

Раздел 1

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Section 1

GEOECOLOGY

УДК 551.438.5:622.2 (571.17)

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ РЕЛЬЕФА В ДОЛИНЕ РЕКИ КОНДОМА (ОКРЕСТНОСТИ Г. КАЛТАН, КУЗБАСС, РОССИЯ)

В.С. Андропова, Я.М. Гутак

*Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк,**E-mail: viktorijanumber1@mail.ru, gutakjaroslav@yandex.ru*

Цель исследования – оценка масштабов и пространственной структуры техногенной трансформации рельефа в долине реки Кондома (окрестности г. Калтан, юг Кузбасса) в результате открытых горных работ. Исследование основано на сравнительном анализе двух цифровых моделей рельефа (ЦМР), относящихся к разным временным периодам. Цифровая модель исторического состояния рельефа построена по топографической карте, составленной до начала интенсивного промышленного освоения территории. Цифровая модель современного (изменённого) состояния построена по данным радиолокационной съёмки SRTM (2000 г.). Методика включает картометрический анализ, построение карт техногенной трансформации и количественную оценку изменений. Установлено, что открытые горные работы привели к радикальной перестройке рельефа долины. Амплитуда техногенных преобразований достигает +60 м (насыпные формы – отвалы) и –100 м (понижения – карьеры). Нарушена историческая структура ландшафта: уничтожена дендритовая эрозионная сеть, что вызвало кардинальное изменение условий поверхностного стока и перераспределения водных потоков. Количественная оценка показала значительный рост площадей, занятых отвальными массивами: с 10.2 км² в 2013 году до 21.9 км² в 2025 году, что свидетельствует о продолжающейся активной фазе техногенного рельефообразования.

Ключевые слова: ЦМР; Кузбасс; техногенный рельеф; открытые горные работы; высотные отметки; топографические карты.

DOI: 10.24412/2410-1192-2026-18101

Дата поступления: 10.12.2025. Принята к печати: 13.02.2026

Техногенное преобразование исторически сложившегося рельефа – один из наиболее выраженных процессов в районах активной добычи полезных ископаемых. Открытая разработка месторождений приводит к практически полному изменению облика территории и сопровождается формированием специфической транспортной инфраструктуры [Шапарь и др., 2012]. Ключевыми проявлениями данной трансформации выступают искусственное переформирование поверхности, переме-

шивание и изъятие грунтовых масс, а также перераспределение поверхностных и подземных водотоков. В результате формируются новые формы рельефа, нарушается экологическое равновесие, снижается биоразнообразие и возникают иные негативные экологические последствия [Галанина, Баумгартэн, 2013; Тетиор, 2015].

Кузнецкий каменноугольный бассейн (Кузбасс) представляет собой полигон для изучения подобных изменений. Это обусловлено характерной для региона пространственной концентрацией угледобывающих предприятий вблизи крупных населенных пунктов. Подобная локализация ведёт к формированию кумулятивной техногенной нагрузки, при которой воздействие от каждого промышленного объекта суммируется, создавая повышенные риски для устойчивости прилегающих экосистем [Угольная..., 2003]. Данная ситуация типична для ряда городов Кемеровской области, таких как Осинники, Калтан, Прокопьевск и Киселёвск.

В данной работе предметом исследования выступают техногенные изменения естественного рельефа, вызванные открытыми горными работами на ряде участков вблизи города Калтан (южная часть Новокузнецкого района Кемеровской области). Актуальность работы определяется интенсивной и непрерывной добычей угля открытым способом, что ведёт не только к кардинальному изменению исторического рельефа и формированию новых его форм, но и к ряду негативных вторичных последствий. К последним, в частности, относится повышение вероятности индуцированной сейсмичности. Установлено,

что сейсмические проявления могут быть спровоцированы как взрывными работами в карьерах [Дягилев и др., 2018; Еманов и др., 2019], так и процессами отвалообразования на разрезах [Еманов и др., 2017].

Целью работы является изучение направленности и масштабов техногенной трансформации рельефа на участках, расположенных в окрестностях г. Калтан на противоположных берегах р. Кондомы. Для её достижения предусмотрено построение карт техногенной трансформации рельефа, анализ изменения его морфологии и количественная оценка произошедших изменений.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования выбраны нарушенные территории четырех действующих угольных разрезов, расположенных в долине р. Кондома вблизи г. Калтан (южная часть Кузнецкого бассейна). Далее в тексте они обозначаются как участки 1–4 (рис. 1).

Участок 1 (включающий поля разрезов «Тайлепский» и «Корчаковский») расположен на левобережье р. Кондомы, тогда как участки 2–4 (поле разреза «Калтанский») – на её правобережье. В этом районе активно ведётся подземная добыча угля шахтами «Алардинская» и «Осинниковская». В связи с большим количеством действующих угледобывающих предприятий территория испытывает высокую техногенную нагрузку.

Для оценки масштабов техногенной трансформации рельефа все выделенные участки были исследованы по единому алгоритму [Андропова, Гутак, 2023].

