
**ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО, ПЛАНИРОВКА СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ/URBAN PLANNING,
PLANNING OF RURAL LOCALITIES**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.169.103> EDN: JCPXSK**МОДЕЛИРОВАНИЕ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО РАЗВИТИЯ НАРУШЕННЫХ И ДЕГРАДИРОВАВШИХ
ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Научная статья

Маликова Е.А.^{1,*}, Чудакова С.А.², Доморникова А.С.³, Мозгунова Н.В.⁴¹ORCID : 0009-0001-9021-1498;²ORCID : 0009-0006-7504-3808;^{1, 2, 3} Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Российская Федерация⁴ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (malickowa.elena2013[at]yandex.ru)

Предложена: 20.04.2026; Принята: 23.06.2026; Опубликовано: 17.07.2026

Аннотация

Рассмотрена проблема восстановления нарушенных территорий разного генезиса с применением цифровых технологий. Выполнено моделирование направлений градостроительного развития на примере территории фосфогипсового террикона в Московской области и горных историко-культурных ландшафтов Чеченской Республики. Для первого объекта оценка сценариев проведена в ЭВМ «Система поддержки принятия решений (СППР)», для второго выполнена экспериментальная реализация алгоритма на Python с привлечением ИИ (DeepSeek). В обоих случаях выявлены приоритеты стейкхолдеров, разработаны градостроительные регламенты и предложены модели поэтапного развития. Показана универсальность подхода и возможность его тиражирования.

Ключевые слова: нарушенные территории, градостроительное развитие, информационное моделирование, цифровые технологии, ГИС, система поддержки принятия решений, искусственный интеллект, историко-культурный ландшафт, фосфогипсовый террикон, рекультивация.

**MODELLING THE URBAN DEVELOPMENT OF DISTURBED AND DEGRADED TERRITORIES USING
DIGITAL TECHNOLOGIES**

Research article

Malikova E.A.^{1,*}, Chudakova S.A.², Domornikova A.S.³, Mozgunova N.V.⁴¹ORCID : 0009-0001-9021-1498;²ORCID : 0009-0006-7504-3808;^{1, 2, 3} Moscow State University of Civil Engineering (National Research University), Moscow, Russian Federation⁴ National Research University "Higher School of Economics", Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (malickowa.elena2013[at]yandex.ru)

Suggested: 20.04.2026; Accepted: 23.06.2026; Published: 17.07.2026

Abstract

The problem of restoring disturbed territories of various origins using digital technologies is examined. Simulations of urban development scenarios have been carried out on the example of a phosphogypsum slag heap in Moscow Oblast and the mountainous historical and cultural landscapes of the Chechen Republic. For the first site, the scenarios were evaluated using the 'Decision Support System (DSS)' software; for the second, an experimental implementation of the algorithm was carried out in Python using AI (DeepSeek). In both cases, stakeholder priorities were identified, urban planning regulations were developed, and models for phased development were suggested. The universality of the approach and the possibility of its replication have been demonstrated.

Keywords: disturbed territories, urban development, computer modelling, digital technologies, GIS, decision support system, artificial intelligence, historical and cultural landscape, phosphogypsum slag heap, land reclamation.

Введение

Проблема восстановления нарушенных и деградировавших территорий в России обостряется по мере накопления заброшенных историко-культурных ландшафтов и промышленных отвалов [4], [6]. Отсутствие цифровых моделей оценки градостроительного потенциала таких объектов с учётом интересов стейкхолдеров замедляет их реабилитацию [9]. Цель исследования — моделирование направлений градостроительного развития деградировавших ландшафтов с применением цифровых технологий на примере историко-культурных ландшафтов Чеченской Республики и фосфогипсового террикона в Московской области. Научная новизна в области градостроительных подходов заключается в следующем:

Во-первых, предложен переход от практики рекультивации как финальной стадии к модели управляемого пространственного развития, где промышленный отвал рассматривается как ресурс трансформации планировочного каркаса, а не как объект санации.

Во-вторых, для историко-культурных ландшафтов обоснована трёхэтапная модель синхронизации потенциалов (базирование — раскрытие — синергия), увязывающая очередность инвестиций с поэтапным изменением функционального зонирования.

