



УДК 622.271:[551.4:004.9]  
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-4-530-538

## Разработка методики исследований техногенных рельефов в местах открытых горных работ

**Андропова В.С., Гутак Я.М.**

Сибирский государственный индустриальный университет,  
Россия, 654007, Новокузнецк, пр. Бардина, 25  
E-mail: Viktorijanumber1@mail.ru

**Аннотация.** В целях разработки и апробации методики изучения техногенных рельефов рассмотрен порядок создания цифровых моделей рельефа (ЦМР) участков ведения открытых горных работ, расположенных в северо-восточной части г. Междуреченска. Для создания исторической ЦМР использована топографическая карта масштабом 1:100000 1958 года (съемка местности до начала горных работ). Для построения цифровой модели изменившегося рельефа использованы данные SRTM. Такой выбор обоснован свободным доступом к этой информации и ее сопоставимостью с рельефом на карте масштабом 1:100000. В работе приведены инструменты геоинформационных программ Google Планета Земля и ГГИС Micromine для решения поставленной задачи. Анализ исходного и измененного состояния рельефа участков показал, что за 42 года высоты изменились от –80 м до +60 м. Увеличение контрастности достигнуто за счет перемещения пород вскрыши на вершину естественной куэсты и ее пологий склон и углубления забоя угольного карьера. Такая трансформация рельефа может привести к изменению микроклимата, развитию денудационных процессов, изменению поверхностных водотоков. Предложенную методику, при наличии данных о высотных отметках (в т. ч. полученных в результате нивелирования), возможно использовать для изучения динамики рельефа, необходимой для прогнозирования геодинамических процессов в верхних частях земной коры, которое позволит сформировать комплекс мер по смягчению вреда от антропогенной нагрузки.

**Ключевые слова:** ЦМР, ГИС-системы, Кузбасс, техногенный рельеф, антропогенный рельеф, открытые горные работы, топографические карты, высотные отметки

**Для цитирования:** Андропова В.С., Гутак Я.М. 2023. Разработка методики исследований техногенных рельефов в местах открытых горных работ. Региональные геосистемы, 47(4): 530–538. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-4-530-538

---

## Development of Methodology for Research of Anthropogenic Reliefs in Places of Open-Pit Mining Operation

**Victoria S. Andropova, Yaroslav M. Gutak**

Siberian State Industrial University,  
25 Bardin Ave., Novokuznetsk 654007, Russia  
E-mail: Viktorijanumber1@mail.ru

**Abstract.** In order to develop and approve the methodology for studying technogenic reliefs, the procedure for creating digital elevation models (DEM) of surface mining sites located in the north-eastern part of Mezhdurechensk was considered. For creation of the historical DEM the topographic map of scale 1:100000 of 1958 (survey of the area before the beginning of mining operations) was used. SRTM data were used to build a digital model of the changed relief. The use of SRTM data is justified by free access to them and comparability with the relief on the 1:100000 scale map. The tools of geoinformation programs Google Earth and Micromine GGIS were used to solve the task. Analysis of the initial and changed state of the relief of the sites showed that over 42 years the elevations have changed from -80 m to +60 m. The increase in contrast was achieved due to the movement of overburden rocks to the top of the natural cuesta and its gentle slope and deepening of the coal mine face. Such transformation of relief

can lead to microclimate changes, development of denudation processes, and changes of surface watercourses. The proposed methodology, in the presence of data on elevations (including those obtained as a result of leveling), can be used to study the dynamics of relief, necessary for prediction of geodynamic processes in the upper parts of the Earth's crust, which will allow to form a set of measures to mitigate damage from anthropogenic load.

**Keywords:** DEM, GIS-systems, Kuzbass, technogenic relief, anthropogenic relief, open-pit mining, topographic maps, elevation marks.