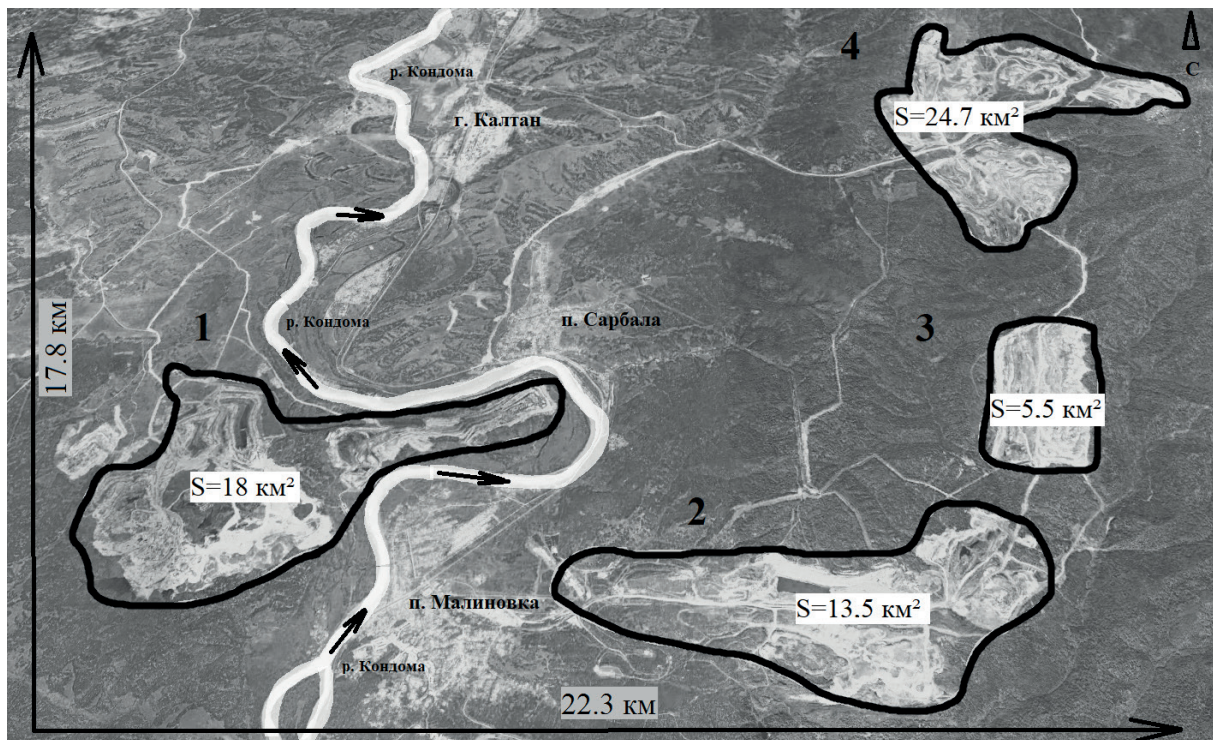


Рис. 1. Исследуемая территория. 1, 2, 3, 4 – участки открытых горных работ
Fig. 1. Study area. 1, 2, 3, 4 – open-pit mining sites

Работа выполнялась в два ключевых этапа:
1) реконструкция исторически сложившегося рельефа; 2) анализ техногенного изменения рельефа.

В качестве источников пространственных данных использованы:

1. Топографическая карта масштаба 1:100 000 (лист N-45-91), составленная по материалам съёмки 1954 года [Савина, Чекалина, 1966]. Данная карта была выбрана как характерная для периода, предшествующего началу промышленной разработки угольных месторождений (разрезы начали работу с 1957 г.).

2. Цифровые модели рельефа SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), отражающие состояние поверхности на 2000 год [Соколов и др., 2010].

3. Разновременные космические снимки высокого разрешения из сервиса Google Earth Pro, использованные для верифика-

ции и дешифрирования границ техногенных объектов.

Построение цифровых моделей рельефа (ЦМР) осуществлялось в ГГИС Micromine с использованием модулей пространственного анализа [Басаргин, 2014; Наставко и др., 2023]. На основе топографической карты 1954 года создана ЦМР исторического рельефа.

ЦМР изменённого рельефа построена по данным SRTM. Для выявления границ отвалов и количественной оценки динамики вскрышных пород применен метод географического дешифрирования аэрокосмических снимков [Смирнов, 1967; Сладкопцев, 1982]. В качестве исходных данных использованы архивные и современные геопривязанные аэрокосмические снимки высокого разрешения из сервиса Google Earth Pro.