В-третьих, разработаны и количественно обоснованы дифференцированные градостроительные регламенты (стадийность, высотные ограничения, процент озеленения, визуально-ландшафтные параметры) для двух принципиально разных типов нарушенных территорий.

Методической базой послужил сквозной цифровой инструментарий (ГИС, СППР, Python с ИИ), что позволило вывести многокритериальную оценку за рамки субъективных экспертных суждений. Теоретическая значимость — обоснование трёхкомпонентной модели потенциалов развития [7], [8]. Практическая значимость — разработка градостроительных регламентов и местных нормативов [2], [5].

Исследование выполнено на двух объектах:

1) территория фосфогипсового террикона «Белая гора» в г. Воскресенск Московской области (площадь земельного участка террикона 60 га, площадь территории рассмотрения — 170 га, высота террикона > 200 м) [5];

2) историко-культурные ландшафты Хойского и Макажойского сельских поселений Чеченской Республики (47,8 тыс. га, памятники XII–XIX вв.).

Исходные данные получены из ФГИС ТП, Публичной кадастровой карты, OpenStreetMap, SRTM и ретроспективных карт Retromap. Для каждого объекта сформулированы релевантные факторы для четырёх групп стейкхолдеров («власть», «бизнес», «общество», «индивид») — не менее пяти факторов на группу. Для объекта № 1 многокритериальная оценка вариантов развития проводилась в программе для ЭВМ «Система поддержки принятия решений (СППР)» (свидетельство № 2019667346) по методике [8], [9, С. 23–45]. Для объекта № 2 выполнена экспериментальная реализация того же алгоритма на Python с подключением API DeepSeek, что позволило автоматизировать обработку экспертных оценок и визуализацию.

Основные результаты

2.1. Объект 1: территория фосфогипсового террикона «Белая гора»

Объект расположен за административной чертой г. Воскресенск, но в зоне его непосредственного влияния (около 3 км), формируя специфическую планировочную ситуацию: техногенный рельеф высотой более 200 м и площадью 60 га выступает вертикальной доминантой, замыкающей систему внешних рекреационных связей города и одновременно создающей санитарно-экологическую нагрузку на прилегающую жилую застройку. В СППР оценивались три градостроительных сценария: производственный (завод по переработке фосфогипса), средовой (полная рекультивация с интеграцией в природно-рекреационный пояс города) и смешанный (спортивно-рекреационный кластер). По совокупности факторов стейкхолдеров — экологическая безопасность, экономическая эффективность, создание рабочих мест, снижение воздействия на здоровье населения, возможность рекреационного использования — наибольший компромиссный эффект показало совмещение первых двух сценариев.

Градостроительный эффект предложенной модели состоит в том, что террикон перестаёт быть планировочным разрывом и поэтапно трансформируется из «зоны ограничений» в «зону развития», меняя свой статус в структуре городского каркаса [8] (рис. 1).



Рисунок 1 - Оценка градостроительных решений «экспертом» в программе ЭВМ «СППР»: результаты попарной оценки в процессе работы в программе
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.169.103.1>

Разработан градостроительный регламент зоны рекультивации, кодифицирующий стадийность использования. В отличие от действующих норм, где зона рекультивации рассматривается как временная техническая зона без перспективного назначения, предложенный регламент впервые фиксирует механизм перехода от производственной стадии к рекреационной, задавая конечную цель — интеграцию террикона в природно-рекреационный каркас города. На стадии переработки основные виды разрешённого использования — недропользование (6.1), производственная деятельность (6.0), склады (6.9); предельная площадь — 60 га, минимальный отступ — 20 м [1].

В местные нормативы внесены параметры: высота существующих отвалов — не более 200 м, новых — не более 20 м; озеленение — не менее 70% площади террикона и 50% прилегающей территории с защитным буфером из древесно-кустарниковой растительности [2], [4]. Технологическая схема рекультивации (геотекстиль, георешётка, щебёночно-песчаная смесь, посев трав) позволяет трансформировать террикон в общественное пространство, замыкающее рекреационные связи города [7]. Переработка с выпуском стройматериалов и извлечением редкоземельных металлов окупается за 7–9 лет, создавая рабочие места для моногорода [3], [5]. Регламенты адаптируемы для отвалов в Череповце, Балаково, Волхове [5].

