также стимулирование устойчивого строительства, предусматривающего озеленение прилегающих территорий и внутриквартальных пространств [10].

Разработка стандартов и увеличение финансирования. Необходимо учитывать существующие вызовы, такие как отсутствие обязательности зеленого строительства и трудности с доступом к зеленому финансированию [10]. Рекомендуется усилить нормативную базу, сделав требования к озеленению более строгими и обязательными для новых проектов, а также разработать механизмы стимулирования для инвесторов, внедряющих экологичные решения. Создание фондов или программ субсидирования для проектов зеленой инфраструктуры может значительно ускорить процесс.

Вовлечение общественности. Активное использование ГИС-платформ для информирования граждан о состоянии зеленых насаждений, планах по развитию последних и для вовлечения населения в процессы планирования зеленых зон и ухода за этими зонами. Общественное участие может способствовать повышению осведомленности, формированию чувства собственности и обеспечению долгосрочной устойчивости проектов озеленения.

4.4 Ограничения исследования и направления для будущих работ

Данное исследование, несмотря на свою комплексность, имеет определенные ограничения, которые могут быть учтены в будущих работах. Сюда относятся: возможное отсутствие в данных OpenStreetMap некоторых частных, но общедоступных зеленых зон; динамичность статистических данных о населении, требующая регулярного обновления; необходимость более детального анализа качества зеленых насаждений (например, видового разнообразия, состояния растительности, функциональности), а не только их площади.

Направления для будущих работ включают:

- интеграцию дополнительных показателей, таких как доступность зеленых зон для населения (например, удаленность от жилых районов), качество растительности (с использованием NDVI и оценки видового разнообразия), социальные аспекты (восприятие населением, паттерны использования зеленых зон через опросы и наблюдения) [9];

- разработку моделей прогнозирования изменений зеленых насаждений с учетом различных сценариев урбанизации, климатических изменений и демографического роста;
- более глубокое изучение барьеров для реализации зеленых инициатив в Ханое, в том числе институциональных, экономических и социальных факторов, а также разработку конкретных политических рекомендаций для их преодоления;
- исследование влияния различных типов зеленых насаждений (например, парков, скверов, уличного озеленения, зеленых крыш) на микроклимат города и здоровье населения.

5 Выводы

Проведенное исследование дало возможность всесторонне оценить обеспеченность Ханоя зелеными насаждениями на основе современных геоинформационных методов и данных ДЗЗ. Анализ подтвердил, что город в настоящее время не соответствует собственным нормативам по обеспеченности населения зелеными насаждениями, при этом наиболее острый дефицит наблюдается в плотно застроенных центральных районах.

Результаты исследования показали высокую эффективность разработанного картографического метода с использованием ГИС и ДЗЗ для точной оценки текущего состояния зеленой инфраструктуры и выявления проблемных зон. Успешная идентификация потенциальных участков для создания новых зеленых зон, основанная на анализе аэрокосмических снимков, позволила значительно улучшить показатели обеспеченности зелеными насаждениями в пригородных районах, что подтверждает применимость метода для практического планирования. Таким образом, цель по разработке и применению картографического метода для оценки обеспеченности зелеными насаждениями была полностью достигнута, а задачи по сбору, анализу и визуализации данных выполнены.

На основе полученных результатов для устойчивого городского планирования в Ханое предлагаются следующие практические рекомендации. Во-первых, необходимы разработка и внедрение дифференцированных стратегий озеленения для центральных и пригородных районов с учетом их уникальных пространственных ограничений и возможностей. Во-вторых, крайне важна дальнейшая интеграция геопространственных технологий в повседневную практику городского планирования для динамичного мониторинга изменений и принятия обоснованных решений. В-третьих, существует потребность в пересмотре и усилении нормативно-правовой базы для стимулирования создания и сохранения зеленых насаждений, а также преодоления финансовых и технических барьеров,

упомянутых в контексте зеленого строительства. Наконец, активное вовлечение общественности в планирование зеленых зон и уход за ними является ключевым для обеспечения долгосрочной устойчивости и эффективности инициатив по озеленению. Эти рекомендации показывают, как научные результаты могут быть преобразованы в конкретные шаги для улучшения городской среды, подчеркивая прикладную ценность исследования и его потенциал для реального влияния на устойчивое развитие Ханоя.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Тесленок С.А., Фролов А.С. Особенности создания карты зеленых насаждений города Ханты-Мансийска в среде ГИС NextGIS // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле. 2024. № 4. С. 120–137. DOI:10.25587/2587-8751-2024-4-120-137.
2. Алексашина В.В., Ле Минь Туан. Влияние эффекта острова тепла на экологию мегаполиса // Проблемы региональной экологии. 2018. № 5. С. 36–40. DOI:10.24411/1728-323X-2019-15036.
3. Khezrollah M., Samadi Todar Z., Valizadeh Kamran K. A Review of GIS Application in Urban Green Landscapes // The Proceedings of the 9th Advanced Engineering Days. Tabriz: AED, 2024. P. 766–771.
4. Wu X., Liu J., Hou Y. Data and Methods for Assessing Urban Green Infrastructure Using GIS: A Systematic Review // PLOS One. 2025. Vol. 20. No. 6. P. e0324906. DOI:10.1371/journal.pone.0324906.
5. Мажитова Г.З., Седельников И.А., Шугулова Д.К. Использование ГИС-технологий для планирования озеленения городской среды // ИнтерКарто. ИнтерГИС: материалы Международной конференции. М.: Географический факультет МГУ, 2023. Т. 29, ч. 2. С. 423–436. DOI:10.35595/2414-9179-2023-2-29-423-436.
6. Николаева О.Н., Трубина Л.К., Васильева Е.А. Геоинформационное моделирование озелененных территорий специального назначения // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XV Международный научный конгресс: сборник материалов: в 9 т. Новосибирск: СГУГиТ, 2019. Т. 4, № 2. С. 47–55.
7. Bai H., Li Z., Guo H., et al. Urban Green Space Planning Based on Remote Sensing and Geographic Information Systems // Remote Sensing. 2022. Vol. 14. No. 17. P. 4213. DOI:10.3390/rs14174213.
8. Aldous D.E. Planning Green Open Spaces for South East Asian Capital Cities // Citygreen. 2011. Vol. 1, No. 3. P. 10. DOI:10.3850/s2382581211010337.
9. Трубина Л.К., Николаева О.Н., Муллаярова П.И. и др. Инвентаризация городских зеленых насаждений средствами ГИС // Вестник СГУГиТ. 2017. Т. 22, № 3. С. 107–118.
10. Muhamad Nor A.N., Abdul Aziz H., Nawawi S.A., et al. Evolution of Green Space under Rapid Urban Expansion in Southeast Asian Cities // Sustainability. 2021. Vol. 13. Iss. 21. P. 12024. DOI:10.3390/su132112024.

АВТОР

Нгуен Динь Куан

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

(МИИГАиК), Москва, Россия

кафедра картографии, картографический факультет

 0009-0003-9999-2272

Поступила 29.06.2025. Принята к публикации 22.12.2025. Опубликовано 29.12.2025.

UDC 528.9

DOI:10.30533/scidata-2025-16-16



Application of GIS and Remote Sensing Data for Assessing the Green Space Coverage in Hanoi

Nguyen Dinh Quan¹✉

AFFILIATIONS

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

✉ nguyendinhquan7788266@gmail.com

CITATION

Nguyen Dinh Quan. Application of GIS and Remote Sensing Data for Assessing the Green Space Coverage in Hanoi. *Spatial Data: Science, Research and Technology*. 2025;16(4): 23–42. DOI:10.30533/scidata-2025-16-16.

KEYWORDS

geographic information system, remote sensing, green spaces, urban ecology, Hanoi, spatial analysis, greening standards, sustainable development

ABSTRACT

The article proposes and validates a spatial analysis methodology for assessing the provision of urban green spaces to the population of Hanoi (Vietnam) using Geographic Information Systems (GIS) and Earth remote sensing. Vector data on administrative boundaries and existing green areas were collected and processed, and statistical population data by district were integrated. Using GIS, the per-capita area of public green spaces was calculated and compared to the standard value of 7 m² per person. Classification maps revealed a severe shortfall in central districts (under 5 m²/person), while suburban areas meet or exceed the standard. Based on analysis of Yandex Satellite imagery, potential sites for new parks and public gardens were identified. Territorial recommendations were developed to increase green coverage: prioritizing small urban parks in underserved neighborhoods, reorganizing

existing green spaces, and planning new plantings according to population density. The results can inform sustainable urban development strategies for Hanoi and other rapidly growing megacities.

REFERENCES

1. Teslyonok SA, Frolov AS. Osobennosti sozdaniya karty zelenykh nasazhdenii goroda Khanty-Mansiiska v srede GIS NextGIS [Features of Creating a Green Plantations Map of Khanty-Mansiysk City in the Nextgis GIS Environment]. *Vestnik of North-Eastern Federal University Series "Earth Sciences"*. 2024;4: 120–137. (In Russian). DOI:10.25587/2587-8751-2024-4-120-137.
2. Aleksashina VV, Le Minh Tuan. Vliyanie effekta ostrova tepla na ekologiyu megapolisa [Influence of the Heat Island Effects on the Ecology of a Megacity]. *Problems of Regional Ecology*. 2018;5: 36–40. (In Russian). DOI:10.24411/1728-323X-2019-15036.
3. Khezrollah M, Samadi Todar Z, Valizadeh Kamran K. A Review of GIS Application in Urban Green Landscapes. *The Proceedings of the 9th Advanced Engineering Days*. Tabriz: AED; 2024: 766–771.
4. Wu X, Liu J, Hou Y. Data and Methods for Assessing Urban Green Infrastructure Using GIS: A Systematic Review. *PLOS One*. 2025;20(6): e0324906. DOI:10.1371/journal.pone.0324906.
5. Mazhitova GZ, Sedelnikov IA, Shugulova DK. Ispol'zovanie GIS-tekhnologii dlya planirovaniya ozeleneniya gorodskoi sredy [The Use of GIS Technologies for Planning the Greening of the Urban Environment]. *InterCarto. InterGIS: Proceedings of the International Conference*. Moscow: MSU, Faculty of Geography; 2023;29(2): 423–436. (In Russian). DOI:10.35595/2414-9179-2023-2-29-423-436.
6. Nikolaeva ON, Trubina LK, Vasilieva EA. Geoinformatsionnoe modelirovanie ozelenennykh territorii spetsial'nogo naznacheniya [Geoinformation Modeling of Urban Road Verges]. *Proceedings of XV International Scientific Congress "Interexpo GEO-Siberia"*: in 9 vols. Vol. 4. Part 2. Novosibirsk: SSUGT; 2019. 47–55. (In Russian).
7. Bai H, Li Z, Guo H, et al. Urban Green Space Planning Based on Remote Sensing and Geographic Information Systems. *Remote Sensing*. 2022;14(17): 4213. DOI:10.3390/rs14174213.
8. Aldous DE. Planning Green Open Spaces for South East Asian Capital Cities. *Citygreen*. 2011;1(3): 10. DOI:10.3850/s2382581211010337.
9. Trubina LK, Nikolaeva ON, Mulliyarova PI, et al. Inventarizatsiya gorodskikh zelenykh nasazhdenii sredstvami GIS [Inventory of Urban Green Plantings Using GIS]. *Vestnik SSUGT*. 2017;22(3): 107–118. (In Russian).
10. Muhamad Nor AN, Abdul Aziz H, Nawawi SA, et al. Evolution of Green Space under Rapid Urban Expansion in Southeast Asian Cities. *Sustainability*. 2021;13(21): 12024. DOI:10.3390/su132112024.

AUTHOR

Nguyen Dinh Quan

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Geography, Faculty of Cartography

 0009-0003-9999-2272

Submitted: June 29, 2025. Accepted: December 22, 2025. Published: December 29, 2025.



Проект курсов взаимного повышения квалификации преподавателей геоинформационных технологий

В.С. Грузинов¹✉, А.В. Чечин²

АФФИЛИАЦИИ

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

² Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет,
Нижний Новгород, Россия

✉ gruzinov@miigaik.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Грузинов В.С., Чечин А.В. Проект курсов взаимного повышения квалификации преподавателей геоинформационных технологий // Пространственные данные: наука и технологии. 2025. Т. 16, № 4. С. 43–61. DOI:10.30533/scidata-2025-16-20.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

геоинформационная система, геоинформационные технологии, методика преподавания, повышение квалификации

АННОТАЦИЯ

Высокие темпы совершенствования геоинформационных систем и технологий приводят к необходимости регулярного обновления содержания учебных дисциплин и повышения квалификации преподавателей геоинформационного профиля. В статье рассматривается проблематика преподавания геоинформационных технологий. На основе анализа научных публикаций и собственного опыта авторов в области преподавания геоинформационных технологий исследованы существующие подходы и предложена новая форма взаимного повышения квалификации преподавателей геоинформационных технологий с учетом современных условий и возможностей, рассмотрены технологические и организационные

аспекты реализации данного процесса. Алгоритм проведения краткосрочных курсов в настоящее время хорошо проработан, но не всегда качественно исполним, поскольку проведение курсов приходится совмещать с текущей преподавательской, научно-исследовательской и производственной деятельностью наиболее востребованных участников программы взаимного обучения. В таких условиях оптимальной представляется учебная программа курсов повышения квалификации, распределенная по учебному году, когда каждый авторский блок программы готовится преподавателями без ущерба для их основной деятельности, а участники курсов могут повторно изучить или пересмотреть лекции в видеозаписи и подготовиться к квалифицированному обсуждению пройденного материала. В статье приводится обоснование предлагаемого подхода.

1 Введение

Геоинформационные технологии обладают широким спектром применения, соответствующие дисциплины преподаются в большинстве вузов, где готовят специалистов по сбору, обработке и анализу пространственно-распределенной информации, территориальному планированию, учету, управлению, мониторингу, картографии, землеустройству, кадастру и т.д. Тематика применения геоинформационных технологий весьма разнообразна, учебные программы рассматриваются различными учебно-методическими советами и объединениями.

За более чем три десятилетия преподавания дисциплин геоинформационного блока в вузах и техникумах сформировались ведущие научные и учебно-методические школы, локализованные по региональному или отраслевому признаку. Такое разнообразие обладает как достоинствами, так и недостатками (специфика применения) и сказывается на качестве преподавания геоинформационных технологий.

Цели настоящего исследования состоят в анализе существующих подходов и выявлении новых путей повышения качества преподавания геоинформационных технологий с учетом современных условий и возможностей. При этом необходимо решить **следующие задачи**:

- выполнить анализ достоинств и недостатков, которыми обладают традиционные форматы повышения качества преподавания геоинформационных технологий;
- сформулировать требования и предложить новые формы взаимодействия и повышения квалификации преподавателей геоинформационных технологий.

2 Материалы и методы

Для исследования привлекался широкий спектр учебно-методических материалов: рабочие программы учебных дисциплин, программы курсов повышения квалификации преподавателей, а также научные публикации, сведения из реестра отечественного программного обеспечения, геоданные.

В статье раскрывается проблематика преподавания дисциплин, базирующихся на использовании геоинформационного программного обеспечения от ведущих отечественных и зарубежных производителей.

На протяжении десятилетий, по сути, проводились экспериментальные исследования разработанных программ учебных дисциплин с последующим анализом, систематизацией и обобщением опыта участия в курсах повышения квалификации в качестве слушателей и преподавателей.

3 Результаты

В результате анализа научных публикаций можно обоснованно заключить, что с 1990-х годов накоплен значительный задел по методологии преподавания геоинформатики и геоинформационных технологий. Прилагаемый библиографический перечень статей и диссертаций по данной проблематике далеко не полон, однако даже в таком объеме он отсутствует в прежних публикациях.

На рубеже XX–XXI веков к анализу преподавания геоинформационных технологий обращались А.М. Берлянт¹ (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова), Л.Г. Максудова [1] (Московский государственный университет геодезии и картографии), С.Ф. Трофимова [2] (Томский государственный университет), А.В. Симонов² (ГИС-Ассоциация). В 2000-е годы существенно расширилась география публикаций, проводились диссертационные исследования по разработке систем и средств электронного обучения в области геоинформационных технологий [3–15]. В следующее десятилетие наряду с описанием трансформации образовательных программ в условиях внедрения новых образовательных стандартов (федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования) появились обобщающие публикации по методологии обучения, в том числе с учетом существенного роста объема и номенклатуры обрабатываемых данных [16–32]. В 2020-е годы в содержании

¹ Берлянт А.М. Государственный образовательный стандарт по геоинформационным системам и проблемы деятельности Комитета ГИС-Образование ГИС-Ассоциации // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. 1997. № 1 (8). С. 48–49.

² Симонов А.В. Геоинформационное образование в России: проблемы, направления и возможности развития // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. 1996. № 3. С. 54–55.

публикаций все большее место стало уделяться проблематике использования отечественных средств, открытых источников и геосервисов, а также доступности программного обеспечения в условиях ограничений, вызванных международной обстановкой [33–39].

Анализ библиографического описания отдельных статей и диссертаций демонстрирует заметную региональную и ведомственную распределенность, несмотря на наличие некоторого ядра из публикаций ключевых авторов, цитируемых достаточно широко. Такая пространственно-ведомственная разобщенность естественным образом связана с формированием соответствующих научных школ. В России взаимодействие научных школ существенно ограничивалось значительностью расстояний, препятствующих очному общению. Вместе с тем накопился значительный потенциал для взаимодействия, который может быть реализован с развитием транспортной сети и сети телекоммуникаций, предоставляющим новые возможности в части взаимного обмена преподавательским опытом. В связи с этим на основе взаимного обучения (обмена опытом) представляется полезным развить традиционную форму повышения качества преподавания — курсы повышения квалификации — в направлении взаимного повышения квалификации преподавателей геоинформационных технологий (ВПК ПГТ).

Целью ВПК ПГТ является взаимное освоение лучших образовательных практик преподавания геоинформационных технологий. Предполагается, что каждый участник ВПК ПГТ на различных этапах освоения программы сможет проявить себя и в качестве преподавателя, и в качестве слушателя.

Алгоритм проведения краткосрочных курсов в настоящее время хорошо проработан, но не всегда качественно исполним в режиме совмещения курсов повышения квалификации с текущей преподавательской, научно-исследовательской и производственной деятельностью наиболее востребованных участников программы взаимного обучения. Оптимальной в данном случае представляется такая учебная программа курсов повышения квалификации, которая распределена по учебному году. Тогда подготовка каждого авторского блока программы легко встраивается в основную деятельность преподавателя, а участники курсов могут повторно изучить или пересмотреть лекции в видеозаписи и подготовиться к обсуждению освоенного материала.

Среди предпосылок для реализации новых подходов можно выделить технологические и организационные тенденции, позволяющие сформулировать направление поиска альтернативных решений.

В технологическом плане ковид-ограничения способствовали широкому использованию телекоммуникационной среды в образовательном процессе с обеспечением удаленного доступа, обменом информацией в режиме реального времени, возможностью видеозаписи и задействованием облачной среды хранения. Специальная военная операция повлияла на уход зарубежных производителей геоинформационных систем (ГИС) с отечественного рынка,

а также привела к закрытию международных образовательных ГИС-проектов. Это, с одной стороны, способствовало развитию отечественного рынка ГИС, с другой — отрезало Россию от новых технологий, включая технологии искусственного интеллекта, развивающиеся за границей. Замены зарубежным образовательным ГИС-проектам пока не появились. С 2026 года организациям, подведомственным органам государственной власти и местного самоуправления будет запрещено использовать для обработки пространственных данных геоинформационные программные средства, не относящиеся к российским. Следует при этом оговориться, что 29 апреля 2025 года Росреестр предложил внести изменения в ч. 7 ст. 32 закона № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»³. Предлагается синхронизировать сроки, установленные Концепцией технологического развития на период до 2030 года⁴, со сроком перехода на отечественные геоинформационные технологии, системы и средства, определенным законом № 431-ФЗ, в целях завершения указанных мероприятий к 2030 году⁵. Таким образом, сроки корректировки рабочих программ учебных дисциплин геоинформационного профиля, преподаваемых в государственных образовательных учреждениях, в настоящий момент определены в интервале от 1 года до 5 лет.

В организационном плане недостаточное финансирование образовательных организаций ведет к отсутствию возможности приобрести востребованные, используемые на производстве ГИС, что, в свою очередь, вынуждает применять бесплатные ГИС. Важным стимулирующим фактором стало требование к обеспечению образовательной деятельности учебных заведений электронными образовательными ресурсами.

Наконец, следует констатировать, что в перечне показателей оценки уровня подготовки преподавательского состава рассматривается наличие подтверждений о повышении собственной преподавательской квалификации. Анализ существующих программ таких курсов выявляет их различную направленность: на предметную область, на конкретное программное обеспечение, на исходные данные (например: «Использование результатов космической деятельности»).

3 О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/420327081> (дата обращения: 18.06.2025).

4 Концепция технологического развития на период до 2030 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1301657597?marker=6580IP> (дата обращения: 18.06.2025).

5 О внесении изменения в статью 32 Федерального закона «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://regulation.gov.ru/projects/156638/> (дата обращения: 18.06.2025).

В методах подачи содержания курсов также может просматриваться ориентация на возрастные особенности в свете теории поколений.

С учетом вышеизложенных предпосылок представляется целесообразным апробировать новый формат взаимодействия преподавателей геоинформационных технологий в условиях необходимого и достаточного организационного и технического сопровождения.

В рамках изложения практики преподавания необходимо уделить внимание таким темам, как:

- «Введение в программу обучения (организационные вопросы)»;
- «Основы геоинформационных технологий. Термины и определения»;
- «Информационное обеспечение ГИС-дисциплин (литература, данные, пространственные данные, данные дистанционного зондирования)»;
- «Методика преподавания ГИС-дисциплин. Образовательные технологии»;
- «Структура современного обучающего курса по геоинформационным системам и технологиям (учебная программа, обобщенный курс, специализированный курс)»;
- «Содержание и опыт преподавания лабораторных работ, использование программного обеспечения»;
- «Внедрение ГИС в междисциплинарные исследования и образовательные проекты»;
- «Новое в геоинформационных технологиях».

В качестве итогового задания выступает изложение своей методики (запись учебного видеоматериала) или аналитическая статья.