Результаты и обсуждение

Исторический рельеф местности представлен флювиальной морфоскульптурой с густой дендритовой эрозионной сетью ручьёв и оврагов. Вершинные поверхности главных водоразделов протяжённые, имеют северо-восточную ориентировку, в плане образуют дугу с выпуклостью на северо-запад (водораздел рек Калтанчик и Теш). Максимальная высотная отметка исторического рельефа зафиксирована в бассейне ручья Черный Калтанчик (участок 4) и составляет 427 м. Высотные отметки русла р. Кондома в районе пос. Сарбала – 219 м. В среднем относительные высоты не превышают 150 м. Русло р. Кондома в районе пос. Сарбала образует чётко выраженный меандр, который очерчивает участок Тайлепского и Корчаковского угольных разрезов (участок 1). Простирающие основных водоразделов подчинено простирацию пластов угленосных отложений пермской системы (Горношорская моноклиналь). Юго-восточный склон главных водоразделов крутой и короткий, а северо-западный – пологий и длинный. Наклон водораздельных поверхностей небольших хребтов северо-западной ориентировки, расположенных перпендикулярно простирацию основных водоразделов, примерно совпадает с углом залегания коренных пород и изменяется в пределах 10–15° [Удодов и др., 2017]. По сути, такой рельеф можно называть куэстообразным. Коренные отложения повсеместно перекрыты мощной толщей лёссовидных суглинков плейстоценового возраста и вскрываются только в бортах и тальвегах постоянных водотоков.

Хозяйственная деятельность человека сыграла большую преобразующую роль в формировании облика современного ландшафта данного района. Производилось сведение таёжного покрова, вспашка склонов, снятие плодородного слоя почвы, что способствовало усилению эрозионного смыва рыхлых отложений, накоплению его в реках. Многочисленные запруживания малых рек и ручьёв для хозяйственных нужд, в том числе бобровыми плотинами, коренным образом изменили экологическую и гидрологическую обстановку. На некоторых участках произошло заиливание, заболачивание долин в таёжной местности либо обезвоживание и загрязнение их в районах ведения сельского хозяйства (долина р. Кондома). Однако кардинальная трансформация рельефа связана с началом открытой добычи. На исследуемых участках изменение рельефа произошло следующим образом: исчезла дендритовая эрозионная сеть, поверхностный сток сменился подземным [Савина, Чекалина, 1966]. На месте водоразделов образовались насыпи и выемки. Изменились абсолютные высоты новообразованного рельефа.

Для количественной оценки техногенных изменений был применен метод пространственного сравнения разновременных цифровых моделей рельефа (ЦМР). ЦМР исторического состояния построена по топографической карте масштаба 1:100 000 (материалы съёмки 1954 г.). ЦМР изменённого состояния построена по данным SRTM (2000 г.). Ключевым этапом анализа стало пространственное вычитание ЦМР (разностный метод) в ГГИС Micromine, позволившее построить карты техноген-

ной трансформации с изолиниями величин приращения и снижения высот. Визуальное сравнение построенных цифровых моделей не дает количественной оценки, в то время как разностный метод детализирует локализацию и амплитуды изменений.

Полученные карты техногенной трансформации в виде изолиний показывают изменения рельефа. Наиболее значимые изменения выявлены на участках 2 и 4, где продолжительное время велась открытая добыча угля. Карты трансформации (рис. 2, 3) демонстрируют контрастную перестройку рельефа в границах горных отводов. Максимальные амплитуды техногенной трансформации:

- участок 2: понижение до -100 м (зоны забоев), повышение до +80 м (зоны отвалов);
- участок 4: понижение до -100 м, повышение до +60 м.

Пространственная картина изменений напрямую отражает применяемую техно-

логию открытых горных работ. Максимальные понижения приурочены к карьерам, где произведена выемка угольных пластов. Повышения рельефа соответствуют внешним и внутренним отвалам вскрышных пород. Внешние отвалы, формирующиеся на вершинах исходных водоразделов, создают наиболее значительные положительные аномалии.

В результате общая контрастность рельефа на преобразованных территориях увеличилась более чем в два раза: со 150 м до 330 м. Такая радикальная перестройка создаёт новые орографические барьеры, которые могут модифицировать локальную циркуляцию воздушных масс (западный перенос). Это, в свою очередь, способно повлиять на микроклиматические условия и процессы почвообразования на подветренных (восточных) склонах, создавая предпосылки для изменения структуры растительных биоценозов.