**For citation:** Andropova V.S., Gutak Ja.M. 2023. Development of Methodology for Research of Anthropogenic Reliefs in Places of Open-Pit Mining Operation. Regional Geosystems, 47(4): 530–538. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-4-530-538

## Введение

Видоизменения рельефа местности, возникшие в результате ведения открытой угледобычи на протяжении нескольких десятилетий, приводят к отчуждению сельскохозяйственных земель, нарушению плодородия почв, изменению поверхностных водотоков [Галанина, Баумгартэн, 2013; Калиева, Ишкенов, 2017; Андропова, 2022]. Эти изменения, затрагивающие несколько десятков квадратных километров, не могут не сказываться на окружающей среде и микроклимате прилегающих участков [Базарова, 2007; Оленьков, 2014; Ефимов, 2020]. В качестве примера приведем данные на 2000 год по разрезу Сибиргинский г. Мыски: высотная отметка отвала +535 метров, высотная отметка котлована +141 метр, перепад высот составляет 390 метров, увеличивается дифференциация рельефа, изменяются характеристики исторического рельефа. Влияние на окружающую экосистему наиболее ощущается для районов, в которых горнодобывающие предприятия расположены рядом и не в единственном числе. На территории Кемеровской области находится большое количество угольных разрезов, и эта местность подходит для исследований в области разработки методики оценки антропогенных изменений рельефа вследствие ведения открытых горных работ [Мовчан и др., 2013].

Целью данной работы является разработка методики получения карт техногенной трансформации для возможности оценки объемов техногенных нарушений, анализа изменения характера рельефа.

Методика оценки изменений рельефа, была опробована на участке одного из предприятий города Междуреченска, ведущего открытые горные работы.

## Объекты и методы исследования

Объектом исследования выбран разрез «Распадский», расположенный в левобережье р. Усы в нескольких километрах к северо-востоку от г. Междуреченска. Город располагается в южной части Кузбасса на территории, между Кузнецким Алатау и Абаканским хребтом, а центр расположен на месте слияния рек Томи и Усы. Город Междуреченск является одним из лидеров не только открытой угледобычи, но и подземной. Вблизи исследуемого объекта добыча угля производится двумя другими разрезами, такими как «Ольжерасский» и «Междуреченский», а также шахтой «Распадская-Коксовая», в связи с этим, можно сделать вывод, что окружающая территория исследуемого участка является техногенно нагруженной.

Установлено, что разница высотных отметок между отвалом и котловиной для этой территории по данным на 2000 год не превышала 338 м (разрез «Междуреченский»). Эти предприятия работают продолжительное время и подходят в роли полигонов для разработки и опробования методики оценки техногенных изменений рельефа [Андропова, 2021].



Исторически сложившийся к началу открытых работ по добыче угля рельеф подчеркивает особенности геологического строения района. Куэстоподобные водораздельные возвышенности сложены крепкими и устойчивыми к выветриванию породами (песчаники, алевролиты). Они вытянуты в северо-восточном направлении параллельно течению р. Усы, имеют крутой короткий юго-восточный и пологий длинный северо-западный склоны. Пологий склон соответствует расположению угольных пластов, которые имеют пологий угол падения в направлении к центральной части Кузнецкого бассейна. Такой тип строения геологического разреза весьма характерен для юга Кузбасса и известен под названием «горношорская моноклиналь» [Гутак и др., 2009].

Контуры участка, выбранного в роли объекта исследований, были установлены по спутниковым снимкам в геоинформационной программе *Google Планета Земля*, которая бесплатно предоставляет спутниковые снимки с высотными географически привязанными отметками [Андропова, 2021]. При работе со снимками использовались традиционные методики, такие как визуальное дешифрирование объектов<sup>1,2</sup> [Смирнов, 1967; Сладкопепцев, 1982, Калиева и др., 2019]. В этой же программе был произведен подсчет исследуемой площади исходного рельефа поверхности, нарушенной открытыми горными работами. Величина этого показателя превышает 34,1 км<sup>2</sup> [Андропова, Гутак, 2022].

Построение цифровых моделей поверхностей производилось в программе *ГГИС Micromine* [Басаргин, 2015; Басаргин, 2016; Наставко и др., 2023]. Это многофункциональная программа, в арсенале которой имеется ряд функций для построения цифровых моделей поверхности, возможности импорта цифрового облака точек, в том числе и из программы *Google Планета Земля*, возможности расчетов различных величин [Лунева, 2020]. *ГГИС Micromine* при создании цифровых моделей рельефа использует триангуляцию Делоне, поэтому для исследования необходимо было получить облако точек с высотными отметками.

Для оценки техногенного изменения рельефа исследуемого объекта нами предлагается сравнение одной цифровой модели, данные для которой были получены с топографической карты масштабом 1:100000 1958 года выпуска. Ее фрагмент был оцифрован в программе *ГГИС Micromine*. Для этого предварительно в программу был загружен лист топографической карты. На топографических листах информация о точках представляется прямоугольными и географическими координатами системы СК-42. Программа *ГГИС Micromine* работает только в прямоугольных координатах, поэтому было решено преобразовать географические координаты системы СК-42 (*Pulkovo1942*) в систему прямоугольных координат Гаусса-Крюгера (зона EPSG:2505), используя функцию «Прямоугольные сети» [Медведев, Мазуров, 2016].