Каждый участник на различных этапах освоения программы сможет проявить себя и как преподаватель, и как учащийся. Оценка разработанного материала осуществляется на основе взаимного оценивания. Должна быть также предусмотрена возможность обратной связи и корректировки программы курса.

Контроль осуществляется организацией, уполномоченной проводить курсы повышения квалификации преподавателей геоинформационных технологий, для чего потребуются заключение договоров с обучающимися. Это обеспечит возможность выдачи удостоверений о повышении квалификации.

На базе телекоммуникационной образовательной платформы должна быть реализована возможность проведения всех видов занятий (теоретическая и практическая часть): лекции (включая видеоматериалы, презентации), разбор кейсов из реальной практики. Должна быть обеспечена возможность для самостоятельной работы — изучения дополнительных материалов, подготовки занятия, выполнения итогового задания. В качестве технических средств потребуются компьютер, микрофон, веб-камера, средства доступа к Интернету.

Инфраструктура проведения курсов может включать систему дистанционного обучения (Moodle), систему организации вебинаров (Яндекс.Телемост).

Необходимо также обеспечить доступ к специализированному программному обеспечению, библиотекам и ресурсам.

4 Обсуждение

Новая форма курсов взаимного повышения квалификации ориентирована на тех представителей профессорско-преподавательского состава, которые:

- с трудом могут найти свободное время в графике научно-педагогической и производственной деятельности;
- готовы передать опыт преподавания геоинформационных технологий;
- ищут альтернативные решения;
- хотят использовать возможность повторения пройденного;
- имеют потребность не только в подтверждении повышения квалификации, но и в профессиональном взаимодействии.

Для получения сертификата о прохождении курсов повышения квалификации необходимо разработать образовательную программу. Трудоемкость обучения — 72 часа (2 зачетных единицы).

Для обеспечения эффективного взаимодействия количество обучающихся в группе должно составлять от 10 до 20 человек. Число основных разделов программы соответствует числу преподавателей-докладчиков.

Докладчик в рамках своего участия в курсах ВПК ПГТ должен раскрыть содержание рабочей программы дисциплины в целом или ее раздела (например, лабораторной или курсовой работы):

- 1) название дисциплины, ее объем и место в структуре образовательной программы и планируемые результаты обучения;
- 2) содержание и структура учебной дисциплины;
- 3) перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине;
- 4) фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- 5) перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины;
- 6) перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины;
- 7) перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- 8) описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации программы необходимо обеспечить очно-заочную форму обучения с возможностью удаленного участия и самостоятельного изучения наработанного контента.

Срок проведения курсов следует согласовывать с возможностями ключевых докладчиков. При проведении курсов с отрывом от производства программа может быть освоена за две недели. Однако собрать единовременно всех ключевых участников в таком режиме не всегда возможно. Вместе с тем повышение квалификации рекомендуется проводить каждые три года. Таким образом, программа курсов может быть реализована в срок от двух недель до трех лет без потери качества обучения и актуальности программы. С учетом указанных факторов возможно организовать такой режим занятий, при котором повышению квалификации отводятся 4 часа в неделю, $72/4 = 18$ недель, $18/4 = 4,5$ месяца: итого до 5 месяцев для курса объемом 72 часа. Если для подготовки преподавателем своего раздела (темы) предусмотреть еще 1 месяц, то в итоге получится 6 месяцев.

Следует также обращать внимание на образовательный уровень обучающихся, приступающих к освоению рассматриваемого раздела геоинформационного блока дисциплин.

5 Выводы

Результатом решения прикладной задачи стал новый формат взаимодействия преподавателей геоинформационных технологий. Он позволит реализовать накопленный потенциал разнообразия образовательных практик, повысить кругозор и квалификацию участников в условиях необходимого и достаточного организационного и технического сопровождения, целью которого является взаимное освоение лучших образовательных практик преподавания геоинформационных технологий.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Максудова Л.Г. Геоинформатика в системе образования МИИГАиК // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2000. № 2. С. 138–142.
2. Трофимова С.Ф. Преподавание геоинформатики на факультете информатики ТГУ // Геоинформатика-2000: труды Международной научно-практической конференции. Томск: ТГУ, 2000. С. 335–337.
3. Султанов В.А. Военно-топографическая и топогеодезическая подготовка современного специалиста в условиях внедрения геоинформационных технологий: дис. ... канд. пед. наук. Казань, 2002. 176 с.

4. Прогулова Т.Б. Геоинформационные системы при подготовке специалистов в области недропользования: дис. ... канд. техн. наук. Дубна, 2003. 100 с.
5. Поршнева С.В., Гуторова Л.Е. Роль и место геоинформатики в фундаментальной подготовке будущих учителей информатики // Информатизация образования — 2003: научные труды и материалы конференции Академии информатизации образования. Волгоград, 12–15 мая 2003 г. Волгоград: Перемена, 2003. С. 155–163.
6. Гуторова Л.Е. Опыт применения CASE-метода в процессе изучения геоинформатики студентами педагогических вузов // Ученые записки ИИО РАО. 2003. № 11. С. 120–130.
7. Грузинов В.С. О программе дисциплины «Геоинформационные системы» // Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 225-летию МИИГАиК. Геоинформатика. М.: МИИГАиК, 2004. С. 146–153.
8. Лыткин И.В. Комплексная геоинформационно-технологическая подготовка муниципальных служащих: на примере профильного курса информатики «Геоинформационные технологии в местном самоуправлении»: дис. ... канд. пед. наук. М., 2004. 209 с.
9. Кудж С.А. Исследование и разработка принципов построения систем электронного обучения в области геоинформационных технологий: дис. ... канд. техн. наук. М., 2004. 153 с.
10. Кулибекова Р.Д. Геоинформационные технологии как средство формирования информационной культуры будущего учителя географии: дис. ... канд. пед. наук. Махачкала, 2008. 163 с.
11. Войтешенко И.С., Таранчук В.Б. ИКТ в преподавании геоинформатики // Информатика и образование. 2007. № 5. С. 78–82.
12. Берлянт А.М., Лурье И.К., Тутубалина О.В. и др. Концепция университетского инновационного географо-картографического образования // Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2009. № 2. С. 6–12.
13. Купцов А.Б. Разработка модели геопространственных данных и информационно-лингвистического обеспечения комплекса обучающих средств для специалистов-геоинформатиков: дис. ... канд. техн. наук. М., 2009. 116 с.
14. Шкуров Ф.В. Разработка и исследование принципов построения и архитектуры комплекса программно-технических средств для обучения геоинформационным технологиям: дис. ... канд. техн. наук. М., 2009. 136 с.
15. Малинников В.А., Соловьёв И.В., Шлапак В.В. Современное высшее геодезическое профессиональное образование и геоинформатика // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2009. № 6. С. 102–107.
16. Лурье И.К., Самсонов Т.Е. Развитие геоинформационного образования на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова // ArcReview. 2011. № 3. С. 12–13.

17. Булгаков С.В. Особенности преподавания геоинформатики в МИИГАиК // Дистанционное и виртуальное обучение. 2012. № 10. С. 64–68.
18. Беляков О.И. Учебный курс «Геоинформационные системы»: актуализация содержания // Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского. Серия: Естественные науки. 2012. № 29. С. 301–304.
19. Прозорова Г.В. Подготовка бакалавров направления «Информационные системы и технологии» к профессиональной деятельности в геоинформатике: монография. Тюмень: ТИУ, 2013. 160 с.
20. Орехова А.В. Формирование геоинформационной компетентности учащихся в процессе изучения географии на основе применения ГИС-технологий // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2014. № 1 (81). С. 150–157.
21. Тищенко В.А. Средства исторической геоинформатики в преподавании пространственно распределенного фактографического материала // Материалы XXIV Ежегодной богословской конференции Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета. М.: ПСТГУ, 2014. С. 395–397.
22. Слива Е.А. Современный взгляд на преподавание геоинформатики в вузе // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции (г. Нижневартонск, 12–13 февраля 2015 г.). Нижневартонск: НВГУ, 2015. Ч. 2. С. 513–516.
23. Майоров А.А., Матерухин А.В. Пространственные большие данные и современное российское образование в области геоинформатики // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2015. № 6. С. 105–108.
24. Деймундт А.С. Геоинформатика, изъяны ее в преподавании // Наука и образование в Арктическом регионе: материалы Международной научно-практической конференции. Мурманск: МГТУ, 2016. С. 62–64.
25. Артемьева О.В. Взаимосвязь картографии и геоинформатики в контексте обучения студентов основам тематического картографирования в Санкт-Петербургском государственном университете // Национальная картографическая конференция — 2018: сборник тезисов Всероссийской научной конференции. М.: Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2018. С. 20–21.
26. Слива Е.А. Использование контекстного подхода при обучении базовым геоинформационным технологиям бакалавров непрофильного геоинформационного образования: дис. ... канд. пед. наук. Нижневартонск, 2018. 115 с.
27. Аникеева О.С., Лебедева И.В., Плетухина А.А. Проблемы и перспективы использования геоинформационных технологий в образовательном процессе // Проблемы современного педагогического образования. 2018. № 60-3. С. 18–21.

28. Колесников А.А. Преподавание современных методов обработки данных в рамках дисциплин направлений геоинформатика и картография // Преподавание информационных технологий в Российской Федерации: материалы Семнадцатой открытой Всероссийской конференции. Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2019. С. 315–317.
29. Бакиева Э.В., Хизбуллина Р.З., Гизатшина Г.М. и др. Формирование профессиональной компетенции у студентов, обучающихся по направлению «Картография и геоинформатика» // ЦИТИСЭ. 2019. № 3 (20). С. 48.
30. Сайфулин И.И. Формирование геоинформационной компетентности учащихся на основе применения ГИС-технологий // Туризм и рекреация: инновации и ГИС-технологии: материалы XII Международной научно-практической конференции, Астрахань, 22–23 мая 2020 г. Астрахань: Новая Линия, 2020. С. 163–165.
31. Питерский Б.П., Яшин А.И., Щиголева М.А. и др. Сочетание академической и прикладной направленности в методологии дисциплины обучения «Геоинформационные системы» // Современное образование: содержание, технологии, качество: материалы XXVI Международной научно-методической конференции. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2020. С. 219–222.
32. Радченко Л.К. Методические аспекты преподавания картографических дисциплин в цифровую эпоху при смене поколений // Актуальные вопросы образования. Современный университет как пространство цифрового мышления: сборник материалов Международной научно-методической конференции: в 3 ч. Новосибирск: СГУГиТ, 2020. Ч. 1. С. 174–179.
[DOI:10.33764/2618-8031-2020-1-174-179](https://doi.org/10.33764/2618-8031-2020-1-174-179).
33. Мартынов Г.П., Радченко Л.К. Практическая реализация дистанционного обучения по направлению подготовки 05.03.03 «Картография и геоинформатика» // Актуальные вопросы образования. 2021. № 2. С. 27–33.
34. Марков Д.С., Гинко В.И., Малыгин А.Д. Развитие геоинформационных компетенций у студентов, обучающихся по образовательной программе «История; География» по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 1. С. 307–313.
[DOI:10.55355/snv2022111308](https://doi.org/10.55355/snv2022111308).
35. Светлова М.В., Меньшакова М.Ю., Гайнанова Р.И. Использование геоинформационных систем в профессиональной подготовке студентов вузов, обучающихся эколого-географическим специальностям // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2024. № 1. С. 135–142. [DOI:10.17308/geo/1609-0683/2024/1/135-142](https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/1/135-142).
36. Подольская Е.С. Геоинформационные технологии в интеллектуальных системах как дисциплина в программе подготовки студентов по специальности «Картография и геоинформатика» // Геодезия и картография. 2024. Т. 85, № 8. С. 51–60. [DOI:10.22389/0016-7126-2024-1010-8-51-60](https://doi.org/10.22389/0016-7126-2024-1010-8-51-60).

37. Сидорина И.Е. Вопросы современной картографии: геоинформационное картографирование и геоматика // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Инновации в науке, образовании и производстве: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2024. С. 30–41.
38. Варущенко А.С., Варущенко С.С. Преподавание геоинформатики в высших учебных заведениях РФ в условиях СВО // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Инновации в науке, образовании и производстве: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2024. С. 11–17.
39. Никольский Е.К., Чечин А.В. Подготовка кадров в сфере геодезии и землеустройства на кафедре геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ // ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД: материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Нижний Новгород: Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, 2025. С. 5–14.

АВТОРЫ

Грузинов Вениамин Станиславович

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

(МИИГАиК), Москва, Россия

кафедра информатики и геоинформационных технологий, факультет геоинформатики и информационной безопасности

канд. техн. наук, доцент

Чечин Андрей Вячеславович

✉ chechin-a@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», Нижний Новгород, Россия

кафедра геоинформатики, геодезии и кадастра, Институт архитектуры и градостроительства

канд. техн. наук, доцент

 0000-0001-8038-9404

Поступила 29.06.2025. Принята к публикации 22.12.2025. Опубликовано 29.12.2025.

UDC 378

DOI:10.30533/scidata-2025-16-20



Project of Advanced Training Courses for Teachers of Geoinformation Technologies Based on Mutual Learning

Veniamin S. Gruzinov¹✉, Andrey V. Chechin²

AFFILIATIONS

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

² Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
Nizhny Novgorod, Russia

✉ gruzinov@miigaik.ru

CITATION

Gruzinov VS, Chechin AV. Project of Advanced Training Courses for Teachers of Geoinformation Technologies Based on Mutual Learning. *Spatial Data: Science, Research and Technology*. 2025; 16(4): 43–61. DOI:10.30533/scidata-2025-16-20.

KEYWORDS

geographic information system, geoinformation technologies, teaching methods, advanced training

ABSTRACT

The article discusses the problems of teaching geoinformation technologies. Based on the analysis of scientific publications and the authors' own experience in the field of teaching geoinformation technologies, the existing approaches are investigated and a new form of mutual advanced training of geoinformation technologies teachers is proposed, taking into account modern conditions and opportunities, technological and organizational aspects of the implementation of this process are considered. The optimal optimal term is the training program of advanced training courses, distributed distributed over the academic year, when

each author block of the program is prepared by each teacher without prejudice to their main activities, and the participants of the courses can re-examine or revise the lecture material in a video recording and thus prepare for a qualified discussion of the material covered. The article provides a rationale for the proposed approach.

REFERENCES

1. Maksudova LG. Geoinformatika v sisteme obrazovaniya MIIGAiK [Geoinformatics in the MIIGAiK education system]. *Izvestia Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2000;2: 138–142. (In Russian).
2. Trofimova SF. Prepodavanie geoinformatiki na fakul'tete informatiki TGU [Teaching Geoinformatics at the TSU Faculty of Informatics]. *Geoinformatics-2000: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Tomsk: TSU; 2000: 335–337. (In Russian).
3. Sultanov VA. *Voenno-topograficheskaya i topogeodezicheskaya podgotovka sovremennogo spetsialista v usloviyakh vnedreniya geoinformatsionnykh tekhnologij* [Military Topographic and Topogeodetic Training of a Modern Specialist in the Context of the Introduction of Geoinformation Technologies] [dissertation]. Kazan; 2002. 176 p. (In Russian).
4. Progulova TB. *Geoinformatsionnye sistemy pri podgotovke spetsialistov v oblasti nedropol'zovaniya* [Geoinformation Systems in the Training of Specialists in the Field of Subsoil Use] [dissertation]. Dubna; 2003. 100 p. (In Russian).
5. Porshnev SV, Gutorova LE. Rol' i mesto geoinformatiki v fundamental'noj podgotovke budushchikh uchitelej informatiki [The Role and Place of Geoinformatics in the Fundamental Training of Future Computer Science Teachers]. *Informatization of Education – 2003: Scientific Papers and Conference Materials of the Academy of Informatization of Education, Volgograd, May 12–15, 2003*. Volgograd: Peremena; 2003: 155–163. (In Russian).
6. Gutorova LE. Opyt primeneniya CASE-metoda v protsesse izucheniya geoinformatiki studentami pedagogicheskikh vuzov [The Experience of Using the Case Method in the Process of Studying Geoinformatics by Students of Pedagogical Universities]. *Scientific Notes of IIO RAO*. 2003;11: 120–130. (In Russian).
7. Gruzinov VS. O programme distsipliny "Geoinformatsionnye sistemy" [About the Program of the Discipline "Geoinformation systems"]. *Proceedings of the International Scientific and Technical Conference Dedicated to the 225th Anniversary of the MIIGAIK*. Geoinformatics. Moscow: MIIGAiK; 2004: 146–153. (In Russian).
8. Lytkin IV. *Kompleksnaya geoinformatsionno-tekhnologicheskaya podgotovka munitsipal'nykh sluzhashchikh: na primere profil'nogo kursa informatiki "Geoinformatsionnye tekhnologii v mestnom samoupravlenii"* [Comprehensive Geoinformation and Technological Training of Municipal Employees: on the Example

- of the Specialized Computer Science Course "Geoinformation Technologies in Local Government") [dissertation]. Moscow; 2004. 209 p. (In Russian).
9. Kudzh SA. *Issledovanie i razrabotka printsipov postroeniya sistem elektronnoy obucheniya v oblasti geoinformatsionnykh tekhnologiy* [Research and Development of Principles for Building E-Learning Systems in the Field of Geoinformation Technologies] [dissertation]. Moscow; 2004. 153 p. (In Russian).
 10. Kulibekova RD. *Geoinformatsionnye tekhnologii kak sredstvo formirovaniya informatsionnoy kul'tury budushchego uchitelya geografii* [Geoinformation Technologies as a Means of Forming the Information Culture of the Future Geography Teacher] [dissertation]. Makhachkala; 2005. 163 p. (In Russian).
 11. Vojteshenko IS, Taranchuk VB. IKT v prepodavanii geoinformatiki [ICT in the Teaching of Geoinformatics]. *Informatics and Education*. 2007;5: 78–82. (In Russian).
 12. Berlyant A.M., Lur'e I.K., Tutubalina O.V., Chalova E.R. Kontseptsiya universitetskogo innovatsionnogo geografo-kartograficheskogo obrazovaniya [A Concept of Innovative University Education in Geographical Cartography]. *Moscow University Bulletin. Series 5, Geography*. 2009;2: 6–12. (In Russian).
 13. Kuptsov AB. *Razrabotka modeli geoprostranstvennykh dannykh i informatsionno-lingvisticheskogo obespecheniya kompleksa obuchayushchikh sredstv dlya spetsialistov-geoinformatikov* [Development of a Geospatial Data Model and Information and Linguistic Support for a Set of Training Tools for Geoinformatics Specialists] [dissertation]. Moscow; 2009. 116 p. (In Russian).
 14. Shkurov FV. *Razrabotka i issledovanie printsipov postroeniya i arkhitektury kompleksa programmno-tekhnicheskikh sredstv dlya obucheniya geoinformatsionnym tekhnologiyam* [Development and Research of Principles of Construction and Architecture of a Complex of Software and Hardware Tools for Training Geoinformation Technologies] [dissertation]. Moscow; 2009. 136 p. (In Russian).
 15. Malinnikov VA, Solov'yov IV, Shlapak VV. Sovremennoe vysshee geodezicheskoe professional'noe obrazovanie i geoinformatika [Modern Higher Geodetic Professional Education and Geoinformatics]. *Izvestia Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2009;6: 102–107. (In Russian).
 16. Lur'e IK, Samsonov TE. Razvitie geoinformatsionnogo obrazovaniya na geograficheskom fakul'tete MGU imeni M.V. Lomonosova [Development of Geoinformational Education Practices at Faculty of Geography, Moscow State University]. *ArcReview*. 2011;3: 12–13. (In Russian).
 17. Bulgakov SV. Osobennosti prepodavaniya geoinformatiki v MIIGAiK [Features of Teaching Geoinformatics at MIIGAiK]. *Distance and Virtual Learning*. 2012;10: 64–68. (In Russian).
 18. Belyakov OI. Uchebnyj kurs "Geoinformatsionnye sistemy": aktualizatsiya soderzhaniya [Training Course "Geoinformation Systems": Contents Updating]. *Proceedings of Penza State Pedagogical University Named after V.G. Belinsky. Natural Sciences*. 2012;29: 301–304. (In Russian).

19. Prozorova GV. *Podgotovka bakalavrov napravleniya "Informatsionnye sistemy i tekhnologii" k professional'noj deyatel'nosti v geoinformatike* [Bachelor's Degree Training in Information Systems and Technologies for Professional Activity in Geoinformatics] [monograph]. Tyumen: IUT; 2013. 160 p. (In Russian).
20. Orekhova AV. Formirovanie geoinformatsionnoj kompetentnosti uchashchikhsya v protsesse izucheniya geografii na osnove primeneniya GIS-tekhnologij [Formation of Students' Geoinformation Competence when Studying Geography through the Use of GIS Technologies]. *I. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University Bulletin*. 2014;1(81): 150–157. (In Russian).
21. Tishchenko VA. Sredstva istoricheskoy geoinformatiki v prepodavanii prostranstvenno raspredelenного фактографического материала [Means of Historical Geoinformatics in Teaching Spatially Distributed Factual Material]. *Proceedings of the XXIV Annual Theological Conference of St. Tikhon's Orthodox University for the Humanities*. Moscow: Saint Tikhon's Orthodox University of Humanities; 2014: 395–397. (In Russian).
22. Sliva EA. Sovremennyy vzglyad na prepodavanie geoinformatiki v vuze [A Modern View on the Teaching of Geoinformatics in Higher Education]. *Culture, Science, Education: Problems and Prospects: Proceedings of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference (Nizhnevartovsk, February 12–13, 2015)*. Nizhnevartovsk: NVSU; 2015;2: 513–516. (In Russian).
23. Majorov AA, Materukhin AV. Prostranstvennye bol'shie dannye i sovremennoe rossijskoe obrazovanie v oblasti geoinformatiki [Spatial Big Data and Modern Russian Education in the Field of Geoinformatics]. *Izvestia Vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2015;6: 105–108. (In Russian).
24. Dejmundt AS. Geoinformatika, iz'yany eyo v prepodavanii [Geoinformatics, its Flaws in Teaching]. *Science and Education in the Arctic Region: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Murmansk: MSTU; 2016: 62–64. (In Russian).
25. Artem'eva OV. Vzaimosvyaz' kartografii i geoinformatiki v kontekste obucheniya studentov osnovam tematicheskogo kartografirovaniya v Sankt-Peterburgskom gosudarstvennom universitete [The Relationship between Cartography and Geoinformatics in the Context of Teaching Students the Basics of Thematic Mapping at St. Petersburg State University]. *National Cartographic Conference – 2018: Collection of Abstracts of the All-Russian Scientific Conference*. Moscow: Faculty of Geography of Lomonosov MSU; 2018: 20–21. (In Russian).
26. Sliva EA. *Ispol'zovanie kontekstnogo podkhoda pri obuchenii bazovym geoinformatsionnym tekhnologiyam bakalavrov neprofil'nogo geoinformatsionnogo obrazovaniya* [Using a Contextual Approach in Teaching Basic Geoinformation Technologies to Bachelors of Non-Core Geoinformation Education]. Nizhnevartovsk; 2018. 115 p. (In Russian).