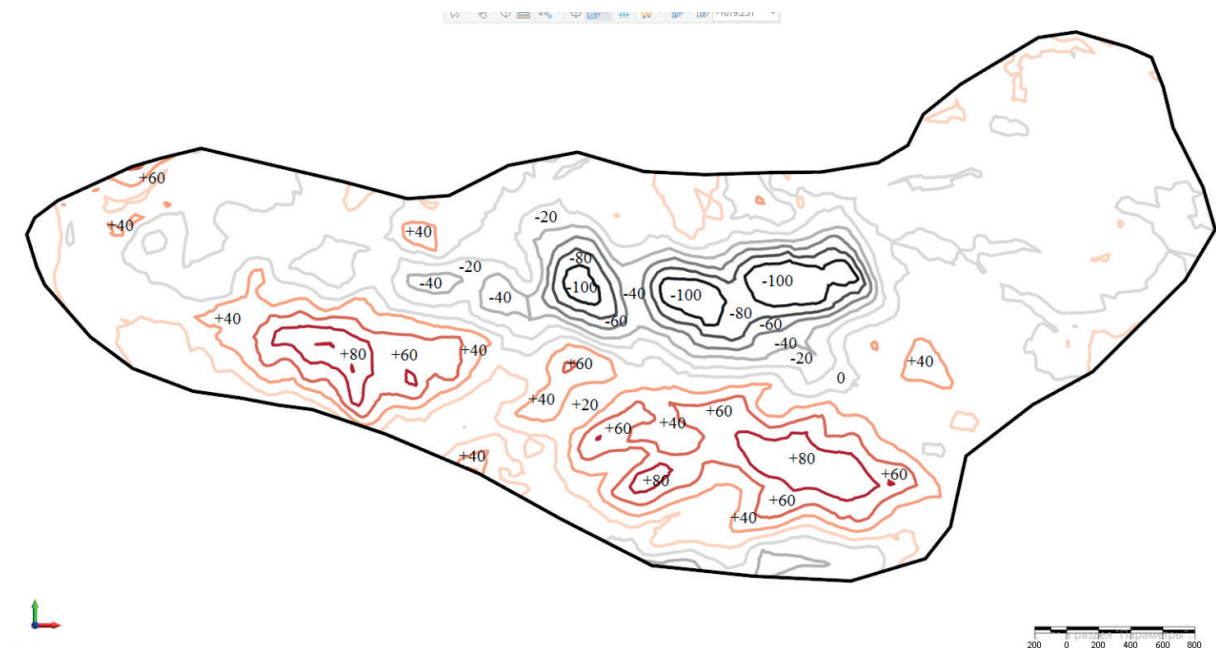


Рис. 2. Карта техногенной трансформации участка 2
Fig. 2. Map of technogenic transformation of site 2



Рис. 3. Карта техногенной трансформации участка 4
Fig. 3. Map of technogenic transformation of site 4

В частности, в условиях ветровой тени здесь могут формироваться сообщества, аналогичные Кузедеевскому «липовому острову» – реликтовому участку широколиственного леса в регионе [Егоров, 2005].

Участок 1, расположенный в левобережной излучине р. Кондомы между пос. Малиновка и оз. Тайлепским (рис. 4), представляет собой особый случай в рамках исследования. В отличие от ранее рассмотренных участков, он приурочен к долине крупной реки и разрабатывает Ка-

рачякское каменноугольное месторождение двумя разрезами (Корчаковский, с 2004 г., и Тайлепский, с 2015 г.). Поскольку активная разработка началась после выполнения съёмки SRTM (2000 г.), количественная оценка трансформации рельефа по разностным ЦМР затруднена, что обусловило применение иных методов анализа.

Исходный рельеф участка представлял собой куэстовую гряду с характерной асимметрией склонов (крутой южный и пологий северный), соответствующей залеганию угленосных толщ.

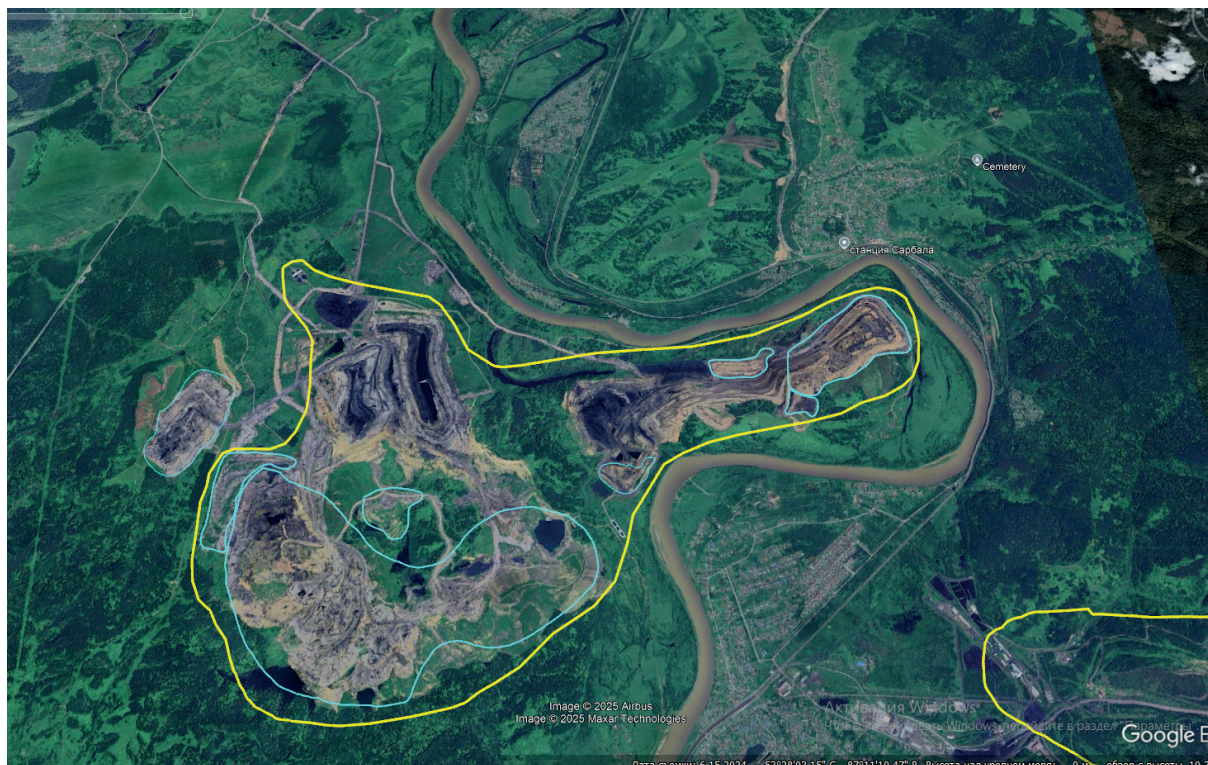


Рис. 4. Аэрофотоснимок 2025 года, участок 1.