В качестве второй цифровой модели выбраны данные *SRTM*. Миссия *SRTM* – это облет шаттлом в 2000 году Земли с установленным георадаром с фиксацией всех высотных отметок с высокой точностью [Nikolakoroulos et al., 2006; Соколов и др., 2010]. Эти данные импортируются из программы *Google Планета Земля* в виде облака точек с географическими координатами системы *WGS-84*. При обработке этих данных также было произведено преобразование координат из системы *WGS-84* в систему прямоугольных координат Гаусса-Крюгера (зона EPSG:2505) с использованием функции «Прямоугольные сети».

Использование для этой цели данных *SRTM* о высотных отметках определяется их доступностью (отсутствует необходимость проведения дорогостоящих и длительных наземных картографических исследований). Важно отметить, что данные *SRTM* сопоставимы с цифровыми моделями рельефа, построенными по топографическим картам М 1:100000. Исследования можно неоднократно повторять через определенные отрезки времени, но уже путем самостоятельного добывания современных высотных отметок, что значительно повысит объективность мониторинга состояния рельефа.

<sup>1</sup> Мальшева Н.В. 2014. Пособие по дешифрированию. М., Москва, 151 с.

<sup>2</sup> Трифонова Т.А., Мищенко Н.В., Краснощеков А.Н. 2005. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование в экологических исследованиях. М., Академический проект, 353 с.

Следует отметить, что система отсчета высотных отметок у выбранных данных различается, эти различия минимальны и составляют от 1 до 5 метров в среднем по Земле [Непоклонов, 2010].

### Результаты и их обсуждение

Добыча угля открытым способом на выбранном угольном разрезе города Междуреченска была начата в 1959 году, соответственно при создании цифровых моделей рельефа представилось возможным использовать топографические карты 1958 года издания. В ходе работы были построены две цифровые модели рельефа – поверхность 1958 года, будем называть ее «исторической», а также поверхность, подвергнувшаяся изменениям на период 2000 года.

Историческая ЦМР была построена по оцифрованным изолиниям с топографической карты (рис. 1А). В этом виде она была использована в дальнейшей работе по изучению последующих техногенных трансформаций рельефа (рис. 1Б).