2.2. Объект 2: историко-культурные ландшафты Чечни

Ландшафты Хойского и Макажойского сельских поселений (47,8 тыс. га, памятники XII–XIX вв.) представляют собой рассредоточенную систему башенных комплексов, требующую не точечной охраны, а формирования целостного планировочного каркаса, связывающего наследие с существующими и проектируемыми поселениями. Реализация алгоритма СППР на Python с DeepSeek (рис. 2) выявила приоритеты стейкхолдеров: для власти и бизнеса — экономическая отдача и турпоток (П3), для местного общества — качество жизни и инфраструктура (П2), для туриста — аутентичность наследия и визуальная сохранность ландшафта (П1).



Рисунок 2 - Результаты многокритериальной оценки градостроительных сценариев, полученные экспериментальной реализацией алгоритма СППР на языке Python с использованием модели DeepSeek
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.169.103.2>

На основе количественного анализа сформирована трёхэтапная градостроительная модель, синхронизирующая пространственное развитие с очередностью инвестиций:

- «Базирование» — первоочередное развитие инфраструктуры (П2) при строгой консервации памятников (П1);
- «Раскрытие» — обустройство рекреационных зон (П3) с включением объектов наследия в сеть туристических маршрутов;
- «Синергия» — реинвестирование доходов от туризма в качество среды (П2) и реставрацию (П1).

Принципиальное отличие от типовой практики музеефикации состоит в том, что объекты наследия не изымаются из хозяйственного оборота, а становятся планировочными ядрами, вокруг которых выстраивается сеть маршрутов и сервисной инфраструктуры, регулируемая жёсткими высотными и визуально-ландшафтными ограничениями. Разработан градостроительный регламент зоны историко-культурных ландшафтов, закрепляющий баланс между охраной и развитием: основные виды разрешённого использования — охрана природных территорий (9.1), историко-культурная деятельность (9.3), благоустройство (12.0.2); вспомогательные, обеспечивающие связанность территории, — коммунальное обслуживание (3.1), связь (6.8) [1].

Для сохранения визуального восприятия башенных комплексов как планировочных доминант в местные нормативы введены жёсткие высотные ограничения и отступы застройки, исключающие диссонансное вторжение в панорамы [2]. Предложена сеть этно-экологических маршрутов, выполняющих двойную градостроительную функцию: обеспечение доступности объектов наследия и закрепление планировочных осей, вдоль которых возможно контролируемое развитие сервисной инфраструктуры. Решения соответствуют стратегии социально-экономического развития Веденского района до 2030 года.

2.3. Сравнительный градостроительный анализ

Сравнение подтвердило специфику каждого типа территорий: для историко-культурных ландшафтов приоритет — сохранение идентичности как основы пространственной организации, для промышленных отвалов — экологическая безопасность и экономика переработки как драйвер реинтеграции в систему городских и пригородных связей [4], [6].



В обоих случаях успех обеспечивается поэтапностью, закреплённой в регламентах, и вовлечением стейкхолдеров [7], [8]. Цифровая модель позволила количественно обосновать выбор сценариев по конкретным градостроительным параметрам, исключив субъективизм экспертных оценок.

Обсуждение

Результаты позволяют зафиксировать несколько принципиальных отличий предлагаемого подхода от сложившейся градостроительной практики.

1. Традиционно нарушенные территории классифицируются как «зоны рекультивации» без механизма их последующей пространственной эволюции — предложенные регламенты задают стадийность, при которой переработка отходов экономически обеспечивает переход к рекреационной функции и включению террикона в зелёный каркас.

2. Для историко-культурных ландшафтов взамен музеефикации с запретом развития предложена модель контролируемой интеграции наследия в планировочную структуру, где сеть этно-экологических маршрутов выполняет роль планировочных осей, вдоль которых допускается развитие сервисной инфраструктуры.

3. Многокритериальный анализ стейкхолдеров переведён в плоскость градостроительного нормирования — выявленные приоритеты выражены в конкретных параметрах регламентов (высотность, процент озеленения, визуально-ландшафтные отступы). Цифровой инструментарий (ГИС, СППР, Python) выступил средством количественного обоснования этих параметров. Эксперимент с Python и DeepSeek подтвердил возможность тиражирования методики. Ограничение — необходимость полевой верификации. Перспектива — создание ТИС для мониторинга нарушенных территорий и интеграции подхода в цифровые платформы поддержки градостроительных решений [3].