27. Anikeeva OS, Lebedeva IV, Pletukhina AA. Problemy i perspektivy ispol'zovaniya geoinformatsionnykh tekhnologij v obrazovatel'nom protsesse [Problems and Prospects of Using Geoinformation Technologies in the Educational Process]. *Problems of Modern Pedagogical Education*. 2018;60-3: 18–21. (In Russian).
28. Kolesnikov AA. Prepodavanie sovremennykh metodov obrabotki dannykh v ramkakh distsiplin napravlenij geoinformatika i kartografiya [Teaching Modern Data Processing Methods in the Disciplines of Geoinformatics and Cartography]. *Teaching Information Technology in the Russian Federation: Proceedings of the Seventeenth Open All-Russian Conference*. Novosibirsk: CPI NSU; 2019: 315–317. (In Russian).
29. Bakieva EV, Khizbullina RZ, Gizatshina GM, et al. Formirovanie professional'noj kompetentsii u studentov, obuchayushchikhsya po napravleniyu “Kartografiya i geoinformatika” [The Formation of Professional Competence of Students in the Direction of “Cartography and Geoinformatics”]. *CITISE*. 2019;3(20): 48. (In Russian).
30. Sajfulin II. Formirovanie geoinformatsionnoj kompetentnosti uchashchikhsya na osnove primeneniya GIS-tekhnologij [Formation of Students Geoinformation Competence Based on the Use of GIS-Technologies]. *Tourism and Recreation: Innovations and GIS Technologies: Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference, Astrakhan, May 22–23, 2020*. Astrakhan: Novaya Liniya; 2020: 163–165. (In Russian).
31. Pitserskiy BP, Yashin AI, Shchigoleva MA, et al. Sochetanie akademicheskoy i prikladnoj napravlenosti v metodologii distsipliny obucheniya “Geoinformatsionnye sistemy” [The Combination of Academic and Applied Orientation in the Methodology of the Training Discipline “Geoinformation Systems”]. *Modern Education: Content, Technology, Quality: Proceedings of the XXVI International Scientific and Methodological Conference*. St. Petersburg: SPbSETU “LETI”; 2020: 219–222. (In Russian).
32. Radchenko LK. Metodicheskie aspekty prepodavaniya kartograficheskikh distsiplin v tsifrovuyu epokhu [Digital Age: Methodology of Teaching Cartographic Disciplines under the Change of Generations]. *Current Issues of Education. Modern University as a Space of Digital Thinking: Collection of Materials of the International Scientific and Methodological Conference*. In 3 parts. Part 1. Novosibirsk: SSUGT; 2020: 174–179. (In Russian). DOI:10.33764/2618-8031-2020-1-174-179.
33. Martynov GP, Radchenko LK. Prakticheskaya realizatsiya distantsionnogo obucheniya po napravleniyu podgotovki 05.03.03 “Kartografiya i geoinformatika” [Practical Implementation of Distance Learning when of Training “Cartography and Geoinformatics”]. *Current Issues of Education*. 2021;2: 27–33. (In Russian).
34. Markov DS, Ginko VI, Malygin AD. Razvitie geoinformatsionnykh kompetentsij u studentov, obuchayushchikhsya po obrazovatel'noj programme “Istoriya; Geografiya” po napravleniyu podgotovki 44.03.05 Pedagogicheskoe obrazovanie [Development of Geoinformation Competencies among Students Majoring in History

- and Geography (44.03.05 Pedagogical Education)]. *Samara Journal of Science*. 2022;11(1): 307–313. (In Russian). DOI:10.55355/snv2022111308.
35. Svetlova MV, Men'shakova MYu, Gajnanova RI. Ispol'zovanie geoinformatsionnykh sistem v professional'noj podgotovke studentov vuzov, obuchayushchikhsya ekologo-geograficheskim spetsial'nostyam [Use of Geographic Information Systems in the Professional Training of University Students Studying Environmental and Geographical Specialties]. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 2024;1: 135–142. (In Russian). DOI:10.17308/geo/1609-0683/2024/1/135-142.
36. Podol'skaya ES. Geoinformatsionnye tekhnologii v intellektual'nykh sistemakh kak distsiplina v programme podgotovki studentov po spetsial'nosti "Kartografiya i geoinformatika" [GIS Technologies in the Intelligent Systems as a Training Course on Cartography and Geoinformatics]. *Geodesy and Cartography*. 2024;85(8): 51–60. (In Russian). DOI:10.22389/0016-7126-2024-1010-8-51-60.
37. Sidorina IE. Voprosy sovremennoj kartografii: geoinformatsionnoe kartografirovanie i geomatika [Issues of Modern Cartography: GIS-Based Mapping and Geomatics]. *Geodesy, Cartography, Geoinformatics and Cadastre. Innovations in Science, Education and Production: Proceedings of the V All-Russian Scientific and Practical Conference*. St. Petersburg: Publishing and Printing Association of Higher Educational Institutions; 2024: 30–41. (In Russian).
38. Varushchenko AS, Varushchenko SS. Prepodavanie geoinformatiki v vysshih uchebnykh zavedeniyakh RF v usloviyakh SVO [Teaching Geoinformation in Higher School and the Security Issues of Russia]. *Geodesy, Cartography, Geoinformatics and Cadastre. Innovations in Science, Education and Production: Proceedings of the V All-Russian Scientific and Practical Conference*. St. Petersburg: Publishing and Printing Association of Higher Educational Institutions; 2024: 11–17. (In Russian).
39. Nikol'skij EK, Chechin AV. Podgotovka kadrov v sfere geodezii i zemleustrojstva na kafedre geoinformatiki, geodezii i kadastra NNGASU [Training of Personnel in the Field of Geodesy and Land Management at the Department of Geoinformatics, Geodesy and Cadastre of NNGASU]. *THE GEOFORUM. NIZHNY NOVGOROD: Proceedings of the II All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation*. Nizhny Novgorod: Russian Society of Geodesy, Cartography and Land Management; 2025: 5–14. (In Russian).

AUTHORS

Veniamin S. Gruzinov

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
Department of Geoinformation Systems and Technologies, Faculty of Geoinformatics and Information Security
PhD in Engineering, Associate Professor

Andrey V. Chechin

✉ chechin-a@yandex.ru

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
Nizhny Novgorod, Russia

Department of Geoinformatics, Geodesy and Cadastre, Institute of Architecture
and Urban Planning

PhD in Engineering, Associate Professor

ORCID [0000-0001-8038-9404](https://orcid.org/0000-0001-8038-9404)

Submitted: June 29, 2025. Accepted: December 22, 2025. Published: December 29, 2025.



Экологическая оценка территории Республики Коми

С.С. Терентьева¹✉, Н.В. Фомина²

АФФИЛИАЦИИ

¹ Государственный университет управления, Москва, Россия

² Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

✉ stsmvsabrina@gmail.com

ЦИТИРОВАНИЕ

Терентьева С.С., Фомина Н.В. Экологическая оценка территории Республики Коми // Пространственные данные: наука и технологии. 2025. Т. 16, № 4. С. 62–78.
DOI:10.30533/scidata-2025-16-14.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

экологическая оценка, антропогенная нагрузка, эколого-хозяйственный баланс, Республика Коми

АННОТАЦИЯ

В статье предложена оценка эколого-хозяйственного состояния территории Республики Коми. Значимость исследования обусловлена активным индустриальным освоением земель: в регионе развита нефте- и газодобыча, а также угольная и деревообрабатывающая промышленность. Несмотря на преобладание лесного фонда, в отдельных районах республики остается повышенной антропогенная напряженность. Цель работы — определение уровня антропогенного вмешательства и экологической напряженности на данной территории. Для исследования было выбрано деление по муниципальным образованиям региона. Работа проведена на основе методики Б.И. Кочурова с использованием формул для вычисления коэффициентов абсолютной и относительной напряженности территории, а также естественной защищенности земельного фонда. Информационной базой стал Доклад о состоянии и использовании земель в Республике Коми на 1 января 2025 года, размещенный на официальном сайте Росреестра, с делением земельного фонда по категориям

антропогенной нагрузки. Картографическая визуализация создана при помощи программы QGIS. Полученные значения показателей характеризуют состояние территории Республики Коми в целом как стабильное и удовлетворительное, а районов с развитой промышленной инфраструктурой — как напряженное и неустойчивое. Результаты работы могут быть использованы в дальнейшем для создания программ рационального природопользования.

1 Введение

В настоящее время антропогенное вмешательство наблюдается почти на всей территории планеты. Человеческая деятельность значительно влияет на природные ландшафты и нарушает их устойчивость. В современном мире с быстрым ростом населения и развитием новых технологий прямо пропорционально увеличивается загрязнение окружающей среды. Особенно важно иметь данные о состоянии земель, значительности антропогенного вмешательства на них для возможности их восстановления при деградации.

Россия как самая большая по площади страна мира, главной и наиболее уникальной чертой которой следует считать северность ее природы и особую суровость (континентальность) климата, не может не развиваться по инновационному пути, а ее территория из-за разнообразия и богатства природных условий и ресурсов остается объектом пристального внимания [1]. Республика Коми расположена на крайнем северо-востоке европейской части России, занимая обширные территории в бассейнах рек Печоры и Вычегды. Географически регион охватывает восточную окраину Русской равнины и западные склоны Уральских гор (Северный, Приполярный и Полярный Урал), простираясь от тундры на севере до густой тайги на юге. Значительная часть республики находится за полярным кругом, что в сочетании с отсутствием естественных преград для арктических воздушных масс обуславливает суровый умеренно континентальный климат и широкое распространение многолетней мерзлоты в северных районах.

В Республике Коми основную долю земель занимают леса, но, несмотря на это, многие территории подвергаются мощной антропогенной нагрузке, например в районах лесопромышленного комплекса, в зонах добычи полезных ископаемых (нефть, газ, уголь) [2], а также транспортной сети. В связи с большой площадью региона (416 774 км²) наиболее целесообразным представляется проведение экологической оценки в границах муниципальных образований исследуемой территории. Такой подход позволит интегрировать природоохранные требования в стратегиях социально-экономического и градостроительного развития муниципальных образований, т. е. позволит проводить эффективную политику в экологическом планировании территорий [3].

Активное хозяйственное освоение территории предопределило необходимость проведения экологической оценки региона. Целью исследования является оценка эколого-хозяйственного состояния территории Республики Коми в границах ее муниципальных образований.

В научной литературе существуют разные подходы к оценке антропогенной нагрузки на территорию. Ж.С. Мустафаев, А.Т. Козыкеева и С.Д. Даулетбай разработали комплексную оценку косвенного антропогенного воздействия на водосборы речных бассейнов на примере реки Шу. Методика основана на анализе взаимосвязей сельскохозяйственных и промышленных показателей, а также демографического фактора [4].

С.А. Чупикова и Т.М. Ойдуп предложили картографический метод оценки антропогенной нагрузки муниципальных образований Республики Тыва. Для характеристики региона использовались ГИС-технологии с визуализацией антропогенной деятельности (транспортные сети, промышленные объекты, населенные пункты) [5].

Т.Б. Бардаханова, В.Д. Мункуева и соавторы сформулировали и представили комплексную оценку антропогенной нагрузки на агроландшафты трансграничных территорий Северной Азии. Метод основан на анализе воздействия социально-экономических и сельскохозяйственных факторов на природные ландшафты [6].

В данном исследовании была использована методика Б.И. Кочурова¹. Этот подход объединяет анализ структуры земельного фонда и математические методики вычисления коэффициентов абсолютной и относительной напряженности, а также естественной защищенности территории.

2 Материалы и методы

Объектом исследования стали муниципальные образования Республики Коми.

Земля является как природным ресурсом, так и территорией для хозяйственной деятельности, а с юридической стороны — объектом права собственности. Для рационального и эффективного использования земельного фонда страны, согласно ст. 7 Земельного кодекса Российской Федерации², **по целевому назначению выделяют земли:**

- сельскохозяйственного назначения;
- населенных пунктов;

¹ Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: СмолГУ, 1999. 154 с.

² Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ: принят Государственной Думой 28 сентября 2001 г.; одобрен Советом Федерации 10 октября 2001 г. // Собрание законодательства РФ. 2001. № 44, ст. 4147.

- промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и иного специального значения;
- особо охраняемых территорий и объектов, заповедников и национальных парков;
- лесного фонда;
- водных ресурсов;
- запаса.

Исследование основывается на вычислении коэффициентов абсолютной и относительной напряженности, а также естественной защищенности территории. Нахождение значений производилось по формулам из методик Б.И. Кочурова³ с использованием площадей земель по разным категориям, зависящим от степени антропогенной нагрузки (**табл. 1**).

Таблица 1 Классификация земель по степени антропогенной нагрузки по Б.И. Кочурову

Table 1 Classification of lands by the degree of anthropogenic load according to B.I. Kochurov

Степень нагрузки	Баллы	Виды категорий земель
Высшая	6	Земли промышленности, транспорта, городов, поселков, инфраструктуры, нарушенные земли
Очень высокая	5	Орошаемые и осушаемые земли, садово-огородные участки
Высокая	4	Пахотные земли, ареалы интенсивных рубок, используемые нерационально
Средняя	3	Земли водного фонда, пастбища, рекреационные земли
Низкая	2	Земли лесного фонда, сенокосы; земли под многолетними культурами, леса ограниченного использования
Очень низкая	1	Природоохранные земли и земли запаса

3 Результаты

Оценка эколого-хозяйственного состояния территории Республики Коми проведена по трем показателям: коэффициентам абсолютной и относительной напряженности, а также естественной защищенности земельного фонда⁴.

³ Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: СмолГУ, 1999. 154 с.

⁴ Кочуров Б.И., Иванов Ю.Г. Территориальный баланс состояния природы и хозяйства (на примере Усть-Коксинского района Горного Алтая) // География и природные ресурсы. 1991. № 3. С. 4–17.

КОЭФФИЦИЕНТ АБСОЛЮТНОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ (K_a)

Коэффициент абсолютной напряженности (K_a) — соотношение площадей земель с крайними степенями нагрузки, т. е. отношение площадей сильно нарушенных земель, таких как земли промышленности и земли населенных пунктов, и природоохранных земель, вовсе не тронутых хозяйственной деятельностью либо слабо нарушенных:

1

$$K_a = \frac{P_6}{P_1},$$

где P_6 — площадь земель с высшей степенью антропогенной нагрузки;
 P_1 — площадь земель с очень низкой степенью антропогенной нагрузки.

КОЭФФИЦИЕНТ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ (K_o)

Коэффициент относительной напряженности (K_o) — соотношение площадей земель с относительно высокой (P_4, P_5, P_6) и относительно более низкой (P_1, P_2, P_3) антропогенной нагрузкой:

2

$$K_o = \frac{P_4 + P_5 + P_6}{P_1 + P_2 + P_3}.$$

Считается, что при $K_a > 0,5$ экологическое состояние земель территории характеризуется как напряженное, соответственно, территория перегружена хозяйственной деятельностью [7]. Если значение коэффициента близко к 1, то можно говорить, что территория уравновешена по потенциалу устойчивости природы и степени антропогенной нагрузки⁵.

В данном исследовании для характеристики градации напряженности территории использовались качественные словесные обозначения. Эти формулировки разработаны для наглядности и упрощения восприятия антропогенной нагрузки в Республике Коми. Предложенная градация носит вспомогательный характер и используется только в данной работе (табл. 2).

Таблица 2 Характеристика экологического состояния территории [8]

Table 2 Characteristics of the ecological state of the territory [8]

Коэффициенты напряженности K_a и K_o	Экологическое состояние территории
0–0,5	Удовлетворительное
0,6–1	Напряженное

⁵ Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: учебное пособие. Москва — Смоленск: Маджента, 2003. 384 с.

Козффициенты напряженности K_a и K_o	Экологическое состояние территории
1,1–1,5	Конфликтное
1,6–2	Критическое
2,1–121	Близкое к катастрофическому

КОЭФФИЦИЕНТ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА (K_{ez})

Козффициент естественной защищенности земельного фонда (K_{ez}) — доли земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями в общей площади земельного фонда территории [8].

Стабильность и устойчивость ландшафта обосновывается количеством природоохранных зон и земель, минимально подвергающихся вмешательству человека. Такие земельные ресурсы составляют экологический фонд территории. Естественная защищенность выше, если зеленых территорий больше⁶.

Суммарную площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями вычисляют по следующей формуле:

3

$$P_{сф} = P_1 + 0,8P_2 + 0,6P_3 + 0,4P_4,$$

где P_1, P_2, P_3, P_4 — площади земель с соответствующей степенью антропогенной нагрузки.

Козффициент естественной защищенности территории (K_{ez}) равен отношению площади земель $P_{сф}$ к общей площади исследуемой территории (P_o):

4

$$K_{ez} = \frac{P_{сф}}{P_o}.$$

Экологическая оценка естественной защищенности земельного фонда была проведена по шкале, представленной в табл. 3⁶.

Таблица 3 Ранжирование ландшафта по устойчивости территории

Table 3 Landscape ranking by territorial sustainability

Козффициент естественной защищенности ландшафта K_{ez}	Степень стабильности ландшафта
$\leq 0,33$	Нестабильный
0,34–0,5	Малостабильный
0,51–0,65	Среднестабильный
$> 0,66$	Стабильный

⁶ Кочуров Б.И. Геозкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: СмолГУ, 1999. 154 с.

Для вычисления каждого коэффициента требовались значения площадей земель. Данные были получены из Доклада о состоянии и использовании земель в Республике Коми на 1 января 2025 года, размещенного на официальном сайте Росреестра. Для работы были применены сведения о структуре земельного фонда с делением на категории в разрезе муниципальных образований (табл. 4)⁷.

Таблица 4 Структура земель по категориям в разрезе муниципальных районов, муниципальных округов и городского округа Республики Коми

Table 4 Land structure by category in the context of municipal districts, municipal okrugs and urban districts of the Komi Republic

Административно-территориальная единица Республики Коми	Итого земель в адм. границах, га	Площадь земель по категориям, га						
		1	2	3	4	5	6	7
МР «Прилузский»	1 316 848	69 587	9 449	9 569	0	1 221 775	0	6 468
МР «Койгородский»	1 041 566	13 088	7 036	865	0	1 018 373	1 177	1 027
МР «Сысольский»	607 075	50 451	5 423	1 226	0	547 529	2 364	382
МР «Сыктывдинский»	745 781	58 816	6 071	2 776	41	659 593	3 573	14 911
МР «Корткеросский»	1 974 835	68 641	8 947	11 424	3	1 881 481	0	4 439
МР «Усть-Куломский»	2 636 801	60 473	16 663	1 766	3	2 543 323	13 418	155
МР «Усть-Вымский»	477 508	30 391	7 186	3 181	0	421 064	9 647	6 039
МР «Удорский»	3 581 568	19 283	4 412	14 335	7	3 539 961	0	3 570
МР «Троицко-Печорский»	4 060 112	4 557	9 651	2 006	713 546	3 266 424	60 111	3 817
МР «Печора»	2 892 282	27 408	18 658	12 659	435 500	2 397 344	0	713
МР «Усть-Цилемский»	4 251 110	134 762	5 540	74 927	0	4 028 705	0	7 176
МР «Ижемский»	1 843 557	45 491	6 776	40 934	0	1 750 356	0	0
МР «Сосногорск»	1 656 293	5 302	9 177	6 420	0	1 631 562	2 758	1 074
МО «Княжпогостский»	2 461 560	31 839	9 637	4 603	86	2 412 321	2 048	1 026
МО «Усинск»	3 056 420	49 793	9 988	6 276	0	2 958 045	32 180	138
МО «Воркута»	2 417 964	1 116 257	10 143	21 628	140	698 766	0	571 030
МО «Вуктыл»	2 245 318	8 113	14 955	9 362	892 321	1 306 439	13 797	331
МО «Инта»	3 009 735	31 012	5 006	43 947	573 718	2 348 924	0	7 128
МО «Ухта»	1 326 109	20 711	15 996	3 813	36	1 282 561	938	2 054
ГО «Сыктывкар»	74 940	12 890	16 812	3 326	11	41 745	0	156
Итого по Республике Коми	41 677 382	1 858 865	197 126	275 043	2 615 412	35 957 291	142 011	631 634

Примечание. Цифрами в подзаголовках граф обозначены следующие категории земель:

1 — сельскохозяйственного назначения, 2 — населенных пунктов, 3 — промышленности, транспорта и иного специального назначения, 4 — особо охраняемых территорий и объектов, 5 — лесного фонда, 6 — водного фонда, 7 — запаса.

⁷ Доклад о состоянии и использовании земель в Республике Коми на 01.01.2025 // Росреестр: официальный сайт. 2025. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosreestr.gov.ru/upload/to/respublika-komi/2025/Доклад%20о%20состоянии%20и%20использ%20эу%20в%20РК%20на%2001012025.pdf> (дата обращения: 07.11.2025).

4 Обсуждение

В результате вычислений с помощью приведенных формул и данных были получены значения искомых коэффициентов (табл. 5).

Таблица 5 Значения коэффициентов абсолютной и относительной напряженности, а также естественной защищенности территории

Table 5 Values of the coefficients of absolute and relative intensity and the coefficient of natural protection of the territory

Административно-территориальная единица Республики Коми	Коэффициент		
	абсолютной напряженности (K_a)	относительной напряженности (K_o)	естественной защищенности (K_{ez})
МР «Прилузский»	0,01	2,9	0,78
МР «Койгородский»	0,01	7,7	0,79
МР «Сысольский»	0,01	17,4	0,77
МР «Сыктывдинский»	0,01	0,6	0,78
МР «Корткеросский»	0,01	4,6	0,79
МР «Усть-Куломский»	0,01	116,6	0,79
МР «Усть-Вымский»	0,02	1,7	0,77
МР «Удорский»	0,01	5,2	0,79
МР «Троицко-Печорский»	0,00	0,0	0,83
МР «Печора»	0,01	0,1	0,82
МР «Усть-Цилемский»	0,02	11,2	0,78
МР «Ижемский»	0,03	121,0	0,77
МР «Сосногорск»	0,01	14,5	0,79
МО «Княжпогостский»	0,01	12,8	0,79
МО «Усинск»	0,01	117,9	0,79
МО «Воркута»	0,01	0,1	0,74
МО «Вуктыл»	0,01	0,0	0,87
МО «Инта»	0,02	0,1	0,82
МО «Ухта»	0,02	9,5	0,79
ГО «Сыктывкар»	0,37	120,6	0,55
Итого по Республике Коми	0,01	0,1	0,80

С использованием вычисленных показателей и размещенной на платформе NextGIS базовой карты Республики Коми⁸ в программе QGIS были созданы карты, приведенные на **рис. 1–3**.

По абсолютной экологической напряженности приблизительно половина территории Республики Коми (преимущественно западная часть) характеризуется как близкая к катастрофическому состоянию. Это обусловлено тем, что на территориях исследуемых муниципальных образований очень мало или нет вообще земель низшей категории антропогенного воздействия (земель запаса и земель особо охраняемых территорий и объектов). Соответственно, восточная часть территории Республики Коми считается удовлетворительной, поскольку на территории исследуемых муниципальных образований расположены Печоро-Илычский государственный биосферный заповедник [9] и Национальный парк «Югыд ва» [10]. Территория муниципального округа «Воркута» также представлена как удовлетворительная, поскольку его значительная площадь выделена для занятия оленеводством.

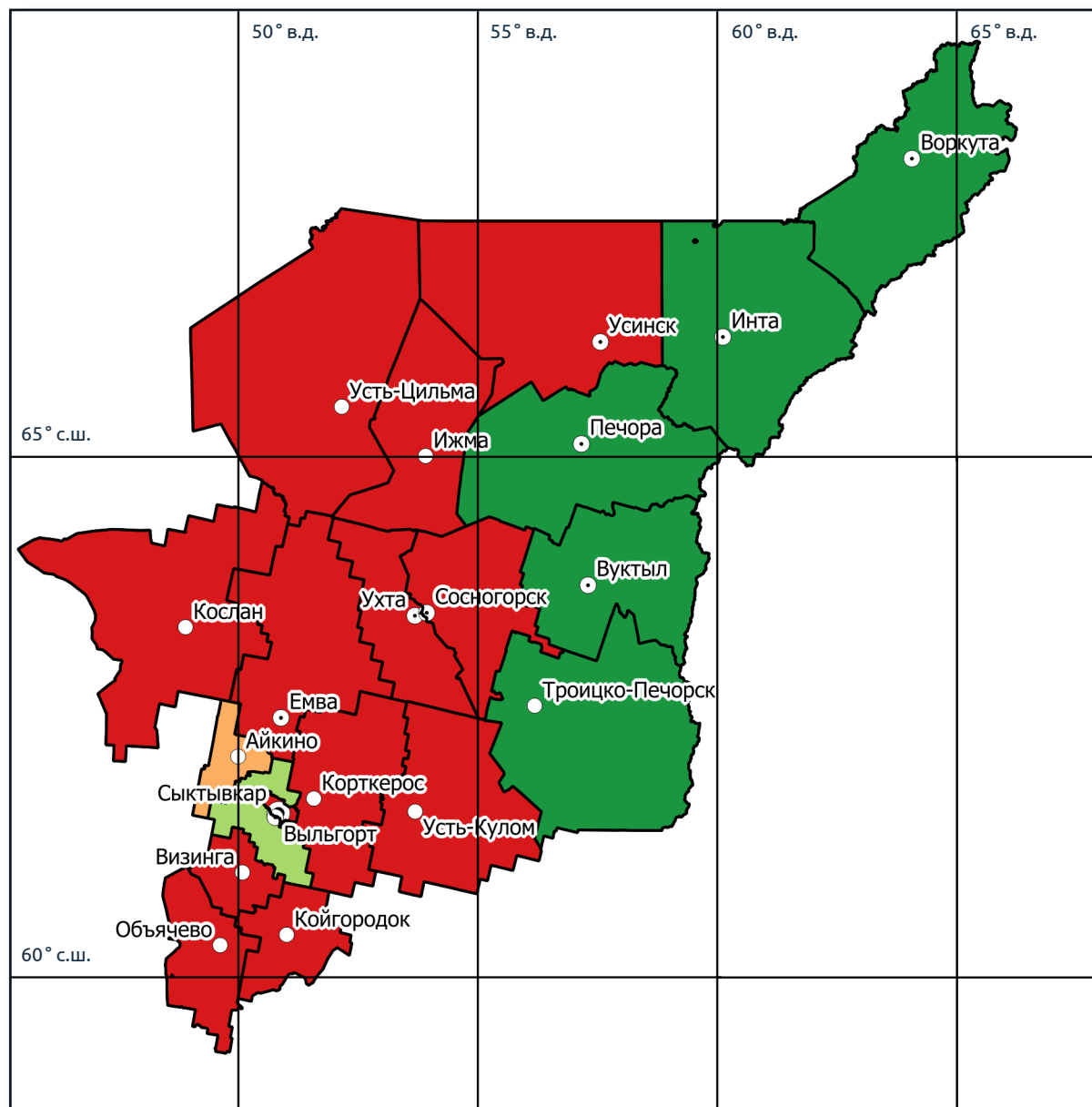
Значения коэффициентов относительной экологической напряженности по всей территории Республики Коми соответствуют удовлетворительному состоянию. Доля земель с высокой антропогенной нагрузкой в общей площади региона достаточно низка, в то время как площади слабо нарушенных земель и земель с низкой антропогенной нагрузкой довольно велики. Таким образом, геосистемы исследуемой территории обладают способностью самовосстанавливаться: загрязнения не накапливаются, а перерабатываются или выводятся естественным путем. В регионе есть резервы для развития промышленности, сельского хозяйства или туризма без риска разрушения окружающей природной среды. Такой низкий показатель свидетельствует о том, что антропогенное воздействие минимально и не нарушает естественный ход природных процессов.

Для региона характерна высокая естественная защищенность ($K_{ez} > 0,5$). Во многом этому способствует преобладание естественных ландшафтов со средостабилизирующими функциями (леса, болота, особо охраняемые природные территории) над антропогенно измененными землями, что обеспечивает устойчивое экологическое равновесие. В практическом смысле это свидетельствует о мощном потенциале самовосстановления геосистем, их способности эффективно нейтрализовывать техногенные нагрузки и сохранять благоприятную среду для жизни человека без риска необратимой деградации ресурсов.

⁸ Республика Коми: базовая карта. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://data.nextgis.com/ru/region/RU-KO/base/> (дата обращения: 07.11.2025).

Рис. 1 Абсолютная экологическая напряженность территории Республики Коми

Fig. 1 Absolute environmental stress of the Komi Republic



Условные обозначения

— административно-территориальные границы

Административные центры

- > 100 000 чел.
- 10 000 – 100 000 чел.
- 1 000 – 10 000 чел.

Коэффициент абсолютной напряженности территории

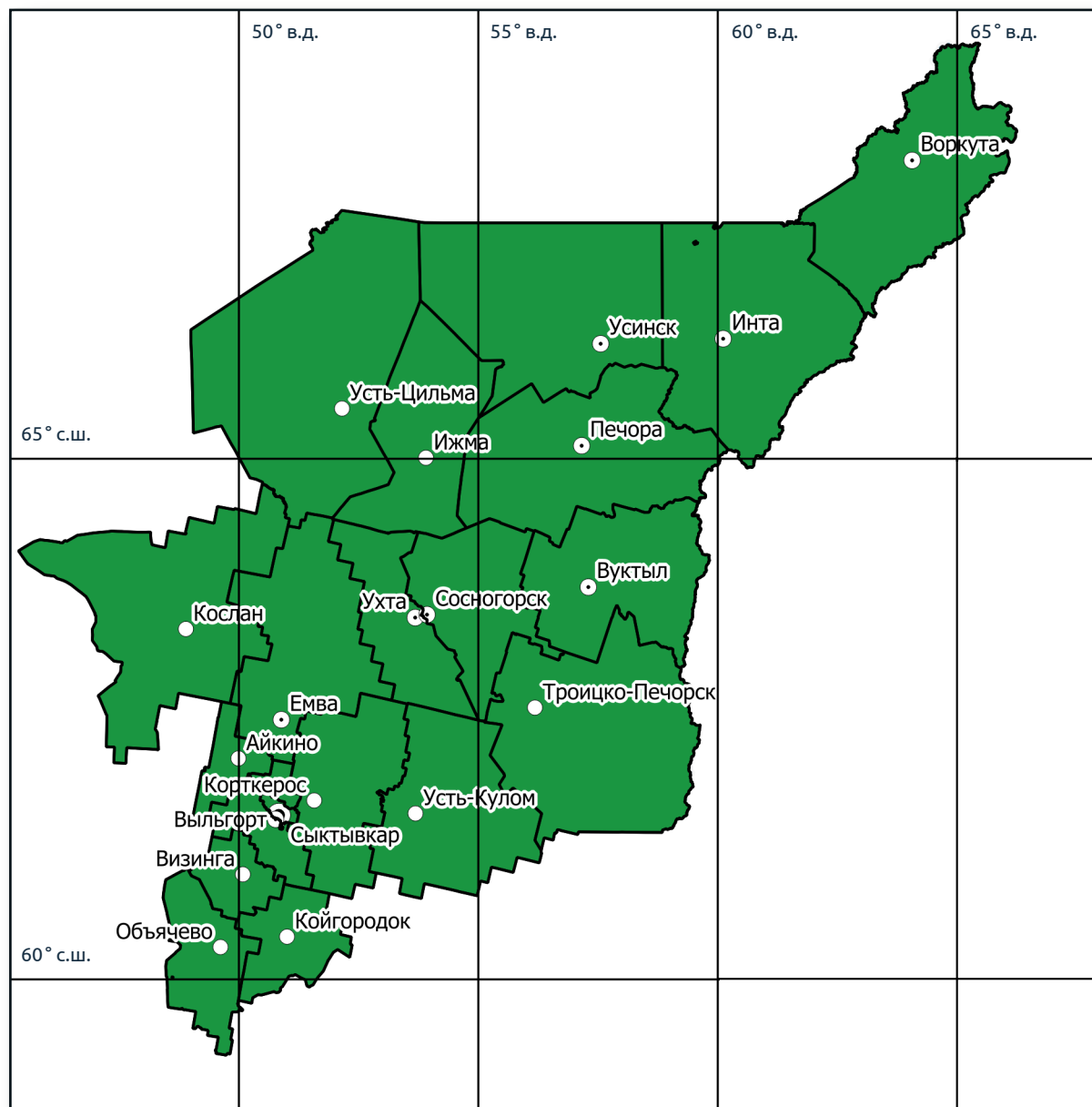
- удовлетворительный
- напряженный
- конфликтный
- критический
- близкий к катастрофическому

Масштаб

1 : 16 000 000

Рис. 2 Относительная экологическая напряженность территории Республики Коми

Fig. 2 Relative environmental stress of the territory of the Komi Republic



Условные обозначения

— административно-территориальные границы

Административные центры

- > 100 000 чел.
- 10 000 – 100 000 чел.
- 1 000 – 10 000 чел.

Коэффициент относительной напряженности территории

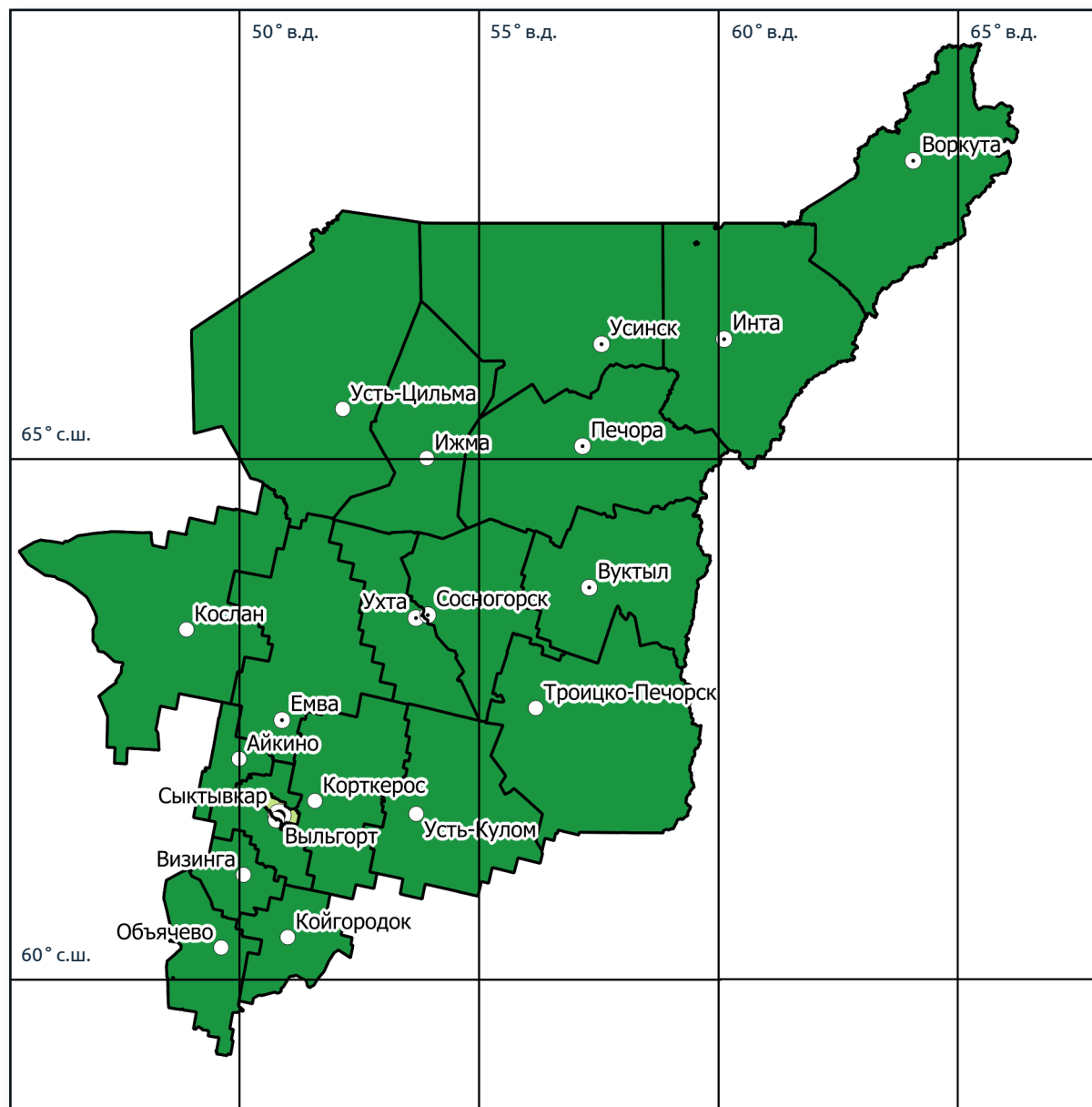
- удовлетворительный
- напряженный
- конфликтный
- критический
- близкий к катастрофическому

Масштаб

1 : 16 000 000

Рис. 3 Естественная защищенность территории Республики Коми

Fig. 3 Natural protection of the territory of the Komi Republic



Условные обозначения

— административно-территориальные границы

Административные центры

- > 100 000 чел.
- 10 000 – 100 000 чел.
- 1 000 – 10 000 чел.

Коэффициент естественной защищенности территории

- нестабильный
- малостабильный
- среднестабильный
- стабильный

Масштаб

1:16 000 000

5 Выводы

Состояние территории Республики Коми относится скорее к удовлетворительному и стабильному, т. к. значительную ее часть занимают земли лесного и водного фондов, уравнивающие территории с антропогенным воздействием. Поскольку относительная напряженность учитывает все категории земельного фонда, то даже в районах с развитой промышленной деятельностью доля экологического фонда остается значительной, что снижает общий уровень напряженности.

Расчет коэффициента абсолютной напряженности территории показал, что в западной части республики наблюдается повышенная антропогенная нагрузка, тогда как в восточной части и северных районах состояние стабильное и удовлетворительное. Значения коэффициентов относительной напряженности свидетельствуют о благоприятном состоянии земель, что связано с большой площадью лесов и природоохранных территорий. Оценка естественной защищенности территории показывает, что состояние земель Республики Коми является стабильным, удовлетворительным и благоприятным.

Полученные результаты могут использоваться в региональных программах разработки природоохранных мероприятий для снижения экологической напряженности территории, а также для внедрения мер по рациональному природопользованию.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Кочуров Б.И., Ивашкина И.В., Лобковский В.А. и др. Основные принципы и подходы к эколого-экономическому и ноосферному развитию регионов и городов России // VI Семеновские чтения: наследие П.П. Семенова-Тян-Шанского и современная наука: материалы Международной научной конференции, посвященной 190-летию со дня рождения П.П. Семенова-Тян-Шанского. Липецк: ЛГПУ имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017. С. 66–69.
2. Калинин Е.П. Минерально-сырьевой потенциал Республики Коми на современном этапе // Вестник Института геологии Коми научного центра УрО РАН. 2010. № 6 (186). С. 10–17.
3. Фомина Н.В., Луговской А.М. Экологическое планирование в устойчивом развитии муниципальных образований // Добродеевские чтения — 2018. II Международная научно-практическая конференция (18–19 октября 2018 г., г. Москва). М.: ИИУ МГОУ, 2018. С. 152–155.
4. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Даулетбай С.Д. Комплексная оценка косвенного воздействия антропогенной деятельности человека на водосбор бассейна реки Шу // Гидрометеорология и экология. 2022. № 1. С. 50–64.
[DOI:10.54668/2789-6323-2022-104-1-50-64](https://doi.org/10.54668/2789-6323-2022-104-1-50-64).

5. Чупикова С.А., Ойidup Т.М. Картографический метод оценки показателей антропогенной нагрузки муниципальных образований (на примере Республики Тыва) // Вестник СГУГиТ. 2024. Т. 29, № 4. С. 127–134.
[DOI:10.33764/2411-1759-2024-29-4-127-134](https://doi.org/10.33764/2411-1759-2024-29-4-127-134).
6. Бардаханова Т.Б., Мункуева В.Д., Иванова С.Н. и др. Комплексная оценка антропогенной нагрузки на агроландшафты трансграничных территорий Северной Азии // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 2 (398). С. 210–215. [DOI:10.55186/25876740_2024_67_2_210](https://doi.org/10.55186/25876740_2024_67_2_210).
7. Меркулов П.И., Меркулова С.В., Варфоломеев А.Ф. Геоэкологические аспекты исследования структуры землепользования на территории Республики Мордовия // Вестник Мордовского университета. 2008. Т. 8, № 1. С. 123–130.
8. Помазкова Н.В., Фалейчик Л.М. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Забайкальского края // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2018. № 2. С. 5–15.
9. Aleinikov A.A. The Fire History in Pine Forests of the Plain Area in the Pechora-Ilych Nature Biosphere Reserve (Russia) before 1942: Possible Anthropogenic Causes and Long-Term Effects // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2019. Т 4, № S1. С. 21–34. [DOI:10.24189/ncr.2019.033](https://doi.org/10.24189/ncr.2019.033).
10. Шубница Е.И., Елсаков В.В. Инвентаризация нарушенных ландшафтов Национального парка «Югыд ва» с использованием методов дистанционного зондирования (на примере верхней части бассейна реки Кожим) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 1 (4). С. 1259–1262.

АВТОРЫ

Терентьева Сабрина Слависна

ФГБОУ ВО «Государственный университет управления» (ГУУ), Москва, Россия
кафедра управления природопользованием, Институт отраслевого менеджмента

Фомина Нина Васильевна

✉ fominanina12@mail.ru

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра географии, картографический факультет
канд. геогр. наук

🆎 0000-0001-6717-8960

Поступила 25.11.2025. Принята к публикации 22.12.2025. Опубликовано 29.12.2025.

UDC 504

DOI:10.30533/scidata-2025-16-14



Environmental Assessment of the Territory of the Komi Republic

Sabrina S. Terenteva¹✉, Nina V. Fomina²

AFFILIATIONS

¹ The State University of Management, Moscow, Russia

² Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

✉ stsmvsabrina@gmail.com

CITATION

Terenteva SS, Fomina NV. Environmental Assessment of the Territory of the Komi Republic. *Spatial Data: Science, Research and Technology*. 2025;16(4): 62–78. DOI:10.30533/scidata-2025-16-14.

KEYWORDS

environmental assessment, anthropogenic load, ecological and economic balance, Komi Republic

ABSTRACT

This article discusses an assessment of the ecological and economic status of the Komi Republic. The significance of the study is justified by the active industrial development of lands. Oil and gas production, as well as coal and wood processing industries, are developed in the republic. Despite the predominance of forests, increased anthropogenic stress remains in certain areas. The aim of the study is to determine the level of anthropogenic interference and, consequently, the ecological stress of the territory. For the study, the division of the territory by municipalities of the region was chosen. The study was based on B.I. Kochurov's methodology, using formulas for calculating absolute and relative stress coefficients for the territory, as well as the natural protection coefficient of the region's land fund. The information base is the Report on the Status and Use of Land in the Komi Republic as of January 1, 2025, posted on the official website of Rosreestr, which divides the land fund into categories of anthropogenic stress.

The cartographic visualization was created using QGIS. The obtained indicator values generally characterize the territory of the Komi Republic as stable and satisfactory, while areas with developed industrial infrastructure are considered tense and unstable. These results can be used in the future to develop programs for rational environmental management.