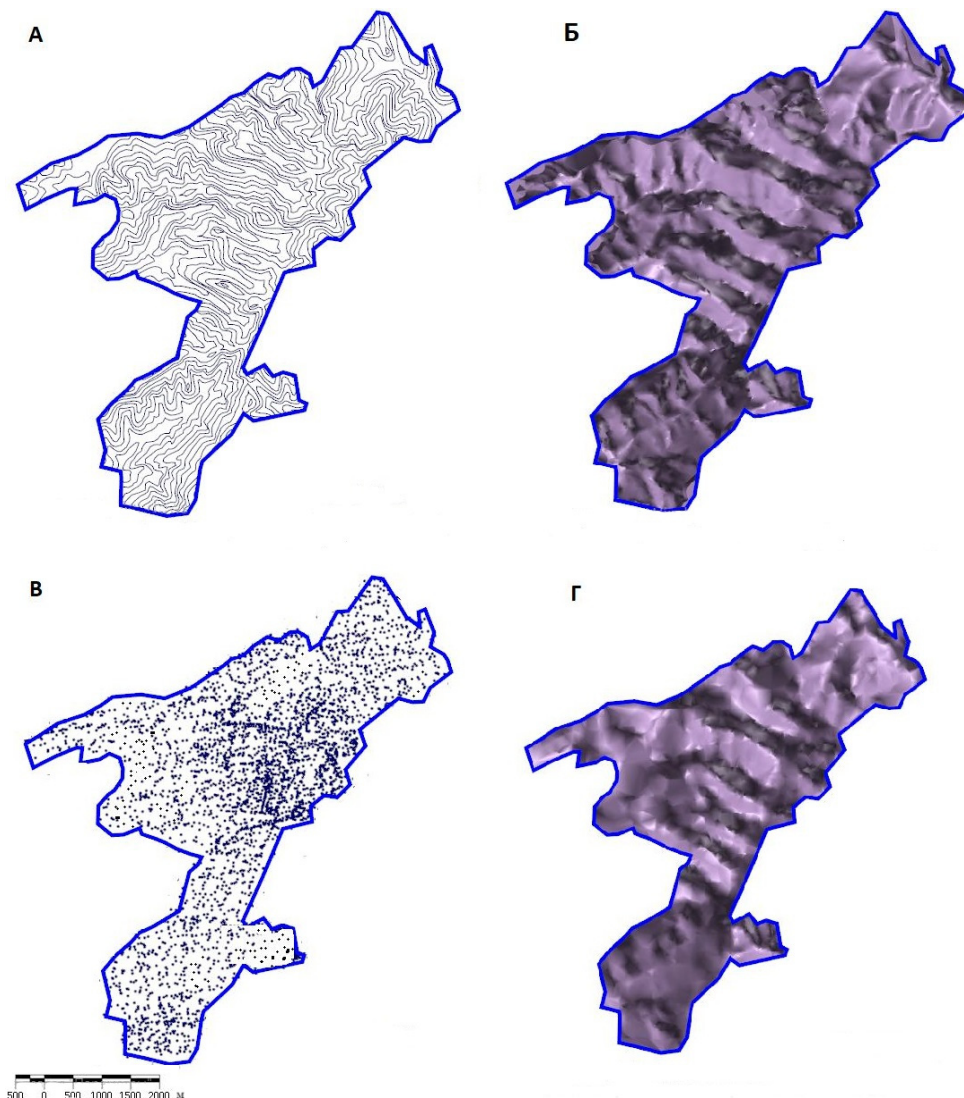


Рис. 1. А) Изолинии с топографической карты; Б) «историческая» ЦМР;  
В) Облако точек по данным SRTM; Г) ЦМР, построенная по данным SRTM  
Fig. 1. А) Isolines from topographic map; Б) “historical” DEM;  
В) Point cloud from SRTM data; Г) DEM constructed from SRTM data

Цифровая модель изменившегося рельефа, построенная по облаку точек (1В), полученному по данным *SRTM*, представлена на рис. 1Г. Следует подчеркнуть, что эта модель не претендует на точность топографической карты и не является таковой по существу. В то же время она отражает направленность процессов трансформации исторического рельефа исследуемого объекта и позволяет определить последствия таких изменений.

На заключительном этапе исследований было проведено сопоставление полученных моделей для выявления техногенных изменений. Для этого в программе ГГИС *Micromine* проведено вычитание из модели рельефа 2000 года его исторической составляющей. Полученная после этой операции схема (рис. 2) показывает масштабы техногенной трансформации рельефа (положительные значения характеризуют повышения над историческим рельефом, а отрицательные – его понижения).