Заключение

Выполнено моделирование направлений градостроительного развития двух контрастных типов нарушенных территорий с применением ГИС, ЭВМ СППР и Python. Определены приоритеты стейкхолдеров, построена трёхэтапная модель реализации потенциалов, разработаны градостроительные регламенты, впервые фиксирующие стадийность трансформации таких территорий — от переработки до интеграции в зелёный каркас для терриконов и от консервации до контролируемого развития для историко-культурных ландшафтов. Практическая значимость подтверждена проектами регламентов и нормативов, универсальность которых допускает тиражирование. Дальнейшие исследования — создание специализированной ТИС и апробация методики на других объектах [10].

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность кандидату технических наук, доценту кафедры градостроительства НИУ МГСУ Самойловой Надежде Александровне за руководство курсовым проектом, материалы которого легли в основу настоящей статьи, а также за ценные методические рекомендации, предоставленные в рамках дисциплины «Сквозные цифровые технологии в градостроительстве». Отдельная благодарность — за возможность использования авторской программы для ЭВМ «Система поддержки принятия решений (СППР)» и учебно-методических разработок, без которых проведённое исследование было бы невозможно.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Адолина А.В., Самарский государственный технический университет, Самара Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.169.103.3>

Acknowledgement

The authors express their deep gratitude to Samoilova Nadezhda Aleksandrovna, Doctor of Technical Sciences and Associate Professor at the Faculty of Urban Planning, National Research Moscow State University of Civil Engineering (MSSU), for supervising the term project, the findings of which form the basis of this article, and for the valuable methodological guidance provided as part of the course 'Cross-cutting Digital Technologies in Urban Planning'. Special thanks are due for the opportunity to use the authors' computer programme 'Decision Support System (DSS)' and the teaching and methodological materials, without which this research would not have been possible.

Conflict of Interest

None declared.

Review

Adonina A.V., Samara State Technical University, Samara Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.169.103.3>

Список литературы / References

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон № 190-ФЗ от 29.12.2004 (ред. от 23.03.2025). — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 20.04.2026).
2. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. — Введ. 2017-07-01. — Москва : Стандартинформ, 2017. — 90 с.
3. Алексеев Ю.В. Единая методологическая база профессиональной деятельности в строительной отрасли / Ю.В. Алексеев. — Москва : Издательство АСВ, 2025. — 629 с.
4. Лазарева И.В. Восстановление и использование нарушенных территорий для градостроительства : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 18.00.04 / И.В. Лазарева. — Москва. — 55 с.
5. Маликова Е.А. Устойчивое развитие нарушенных территорий фосфогипсовых терриконов (на примере полигона «Белая гора», город Воскресенск, Московская область) / Е.А. Маликова, С.В. Привезенцева, М.Д. Сафарова // Journal of Agriculture and Environment. — 2025. — № 5(57). — DOI: 10.60797/JAE.2025.57.10.