REFERENCES

1. Kochurov BI, Ivashkina IV, Lobkovsky VA, et al. Osnovnye printsipy i podkhody k ekologo-ekonomicheskomu i noosfernomu razvitiyu regionov i gorodov Rossii [Basic Principles and Approaches to the Ecological, Economic and Noospheric Development of Regions and Cities of Russia]. *VI Semenov Readings: the Legacy of P.P. Semenov-Tyan-Shansky and Modern Science: Proceedings of the International Scientific Conference Dedicated to the 190th Anniversary of the Birth of P.P. Semenov-Tyan-Shansky*. Lipetsk: Lipetsk State Pedagogical University named after P.P. Semenov-Tyan-Shansky; 2017: 66–69. (In Russian).
2. Kalinin EP. Mineral'no-syr'evoi potentsial Respubliki Komi na sovremennom etape [The Mineral Resource Potential of the Komi Republic at the Present Stage]. *Vestnik of the Institute of Geology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences*. 2010;6(186): 10–17. (In Russian).
3. Fomina NV, Lugovskoy AM. Ekologicheskoe planirovanie v ustoichivom razvitii munitsipal'nykh obrazovaniy [Environmental Planning in the Sustainable Development of Municipalities]. *Dobrodeev Readings – 2018. II International Scientific and Practical Conference (October 18–19, 2018, Moscow)*. Moscow: Information & Publishing Department of MSRU; 2018: 152–155. (In Russian).
4. Mustafaev ZhS, Kozykeeva AT, Dauletbaev SD. Kompleksnaya otsenka kosvennogo vozdeystviya antropogennoi deyatel'nosti cheloveka na vodosbor basseina reki Shu [Comprehensive Assessment of the Indirect Impact of Anthropogenic Human Activity on the Watershed of the Shu River Basin]. *Hydrometeorology and Ecology*. 2022;1: 50–64. (In Russian). DOI:10.54668/2789-6323-2022-104-1-50-64.
5. Chupikova SA, Oidup TM. Kartograficheskii metod otsenki pokazatelei antropogennoi nagruzki munitsipal'nykh obrazovaniy (na primere Respubliki Tyva) [Cartographic Method for Assessing Anthropogenic Load Indicators of Municipalities (Using the Example of the Republic of Tyva)]. *Vestnik SSUGT*. 2024;29(4): 127–134. (In Russian). DOI:10.33764/2411-1759-2024-29-4-127-134.
6. Bardakhanova TB, Munkueva VD, Ivanova SN, et al. Kompleksnaya otsenka antropogennoi nagruzki na agrolandshafty transgranichnykh territorii Severnoi Azii [Comprehensive Assessment of Anthropogenic Load on Agrolandscapes of Transboundary Territories of North Asia]. *International Agricultural Journal*. 2024;2(398): 210–215. (In Russian). DOI:10.55186/25876740_2024_67_2_210.
7. Merkulov PI, Merkulova SV, Varfolomeev AF. Geoekologicheskie aspekty issledovaniya struktury zemlepol'zovaniya na territorii Respubliki Mordoviya [Geoecological

- Aspects of the Study of the Structure of Land Use in the Territory of the Republic of Mordovia]. *Mordovia University Bulletin*. 2008;18(1): 123–130. (In Russian).
8. Pomazkova NV, Faleychik LM. Otsenka ekologo-khozyaistvennogo balansa territorii Zabaikal'skogo kraya [Assessment of the Ecological and Economic Balance of the Territory of the Trans-Baikal Territory]. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 2018;2: 5–15. (In Russian).
 9. Aleinikov AA. The Fire History in Pine Forests of the Plain Area in the Pechora-Ilych Nature Biosphere Reserve (Russia) before 1942: Possible Anthropogenic Causes and Long-Term Effects. *Nature Conservation Research*. 2019;4(S1): 21–34.
[DOI:10.24189/ncr.2019.033](https://doi.org/10.24189/ncr.2019.033).
 10. Shubnitsina EI, Elsakov VV. Inventarizatsiya narushennykh landshaftov Natsional'nogo parka "Yugyd va" s ispol'zovaniem metodov distantsionnogo zondirovaniya (na primere verkhnei chasti basseina reki Kozhim) [Inventory of the Broken Landscapes in the National Park "Yugyd Va" with Using the Methods of Remote Sensing (on the Example of Upper Part of Kozhim River Basin)]. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2014;16(1(4)): 1259–1262.

AUTHORS

Sabrina S. Terenteva

The State University of Management, Moscow, Russia

Department of Environmental Management, Institute of Industry Management

Nina V. Fomina

✉ fominanina12@mail.ru

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Geography, Faculty of Cartography

PhD in Geography

ORCID ID 0000-0001-6717-8960

Submitted: November 25, 2025. Accepted: December 22, 2025. Published: December 29, 2025.



Сравнительный анализ практического применения тахеометра и системы наземного лазерного сканирования в подразделении геодезического контроля строительного производства (на примере объекта Capital Towers)

В.А. Зубарев¹✉, В.В. Ознамец²

АФФИЛИАЦИИ

¹ ООО «Капитал Групп», Москва, Россия

² Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

✉ z-volan@yandex.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Зубарев В.А., Ознамец В.В. Сравнительный анализ практического применения тахеометра и системы наземного лазерного сканирования в подразделении геодезического контроля строительного производства (на примере объекта Capital Towers) // Пространственные данные: наука и технологии. 2025. Т. 16, № 4. С. 79–93. DOI:10.30533/scidata-2025-16-18.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

служба геодезического контроля, тахеометр, система наземного лазерного сканирования, Nikon Nivo 1.C, Trimble X9

АННОТАЦИЯ

В данной работе на основе производственной практики проведен сравнительный анализ применения службой строительного контроля заказчика инструментов, имеющих сходное конструктивное устройство: лазерного тахеометра и системы наземного лазерного сканирования (СНЛС). По различным критериям сравнивались лазерный тахеометр Nikon Nivo 1.C и наземный 3D-сканер Trimble X9. На основе технических характеристик, заявленных производителем, отмечены достоинства и недостатки СНЛС. Перечислены

основные виды работ, выполняемых службой геодезического контроля на объекте высотного строительства, обсуждается применение в таких случаях указанных приборов. Рассматривается возможность полного отказа от использования лазерного тахеометра как основного инструмента контроля и замена его на СНЛС. В качестве испытательного полигона взят такой строительный объект, как жилой комплекс с подземной автостоянкой, расположенный по адресу: Москва, Краснопресненская наб., вл. 14, стр. 1 (Capital Towers). На основании проведенного анализа сделан вывод о том, что СНЛС не может стать единственным инструментом контроля и является узкоспециализированным средством проведения съемочных работ, которое, возможно, при последовательном усовершенствовании системы может быть использовано в более широком диапазоне работ при строительстве высотных зданий и сооружений.

1 Введение

Внедрение новых приемов и инструментов в повседневную практику геодезического обеспечения строительства высотных работ обусловлено увеличением сложности объектов, использованием новаторских приемов в архитектуре, качественным изменением материалов, применяемых на всех стадиях строительства.

В стремлении принципиально реформировать всю структуру геодезического сопровождения в различных статьях и научных работах рассматриваются варианты полной отмены прежних принципов и методов работы.

Статей, посвященных системам наземного лазерного сканирования (СНЛС), опубликовано достаточно много. Исследователи отмечают достоинства и преимущества данного метода в сопоставлении с традиционными. Однако ни в одной из работ не проводится комплексный сравнительный анализ.

В данной статье на основе различных критериев и личного практического опыта проанализирована целесообразность применения СНЛС в системе строительного контроля методом сравнения с традиционно используемым в этой отрасли электронным тахеометром.

Технические характеристики СНЛС и тахеометра взяты из открытых источников. Для описания устройства и принципа работы обоих приборов в данной статье использован учебник по инструментоведению¹.

Полигоном для эксперимента стал такой строительный объект, как жилой комплекс с подземной автостоянкой по адресу: Москва, Краснопресненская наб., вл. 14, стр. 1 (Capital Towers). Для сравнения возьмем зарекомендовавший себя инженерный тахеометр Nikon Nivo1.C и недавно приобретенный ООО «Капитал Групп» наземный 3D-сканер Trimble X9.

¹ Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение: учебник для вузов. М.: Гаудеамус: Академический Проект, 2011. 583 с.

2 Материалы и методы

2.1 Практическое применение тахеометра и СНЛС: сравнительный анализ

Основные принципы работы тахеометра (рис. 1)² и СНЛС (рис. 2)³ сходны между собой⁴ [1]. В обоих устройствах используется так называемая полярная пространственная система, при которой инструмент и прибор находятся в стационарном положении.

Рис. 1 Тахеометр Nikon Nivo 1.C

Fig. 1 Tacheometer Nikon Nivo 1.C



Рис. 2 Наземный 3D-сканер Trimble X9

Fig. 2 Trimble X9 3D laser scanning system



2 Nikon Nivo 1.C. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nikon-spectra.ru/catalog/takheometry/nikon-nivo-1-c.html> (дата обращения: 07.06.2025).

3 Trimble X9. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://averus-pribor.ru/products/trimble-x9-core-t10x-po-perspective-standartnyy-komplekt/> (дата обращения: 07.06.2025).

4 Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение: учебник для вузов. М.: Гаудеамус: Академический Проект, 2011. 583 с.

Оба прибора оснащены лазерным дальномером, датчиком горизонтальных направлений, сенсорными датчиками наклона прибора. Основное же различие состоит в том, что тахеометр, работая дискретно, дает несравнимо меньшее количество точек, используемых в дальнейшей обработке.

На основании схожести физических принципов, общего устройства и поставленных задач будет вполне корректно отнести рассматриваемые приборы к единому классу и провести сравнение на основании различных критериев.

2.2 Сравнение технических характеристик тахеометра и СНЛС

В **табл. 1** приведены технические характеристики сравниваемых приборов. Коричневым цветом выделены основные различия.

Таблица 1 Основные технические характеристики тахеометра и СНЛС

Table 1 Basic technical characteristics of LTS & LSS

Прибор	Год выпуска	Дальность изм., м	Точность изм. углов, "	Точность дальномера, мм	Точность установки компенс., '	Защищенность	Рабочая темп., °C	Вес, кг	Цена, руб.
Nikon Nivo 1.C	2013	500 (безотраж. режим)	1	2	±3 (двухосев.)	IP66	-20... +50	3,6	370000
Trimble X9	2023	150	16	2	±3 (двухосев.)	IP55	-20... +50	6	9200000

В первую очередь стоит отметить дальность измерения. Поскольку работы производятся на разных расстояниях и высотах, преимущество тахеометра здесь очевидно.

Второй критерий — точность измерения угла. У тахеометра она выше, что имеет важное значение при удаленности съемочных точек на значительное расстояние от точки стояния прибора. Третий пункт — точность дальномера. Для обоих приборов этот параметр составляет 2 мм.

Оба инструмента также имеют принципиально сходное устройство компенсатора (двухосевой) и одинаковую его точность: $\pm 3''$.

Защита от проникновения пыли и влаги обозначается стандартом IP (англ. Ingress Protection). Тахеометр имеет лучшую влагозащиту при работе на открытом воздухе.

Важен и такой показатель, как вес прибора: более массивный штатив и упаковочный ящик для СНЛС делает транспортировку устройства между съемочными станциями более энергозатратным делом.

Стоит обратить внимание также на разницу приборов в цене.

2.3 Строительный контроль на объекте

В данной работе не рассматриваются общестроительные геодезические работы, для проведения которых СНЛС не приспособлена, а также специализированные съемки исторических зданий и промышленных объектов. Речь здесь идет только о системе контроля заказчика за выполнением работ непосредственно подрядчиком и мониторинга инженерных сооружений, попавших в зону производства (табл. 2).

Таблица 2 Основные работы, выполняемые на объекте в рамках строительного контроля

Table 2 Main work performed on site as part of construction monitoring

Прибор	Год выпуска	Контроль передачи отметок на горизонт	Планово-высотный контроль выполненных работ	Инженерно-геодезические наблюдения за осадками зданий	Деформационный мониторинг
Nikon Nivo 1.C	2013	+	+	+	+
Trimble X9	2023	–	+	–	–

Инженерно-геодезические наблюдения за осадками зданий и сооружений, а также проведение деформационного мониторинга с помощью СНЛС до сих пор являются темой экспериментальных исследований. Примером в данном случае может служить мониторинг жилого здания в г. Краснодаре в 2014 году [2]. Однако этот метод до сих пор не внедрен в повседневную практику, и его применение не регламентировано инструкциями.

Таким образом, реальную пользу при внедрении в работу службы заказчика от СНЛС можно получить только при проведении съемочных работ.

2.4 Производство съемочных работ

Согласно заявлениям разработчиков, **среди преимуществ съемочных работ СНЛС по сравнению с тахеометром можно назвать:**

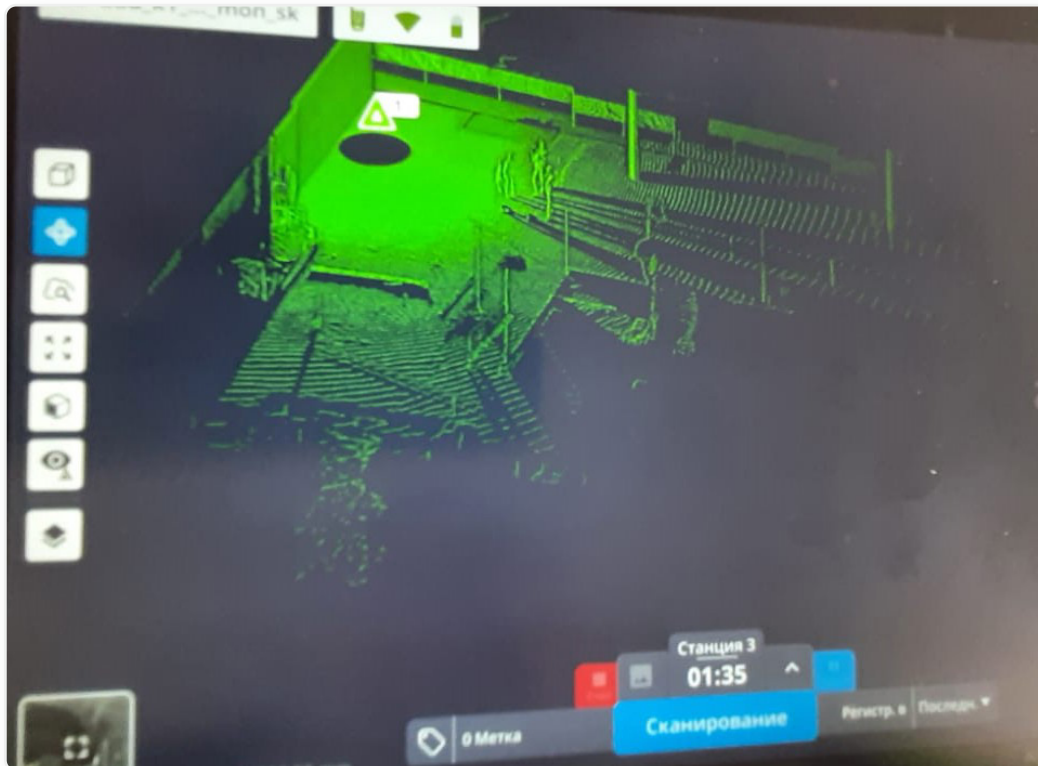
- трехмерную визуализацию в процессе съемки;
- миллиметровую точность;
- высокую скорость съемки;
- более обширные результаты.

Рассмотрим каждое из названных преимуществ.

Трехмерная визуализация обеспечивает всего лишь эффектное изображение на экране контроллера (рис. 3) и не позволяет сделать оперативный вывод об истинном положении конструкции.

Рис. 3 Экран 3D-сканера Trimble X9 в процессе съемочных работ (фото из личного архива В.А. Зубарева)

Fig. 3 A screenshot of the 3D-scanner Trimble X9 during geodetic surveying (Vladimir A. Zubarev's personal photo)



Миллиметровая точность выполнения съемки не выше, а в некоторых случаях даже ниже, чем при съемке тахеометром, и обусловлена точностью угловых измерений. Кроме того, начинающий съемку оператор не имеет представления о точности выноса исходных пунктов и, как следствие, вносит ошибку ориентирования прибора в результаты измерений.

Высокая скорость возможна лишь при наличии идеальных условий наблюдения и совершенно невозможна в реальных условиях производства.

Более обширные результаты измерений не повышают точность и не влияют на улучшение качества бетонных работ. Это обусловлено тем, что фактическое отклонение выполненной конструкции возможно лишь в местах сочленения опалубки. Съемка в подобных местах и определяет векторную величину отклонения конструкции (**рис. 4**).

На **рис. 5** представлена трехмерная модель типового этажа рассматриваемого жилого комплекса. Здесь условия для съемки идеальные. Этаж освобожден от строительного мусора, обеспылен, постороннее присутствие сведено к минимуму. Однако в реальности рабочая зона съемки обычно выглядит несколько иначе (**рис. 6**).

Рис. 4 Положение съемочных точек на 3D-модели наклонной колонны

Fig. 4 Position of the surveying points on 3D models of the inclined column

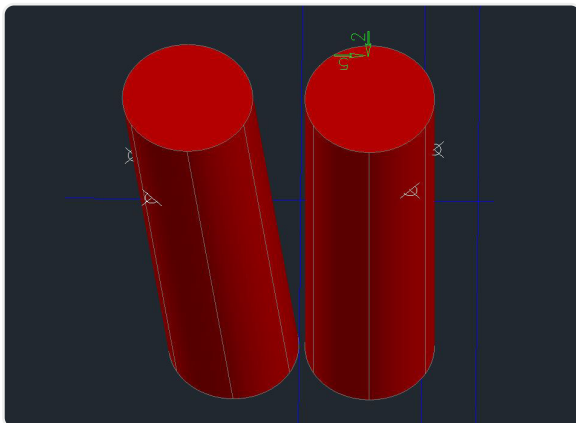


Рис. 5 Трехмерная модель типового этажа высотного здания

Fig. 5 3D model of a typical high-rise floor

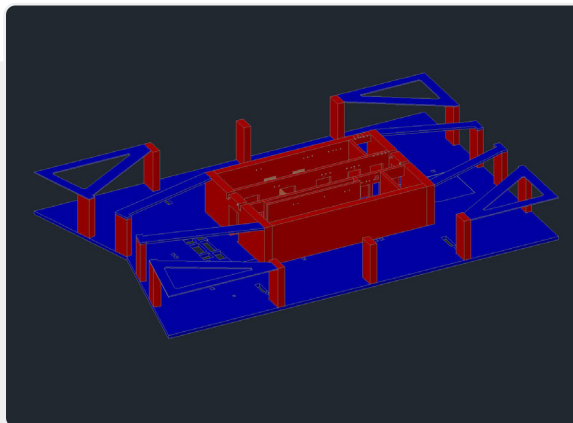
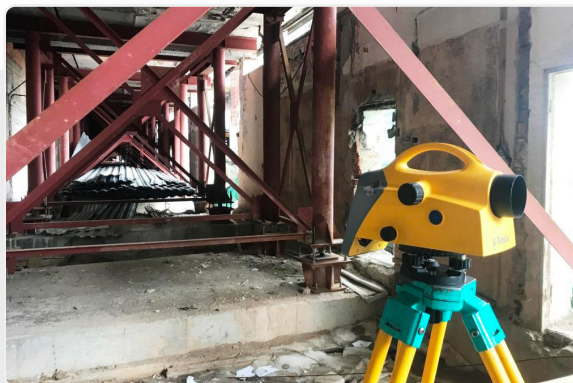


Рис. 6 Зона работ на монтажном горизонте: примеры из реальной практики (фото из личного архива В.А. Зубарева)

Fig. 6 Working area of monitoring on the mounting horizon: real-world examples (Vladimir A. Zubarev's personal photos)



2.5 Недостатки СНЛС при проведении контроля качества строительных работ

К недостаткам СНЛС относятся:

- ориентация прибора;
- невозможность ориентации и съемки конструкции при отсутствии прямой видимости ориентирных точек самого объекта съемки;

- сложность сканирования фасадов и металлоконструкций, связанная с конструктивными особенностями инструмента;
- влияние погодных условий на результаты съемки;
- недостаточная оперативность представления полученных результатов;
- огромный массив избыточных измерений;
- сложность обработки результатов (несмотря на некоторое преимущество во времени при производстве работ), приводящая к общему увеличению времени подготовки исполнительной документации;
- увеличение трудозатрат и общей стоимости работ.

Рассмотрим указанные недостатки подробнее.

Пространственная ориентация СНЛС, на наш взгляд, является самой большой проблемой в этом приборе, т.к. внятных данных аппарат не представляет и оператор вынужден довериться разработчикам и конструкторам в том, что прибор готов к работе и способен выдавать данные с заявленной точностью.

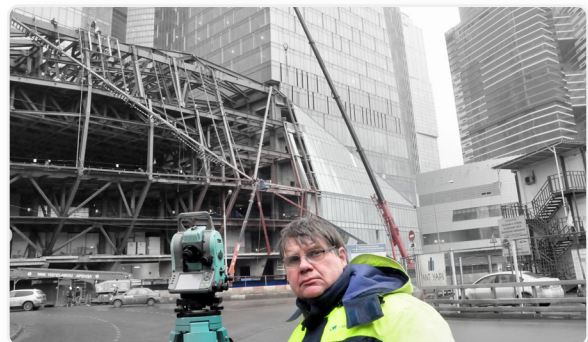
СНЛС, как уже было сказано выше, не предоставляет возможности для пространственной ориентации и последующей съемки конструкции при отсутствии прямой видимости. Тахеометр же (если использовать различные аксессуары) обладает такой возможностью без потери точности.

Конструктивные особенности СНЛС таковы, что съемка фасадов высотных зданий вызывает большие сложности, и нередко данные, полученные в постобработке результатов, не сходятся с результатами съемки, проведенной тахеометром. Связано это с различными характеристиками сканируемых зеркальных и полупрозрачных поверхностей. Переотражение луча приводит к возникновению шума в облаках точек [3].

Среди других причин можно назвать работу на минимальных значениях вертикального угла и ориентирование прибора на коротких дистанциях. Тахеометр в таких же условиях безоговорочно может быть удален на максимальное расстояние с целью приведения вертикального угла, отсчитываемого от зенита, к значениям, близким к 90° . Безотражательный режим позволяет ему ориентироваться на максимально возможную длину расстояния. То же самое относится и к съемкам металлоконструкций. На **рис. 7** представлен оперативный контроль монтажа фасада тахеометром, где точка стояния значительно удалена от объекта.

Рис. 7 Оперативный контроль монтажа конструкции металлического фасада (фото из личного архива В.А. Зубарева)

Fig. 7 Operational control of the installation of the metal facade construction (Vladimir A. Zubarev's personal photo)



Погодные условия также влияют на работу СНЛС, сокращая возможности ее применения в условиях тумана и дождя. Тахеометр при плохих погодных условиях работает с различного рода отражателями.

Оперативность предоставления данных СНЛС также является слабым местом при использовании прибора как средства оперативного контроля. Тахеометр же позволяет на месте определить отклонение конструкции и принять меры к устранению недостатков.

Избыточность измерений отвлекает от конечного результата и не позволяет получить с помощью СНЛС моментальные данные об отклонениях в виде, достаточном для работы по исправлению недостатков. Тахеометр, напротив, указывает на недостатки и определяет их местоположение оперативно и быстро.

На практике же СНЛС используется для подтверждения либо опровержения результатов съемки готовой конструкции тахеометром.

Приобретение дорогостоящей аппаратуры, обучение сотрудников, выплата зарплаты и расходы на техобслуживание ведут к значительному увеличению сметных расходов.

3 Результаты и обсуждение

Результаты тестирования СНЛС показывают, что она уступает по точности и оперативности представления исполнительной документации традиционным методам контроля за выполнением работ.

СНЛС, вне всякого сомнения, являются прогрессивным средством получения полной информации при определенных видах съемочных работ. Учитывая недостатки прибора, не представляется возможным использовать такие системы в качестве безальтернативных при проведении даже контрольных съемок в высотном строительстве без применения дополнительной аппаратуры. В то же время тахеометр позволяет выполнить контроль конструкций практически любой степени сложности с достаточной точностью.

Отметим тот факт, что тестируемый тахеометр на сегодняшний момент может считаться устаревшим морально (произведен в 2013 году) и физически (более 10 лет эксплуатации), но тем не менее превосходит СНЛС (модель 2023 года) по многим параметрам.

4 Выводы

СНЛС уверенно входит в практику строительства. Применение ее в том или ином сегменте не является предметом обсуждения и дискуссий в научной среде. Предлагается использовать этот прибор на всех стадиях строительного процесса [4]. В данной статье рассматриваются лишь те строительные процессы, которые относятся к службе геодезического контроля заказчиком правильно-сти возведения строительных конструкций.

Среди достоинств СНЛС отмечаются скорость выполнения работ, простота использования и высокая информативность, а также сокращение издержек производства на оплату труда⁵ [5]. В числе многочисленных недостатков отмечены ограниченное поле деятельности, влияние погодных условий на работу прибора, а в некоторых случаях — ошибки сканирования и привязки к координатным пунктам, связанные с ними [6].

Проводятся исследования по возможному использованию СНЛС для мониторинга строящихся зданий и окружающей застройки [7]. Такие попытки пока не выходят за рамки научных исследований и повсеместно не внедряются в практику производства. Отмечается возможность расхождения полученных результатов, связанного с указанными проблемами СНЛС (оптимальный угол сканирования и выбор расстояния до объекта строительства) [8].

Очень важным является применение СНЛС для съемки инженерных сооружений, трубопроводов внутри промышленных объектов. Однако и здесь возникают трудности, связанные с конструктивными особенностями системы обработки результатов [9].

Решить проблему представляется возможным только совместным использованием СНЛС и электронного тахеометра [10].

Подводя итог, можно охарактеризовать СНЛС как весьма перспективную, но вместе с тем далеко не идеальную систему, использование которой ограничено жесткими рамками и возможно лишь совместно с другими приборами и методами получения информации, необходимой службе геодезического контроля заказчика, тогда как тахеометр способен выполнять все виды работ строительного контроля с необходимой точностью и при этом оперативно предоставлять информацию.

⁵ Комиссаров А.В. Лазерное сканирование и трехмерное моделирование: учебно-методическое пособие для обучающихся по направлению подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» (уровень бакалавриата). Новосибирск: СГУГиТ, 2020. 58 с.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Байрачная А.А. Сравнительный анализ функциональных возможностей роботизированных тахеометров и наземных лазерных сканеров при выполнении определенных работ // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2017. № 9. С. 36–46.
2. Кузнецова А.А., Гура Д.А., Алкачёв Т.Э. Анализ полученных данных методом лазерного сканирования для выполнения периодического мониторинга на примере здания, расположенного в г. Краснодаре // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2014. № 4. С. 77–83.
3. Валиева А.Р. Применение лазерного сканирования при инженерно-геодезических изысканиях // Экономика и социум. 2022. № 11-1 (102). С. 437–440. DOI:10.46566/2225-1545_2022_1_102_437.
4. Гура Т.А., Сидеропуло Г.Р. Востребованность лазерного сканирования в процессе строительства и эксплуатации объектов // Вестник магистратуры. 2016. № 12-4 (63). С. 63–65.
5. Богданов А.Н., Алешутин И.А. Наземное лазерное сканирование в строительстве и BIM-технологиях // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. № 4 (46). С. 326–332.
6. Кошан Е.К. Возможности, преимущества и недостатки наземного лазерного сканирования // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Международный научный конгресс. Магистерская научная сессия «Первые шаги в науке»: сборник материалов: в 2 т. Новосибирск: СГУГиТ, 2017. Т. 1. С. 27–30.
7. Куштин В.И., Ревякин А.А., Соколова В.А. и др. Современные методы мониторинга деформаций зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона. 2020. № 11 (71). С. 27–37.
8. Мурсалимова Э.А., Бажирова Г.К., Сейтказы А.К. Геодезический контроль процесса деформации высотных сооружений с использованием технологии наземного лазерного сканирования // The Scientific Heritage. 2022. № 101. С. 28–34. DOI:10.5281/zenodo.7340757.
9. Шевченко А.А., Глазков Р.Е., Пилюшенко А.В. Принцип работы наземной сканирующей системы // Научные труды Кубанского государственного технологического университета. 2016. № 11. С. 76–88.
10. Аникушкин М.Н. Наземные системы лазерного сканирования. Опыт работ // Геопрофи. 2005. № 1. С. 49–50.

АВТОРЫ

Зубарев Владимир Александрович

ООО «Капитал Групп», Москва, Россия

Ознамец Владимир Владимирович

✉ oznamec@list.ru

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

(МИИГАиК), Москва, Россия

кафедра геодезии, геодезический факультет

д-р техн. наук, профессор

🆔 0000-0002-7202-3231

Поступила 30.06.2025. Принята к публикации 22.12.2025. Опубликовано 29.12.2025.

UDC 528.4

DOI:10.30533/scidata-2025-16-18



Comparative Analysis of the Practical Application of Tacheometer and Surface Laser Scanning System in the Department of Geodetic Control of Construction Works (on the Example of the Capital Towers)

Vladimir A. Zubarev¹✉, Vladimir V. Oznamets²

AFFILIATIONS

¹ Capital Group Ltd, Moscow, Russia

² Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

✉ z-volan@yandex.ru

CITATION

Zubarev VA, Oznamets VV. Comparative Analysis of the Practical Application of Tacheometer and Surface Laser Scanning System in the Department of Geodetic Control of Construction Works (on the Example of the Capital Towers). *Spatial Data: Science, Research and Technology*. 2025;16(4): 79–93. DOI:10.30533/scidata-2025-16-18.

KEYWORDS

geodetic control service, tacheometer, laser surface scanning system, Nikon Nivo 1.C, Trimble X9

ABSTRACT

This article is based on the experience of the construction control service of the customer and represents a comparative analysis of applying tools with a similar design: a laser total

station and a 3D Laser Scanning System (LSS). Based on various criteria, the following tools are compared: the Nikon Nivo 1.C laser total station and the Trimble X9 3D LSS which have similar technical specifications. The advantages and disadvantages of LSS are noted based on the technical specifications provided by the manufacturer. The article lists the main types of work performed by the geodetic control service at a high-rise construction site, as well as the possibilities of using these instruments during the work. The article also discusses the possibility of complete rejecting the use of a laser total station as the main control tool and replacing it with LSS. The construction site "Residential Complex with an Underground Parking Lot" at the address: Moscow, Krasnopresnenskaya Embankment, 14, Building 1 "Capital Towers" was taken as a test site. It was concluded that LSSs cannot become the only control tool, but is a highly specialized means of conducting monitoring works which with consistent improvement of the system can be used in a wider range of works in the construction of high-rise buildings and structures.

REFERENCES

1. Shevchenko GG, Gura DA, Bairachnaya AA. Sravnitel'nyi analiz funktsional'nykh vozmozhnostei robotizirovannykh takheometrov i nazemnykh lazernykh skanerov pri vypolnenii opredelennykh rabot [Comparative Analysis of the Functional Voices of Robotized Tacheometers and Landscape Laser Scanners for the Performance of Determined Works]. *Scientific Works of Kuban State Technological University*. 2017;9: 36–46. (In Russian).
2. Kuznetsova AA, Gura DA, Alkachev TE. Analiz poluchennykh dannykh metodom lazernogo skanirovaniya dlya vypolneniya periodicheskogo monitoringa na primere zdaniya, raspolozhennogo v g. Krasnodare [Analysis of the Data Obtained by Laser Scanning to Perform Periodic Monitoring Using the Example of a Building Located in Krasnodar]. *Scientific Papers of Kuban State Technological University*. 2014;4: 77–83. (In Russian).
3. Valieva AR. Primenenie lazernogo skanirovaniya pri inzhenerno-geodezicheskikh izyskaniyakh [Application of Laser Scanning in Engineering and Geodetic Surveys]. *Economics and Society*. 2022;11-1 (102): 437–440. (In Russian). DOI:10.46566/2225-1545_2022_1_102_437.
4. Gura TA, Sideropulo GR. Vostrebovannost' lazernogo skanirovaniya v protsesse stroitel'stva i ekspluatatsii ob'ektov [The Demand for Laser Scanning During the Construction and Operation of Facilities]. *Magistracy Bulletin*. 2016;12-4(63): 63–65. (In Russian).
5. Bogdanov AN, Aleshutin IA. Nazemnoe lazernoe skanirovanie v stroitel'stve i BIM-tekhnologiyakh [Land Laser Scanning in Construction and BIM-Technologies]. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2018;4(46): 326–332. (In Russian).
6. Koshan EK. Vozmozhnosti, preimushchestva i nedostatki nazemnogo lazernogo skanirovaniya [Opportunities, Advantages and Disadvantages of Ground-Based

- Laser Scanning]. *Interexpo GEO-Siberia-2017. XIII International Scientific Congress. Proceedings of Master Student Scientific Session "First Steps in Science"*. In 2 vols. Vol. 1. Novosibirsk: SSUGT; 2017: 27–30. (In Russian).
7. Kushtin VI, Revyakin AA, Sokolova VA, et al. Sovremennye metody monitoringa deformatsii zdaniy i sooruzhenii [Modern Methods of Monitoring Deformation of Buildings and Structures]. *Engineering Journal of Don*. 2020;11 (71): 27–37. (In Russian).
 8. Mursalimova EA, Bazhirova GK, Seitkazy AK. Geodezicheskii kontrol' protsessa deformatsii vysoknykh sooruzhenii s ispol'zovaniem tekhnologii nazemnogo lazernogo skanirovaniya [Geodetic Control of the Deformation Process of High-Rise Structures Using Ground-Based Laser Scanning Technology]. *The Scientific Heritage*. 2022;101: 28–34. (In Russian). DOI:10.5281/zenodo.7340757.
 9. Shevchenko AA, Glazkov RE, Pilyushenko AV. Printsip raboty nazemnoi skaniruyushchei sistemy [The Principle of Operation of Surface Scanning System]. *Scientific Papers of Kuban State Technological University*. 2016;11: 76–88. (In Russian).
 10. Anikushkin MN. Nazemnye sistemy lazernogo skanirovaniya. Opyt rabot [Terrestrial Laser Scanning Systems. Experience of Works]. *Geoprofi*. 2005;1: 49–50. (In Russian).

AUTHORS

Vladimir A. Zubarev

Capital Group Ltd, Moscow, Russia

Vladimir V. Oznamets

✉ oznamec@list.ru

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Geodesy, Faculty of Geodesy

Dr. of Sci. (Engineering), Professor

ORCID 0000-0002-7202-3231

Submitted: June 30, 2025. Accepted: December 22, 2025. Published: December 29, 2025.



Учет лунно-солнечных приливов в гравиметрических измерениях

С.С. Рахмонов^{1, 2}✉, А.С. Рахманов¹

АФФИЛИАЦИИ

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

² Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, Солнечногорск, Россия

✉ rahmonov_samandar@inbox.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Рахмонов С.С., Рахманов А.С. Учет лунно-солнечных приливов в гравиметрических измерениях // Пространственные данные: наука и технологии. 2025. Т. 16, № 4. С. 94–109. DOI:10.30533/scidata-2025-16-04.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

лунно-солнечный прилив, составляющие прилива, формулы Лонгмана, зенитное расстояние, юлианское столетие, геодезическая система координат, теория приливов

АННОТАЦИЯ

При изучении геодинамических эффектов и решении высокоточных задач геодезии предъявляются повышенные требования к точности геодезических (в том числе гравиметрических) измерений. В настоящее время гравиметрические измерения производятся современными электронными гравиметрами. Известно, что основные ошибки, влияющие на гравиметрические измерения, — это инструментальные (ошибка отсчета, ошибки уровней, упругий гистерезис, нестабильность питания, ошибки калибровочной функции) и возникающие за счет влияния внешней среды (температура, атмосферное давление, магнитное поле и сотрясения). Кроме того, гравиметрические измерения подвержены воздействию другого фактора — гравитационного поля Луны и Солнца. Учет этого влияния важен, если речь идет о задачах, в которых к точности измерений предъявляются повышенные требования (например, анализ геодинамических эффектов или обработка

высокоточного нивелирования). Исходными данными для проведения этого исследования служат координаты (в геодезической системе координат — BLH) точек земной поверхности и эфемериды Луны и Солнца. Математический аппарат для вычисления поправок реализован в интерактивной среде для численных вычислений MATLAB. Результатом стали вычисленные составляющие лунно-солнечных приливов, выражающие количественное изменение силы тяжести.

1 Введение

Теория приливов сложна тем, что она зависит от повторяемости небесных явлений. Известно о трех основных системах движения планет¹, две из которых геоцентрические (системы Птолемея и Тихо Браге), а одна — гелиоцентрическая (система Коперника). Однако до того, как были выработаны основные понятия всех этих систем, Евдокс Книдский (409–355 гг. до н. э.), руководствуясь, возможно, философскими идеями Платона и пифагорейцев, создал систему, включающую 27 геоцентрических хрустальных сфер. На одной из них расположены звезды, и она служит для объяснения суточного движения звезд по небу, три сферы нужны для объяснения движения Солнца и Луны и четыре — для полного описания движения планет (каждая сфера равномерно вращается).

Среди исследователей XX столетия можно отметить М.С. Молоденского и М.В. Крамера², И.М. Лонгмана (I.M. Longman)³, Дж.Б. Мерриама (J.B. Merriam)⁴, У.Х. Манка, Д.Е. Картрайта, Э.К. Булларда (W.H. Munk, D.E. Cartwright, E.C. Bullard)⁵ и др., в трудах которых описан математический аппарат, позволяющий вычислить приливы.

Целью статьи служит разбор существующего метода учета лунно-солнечных поправок в измерениях. Для достижения данной цели необходимо решить **следующие задачи:**

- проанализировать математический аппарат существующего метода учета поправок за лунно-солнечный прилив;
- вычислить поправки за лунно-солнечный прилив и выделить ее периодическую составляющую;

¹ Херрик С. Астродинамика: в 3 т. / пер. с англ. языка С.А. Мирера, А.Г. Сокольского; под ред. В.А. Сарычева. М.: Мир, 1976. Т. 1. 314 с.

² Молоденский М.С., Крамер М.В. Земные приливы и нутация Земли. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 40 с.

³ Longman I.M. Formulas for Computing the Tidal Accelerations Due to the Moon and the Sun // Journal of Geophysical Research. 1959. Vol. 64. No. 12. P. 2351–2355.

⁴ Merriam J.B. An Ephemeris for Gravity Tide Predictions at the Nanogal Level // Geophysical Journal International. 1992. Vol. 108. Iss. 2. P. 415–422.

⁵ Munk W.H., Cartwright D.E., Bullard E.C. Tidal Spectroscopy and Prediction // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences. 1966. Vol. 259. No. 1105. P. 533–581.

- выполнить сравнительный анализ вычисленной приливной поправки и поправок, рассчитанных относительным гравиметром Autograv CG-6 (Scintrex).

В современных электронных гравиметрах приливная поправка вычисляется по формулам из научной статьи Лонгмана [1, 2], где не учитывается эластичность Земли и не вводятся коэффициенты Лява в приливные поправки, помимо этого есть некоторые особенности в вычислении часового угла небесных тел. Учет коэффициентов Лява и упомянутых особенностей сделает приливную поправку точнее [3, 4] и разрешит сложности в понимании научной статьи Лонгмана. Точные приливные поправки позволят в определенной мере улучшить качество гравиметрических измерений, что даст возможность применять последние в высокоточном нивелировании для решения задач геодинамики на геодинимических полигонах [5–9].

2 Материалы и методы

В теории приливов потенциал приливообразующей силы тяжести разлагается на элементарные гармонические члены, пропорциональные основным и присоединенным полиномам Лежандра, начиная со второго порядка. Члены второго порядка считаются основными, но члены выше второго порядка вносят вклад в результаты наблюдений и могут быть вычислены с повышением точности измерений⁶.

Выделяют две составляющих приливов (горизонтальную и вертикальную), каждая из которых вычисляется отдельно. Лунный прилив можно вычислить по формулам

$$1 \quad g_n = \frac{GM_n}{\rho_n^3} \times \rho \times (3\cos^2 z_n - 1) + \frac{3}{2} \times \frac{GM_n}{\rho_n^4} \times \rho^2 \times (5\cos^3 z_n - 3\cos z_n),$$

$$2 \quad h_n = \frac{3}{2} \times \frac{GM_n}{\rho_n^2} \times \rho \times \sin 2z_n + \frac{3}{2} \times \frac{GM_n}{\rho_n^4} \times \rho^2 \times (5\cos^2 z_n - 1) \times \sin z_n,$$

где g_n — вертикальная составляющая лунного прилива;

GM_n — гравитационная геоцентрическая постоянная Луны;

ρ_n — линейное расстояние от центра масс Земли до центра Луны;

ρ — геоцентрическое расстояние до точки земной поверхности;

z_n — зенитное расстояние Луны;

h_n — горизонтальная составляющая лунного прилива.

⁶ Молоденский М.С., Крамер М.В. Земные приливы и нутация Земли. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 40 с.

У солнечного прилива также выделяют две составляющие, которые вычисляются отдельно:

$$3 \quad g_c = \frac{GM_c}{\rho_c^3} \times \rho \times (3\cos^2 z_c - 1),$$

$$4 \quad h_c = \frac{3}{2} \times \frac{GM_c}{\rho_c^3} \times \rho \times \sin 2z_n z_c,$$

где g_c — вертикальная составляющая солнечного прилива;
 GM_c — гравитационная геоцентрическая постоянная Солнца;
 ρ_c — линейное расстояние от центра масс Земли до центра Солнца;
 z_c — зенитное расстояние Солнца;
 h_c — горизонтальная составляющая солнечного прилива.

Общий эффект от вертикальной и горизонтальной составляющих приливной силы можно найти путем их сложения:

$$5 \quad g_{\text{общ}} = g_n + g_c,$$

$$6 \quad h_{\text{общ}} = h_n + h_c,$$

где $g_{\text{общ}}$ — общая вертикальная составляющая лунного и солнечного приливов;
 $h_{\text{общ}}$ — общая горизонтальная составляющая лунного и солнечного приливов.

Земля воспринята как нетвердый объект, учитывается эластичность Земли путем введения коэффициентов Лява в конечные результаты формул (1)–(4):

$$7 \quad love = 1 + h_2 - 1,5 \times k_2,$$

где h_2, k_2 — коэффициенты Лява, при этом $h_2 = 0,612$ (варьируется в диапазоне 0,603–0,624), $k_2 = 0,303$ (варьируется в диапазоне 0,298–0,319).

Чтобы вычислить составляющие прилива для любой точки земной поверхности, необходимо знать зенитные расстояния до Луны z_n и Солнца z_c , линейные расстояния от центра масс Земли до центра Луны ρ_n и Солнца ρ_c , а также геоцентрическое расстояние до точки земной поверхности ρ . Здесь z_n, z_c, ρ_n, ρ_c рассматриваются как функция времени, а геоцентрическое расстояние — как функция широты.

Косинус зенитного расстояния до Луны и Солнца зависит от широты места наблюдения и некоторых параметров орбит и вычисляется по известным формулам:

$$8 \quad \cos z_n = \sin B \sin l \sin l_n + \cos B \left[\left(\cos^2 \frac{l}{2} \right) \cos(l_n - x_n) + \sin^2 \frac{l}{2} \cos(l_n + x_n) \right],$$

$$9 \quad \cos z_c = \sin B \sin \omega \sin l_c + \cos B \left[\cos^2 \frac{\omega}{2} \cos(l_c - x_c) + \sin^2 \frac{\omega}{2} \cos(l_c + x_c) \right],$$

где B — геодезическая широта;

I — наклон орбиты Луны к небесному экватору;

ω — наклон плоскости экватора Земли к эклиптике;

l_n — долгота Луны на собственной орбите;

l_c — долгота Солнца на эклиптике, отсчитываемая от точки весеннего равноденствия;

x_n — прямое восхождение меридиана места наблюдений, отсчитываемое от точки пересечения небесного экватора с лунной орбитой;

x_c — прямое восхождение меридиана места наблюдений, отсчитываемое от точки весеннего равноденствия.