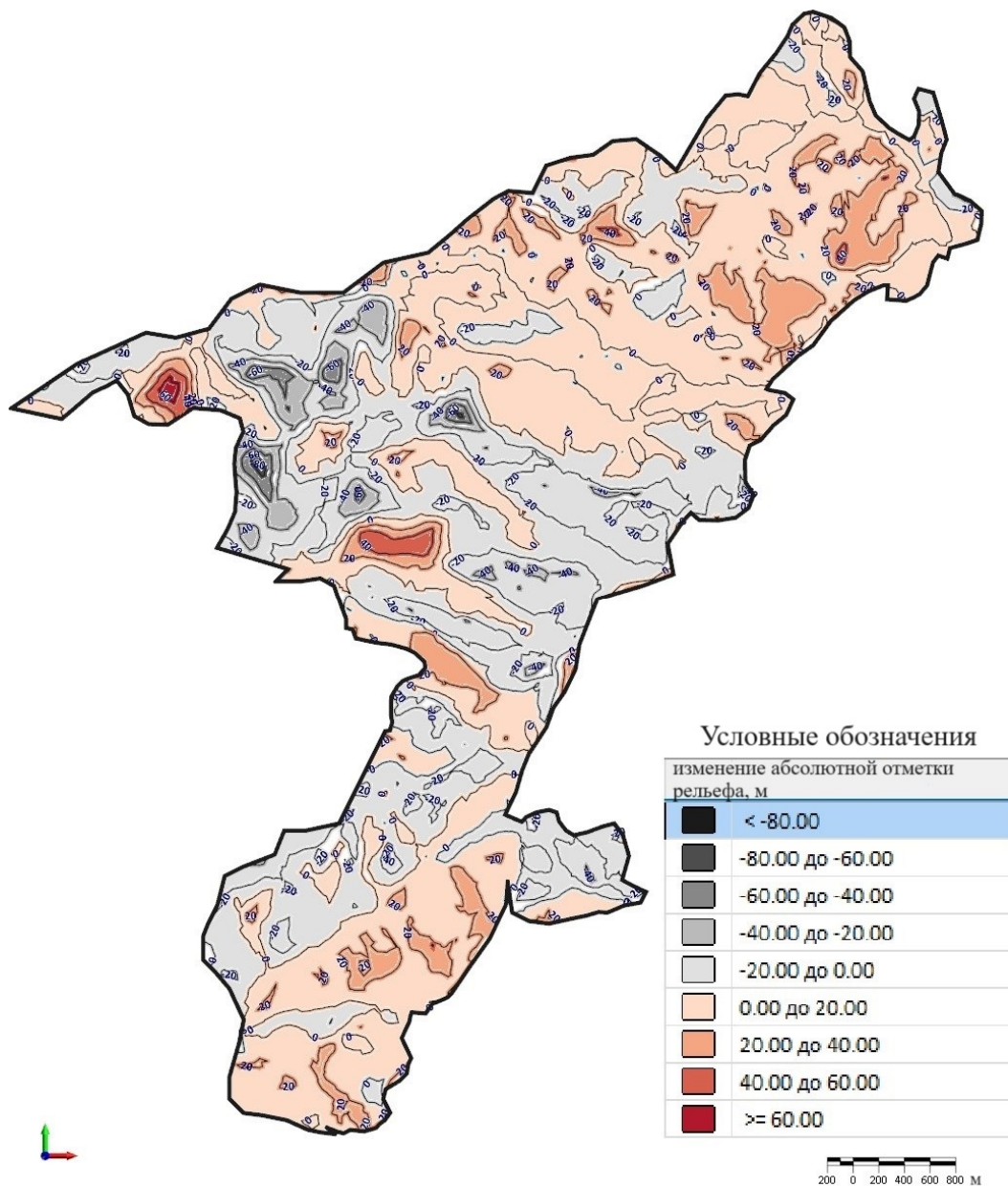


Рис. 2. Карта техногенной трансформации рельефа территории углеразреза «Распадский»  
Fig. 2. Map of anthropogenic transformation of relief on the territory of Rapsadsky coal strip mine

Анализ карты техногенной трансформации рельефа в районе углеразреза «Распадский» показывает весьма значительные его изменения. При сохранившихся общих чертах рельефа (куэстоподобность) резко увеличилась его контрастность. Разница высотных отметок на исследуемой территории исторического рельефа (данные с топографической карты) в среднем составляла 278 м, а разница высотных отметок измененного вида достигает почти 400 м. По этому показателю район уже напоминает горную резко расчлененную местность. Увеличение контрастности достигнуто за счет перемещения пород вскрыши на вершину естественной куэсты и ее пологий склон (более 40 м) и углубления забоя угольного карьера (более чем на 80 м). Такая трансформация рельефа в ближайшем будущем приведет к активизации процессов денудации, особенно в вершинной части куэсты, что может привести к возникновению оползней и обвалов.

### Заключение

В ходе построения карты техногенной трансформации рельефа были построены две цифровые модели рельефа:

- 1) историческая ЦМР, которая визуализирует рельеф, существовавший до начала работы угольного разреза;
- 2) измененный рельеф, который был зафиксирован по истечении 42 лет работы угольного разреза.

В процессе исследований установлено, что изменения поверхности, возникшие вследствие ведения открытых горных работ, также привели к изменениям гидрологических и гидрогеологических условий участка, а именно произошло нарушение естественного наземного и подземного стока.

К примеру, одна из образовавшихся на вершине куэстовой гряды площадок внешнего отвала углеразреза превышает исторический рельеф более чем на 40 м, что, вероятно, может сказаться на приповерхностной циркуляции воздушных масс. В то же время применяемая на разрезе технология перемещения вскрышных пород на лежащий устойчивый пологий склон куэсты и ее вершину минимизирует риски возникновения горных ударов и техногенных землетрясений.

Построение карт техногенной трансформации рельефа и их анализ количественно оценивают изменения, возникшие под влиянием открытых горных работ. На основе полученных данных считается возможным разработать рекомендации по рациональному ведению открытых горных работ.