6. Оленьков В.Д. Градостроительное планирование на нарушенных территориях / В.Д. Оленьков. — Москва, 2007. — 188 с.
7. Самойлова Н.А. Групповая коммуникация в процессе анализа вариантов градостроительных решений (на примере планирования объектов Московского региона) / Н.А. Самойлова, О.А. Жирков, С.В. Белкин // Коммуникология. — 2020. — № 2. — С. 53–79. — DOI: 10.21453/2311-3065-2020-8-2-53-79.
8. Пат. 2019667346 Российская Федерация, МПК G06Q 10/06. Система поддержки принятия решений (СППР) для оценки вариантов решений заинтересованными участниками градостроительной деятельности для различных градостроительных типов территорий (на предпроектной стадии градостроительной трансформации территории) / Н.А. Самойлова, О.А. Жирков; заявитель и патентообладатель Н.А. Самойлова, О.А. Жирков. — № 2019664019; заявл. 29.10.2019; опубл. 20.04.2026, Официальный бюллетень РОСПАТЕНТ. — 1 с.
9. Самойлова Н.А. Территориальные информационные системы : учебно-методическое пособие / Н.А. Самойлова. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2022. — 45 с.
10. Самойлова Н.А. Формирование градостроительного информационно-коммуникационного портала / Н.А. Самойлова, И.В. Москаленко // Строительство: наука и образование. — 2025. — № 2. — С. 71–89. — DOI: 10.22227/2305-5502.2025.2.5.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gradostroitel'nyy kodeks Rossiyskoy Federatsii [Urban Planning Code of the Russian Federation] : Federal Law No. 190-FZ of 29.12.2004 (as amended on 23.03.2025). — URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (accessed: 20.04.2026). [in Russian]
2. SP 42.13330.2016. Gradostroitel'stvo. Planirovka i zastroyka gorodskikh i sel'skikh poseleniy [Urban planning. Planning and development of urban and rural settlements] : updated version of SNiP 2.07.01-89*. — Introd. 2017-07-01. — Moscow : Standartinform, 2017. — 90 p. [in Russian]
3. Alekseev Yu.V. Yedinaya metodologicheskaya baza professional'noy deyatel'nosti v stroitel'noy otrasli [Unified methodological framework for professional activities in the construction industry] / Yu.V. Alekseev. — Moscow : ASV Publishing House, 2025. — 629 p. [in Russian]
4. Lazareva I.V. Vosstanovleniye i ispol'zovaniye narushennykh territoriy dlya gradostroitel'stva [Restoration and use of disturbed territories for urban planning] : abstract of dis. ... dr. tech. sciences : 18.00.04 / I.V. Lazareva. — Moscow. — 55 p. [in Russian]
5. Malikova E.A. Ustoychivoye razvitiye narushennykh territoriy fosfogipsovykh terrikonov (na primere poligona "Belaya gora", gorod Voskresensk, Moskovskaya oblast') [Sustainable development of disturbed territories of phosphogypsum waste heaps (on the example of the "Belaya Gora" site, Voskresensk, Moscow Region)] / E.A. Malikova, S.V. Privezentseva, M.D. Safarova // Journal of Agriculture and Environment. — 2025. — № 5(57). — DOI: 10.60797/JAE.2025.57.10. [in Russian]
6. Olenkov V.D. Gradostroitel'noye planirovaniye na narushennykh territoriyakh [Urban planning on disturbed territories] / V.D. Olenkov. — Moscow, 2007. — 188 p. [in Russian]
7. Samoylova N.A. Gruppovaya kommunikatsiya v protsesse analiza variantov gradostroitel'nykh resheniy (na primere planirovaniya ob'yektov Moskovskogo regiona) [Group communication in the process of analyzing urban planning solutions (on the example of planning facilities in the Moscow Region)] / N.A. Samoylova, O.A. Zhirkov, S.V. Belkin // Kommunikologiya [Communicology]. — 2020. — № 2. — P. 53–79. — DOI: 10.21453/2311-3065-2020-8-2-53-79. [in Russian]
8. Пат. 2019667346 Rossiyskaya Federatsiya, MPK G06Q 10/06. Sistema podderzhki prinyatiya resheniy (SPPR) dlya otsenki variantov resheniy zainteresovannymi uchastnikami gradostroitel'noy deyatel'nosti dlya razlichnykh gradostroitel'nykh tipov territoriy (na predproyektnoy stadii gradostroitel'noy transformatsii territorii) [Decision support system (DSS) for evaluating solution options by interested participants in urban planning activities for various urban planning types of territories (at the pre-design stage of urban transformation of the territory)] / N.A. Samoylova, O.A. Zhirkov ; applicant and patent holder N.A. Samoylova, O.A. Zhirkov. — No. 2019664019 ; filed 29.10.2019 ; published 20.04.2026, Official Bulletin of Rospatent. — 1 p. [in Russian]
9. Samoylova N.A. Territorial'nyye informatsionnyye sistemy [Territorial information systems] : educational and methodological manual / N.A. Samoylova. — Moscow : MISI – MGSU, 2022. — 45 p. [in Russian]
10. Samoylova N.A. Formirovaniye gradostroitel'nogo informatsionno-kommunikatsionnogo portala [Formation of an urban planning information and communication portal] / N.A. Samoylova, I.V. Moskalenko // Stroitel'stvo: nauka i obrazovaniye [Construction: Science and Education]. — 2025. — № 2. — P. 71–89. — DOI: 10.22227/2305-5502.2025.2.5. [in Russian]