Жёлтый – граница участка, голубой – границы отвалов

Fig. 4. Aerial photograph from 2025, site 1.

Yellow – site boundary; blue – spoil pile boundary

Абсолютные отметки изменялись от 219 м (русло Кондомы) до 356 м (вершинная поверхность куэсты) при перепаде высот около 137 м. В процессе отработки месторождения данная гряда будет полностью переработана с формированием техногенного рельефа отвалов и карьеров.

Для оценки динамики нарушений на этом активно развивающемся объекте был применен метод дешифрирования аэрокосмических снимков (бесснежные периоды 2013 и 2025 гг.). Результаты представлены на рисунках 4 и 5. Площадь отвалов вскрышных пород увеличилась с 10.2 км² в 2013 г. до 21.9 км² в 2025 г., то есть более чем в вдвое. Этот рост наглядно иллюстрирует интенсивность преобразования территории за последнее десятилетие.

Особую экологическую озабоченность вызывает пространственное положение разрабатываемых забоев. В настоящее время они сосредоточены в северной, пониженной части участка и, вероятно, опустились ниже отметки уреза воды в р. Кондоме. Это создает два ключевых риска. Потенциальный прорыв речных вод в карьер через водозащитные целики, что может привести к катастрофическому затоплению, и формирование зоны застойного обводнения в углезабоях, расположенных ниже базиса эрозии. В таких условиях будет происходить аккумуляция токсичных элементов (сера, железо, мышьяк) и формирование кислых шахтных вод, представляющих долгосрочную угрозу для всех компонентов экосистемы [Просеков и др., 2023].

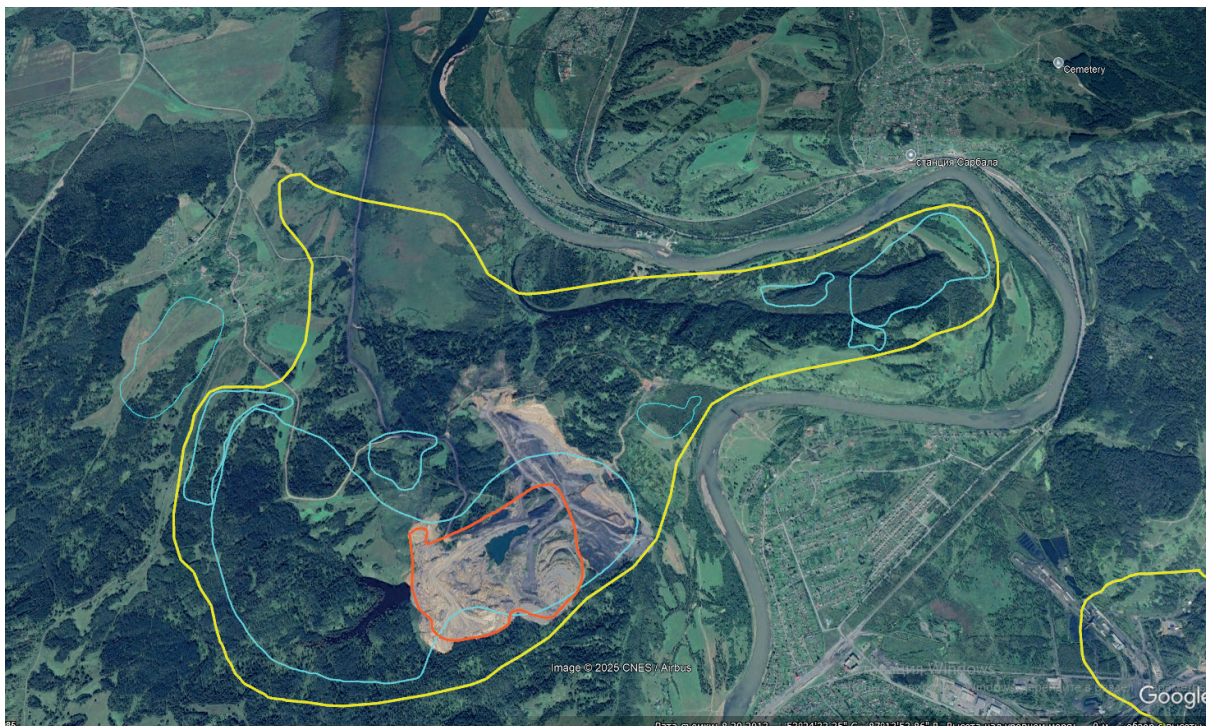


Рис. 5. Аэрофотоснимок 2013 года, участок 1.

Жёлтый – граница участка, голубой – границы отвалов 2025 года, красный – граница отвала 2013 года

Fig. 5. Aerial photograph from 2013, site 1.

Yellow – site boundary, blue – 2025 dump boundary, red – 2013 dump boundary

Таким образом, участок 1 демонстрирует не только высокие темпы техногенных изменений, но и уникальные, повышенные экологические риски, обусловленные его гипсометрическим положением относительно уровня реки.

Заклучение

В результате открытой угледобычи в окрестностях г. Калтан произошла кардинальная трансформация рельефа. На наиболее освоенных участках (2 и 4) сформировался высококонтрастный техногенный рельеф с амплитудами изменений от -100 м (забои карьеров) до +80 м (отвалы) и общей амплитудой перепадов, превышающей 330 м, что более чем вдвое превышает исходную контрастность.

Ключевыми морфологическими изменениями являются: уничтожение дендри-

товой эрозионной сети, изменение условий стока (переход от поверхностного к подземному и техногенному), полное уничтожение исходных форм (куэст) и замещение их искусственными формами – внешними и внутренними отвалами. Площадь последних (для участка 1) демонстрирует устойчивую тенденцию к росту, увеличившись с 10.2 км² (2013 г.) до 21.9 км² (2025 г.).

Экологические последствия носят комплексный и кумулятивный характер. Помимо прямого уничтожения природных ландшафтов, формирование массивных отвалов создает постоянные источники пылеобразования и потенциального химического загрязнения. Изменение гидрологического режима и высотных отметок (особенно критичное на участке 1, где забои опустились ниже уровня реки) создает долгосрочные риски для геоэкологической

устойчивости территории, включая угрозу загрязнения водных объектов и изменения локальных микроклиматических условий.

Таким образом, несмотря на технологические решения, применяемые при открытой разработке, наблюдаемая динамика свидетельствует о нарастающем и во

многом необратимом техногенном напряжении на геосистемы района. Полученные количественные оценки (карты трансформации, площади, амплитуды) являются объективной основой для прогноза дальнейших изменений и оценки экологического ущерба.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Список литературы

Андропова В.С., Гутак Я.М. Разработка методики исследований техногенных рельефов в местах открытых горных работ // Региональные геосистемы. 2023. Т. 47, № 4. С. 530–538. doi: 10.52575/2712-7443-2023-47-4-530-538

Басаргин А.А. Создание цифровых моделей месторождений полезных ископаемых с применением современных технологий // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий. 2014. № 1 (25). С. 34–39.

Галанина Т.В., Баумгартэн М.И. Экологические последствия техногенного воздействия при проведении открытых горных работ // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2013. № 7. С. 288–293.

Дягилев Р.А., Злобина Т.В., Гусева Н.С. Учалинское техногенное землетрясение 5 сентября 2012 г. С $KP=9.5$, $ML=3.4$, $I_0=5$ (Башкортостан) // Землетрясения Северной Евразии. 2018. №21 (2012). С. 387–391.

Егоров В.Н. Липовый остров, состояние и меры его реабилитации // Экологическое состояние лесов Кузбасса. Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2005. С. 97–114.

Еманов А.А., Еманов А.Ф., Фатеев А.В., Лескова Е.В. Техногенная сейсмическая активизация на юге Кузбасса (П. Малиновка) // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. № 3. С. 3–9.

Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В. Южно-Кузбасская техногенная сейсмическая активизация (Калтанский угольный разрез и шахта «Алардинская») // Землетрясения России в 2017 году. Обнинск, 2019. С. 126–131.

Наставко Е.В., Наставко А.В., Кайзер Ф.Ю., Соловицкий А.Н. О цифровой модели угольного месторождения в Кузбассе в ГГИС Micromine // Международный научно-исследовательский журнал. 2023. № 1. С. 1–6.

Просеков А.Ю., Тимошук И.В., Горелкина А.К., Михайлова Е.С., Голубева Н.С., Иванова Л.А. Сравнительная оценка содержания загрязняющих примесей в карьерных сточных водах угольных предприятий Кузбасса // Уголь. 2023. № 4. С. 69–73. doi: 10.18796/0041-5790-2023-4-69-73

Савина Ж.Н., Чекалина Л.Г. Отчёт Новокузнецкой съёмочной партии за 1963–1966 гг. (Материалы по подготовке и изданию гидрогеологической карты листа N-45, масштабом 1:100000, 1966 г., инв.14677).

Сладкопевцев С.А. Изучение и картографирование рельефа с использованием аэрокосмической информации. М.: Недра, 1982. 216 с.

Смирнов Л.Е. Теоретические основы и методы географического дешифрирования аэроснимков. Л.: Издательство Ленинградского университета, 1967. 214 с.

Соколов Л.А., Лобанов Г.В., Полякова А.В. Использование возможностей модели SRTM в анализе рельефа как фактора почвообразования (на примере Брянского лесного массива) // Вестник Брянского государственного университета. 2010. № 4. С. 1–7.