### Список литературы

- Андропова В.С. 2021. Исследование антропогенного рельефа на территории Кузбасса с применением данных дистанционного зондирования. В кн.: Сибирь и Дальний Восток России в формирующемся пространстве Большой Евразии. Материалы XX юбилейной научной конференции (с международным участием) молодых географов Сибири и Дальнего Востока, Иркутск, 24–29 мая 2021. Иркутск, Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук: 83–85.
- Андропова В.С. 2022. Перераспределение поверхностного стока в районах ведения открытых горных работ на примере углеразреза «Распадский» и участка разреза «Ольжерасский». В кн.: Наука и молодежь: Проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Новокузнецк, 17–18 мая 2022. Новокузнецк, Сибирский государственный индустриальный университет: 35–39.
- Андропова В.С., Гутак Я.М. 2022. Методика оценки техногенной трансформации рельефа в местах ведения открытых горных работ (на примере разреза Распадский). В кн.: Фундаментальные и прикладные аспекты устойчивого развития ресурсных регионов. Сборник научных статей Всероссийской научной конференции с международным участием. Новокузнецк, 07–10 декабря 2021. Новокузнецк, Кузбасский гуманитарно-педагогический институт



- федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кемеровский государственный университет»: 6–8.
- Базарова С.Б. 2007. Воздействие горнодобывающих предприятий на экосистему региона и оценка эффективности их экологической деятельности. Региональная экономика и управление: электронный научный журнал, 2(10): 60–70.
- Басаргин А.А. 2015. Методика создания трехмерных геологических моделей месторождений с использованием геоинформационной системы Micromine. Интерэкспо Гео-Сибирь, 1(1): 15–20.
- Басаргин А.А. 2016. Моделирование месторождений рудных полезных ископаемых с использованием геоинформационной системы micromine. Интерэкспо Гео-Сибирь, 1(2): 151–155.
- Галанина Т.В., Баумгартэн М.И. 2013. Экологические последствия техногенного воздействия при проведении открытых горных работ. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 7: 288–292.
- Гутак Я.М., Каучакова Е.Е., Рубан Д.А. 2009. Структурно-геологические памятники природы: новый подход к фиксации уникальной информации о строении земной коры. Проблемы региональной экологии, 5: 178–184.
- Ефимов В.И., Стась Г.В., Корчагина Т.В., Прохоров Д.О. 2020. Методические положения комплексной экологической оценки воздействия породных отвалов шахт на окружающую среду. Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле, 3: 18–28.
- Калиева А.А., Байшуаков А.Т., Ермиенко А.В. 2019. Мониторинг нарушений природной среды техногенными процессами при дешифрировании космоснимков. Интерэкспо Гео-Сибирь, 4(2): 64–72. <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2019-4-2-64-72>.
- Калиева К.Б., Ишкенов Б.Т. 2017. Воздействие на окружающую среду открытых горных разработок. Инновационная наука, 11: 33–38.
- Лунева Е.В. 2020. Использование общедоступных информационных технологий в защите экологических прав и прав на природные ресурсы. Lex Russica (Русский закон), 73(5(162)): 29–40. <https://doi.org/10.17803/1729-5920.2020.162.5.029-040>.
- Медведев П.А., Мазуров Б.Т. 2016. Алгоритм прямого вычисления пространственных геодезических координат по прямоугольным координатам. Интерэкспо Гео-Сибирь, 1(2): 59–63.
- Мовчан И.Б., Яковлева А.А., Асянина В.Ю. 2013. Метод опережающего прогноза в задаче снижения нагрузки на ландшафт при планировании детализационных геологических и экологических работ. Записки Горного института, 203: 190–195.
- Наставко Е.В., Наставко А.В., Кайзер Ф.Ю., Соловицкий А.Н. 2023. О цифровой модели угольного месторождения в Кузбассе в ГГИС Micromine. Международный научно-исследовательский журнал, 1(127): 1–6. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.23>.
- Непеклонов В.Б. 2010. Гравиметрия и геодезия. М., Научный мир, 570 с.
- Оленьков В.Д. 2014. Исследование ветрового режима нарушенных территорий. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: строительство и архитектура, 14(1): 9–13.
- Сладкопевцев С.А. 1982. Изучение и картографирование рельефа с использованием аэрокосмической информации. М., Недра, 216 с.
- Смирнов Л.Е. 1967. Теоретические основы и методы географического дешифрирования аэроснимков. Л., