ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ/LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.10

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ФОСФОГИПСОВЫХ ТЕРРИКОНОВ (НА ПРИМЕРЕ ПОЛИГОНА «БЕЛАЯ ГОРА», ГОРОД ВОСКРЕСЕНСК, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Научная статья

Маликова Е.А.[1, *], Привезенцева С.В.[2], Сафарова М.Д.[3]
[1] ORCID : 0009-0001-9021-1498;
[2] ORCID : 0000-0002-4407-1789;
[3] ORCID : 0000-0002-1383-9169;
[1, 2] Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Российская Федерация
[3] Государственный университет по землеустройству, Москва, Российская Федерация

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

Аннотация

Устойчивое развитие современного общества требует оптимизации использования природных ресурсов и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Особенно актуальной становится задача восстановления и реабилитации нарушенных территорий фосфогипсовых терриконов, образовавшихся в результате переработки фосфатного сырья. Эти территории не только оказывают негативное влияние на экологию, но и требуют учета при градостроительном планировании, так как существенно влияют на качество городской среды и жизнь населения. Пример такого объекта — полигон «Белая гора» в городе Воскресенск Московской области. Здесь накоплены значительные объемы фосфогипса, создающие серьезное экологическое и социальное напряжение. В статье рассматриваются пути устойчивого развития и восстановления прилегающих территорий, включая существующие методы и подходы, а также перспективные решения, учитывающие как экологические, так и градостроительные аспекты.

Ключевые слова: фосфогипс, нарушенные территории, землеустройство, устойчивое развитие, терриконы.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF DISTURBED AREAS OF PHOSPHOGYPSUM SLAG HEAPS (ON THE EXAMPLE OF THE LANDFILL "BELAYA GORA", VOSKRESENSK, MOSCOW OBLAST)

Research article

Malikova E.A.[1, *], Privezentseva S.V.[2], Safarova M.D.[3]
[1] ORCID : 0009-0001-9021-1498;
[2] ORCID : 0000-0002-4407-1789;
[3] ORCID : 0000-0002-1383-9169;
[1, 2] National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russian Federation
[3] State University of Land Use Planning, Moscow, Russian Federation

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

Abstract

Sustainable development of modern society requires optimising the use of natural resources and minimising the negative impact on the environment. The task of restoring and rehabilitating disturbed areas of phosphogypsum slag heaps formed as a result of phosphate rock processing is becoming particularly urgent. These territories not only have a negative impact on the environment, but also require to be taken into account in urban planning, as they significantly affect the quality of the urban environment and the life of the population. An example of such a facility is the Belaya Gora landfill in the city of Voskresensk, Moscow Oblast. Significant volumes of phosphogypsum have been accumulated here, creating serious environmental and social tension. The article discusses ways of sustainable development and restoration of adjacent territories, including existing methods and approaches, as well as promising solutions that take into account both environmental and urban planning aspects.

Keywords: phosphogypsum, disturbed areas, land management, sustainable development, slag heaps.

Введение

Устойчивое развитие территорий населенных мест имеет ключевое значение для создания благоприятной среды для человека, минимизируя негативное воздействие на его жизнь. Эффективная планировочная организация urban space зависит от сбалансированного размещения всех необходимых зон, включая жилую, рекреационную, общественно-бытовую, транспортную и производственную. Воскресенск, где расположен химический комбинат ВМУ «Уралхим», сталкивается с проблемой превышения объема побочного материала — фосфогипса, который складируется на терриконах и представляет собой угрозу для окружающей среды.

В городе находятся две горы: «Зеленая гора», законсервированная в начале 2000-х и успевшая зарасти, и «Белая гора», площадь подошвы которой достигает 60 га с высотой от 160 до 200 м. Основная угроза, исходящая от «Белой горы», связана с мелкодисперсным фосфогипсом, который может подниматься в воздух и переноситься на большие расстояния, оседая на жилых территориях. В этой связи была поставлена задача поиска методов для комплексного и устойчивого развития территории террикона «Белая гора» (рис. 1).

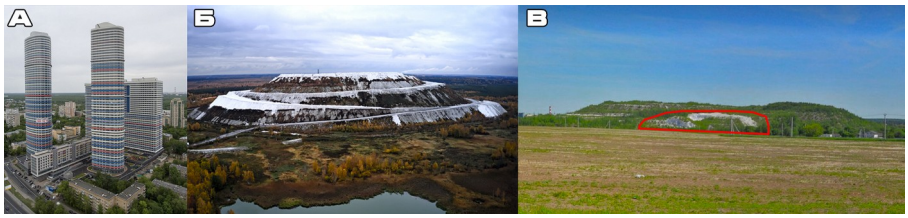

Рисунок 1 - Фосфогипсовые терриконы:
а - ЖК «Триколор», г. Москва, СВАО – высота здания 192 м; *б* - террикон «Белая гора», пиковая точка – 200 м; *в* - террикон «Зеленая гора»
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.10.1

Примечание: красным цветом выделен свежий отвал фосфогипса (потенциальная 3 гора)

Принципы и подходы градостроительного развития нарушенных территорий в своих работах сформулировали В.Д. Оленьков, Н.А. Самойлова, И.В. Лазарева и другие [1], [2], [4], [5].

Существуют два основных подхода к градостроительной организации нарушенных территорий: ландшафтно-экологический и социально-экологический. Ландшафтно-экологический подход основывается на принципах сохранения и восстановления природных экосистем, интеграции территорий в городское пространство с формированием зеленых зон и рекреационных пространств, поддерживающих экологический баланс. Социально-экологический подход базируется на принципах активного участия местного сообщества в процессах благоустройства и рекультивации, создания общественных зон отдыха и повышения качества жизни горожан. Оба метода способствуют улучшению экологической обстановки и комфорту городской среды. Однако подход устойчивого развития превосходит их благодаря комплексности, объединяя экологические, социальные и экономические аспекты (рис.2). Он строится на принципах гармонии между природой и человеком, максимальной утилизации отходов (например, использование фосфогипса в строительстве), а также междисциплинарного сотрудничества всех заинтересованных сторон. Такой подход обеспечивает не только эффективное развитие территорий, но и устойчивое будущее, сочетающее экологическую безопасность, социальный прогресс и экономическую выгоду.

Рисунок 2 - Градостроительная организация нарушенных территорий: подходы и интеграция
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.10.2

Методы и принципы исследования

Цель исследования — определить направления устойчивого развития нарушенных территорий фосфогипсовых терриконов на примере полигона «Белая гора».

Основные методы исследования — анализ физико-химических свойств фосфогипса, существующих градостроительных методов развития нарушенных территорий, градостроительной документации, нормативно-правового обеспечения, картографических материалов.

Исследование основывается на градостроительной комплексности и устойчивости развития территорий, а также на системных принципах, предложенных И. В. Лазаревой.

Основные результаты

Наряду с современным определением, нарушенными территориями называют земли, которые потеряли полную или частичную продуктивность из-за отрицательного влияния хозяйственных процессов. Эти территории отличаются изменением водного режима (подтопления, заболачивания), наличием загрязнений и заражения, интенсивным

развитием эрозий (водной и ветровой), увеличением солевого состава почвы, обезвоживанием, уплотнением и замусоренностью [6], [7].

Авторами была составлена классификация основных типов нарушенных территорий, встречающихся в научной и нормативно-технической литературе (табл.1).

Таблица 1 - Классификация основных типов нарушенных территорий, встречающихся в научной и нормативно-технической литературе

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.10.3

Тип территории	Признаки нарушения	Внешний вид
Промышленно-загрязненные	Высокий уровень токсичных веществ	Черная пыль, мусор, коррозия, ожоги кислоты
Горнодобывающие	Изменения рельефа, карьера	Глубокие карьеры, отвалы горных пород, разрушение рельефа
Бывшие свалки	Накопление бытового и производственного мусора	Мусор, пластик, стекло, металлолом, редкие растения
Постиндустриальные	Заброшенные заводы	Разрушенные здания, ржа, кирпич, мхи, одиночные растения
Территории бывших военных полигонов	Химикаты, боеприпасы	Воронки, разрушения, гильзы, остатки укреплений
Почвозащитные	Эрозия, потеря почвы	Овраги, рыхлая почва, редкая растительность
Фосфогипсовые терриконы	Отходы переработки фосфоритов	Белые слои гипса, крупные насыпи, возможное наличие растительного покрова

Фосфогипсовые терриконы в классическом понимании относятся к производственным высоким террасированным отвалам. Они состоят из тела горы, территории под ее подошвой и участка в границах кадастрового деления (рис.1). Однако следует отметить одно из ключевых свойств фосфогипса — высокую дисперсность. Ветром пылеватые частицы отхода могут переноситься на несколько километров, тем самым увеличивая фактическую площадь нарушенной территории (рис.3). В рамках исследования были выбраны границы по принципу «естественных и антропогенных ориентиров». Для более конкретного определения радиуса нарушенной территории необходимо проводить замеры на местности, либо смоделировать ситуацию распространения частиц по розе ветров.

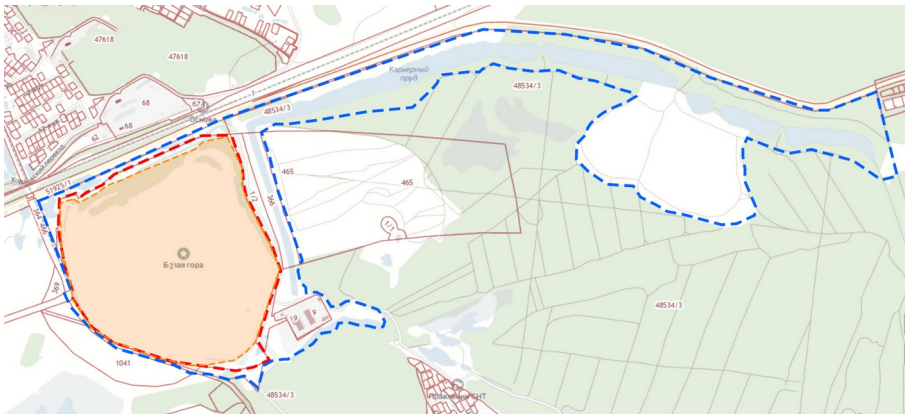

Рисунок 3 - Отображение выбранных границ

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.10.4

Примечание: оранжевой заливкой показано тело горы, красным пунктиром – граница кадастрового участка, синим - границы по принципу «естественных и антропогенных ориентиров»

Особенность строения фосфогипсового террикона заключается в его веерной укладке. Материал распределяется в виде веера, с широким основанием и постепенно сужающимся верхом. Такой способ укладки позволяет равномерно

распределять объемы фосфогипса и может способствовать уменьшению эрозии и улучшению устойчивости террикона. Следующее примечательное свойство отхода заключается в том, что со временем он только набирает свою прочность. Фосфогипс начинает твердеть в течение трех часов, поэтому необходимо производить его укладку как можно быстрее. В диссертации М.А. Ивочкиной [8] проведены замеры, доказывающее, что террикон обладает высоким прочностным запасом, что позволяет при должных мероприятиях устанавливать на нем конструкции и нежилые строения.

Изучив физико-химические свойства фосфогипса, можно сформулировать предположение о том, что террикон можно приравнять к уникальному сооружению с наземной и надземной частями. В соответствии со статьей 65 Градостроительного кодекса РФ предусмотрено осуществление комплексного освоения территории, инициируемое владельцами земельных участков либо находящимися на них объектами недвижимости. Правообладателем земельного участка в данном случае является ВМУ «Уралхим». Однако фосфогипсовый террикон официально не признан объектом недвижимости, хотя, согласно определению, данному в статье 130 ГК РФ, таковым является. Поэтому в рамках данного исследования, фосфогипсовый террикон «Белая гора» принимается таковым, и, следовательно, к нему применим механизм КРТ (рис.4).