Долгота Луны на ее собственной орбите может быть вычислена следующим образом:

$$10 \quad l_n = \sigma + 2e_n \sin(s - p_n) + \frac{5}{4}e_n^2 \sin 2(s - p_n) + \frac{15}{4}me_n \sin(s - 2h + p_n) + \frac{11}{8}m^2 \sin 2(s - h),$$

$$11 \quad l_c = h + 2e_3 \times \sin(h - p_c),$$

при этом σ — средняя долгота (в радианах) Луны на ее собственной орбите, отсчитываемой от точки пересечения плоскости экватора с орбитой Луны, — находится по формуле

$$12 \quad \sigma = s - \xi,$$

где s — средняя долгота Луны на ее собственной орбите, отсчитываемая от местной точки равноденствия;

ξ — долгота восходящего узла точки пересечения орбиты Луны с небесным экватором;

e_n — эксцентриситет орбиты Луны;

p_n — средняя долгота перигея Луны;

h — средняя долгота Солнца;

m — соотношение среднего движения Солнца к Луне;

e_3 — эксцентриситет орбиты Земли;

p_c — средняя долгота перигея Солнца.

Средние долготы s , p_n , p_c и h вычисляются по известным формулам, а их результат сильно зависит от эфемерид и эпохи (т. е. юлианского столетия):

$$13 \quad s = 270^\circ 26' 14,72'' + (1336^x + 1108411'')T + 9,09'' \times T^2 + 0,0068'' \times T^3,$$

$$14 \quad \rho_{\lambda} = 334^{\circ}19'87'' + (11^{\circ} + 392515,94'')T - 37,24'' \times T^2 - 0,045'' \times T^3,$$

$$15 \quad \rho_c = 281^{\circ}13'15,0'' + 6189,03'' \times T + 1,63'' \times T^2 + 0,012'' \times T^3,$$

$$16 \quad h = 279^{\circ}41'48,04'' + 129602768,13'' \times T + 1,089'' \times T^2,$$

при этом

$$17 \quad T = \frac{(JD - 2451545,0)}{36525},$$

где T — промежуток времени в юлианских столетиях по 36 525 средних солнечных суток, отсчитываемый от стандартной эпохи (например, J2000,0) до рассматриваемого момента;

JD — юлианская дата, отсчитываемая по всемирному времени от полудня 1 января 4713 года до н.э., $1^{\circ} = 360^{\circ}$.

Часто из-за особенностей встроенных функций для вычисления юлианской даты в разных статистических программах (MATLAB), нарушается непрерывность графиков приливных поправок. В связи с этим стоит использовать формулу (18) [10] вместо встроенных функций:

$$18 \quad JD = \text{целое}(365,25 \times \text{год}) + \text{целое}(30,6001 \times (\text{месяц} + 1)) + \text{ДЕНЬ} + \\ + \frac{\text{время UT}}{24,0} + 1720981,5;$$

где год = ГОД – 1, месяц = МЕСЯЦ + 12 при МЕСЯЦ ≤ 2;

год = ГОД, месяц = МЕСЯЦ при МЕСЯЦ > 2.

Эфемериды, используемые в формулах для вычисления s , ρ и h , могут различаться в зависимости от юлианского столетия.

$$19 \quad \xi = N - a,$$

где N — долгота восходящего узла Луны, отсчитываемая от проекции точки весеннего равноденствия на орбиту Луны;

$$20 \quad a = 2 \arctan \left[\frac{\sin a}{1 + \cos a} \right].$$

Для вычисления склонения a необходимо найти $\sin a$ и $\cos a$, отношение которых позволит вычислить $\tan a$:

$$21 \quad \sin a = \frac{\sin \omega \sin N}{\sin i},$$

22

$$\cos a = \cos N \cos v + \sin N \sin v \cos \omega,$$

где a — склонение;

v — долгота точки небесного экватора, образованной пересечением небесного экватора с орбитой Луны.

Долготу восходящего узла Луны, отсчитываемую от проекции точки весеннего равноденствия на лунную орбиту, можно вычислить следующим образом:

23

$$N = 259^\circ 10' 57,12'' - (5^x + 482912,63'') \times T + 7,58'' \times T^2 + 0,008'' \times T^3.$$

Для вычисления наклона орбиты Луны по отношению к плоскости небесного экватора применяется формула (23). Наклон орбиты Луны постоянно меняется, но всегда в пределах $18-28^\circ$:

24

$$\cos i = \cos \omega \times \cos i - \sin \omega \sin i \cos N,$$

где i — наклон орбиты Луны к эклиптике.

Прямое восхождение меридиана места наблюдений x связано с часовым углом t , средней долготой Солнца h и склонением v и вычисляется так:

25

$$x_n = t + h - a,$$

26

$$x_c = t + h.$$

Часовой угол для точки с известной геодезической долготой вычисляется по формуле

27

$$t = 15(t_0 - 12) - L,$$

где t_0 — Гринвичское время, выраженное в часах;

L — геодезическая долгота.

При вычислении часового угла t по формуле (27) необходимо учесть знаки для долготы и отличия местного времени от Всемирного координированного времени (UTC) (на отсчетном меридиане). Для точек западного полушария долгота L должна быть положительной, для восточного полушария — отрицательной. Такое же правило должно быть соблюдено для отличия местного времени от UTC.

Лунный и солнечный приливы могут быть вычислены, если известны расстояния между центрами Земли — Луны r_n и Земли — Солнца r_c , по следующим формулам:

$$28 \quad \frac{1}{\rho_n} = \frac{1}{\bar{\rho}_n} + a'_n \times e_n \times \cos(s - p_n) + a'_n \times e_n^2 \cos 2(s - p_n) + \left(\frac{15}{8}\right) + a'_n \times m^2 \cos 2(s - h),$$

$$29 \quad \frac{1}{\rho_c} = \frac{1}{\bar{\rho}_c} + a'_c \times e_c \times \cos(h - p_c),$$

при этом

$$30 \quad a'_n = \frac{1}{[\rho_n(1 - e_n^2)]},$$

$$31 \quad a'_c = \frac{1}{[\rho_c(1 - e_c^2)]},$$

где $\bar{\rho}_n$ — среднее расстояние между центрами Земли и Луны;

$\bar{\rho}_c$ — среднее расстояние между центрами Земли и Солнца.

Формулы (1) – (31), по сути, являются математическим аппаратом, позволяющим вычислить составляющие лунного и солнечного приливов силы тяжести.

3 Результаты и обсуждение

Приведенные результаты вычислены (или моделированы) формулами Лонгмана⁷, попытка разбора которых выполняется в настоящей статье. Приливы, как сказано выше, вычисляются отдельными составляющими: вертикальными (g_n , g_c) и горизонтальными (h_n , h_c). Все вычисления выполнены в интерактивной среде для численных вычислений MATLAB. Согласно [3], существуют статически важные отклонения суточных и полусуточных приливных составляющих, позволяющие наблюдать количественное изменение силы тяжести, от теоретических, в качестве которых можно принять результаты, полученные по формулам Лонгмана.

На **рис. 1** хорошо наблюдаются периоды изменения приливов (имеют гармонический характер), варьирующиеся от – 100 до + 60 мкГал. На графике показан период со второй половины дня 2 апреля по вторую половину дня 6 апреля 2025 года.

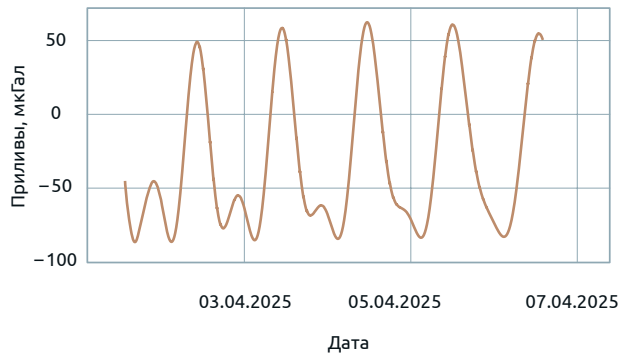
При сравнении с приливами, вычисленными внутренней программой относительного гравиметра Autogрав CG-6 (**рис. 2**), образовались неодинаковые значения. Причинами могут быть неправильно подобранные коэффициенты Лява и положения Луны и Солнца.

⁷ Longman I.M. Formulas for Computing the Tidal Accelerations Due to the Moon and the Sun // Journal of Geophysical Research. 1959. Vol. 64. No. 12. P. 2351–2355.

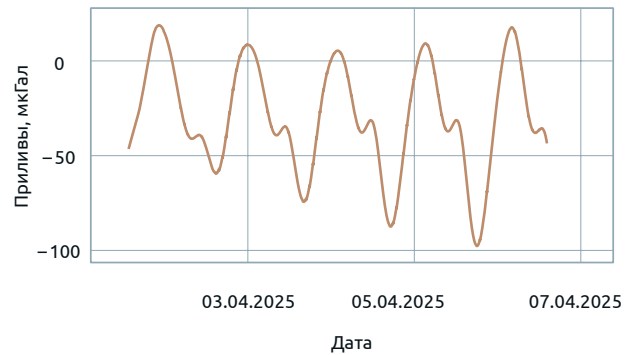
Рис. 1 Графическое представление вычисленных приливов (вертикальных, горизонтальных и их суммы)

Fig. 1 Graphical representation of calculated tides (vertical, horizontal and their sum)

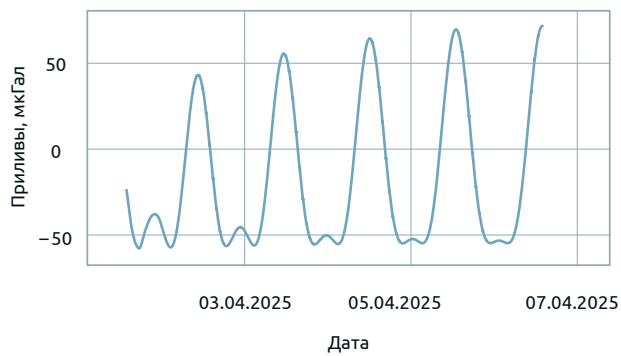
**Вертикальная составляющая
лунно-солнечного прилива**



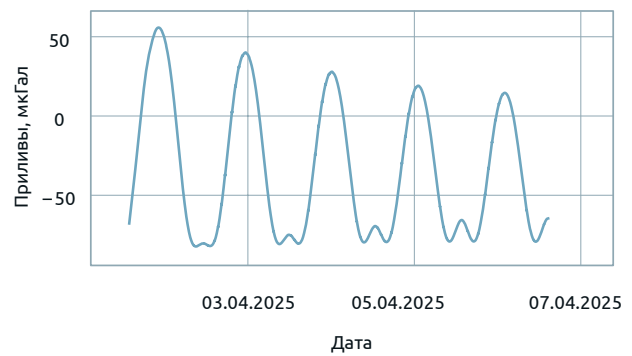
**Горизонтальная составляющая
лунно-солнечного прилива**



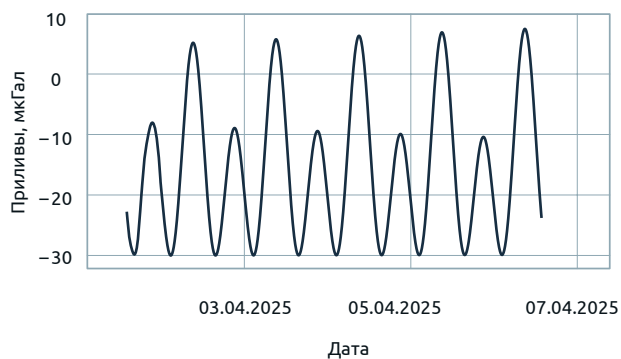
**Вертикальная составляющая
лунного прилива**



**Горизонтальная составляющая
лунного прилива**



**Вертикальная составляющая
солнечного прилива**



**Горизонтальная составляющая
солнечного прилива**

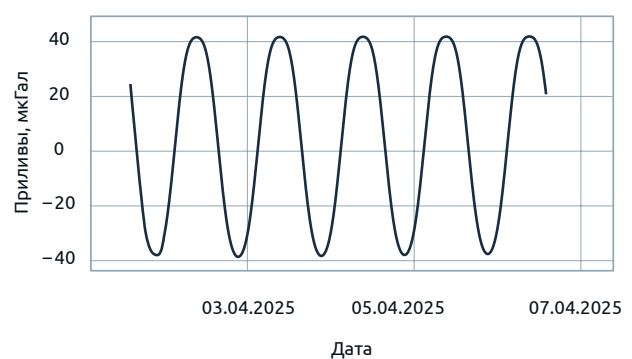
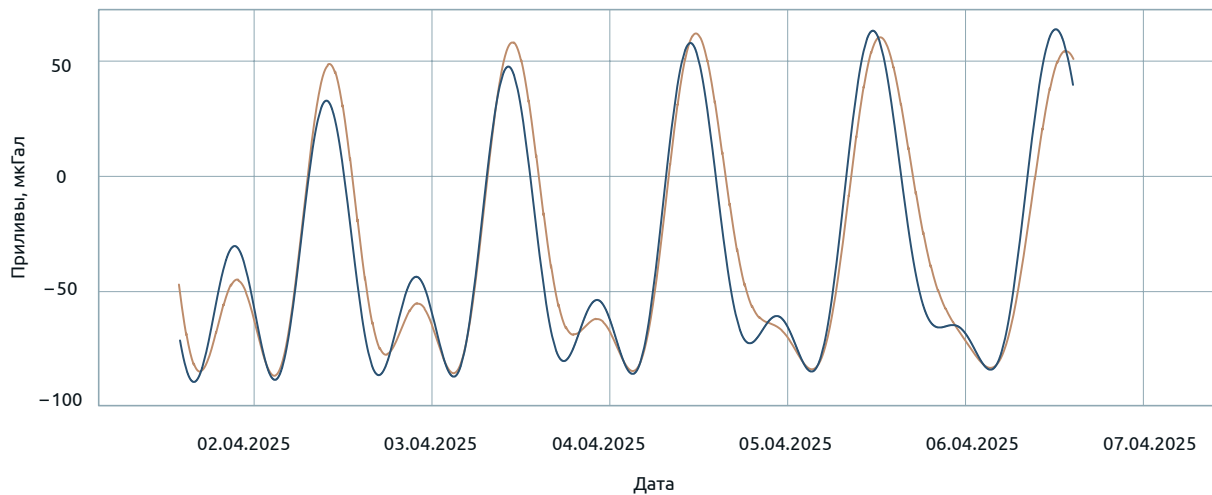


Рис. 2 Сравнение вертикальной составляющей лунно-солнечного прилива по формулам Лонгмана с приливными поправками относительного гравиметра Autograv CG-6

Fig. 2 Comparison of the vertical component of the lunar-solar tide using Longman formulas with tidal corrections of the Autograv CG-6 relative gravimeter

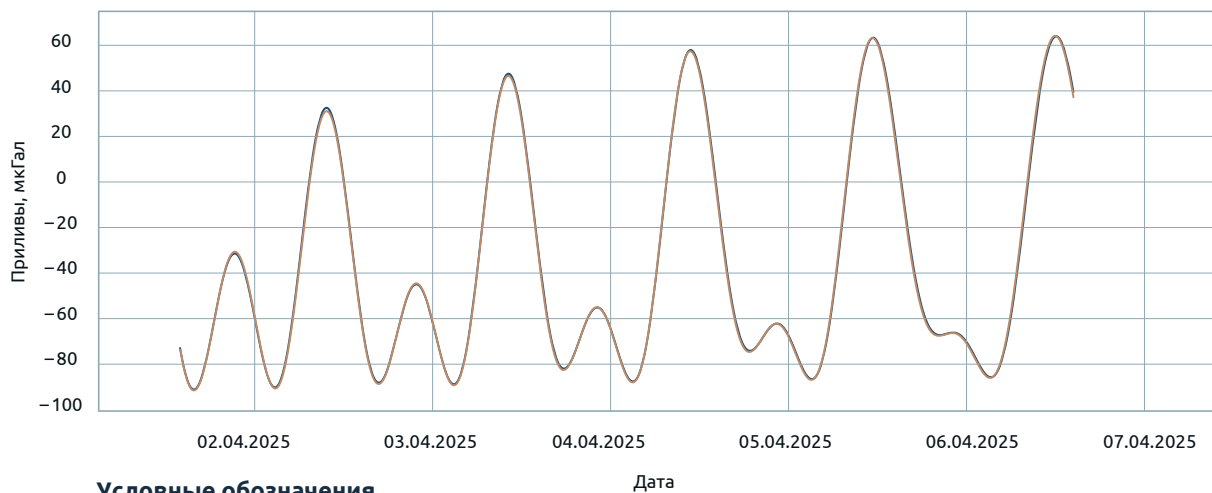
**Сравнение приливных поправок
(вертикальная составляющая лунно-солнечных приливов)**



Условные обозначения

- Longman
- Scintrex

**Сравнение приливных поправок
(вертикальная составляющая лунно-солнечных приливов)**



Условные обозначения

- Longman*
- Scintrex

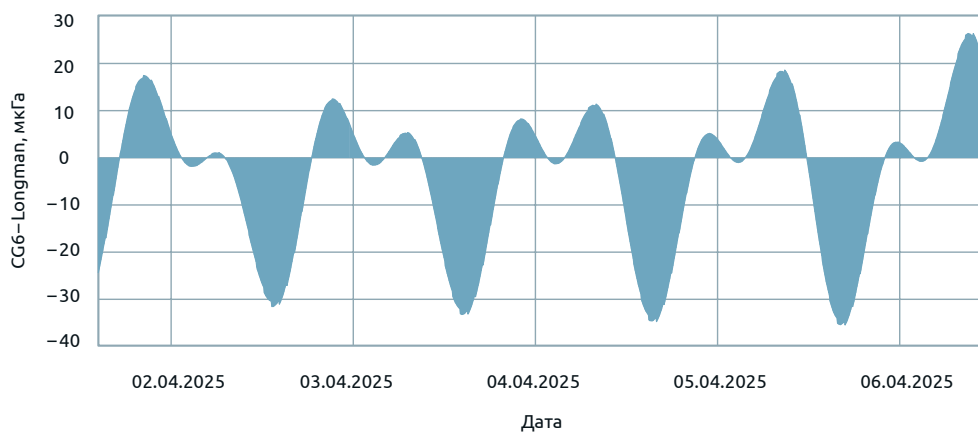
Эфемериды, полученные из онлайн-источника Института прикладной астрономии Российской академии наук (ИПА РАН)⁸, позволили получить очень похожие с CG-6 результаты, различия варьируются в диапазоне от -4 до $+6$ мкГал (рис. 3). Решение, названное Longman (рис. 3), получено по формулам Лонгмана (31 формула), для второго решения Longman* используются только первые четыре формулы (1)–(4) его статьи. При этом зенитные расстояния Луны z_l и Солнца z_c вместе с линейными расстояниями ρ_l и ρ_c до их центров заимствованы из онлайн-службы эфемерид ИПА РАН (в соответствии с планетарной теорией DE440).

В высокоточных задачах геодезии и гравиметрии необходимо это учитывать, т.к. поле силы тяжести от ближайших небесных тел вносит изменения в разность потенциалов на Земле, следовательно, это может привести к изменению высотной отметки, например репера.

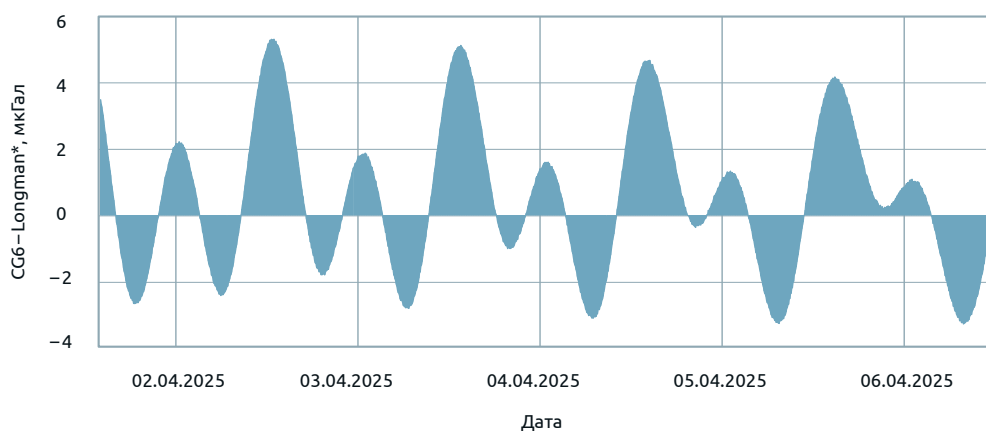
Рис. 3 Различия приливных поправок, рассчитанных по формулам Лонгмана и вычисленных относительным гравиметром Autograv CG-6

Fig. 3 Differences in tidal corrections using Longman formulas and the Autograv CG-6 relative gravimeter

Longman vs. относительный гравиметр Autograv CG-6



Longman* vs. относительный гравиметр Autograv CG-6



⁸ Онлайн-служба эфемерид // Институт прикладной астрономии Российской академии наук: официальный сайт. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://iaaras.ru/dept/ephemeris/online> (дата обращения: 13.04.2025).