Тетиор А.Н. Техногенная эволюция ландшафтов // Национальная ассоциация ученых. 2015. № 2 (7). С. 27–32.

Угольная база России. Том 2. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири (Кузнецкий, Горловский, Западно-Сибирские бассейны). М.: Геоинформцентр, 2003. 604 с.

Удодов Ю.В., Егорова Н.Т., Багмет Г.Н. Геолого-геоморфологическая характеристика и полезные ископаемые Кемеровской области // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Биологические, технические науки и науки о Земле. 2017. № 1 (1). С. 53–61.

Шапарь А.Г., Копач П.И., Сметана С.Н. Взаимосвязь возрожденных вторичных экосистем и технологии доработки карьеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2012. № 6. С. 351–363.

References

Andropova V.S., Gutak Ya.M. Razrabotka metodiki issledovaniy tekhnogennykh relefov v mestakh otkrytykh gornykh rabot [Development of a methodology for studying technogenic reliefs in open-pit mining areas] // Regional Geosystems. 2023. Vol. 47, no. 4. P. 530–538. (in Russian). doi: 10.52575/2712-7443-2023-47-4-530-538

Basargin A.A. Sozдание tsifrovyykh modelei mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh s primeneniem sovremennykh tekhnologii [Creation of digital models of mineral deposits using modern technologies] // Bulletin of Siberian State University of Geosystems and Technologies. 2014. No. 1 (25). P. 34–39. (in Russian).

Galanina T.V., Baumgarten M.I. Ekologicheskie posledstviya tekhnogennoy vozdetsviya pri provedenii otkrytykh gornykh rabot [Environmental consequences of technogenic impact during open-pit mining] // Mining information and analytical bulletin. 2013. No. 7. P. 288–293. (in Russian).

Dyagilev R.A., Zlobina T.V., Guseva N.S. Uchalinskoye tekhnogennoye zemletriasenie 5 sentiabria 2012 g. s $KR=9.5$, $ML=3.4$, $I_0=5$ (Bashkortostan) [Uchalinskoye man-made earthquake of September 5, 2012 with $KR=9.5$, $ML=3.4$, $I_0=5$ (Bashkortostan)] // Earthquakes of Northern Eurasia. 2018. No. 21 (2012). P. 387–391. (in Russian).

Egorov V.N. Lipovy ostrov, yego sostoyaniye i mery po vosstanovleniyu [Linden Island, its condition and measures for its rehabilitation] // Ecological condition of Kuzbass forests. Kemerovo: KREOO “Irbis”, 2005. P. 97–114. (in Russian).

Emanov A.A., Emanov A.F., Fateev A.V., Leskova E.V. Tekhnogennaia seismicheskaiia aktivizatsiia na iuge Kuzbassa (P. Malinovka) [Man-made seismic activity in the south of Kuzbass (Malinovka village)] // Inter Expo Geo-Siberia. 2017. No. 3. P. 3–9. (in Russian).

Emanov A.F., Emanov A.A., Fateev A.V. Iuzhno-Kuzbasskaia tekhnogennaia seismicheskaiia aktivizatsiia (Kaltanskii ugolnyi razrez i shakhta «Alardinskaiia») [South Kuzbass man-made seismic activation (Kaltan regional open-pit mine and Alardinskaya mine)] // Earthquakes in Russia in 2017. Obninsk. 2019. No. 1. P. 126–131. (in Russian).

Nastavko E.V., Nastavko A.V., Kaiser F.Yu., Solovitsky A.N. O tsifrovoy modeli ugolnogo mestorozhdeniia v kuzbasse v GIS Micromine [On the digital model of a coal deposit in Kuzbass in GIS Micromine] // International Research Journal. 2023. No. 1. P. 1–6. (in Russian).

Prosekov A.Yu., Timoshchuk I.V., Gorelkina A.K., Mikhailova E.S., Golubeva N.S., Ivanova L.A. Sravnitelnaia otsenka sodержaniia zagriazniaiushchikh primesei v karernykh stochnykh vodakh ugolnykh predpriatii kuzbassa [Comparative assessment of the content of pollutants in quarry wastewater of Kuzbass coal enterprises] // Coal. 2023. No. 4. P. 69–73. (in Russian). doi: 10.18796/0041-5790-2023-4-69-73

Savina Zh.N., Chekalina L.G. Otchet Novokuznetskoi sieemochnoi partii za 1963–1966 gg. (Materialy po podgotovke i izdaniu gidrogeologicheskoi karty lista N-45, masshtabom 1:100000) [Report of the Novokuznetsk survey party for 1963-1966 (Materials on the preparation and publication of the hydrogeological map sheet N-45, scale 1:200000, 1966, inventory number 14677)]. (in Russian).

Sladkopevtsev S.A. Izuchenie i kartografirovaniie relefa s ispolzovaniem aerokosmicheskoi informatsii [Study and mapping of relief using aerospace information]. Moscow: Nedra, 1982. 216 p. (in Russian).

Smirnov L.E. Teoreticheskie osnovy i metody geograficheskogo deshifirovaniia aerosnimkov [Theoretical foundations and methods of geographical interpretation of aerial photographs]. L.: Leningrad University Publishing House, 1967. 214 p. (in Russian).