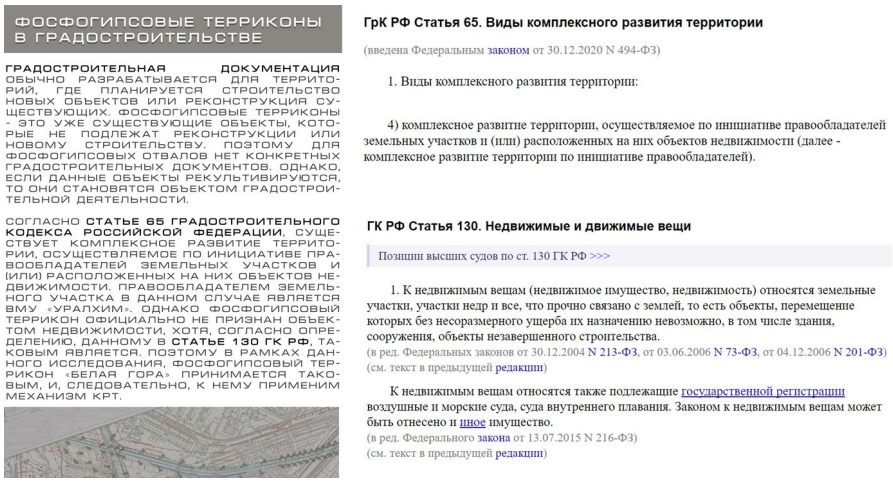

Рисунок 4 - Пояснение кейса «Фосфогипсовые терриконы – объекты недвижимости»
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.10.5

В рамках разработки проекта комплексного развития нарушенных территорий фосфогипсового террикона «Белая гора» было заложено две новые функциональные зоны: производственная и рекреационная. Производственная функция предполагает размещение перерабатывающего предприятия свежего фосфогипса в различные отраслевые материалы и продукцию (табл.2). Это может включать в себя производство строительных материалов, минеральных удобрений и других товаров, востребованных на рынке. Важным аспектом здесь является не только увеличение экономической активности региона, но и внедрение современных технологий переработки, что позволит минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и улучшить экологическую ситуацию. Территория, отведенная под рекреацию, рассчитана на интеграцию самого террикона после рекультивации в связную структуру нового природно-антропогенного территориального комплекса. Предполагается, что на этой территории будут расположены парки, зоны для занятий спортом, прогулочные маршруты и другие элементы, способствующие развитию инфраструктуры для отдыха и оздоровления. Проект комплексного развития террикона «Белая гора» направлен не только на восстановление нарушенных земель, но и на создание новых рабочих мест, улучшение качества жизни местных жителей и восстановление природного баланса в регионе.

Таблица 2 - Перечень отраслевых материалов и продукции из переработанного свежего фосфогипса

DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.10.6

Материал/Изделие	Свойства
Гипсокартонные панели	Огнеупорный, легкий монтаж, прочный
Сухие строительные смеси	Удобны в применении, водостойкие, пластичные
Структурные наполнители для бетонов	Повышают плотность и прочность бетона
Абсорбент нефтепродуктов в воде	Поглощает нефть и масла, облегчает очистку воды
Геотекстильные материалы с фосфогипсом	Улучшают дренаж, стабилизируют почву, увеличивают стойкость к нагрузкам
Фильтрующие засыпки для очистных сооружений	Удаляют примеси, очищают сточные воды

Материал/Изделие	Свойства
Гидрофобизированные штукатурные растворы	Устойчивы к погодным условиям, малопроницаемы для влаги
Композитные плиты для ограждающих конструкций	Термоустойчивы, легки, устойчивы к агрессивным веществам
Перлито-фосфогипсовая смесь для утепления	Хорошо удерживает тепло, устойчива к возгоранию, прочная
Сырье для производства цемента	Повышает активность цементного клинкера, улучшает качество цемента
Конструкционно-теплоизоляционные блоки	Надежны, высокопрочны, энергоэффективны
Мелиорант для грибных субстратов	Улучшает рост грибов, экологически чист, эффективен
Редкоземельные металлы для проводников и полупроводников	Используются в производстве электронных компонентов, обеспечивают стабильность и эффективность электропроводящих устройств в электротехнике и микроэлектронике

В соответствии с данными Минстроя России, разработанные методические рекомендации по комплексному и устойчивому развитию жилых территорий могут быть успешно адаптированы для восстановления нарушенных территорий, таких как фосфогипсовые терриконы [9]. Основные аспекты, касающиеся комплексного и устойчивого развития (КУР) этих территорий, включают в себя несколько ключевых моментов (рис.5). Во-первых, решения о комплексном восстановлении нарушенных территорий должны приниматься Федеральными органами исполнительной власти, что подчеркивает стратегическую важность химической отрасли для страны. Это требует привлечения финансовых ресурсов на федеральном уровне, а также частных инвестиций и средств собственников химических предприятий, что, в свою очередь, обеспечивает масштабность и устойчивость инициатив. Во-вторых, определение границ территорий для восстановления должно осуществляться с учетом интересов конкретных муниципальных образований. Такой подход поможет достичь гармоничного взаимодействия между всеми заинтересованными сторонами, что является важным аспектом успешного восстановления [10].