4 Выводы

Исследование представляет собой разбор существующего метода вычисления лунно-солнечных приливов. Поставленная цель достигнута: была проанализирована статья И.М. Лонгмана (I.M. Longman) “Formulas for Computing the Tidal Accelerations Due to the Moon and the Sun”, в которой есть несколько методических ошибок. Причиной разбора послужило частое использование данной работы на практике [1, 2], например во встроенной программной составляющей современных статических гравиметров Autograv от Micro-g LaCoste.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность заведующему кафедры астрономии и космической геодезии МИИГАиК В.И. Крылову и доценту кафедры высшей геодезии МИИГАиК В.В. Попадьеву за ценные консультации.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Trabanco J. Calculation of the Tide Correction Used in Gravimetry // Revista Brasileira de Geofísica. 2016. Vol. 34(2). P. 193–206. DOI:10.22564/RBGF.V34I2.793.
2. Bjelotomić Oršulić O., Varga M., Markovinović D., et al. LTide – Matlab/Octave software Tool for Temporal and Spatial Analysis of Tidal Gravity Acceleration Effects According to Longman Formulas // Earth Science Informatics. 2019. No. 12. P. 405–414.
3. Утёмов Э.В., Нургалиев Д.К., Харисов А.Г. и др. О возможной связи амплитудных аномалий суточных и полусуточных компонент приливных вариаций силы тяжести с термоупругими свойствами земной коры (по данным наблюдений с гравиметрами CG-5 Autograv) // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2012. Т. 154, № 4. С. 29–36.
4. Колмогоров В.Г., Калюжин В.А., Сачкова А.Н. Вычисление поправок за лунно-солнечный прилив в результаты прецизионного нивелирования // Вестник СГУГиТ. 2017. Т. 22, № 1. С. 101–109.
5. Сидоренков Н.С. Лунно-солнечные приливы и атмосферные процессы // Природа. 2008. № 2 (1110). С. 23–31.
6. Беляков А.С., Лавров В.С., Николаев А.В. Сейсмоакустическая эмиссия, землетрясения и лунно-солнечные приливы // Доклады Академии наук. 2008. Т. 420, № 3. С. 388–389.
7. Антонов Ю.В., Антонова И.Ю. Запаздывание приливной волны на земной суше // Геофизика. 2013. № 6. С. 48–51.
8. Рахманов А.С., Рахмонов С.С. Обзор геодинамических полигонов Таджикистана для упрощенного ретроспективного анализа // ГеоРиск. 2022. Т. 16, № 3. С. 50–60. DOI:10.25296/1997-8669-2022-16-3-50-60.

9. Семаков Д.Г., Семакова Э.Р. Лунно-Солнечные приливы как один из возможных триггеров возникновения землетрясений // Триггерные эффекты в геосистемах: тезисы докладов VII Международной конференции, Долгопрудный, 2–5 июля 2024 г. М.: Институт динамики геосфер имени академика М.А. Садовского РАН, 2024. С. 116.
10. Subirana J.S., Zornoza J.M.J., Hernández-Pajares M. GNSS Data processing. Vol. I: Fundamentals and Algorithms. Noordwijk: ESA Communications, 2013. 223 p.

АВТОРЫ

Рахмонов Самандар Саматович

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИФТРИ), Солнечногорск, Россия;
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра высшей геодезии, геодезический факультет
 0000-0002-1687-0540

Рахманов Алиджон Саматович

 alirakhmonov96@mail.ru
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра астрономии и космической геодезии, геодезический факультет
 0000-0001-7015-4142

Поступила 06.08.2025. Принята к публикации 22.12.2025. Опубликовано 29.12.2025.

UDC 528.21

DOI:10.30533/scidata-2025-16-04



Accounting of Lunar-Solar Tides in Gravimetric Measurements

Samandar S. Rakhmonov^{1,2}✉, Alidzhon S. Rakhmanov¹

AFFILIATIONS

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

² Russian Metrological Institute of Technical Physics and Radioengineering, Moscow, Russia

✉ rahmonov_samandar@inbox.ru

CITATION

Rakhmonov SS, Rakhmanov AS. Accounting of Lunar-Solar Tides in Gravimetric Measurements. *Spatial Data: Science, Research and Technology*. 2025;16(4): 94–109. DOI:10.30533/scidata-2025-16-04.

KEYWORDS

lunar-solar tide, tide components, Longman's formulas, zenith distance, Julian century, geodetic coordinate system, tide theory

ABSTRACT

In order to study geodynamic effects and solve high-precision geodesy problems, geodetic measurements, including gravimetric measurements, have increased accuracy requirements. Currently, gravimetric measurements are performed by modern electronic gravimeters. It is known that the sources of errors affecting gravimetric measurements are instrumental errors (reference error, level errors, elastic hysteresis, power instability, calibration function errors) and errors caused by the influence of the external environment (temperature, atmospheric pressure, magnetic field and shaking). In addition to the above, it is also known that gravimetric measurements are influenced by another factor – the gravitational field of the Moon and the Sun. Taking this influence into account is important when it comes to tasks in which measurements are subject to increased accuracy requirements, for example, geodynamic effects or high-precision leveling processing. The initial data for this study are the coordinates (in the geodetic coordinate

system, *BLH*) of the points of the Earth's surface and the ephemeris of the Moon and the Sun. The mathematical apparatus for calculating corrections is implemented in the interactive environment for numerical calculations MATLAB. The result is the calculated components of the lunar-solar tides, expressing a quantitative change in gravity.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank V.I. Krylov, Head of the Department of Astronomy and Space Geodesy, Moscow State University of Geodesy and Cartography, and V.V. Popadyev, Associate Professor of the Department of Higher Geodesy, Moscow State University of Geodesy and Cartography, for their valuable consultations.

REFERENCES

1. Trabanco J. Calculation of the Tide Correction Used in Gravimetry. *Revista Brasileira de Geofísica*. 2016;34(2): 193–206. DOI:10.22564/RBGF.V34I2.793.
2. Bjelotomić Oršulić O., Varga M., Markovinović D., et al. LTide – Matlab/Octave software Tool for Temporal and Spatial Analysis of Tidal Gravity Acceleration Effects According to Longman Formulas. *Earth Science Informatics*. 2019;12: 405–414.
3. Utemov EV, Nurgaliev DK, Kharisov AG, et al. O vozmozhnoi svyazi amplitudnykh anomalii sutochnykh i polusutochnykh komponent prilivnykh variatsii sily tyazhesti s termouprugimi svoistvami zemnoi kory (po dannym nablyudenii s gravimetrami CG-5 Autograv) [A Possible Relationship of Amplitude Anomalies in Diurnal and Semidiurnal Tidal Components of Gravity Variations to Thermoelastic Properties of the Earth's Crust as Observed Using Gravimeters CG-5 Autogravv]. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*. 2012;154(4): 29–36. (In Russian).
4. Kolmogorov VG., Kaluzhin, AN. Sachkova. Vychislenie popravok za lunno-solnechnyi priliv v rezul'taty pretsizionnogo nivelirovaniya [Calculation for Amendments Lunisolar Tide the Results of Precision Leveling]. *Vestnik SSUGT*. 2017;22(1): 101–109. (In Russian).
5. Sidorenkov NS. Lunno-solnechnye prilivy i atmosferynye protsessy [Luni-Solar Tides and Atmospheric Processes]. *Priroda*. 2008;2(1110): 23–31. (In Russian).
6. Belyakov AS, Lavrov VS, Nikolaev AV. Seismoakusticheskaya emissiya, zemletryaseniya i lunno-solnechnye prilivy [Seismoacoustic Emission, Earthquakes, and Lunar-Solar Tides]. *Reports of the Academy of Sciences*. 2008;420(13): 388–389. (In Russian).
7. Antonov YuV, Antonova IYu. Zapazdyvanie prilivnoi volny na zemnoi sushe [The Delay of the Tidal Wave on the Earth's Land]. *Geophysics*. 2013;6: 48–51. (In Russian).
8. Rakhmanov A, Rakhmonov S. Obzor geodinamicheskikh poligonov Tadzhikistana dlya uproshchennogo retrospektivnogo analiza [Overview of Geodynamic Polygons of Tajikistan for Simplified Retrospective Analysis]. *GeoRisk World*. 2022;16(3): 50–60 (In Russian). DOI:10.25296/1997-8669-2022-16-3-50-60.
9. Semakov DG, Semakova ER. Lunno-Solnechnye prilivy kak odin iz vozmozhnykh triggerov vozniknoveniya zemletryaseniya [Lunar-Solar Tides as One of the Possible

Triggers of Earthquakes]. *Trigger Effects in Geosystems: Abstracts of Reports of the 7th International Conference, Dolgoprudny, July 2–5, 2024*. Moscow: Sadovsky Institute of Geospheres Dynamics of Russian Academy of Sciences; 2024: 116. (In Russian).

10. Subirana JS, Zornoza JM, Hernández-Pajares M. *GNSS Data processing. Vol. I: Fundamentals and Algorithms*. Noordwijk: ESA Communications; 2013. 223 p.

AUTHORS

Samandar S. Rakhmonov

Russian Metrological Institute of Technical Physics and Radioengineering,
Solnechnogorsk, Russia;
Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
Department of Higher Geodesy, Faculty of Geodesy

 0000-0002-1687-0540

Alidzhon S. Rakhmanov

 alirakhmonov96@mail.ru

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

 0000-0001-7015-4142

Submitted: August 6, 2025. Accepted: December 22, 2025. Published: December 29, 2025.



К 35-летию кафедры космического мониторинга и экологии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК)

В.А. Малинников¹, В.В. Братков¹, Н.А. Подгорная¹,
М.В. Шустов¹, А.Б. Валишин¹✉, В.Н. Егоров¹

АФФИЛИАЦИИ

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
✉ valishinaid@yandex.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Малинников В.А., Братков В.В., Подгорная Н.А., Шустов М.В., Валишин А.Б., Егоров В.Н. К 35-летию кафедры космического мониторинга и экологии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) // Пространственные данные: наука и технологии. 2025. Т. 16, № 4. С. 110–118. DOI:10.30533/scidata-2025-16-21.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

космический мониторинг, дистанционное зондирование Земли, экологический мониторинг, экологическое образование, научная школа, геоинформационный анализ

АННОТАЦИЯ

В предлагаемом материале рассматриваются история и современное состояние кафедры космического мониторинга и экологии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК). Кафедра была создана как кафедра прикладной экологии в 1991 году, когда в России формировались государственная экологическая политика и система экологического образования. Отдельное внимание уделено правовой базе

начала 1990-х годов, развитию научной школы, роли ведущих преподавателей и исследователей, а также преемственности поколений в коллективе кафедры. Представлены направления подготовки бакалавров, магистров и аспирантов, включая геодезию и дистанционное зондирование, экологию и природопользование, аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрию и геоэкологию. Охарактеризованы учебно-методическая и научная деятельность кафедры, подготовка кадров, участие преподавателей в руководстве студенческими и аспирантскими работами, организация практик и работа в государственных экзаменационных комиссиях. Показан вклад кафедры в развитие дистанционного зондирования Земли, космического мониторинга природных ресурсов, экологического мониторинга территорий и геоинформационного анализа экологических процессов.

Кафедра космического мониторинга и экологии Московского государственного университета геодезии и картографии, которая отметит свое 35-летие в 2026 году, является одним из ведущих образовательных и научных подразделений картографического факультета. Здесь готовят специалистов в области дистанционного зондирования Земли, экологического мониторинга и рационального природопользования.

Кафедра была образована в 1991 году как кафедра прикладной экологии. Ее создание было связано с важными изменениями в государственной экологической политике России и, в частности, с принятием Закона РСФСР от 19 декабря 1991 года № 2060-I «Об охране окружающей природной среды»¹. Этот нормативный акт стал одним из первых системных документов, которые заложили правовые основы современной экологической политики страны (рациональное использование природных ресурсов, экологическая безопасность и охрана окружающей среды).

Для развития экологического образования особенно значимым оказался раздел закона, посвященный экологическому воспитанию, образованию и научным исследованиям. Статья 73 закрепляла принцип всеобщности, комплексности и непрерывности экологического воспитания и образования, т. е. необходимость формировать экологическую культуру на всех этапах обучения. Статья 74 устанавливала обязательное преподавание основ экологических знаний во всех образовательных учреждениях — от дошкольных до высших, независимо от профиля. Статья 75 предусматривала профессиональную экологическую подготовку руководителей и специалистов разных отраслей экономики, если их деятельность могла влиять на состояние окружающей среды.

Законодательство начала 1990-х годов создало правовую основу для развития экологического воспитания, образования и научных исследований. В этих условиях появилась потребность в специализированных учебных и научных

¹ Об охране окружающей природной среды: Закон РСФСР от 19 декабря 1991 г. № 2060-I. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&vkart=card&link_id=4&nd=102013669 (дата обращения: 03.11.2025).

подразделениях. Одним из них стала кафедра прикладной экологии МИИГАиК, позднее преобразованная в кафедру космического мониторинга и экологии.

За годы работы кафедра прошла большой путь и стала современным научно-образовательным центром. В ее деятельности сочетаются фундаментальные исследования, прикладные разработки и подготовка высококвалифицированных специалистов.

С момента создания кафедра развивалась на стыке экологического образования, аэрокосмического мониторинга, изучения природных ресурсов и оценки состояния территорий. Эта междисциплинарная основа определила ее дальнейшую специализацию и место в образовательной системе МИИГАиК.

За прошедшие десятилетия кафедра изменилась вместе с областью дистанционного зондирования и экологического мониторинга. Из нового подразделения начала 1990-х годов она выросла в научно-образовательный центр, который объединяет фундаментальную подготовку, прикладные исследования и работу с современными аэрокосмическими данными.

В настоящее время кафедрой руководит профессор, доктор технических наук Василий Александрович Малинников — известный ученый, исследующий дистанционные методы мониторинга окружающей среды, лауреат премий Правительства Российской Федерации в области науки и образования, почетный профессор МИИГАиК, ректор университета в 2007–2012 годах. Под его руководством кафедра развивает научные исследования в сфере дистанционного зондирования Земли, поиска и эффективного использования природных ресурсов, а также экологического мониторинга окружающей среды.

В становление и развитие кафедры космического мониторинга и экологии внесли вклад многие ученые и преподаватели. Среди них доцент, кандидат технических наук Александр Александрович Мельников; профессор, доктор технических наук Владимир Николаевич Буров; преподаватель Валерий Николаевич Егоров; профессор, доктор геолого-минералогических наук Анатолий Тихонович Зверев; доцент, кандидат технических наук Надежда Александровна Подгорная; преподаватель Леонид Анатольевич Коновалов; доцент, доктор технических наук Виктор Владимирович Беленко; профессор, доктор биологических наук Михаил Викторович Шустов. Их научные труды, учебные разработки и педагогическая работа стали важной частью научной школы кафедры.

Сегодня на кафедре работает 15 сотрудников. В коллективе 5 докторов наук и 4 кандидата наук. Ученое звание профессора имеют 3 преподавателя, ученое звание доцента — 2.

Для кафедры характерна преемственность поколений. Здесь работают опытные ученые с большим научным и педагогическим стажем и молодые специалисты, которые активно включены в образовательную и научную деятельность. Начинающие преподаватели и исследователи получают профессиональный

опыт под руководством старших коллег, что поддерживает развитие научной школы кафедры и ее устойчивость.

А.А. Мельников и Н.А. Подгорная
на заседании кафедры. 2014 г.



В.Н. Егоров и В.А. Малинников
на заседании кафедры. 2014 г.



Кафедра осуществляет подготовку бакалавров, магистров и аспирантов по следующим направлениям:

- 21.03.03, 21.04.03 «Геодезия и дистанционное зондирование», профиль «Исследование природных ресурсов методами дистанционного зондирования»;
- 05.03.06 «Экология и природопользование»;
- 1.6.19 «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия»;
- 1.6.21 «Геоэкология».

Преподаватели кафедры читают лекции и проводят практические занятия более чем по 40 специальным и общеобразовательным дисциплинам для студентов разных факультетов университета, включая заочную форму обучения. В образовательном процессе применяются современные дистанционные образовательные технологии.

В число основных дисциплин, преподаваемых на кафедре, входят:

- «Безопасность жизнедеятельности»;
- «Биология»;
- «Геоморфология с основами геологии»;
- «Геохимия окружающей среды»;
- «Дешифрирование аэрокосмических изображений»;
- «Дистанционные методы в экологии и природопользовании»;
- «Инженерная геодинамика»;
- «Геоинформационное моделирование экосистем»;
- «Космический мониторинг»;
- «Методы решения обратных задач дистанционного зондирования»;
- «Природные ресурсы Земли»;
- «Ресурсосберегающие технологии и обращение с отходами»;
- «Экология» и др.

Преподаватели кафедры руководят курсовыми и выпускными квалификационными работами студентов, научно-квалификационными работами аспирантов, организуют учебные, технологические, производственные и проектно-технологические практики, а также участвуют в работе государственных экзаменационных комиссий.

Л.А. Коновалов проводит летнюю полевую практику для студентов в музее-заповеднике «Коломенское». 2023 г.



За годы существования кафедры была сформирована сильная научно-образовательная школа. Под руководством преподавателей кафедры подготовлено более 100 аспирантов, более 50 магистров, более 500 бакалавров и специалистов. В настоящее время на кафедре ежегодно обучается 10–12 аспирантов. Каждый год выпускается 3–4 аспиранта, из них 1–2 человека завершают подготовку защитой. Ежегодно выпускниками кафедры становятся 30–40 бакалавров.

На кафедре ведется активная учебно-методическая деятельность. Преподаватели регулярно разрабатывают и обновляют учебные программы, учебно-методические пособия и материалы для проведения занятий.

Функционирует специализированная учебная лаборатория по курсу «Безопасность жизнедеятельности». В образовательном процессе широко используются компьютерные классы университета для тематического дешифрирования материалов космической съемки. Практические занятия по геоморфологии проходят с использованием коллекций минералов и горных пород.

Одним из важнейших направлений работы кафедры является научно-исследовательская деятельность в области:

- дистанционного зондирования Земли;
- космического мониторинга природных ресурсов;

- экологического мониторинга территорий;
- геоинформационного анализа экологических процессов.

Результаты научных исследований регулярно публикуются в российских и зарубежных научных журналах, а также представляются на международных и российских научных конференциях. Преподаватели кафедры, студенты и аспиранты участвуют в научно-технических проектах, научных грантах, хозяйственных договорах и экспедиционных исследованиях.

Многие сотрудники кафедры входят в состав государственных аттестационных комиссий, диссертационных советов и экспертных советов Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России.

Опыт кафедры показывает, что подготовка специалистов в области дистанционного зондирования Земли и экологического мониторинга требует устойчивой связи между образованием, научными исследованиями и практическими задачами природопользования. Эта связь стала одной из сильных сторон кафедры.

Сочетание фундаментальной подготовки студентов и аспирантов, активной научной деятельности и работы с современными технологиями дистанционного зондирования позволяет кафедре решать задачи подготовки специалистов нового поколения. Выпускники получают основу для работы с аэрокосмическими данными, оценки состояния природной среды и решения задач экологического мониторинга на разных уровнях.

За 35 лет кафедра космического мониторинга и экологии МИИГАиК сформировалась как авторитетный научно-образовательный центр в области дистанционного зондирования Земли и экологического мониторинга. Кафедра сохранила преемственность научной школы, расширила образовательную деятельность и продолжила развивать исследования, связанные с космическим мониторингом природных ресурсов, экологическим анализом территорий и геоинформационными технологиями. Вклад кафедры в развитие научных исследований, экологического мониторинга и подготовку высококвалифицированных кадров делает ее важным звеном в системе отечественного геодезического и экологического образования.

АВТОРЫ

Малинников Василий Александрович

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

(МИИГАиК), Москва, Россия

кафедра космического мониторинга и экологии, картографический факультет

д-р техн. наук, профессор

 0000-0002-8663-755X

Братков Виталий Викторович

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»
(МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра географии, картографический факультет
д-р геогр. наук, профессор
 0000-0001-5072-1859

Подгорная Надежда Александровна

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»
(МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра космического мониторинга и экологии, картографический факультет
канд. техн. наук, доцент

Шустов Михаил Викторович

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»
(МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра космического мониторинга и экологии, картографический факультет
д-р биол. наук, профессор
 0000-0001-8161-6314

Валишин Айдар Булатович

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»
(МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра космического мониторинга и экологии, картографический факультет
 0009-0002-0905-2686

Егоров Валерий Николаевич

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

Поступила 06.11.2025. Принята к публикации 22.12.2025. Опубликовано 29.12.2025.

UDC 528.8:502:378

DOI:10.30533/scidata-2025-16-21



On the 35th Anniversary of the Department of Space Monitoring and Ecology of Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK)

Vasily A. Malinnikov¹, Vitaly V. Bratkov¹,
Nadezhda A. Podgornaya¹, Mikhail V. Shustov¹,
Aidar B. Valishin¹✉, Valery N. Egorov¹

AFFILIATIONS

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

✉ valishinaid@yandex.ru

CITATION

Malinnikov VA, Bratkov VV, Podgornaya NA, Shustov MV, Valishin AB, Egorov VN.

On the 35th Anniversary of the Department of Space Monitoring and Ecology of Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK). *Spatial Data: Science, Research and Technology*. 2025;16(4): 110–118. DOI:10.30533/scidata-2025-16-21.

KEYWORDS

space monitoring, remote sensing of the Earth, environmental monitoring, environmental education, scientific school, geoinformation analysis

ABSTRACT

The article examines the history and current state of the Department of Space Monitoring and Ecology of Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK). The department was established in 1991 as the Department of Applied Ecology, during the formation of state environmental policy and environmental education in Russia. Special attention is paid to the legal framework of the early 1990s, the development of the scientific school, the role of leading teachers and researchers, and continuity between generations within the department.

The paper presents the main educational areas for bachelor's, master's and postgraduate training, including geodesy and remote sensing, ecology and environmental management, aerospace studies of the Earth, photogrammetry and geoecology. It describes the teaching, methodological and research activities of the department, its work in training specialists, supervising student and postgraduate research, organizing practical training and participating in state examination commissions. The article shows the department's contribution to remote sensing of the Earth, space monitoring of natural resources, environmental monitoring of territories and geoinformation analysis of environmental processes.

AUTHORS

Vasily A. Malinnikov

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Space Monitoring and Ecology, Faculty of Cartography

Dr. of Sci. (Engineering), Professor

 0000-0002-8663-755X

Vitaly V. Bratkov

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Geography, Faculty of Cartography

Dr. of Sci. (Geography), Professor

 0000-0001-5072-1859

Nadezhda A. Podgornaya

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Space Monitoring and Ecology, Faculty of Cartography

PhD in Engineering, Associate Professor

Mikhail V. Shustov

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Space Monitoring and Ecology, Faculty of Cartography

Dr. of Sci. (Biology), Professor

 0000-0001-8161-6314

Aidar B. Valishin

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Space Monitoring and Ecology, Faculty of Cartography

 0009-0002-0905-2686

Valery N. Egorov

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Space Monitoring and Ecology, Faculty of Cartography

Submitted: November 6, 2025. Accepted: December 22, 2025. Published: December 29, 2025.