Sokolov L.A., Lobanov G.V., Polyakova A.V. Ispolzovanie vozmozhnostei modeli SRTM (shuttle radar Satel- Lite mission) v analize relefa kak faktora pochvoobrazovaniia (na primere Brianskogo lesnogo massiva) [Using the capabilities of the SRTM model in the analysis of relief as a factor of soil formation (using the Bryansk forest massif as an example)] // Bulletin of Bryansk State University. 2010. No. 4. P. 1–7. (in Russian).

Tetior A.N. Tekhnogennaia evoliutsiia landshaftov [Technogenic evolution of landscapes] // National Association of Scientists. 2015. No. 2 (7). P. 27–32. (in Russian).

Ugol'naya baza Rossii. Tom 2. Ugol'nyye basseyny i mestorozhdeniya Zapadnoy Sibiri (Kuznetskiy, Gorlovskiy, Zapadno-Sibirskiy basseyny) [The Coal Base of Russia. Volume 2. Coal Basins and Deposits of Western Siberia (Kuznetsk, Gorlovsky, West Siberian Basins)]. Moscow, Geoinformcenter, 2003. 604 p. (in Russian).

Udovov Yu.V., Egorova N.T., Bagmet G.N. Geologo-geomorfologicheskaiia kharakteristika i poleznye iskopaemye Kemerovskoi oblasti [Geological and geomorphological characteristics and useful minerals of Kemerovskaya region]

and useful minerals of the Kemerovo region] // Bulletin of the Kemerovo State University. Series: Biological, technical sciences and earth sciences. 2017. No. 1 (1). P. 53–61. (in Russian).

Shapar A.G., Kopach P.I., Smetana S.N. Vzaimosviaz vozrozhdennykh vtorichnykh ekosistem i tekhnologii dorabotki karerov [Interrelationship between restored secondary ecosystems and quarry development technology] // Mining information and analytical bulletin. 2012. No. 6. P. 351–363. (in Russian).

STUDY OF TECHNOGENIC RELIEF TRANSFORMATION IN THE KONDOMA RIVER VALLEY (NEAR THE TOWN OF KALTAN, KUZBASS, RUSSIA)

V.S. Andropova, Ya.M. Gutak

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk,

E-mail: viktorijanumber1@mail.ru, gutakjaroslav@yandex.ru

The aim of the study is to assess the scale and spatial structure of technogenic transformation of the relief in the Kondoma River valley (near Kaltan, southern of Kuzbass) as a result of open-pit mining. The study is based on a comparative analysis of two digital elevation models (DEMs) representing different time periods. The first DEM reconstructs the historical topography from a topographic map compiled prior to the onset of intensive industrial development. The second DEM, representing the current (modified) topography, was generated from SRTM radar data (2000). The methodology includes cartometric analysis, the construction of technogenic transformation maps, and a quantitative assessment of topographic changes. Open-pit mining has led to a radical restructuring of the valley's geomorphology. The amplitude of technogenic transformations reaches +60 m (fill forms – spoil piles) and –100 m (depressions – quarries). The historical structure of the landscape has been disrupted: the dendritic erosion network has been destroyed, which has caused a radical change in the conditions of surface runoff and the redistribution of water flows. A quantitative assessment showed a significant increase in the area occupied by waste dumps: from 10.2 km² in 2013 to 21.9 km² in 2025, which indicates the ongoing active phase of technogenic relief formation.

Key words: DEM; Kuzbass; technogenic relief; open-pit mining; absolute elevations; topographic maps.

Received: December 10, 2025. Accepted: February 13, 2026

Сведения об авторах

Андропова Виктория Сергеевна – ведущий инженер, преподаватель кафедры геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности Института горного дела и геосистем, Сибирский государственный индустриальный университет. Россия, 654041, г. Новокузнецк, пр. Бардина, д. 25. ORCID: 0009-0005-9843-1304. E-mail: Viktorijanumber1@mail.ru.

Гутак Ярослав Михайлович – профессор, доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности Института горного дела и геосистем, Сибирский государственный индустриальный университет. Россия, 654041, г. Новокузнецк, пр. Бардина, д. 25. ORCID: 0000-0001-9283-5731. E-mail: gutakjaroslav@yandex.ru.

Information about the authors

Andropova Victoria Sergeevna – Leading engineer, lecturer at the Department of Geology, Geodesy and Life Safety of the Institute of Mining and Geosystems, Siberian State Industrial University. 25, Bardina Ave., 654041 Novokuznetsk, Russia. ORCID: 0009-0005-9843-1304. E-mail: Viktorijanumber1@mail.ru.

Gutak Yaroslav Mikhailovich – Dr Sc. in Geological and Mineralogical Sciences, Professor, head of the Department of Geology, Geodesy and Life Safety of the Institute of Mining and Geosystems, Siberian State Industrial University. 25, Bardina Ave., 654041 Novokuznetsk, Russia. ORCID: 0000-0001-9283-5731. E-mail: gutakjaroslav@yandex.ru.