Рисунок 5 - Пояснение кейса «Механизм КРТ для фосфогипсовых терриконов»
DOI: https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.10.7

Также стоит отметить необходимость переориентации фосфогипсовых терриконов из производственной зоны в отдельную территориальную зону с установленными градостроительными нормами. Это обеспечит безопасное и эффективное использование пространства, что крайне важно для устойчивого развития данной территории.

Важно, чтобы процесс восстановления включал создание многофункциональных и комфортных пространств, соответствующих запросам местного сообщества, что будет способствовать улучшению качества жизни жителей. Все участники проекта должны извлекать выгоду от реализации комплексного восстановления, что обеспечит устойчивый баланс интересов и ресурсов.

Специфика террикона «Белая гора» в Воскресенске обусловлена растущими объемами производства химических удобрений, что приводит к накоплению фосфогипсовых отходов и ставит под угрозу экологическую безопасность и здоровье местных жителей. Применение механизма комплексного и устойчивого развития к этой территории обосновано как эффективное решение, которое не только оздоровит окружающую среду, но и превратит ее в безопасное и привлекательное пространство для будущих поколений, обеспечивая долгосрочную устойчивость и качество жизни.

Заключение

Пример полигона «Белая Гора» в городе Воскресенск показал, что даже в условиях значительного экологического ущерба возможно создать эффективные стратегии восстановления и использования нарушенных земель. Использование современных технологий и научных разработок в области рекультивации, а также активное вовлечение местного населения и заинтересованных сторон в процесс принятия решений может способствовать превращению этих территорий в современные экологически чистые зоны, пригодные для жизни и работы. Накопление фосфогипсовых отходов без переработки приводит к атрофии полезной площади территории города, напрямую угрожая жизни и здоровью людей близлежащих населенных пунктов. Решить данную проблему предлагается через механизм КУР, разработанный специально для терриконов из фосфогипса.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Лазарева И.В. Градостроительное освоение нарушенных территорий. / И.В. Лазарева, В.Д. Оленьков // Градостроительство. — 2012. — 3. — С. 34–43.

2. Гареева П.А. Использование Шершнинского щебеночного карьера в г. Челябинске в градостроительных целях / П.А. Гареева, В.Д. Оленьков // Молодой исследователь : материалы 8-й научной выставки-конференции научно-технических и творческих работ студентов, Челябинск, 18–20 мая 2021 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Южно-Уральский государственный университет. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2021. — Вып. 1. — С. 16–22.

3. Лазарева И.В. Пространственно-временные параметры, значимые для мониторинга озелененных территорий города. / И.В. Лазарева // Лесной вестник (1997–2002). — 1999. — № 2. — С. 26–27.

4. Самойлова Н.А. Комплексная оценка территории урбанизированного региона. / Н.А. Самойлова // Архитектура и строительство России. — 2008. — № 11. — С. 13–27.

5. Алексеев Ю.В. Подход к организации градостроительного планирования территории угольного бассейна / Ю.В. Алексеев, Н.А. Самойлова // Архитектура и строительство России. — 2008. — № 11. — С. 13–27.

6. ГОСТ Р 59070— 2020 Охрана окружающей среды. Рекультивация нарушенных и нефтезагрязненных земель. Термины и определения. — Введ. 2020-10-01. — Москва: Стандартинформ, 2020. — 10 С.

7. ГОСТ 17.5.1.02-85 Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации. — Введ. 1986-01-01. — Москва: Государственный стандарт СССР, 1987. — 28 с.

8. Ивочкина М.А. Инженерно-геологическое обеспечение устойчивости отвалов фосфогипса : специальность 25.00.16 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук : дис. ...канд. Технические науки: 25.00.16 : защищена 2013-06-06 : утв. 2013-05-06 / М.А. Ивочкина. — Санкт-Петербург, 2013. — 172 с.

9. Стандарт комплексного развития территорий. — URL: https://дом.рф/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy/ (дата обращения: 16.04.2025).

10. Мониторинг практики реализации проектов КРТ жилой застройки в российских городах. — URL: https://urbaneconomics.ru/research/analytics/ieg-aktualizirovalrezultaty-monitoringa-processov-krt-v-rossiyskih-gorodah-v (дата обращения: 16.04.2025).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Lazareva I.V. Gradostroitel'noe osvoenie narushenny'x territorij [Urban development of disturbed territories]. / I.V. Lazareva, V.D. Olen'kov // Urban Planning. — 2012. — 3. — P. 34–43. [in Russian]

2. Gareeva P.A. Ispolzovanie Shershninskogo shchebenochnogo karera v g. Chelyabinske v gradostroitelnikh tselyakh [Use of Shershninskiy crushed stone quarry in Chelyabinsk for urban planning purposes] / P.A. Gareeva, V.D. Olenkov // Young researcher : materials of the 8th Scientific Exhibition-Conference of Scientific, Technical and Creative Works of Students, Chelyabinsk, 18–20 May 2021 / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation South Ural State University. — Chelyabinsk: SUSU Publishing Center, 2021. — Iss. 1. — P. 16–22. [in Russian]

3. Lazareva I.V. Prostranstvenno-vremenny'e parametry', znachimy'e dlya monitoringa ozelenenny'x territorij goroda [Spatial and temporal parameters relevant for monitoring of green areas of the city]. / I.V. Lazareva // Forest Bulletin (1997–2002). — 1999. — № 2. — P. 26–27. [in Russian]

4. Samojlova N.A. Kompleksnaya ocenka territorii urbanizirovannogo regiona [Complex assessment of the territory of the urbanised region]. / N.A. Samojlova // Architecture and construction of Russia. — 2008. — № 11. — P. 13–27. [in Russian]

5. Alekseev Yu.V. Podhod k organizacii gradostroitel'nogo planirovanija territorii ugol'nogo bassejn [Approach to the organisation of urban planning of the territory of the coal basin] / Yu.V. Alekseev, N.A. Samoilova // Arhitektura i stroitel'stvo Rossii [Architecture and Construction of Russia]. — 2008. — № 11. — P. 13–27. [in Russian]

6. GOST R 59070— 2020 Oxrana okruzhayushhej sredy'. Rekul'tivaciya narushenny'x i neftezagryaznenny'x zemel'. Terminy' i opredeleniya [GOST P 59070— 2020. Environmental protection. Reclamation Of Disturbedand Oil-Contaminated Lands. Terms and definitions]. — Introduced 2020-10-01. — Moscow: Standartinform, 2020. — 10 P. [in Russian]

7. GOST 17.5.1.02-85 Okhrana prirodi. Zemli. Klassifikatsiya narushennikh zemel dlya rekultivatsii [GOST 17.5.1.02-85 Nature protection. Earth. Classification of disturbed lands for recultivation] — Introduced 1986-01-01. — Moscow: USSR State Standard, 1987. — 28 p. [in Russian]

8. Ivochkina M.A. Inzhenerno-geologicheskoe obespechenie ustoichivosti otvalov fosfogipsa : spetsialnost 25.00.16 "Gornopromishlennaya i neftegazopromislovaya geologiya, geofizika, marksheiderskoe delo i geometriya nedr" : avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk [Engineering-geological maintenance of phosphogypsum dumps stability : speciality 25.00.16 ‘Mining and oil-and-gas field geology, geophysics, surveying and geometry of subsoil’. Dissertation abstract for the degree of Candidate of Technical Sciences] : dis....of PhD in Engineering: 25.00.16 : defense of the thesis 2013-06-06 : approved 2013-05-06 / M.A. Ivochkina. — Saint Petersburg, 2013. — 172 p. [in Russian]

9. Standart kompleksnogo razvitija territorij [Standard of complex development of territories]. — URL: https://дом.рф/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy/ (accessed: 16.04.2025). [in Russian]

10. Monitoring praktiki realizacii proektov KRT zhiloj zastrojki v rossijskih gorodah [Monitoring of the practice of implementation of residential development CRT projects in Russian cities].— URL: https://urbaneconomics.ru/research/analytics/ieg-aktualizirovaL rezultaty-monitoringa-processov-krt-v-rossiyskih-gorodah-v (accessed: 16.04.2025). [in Russian]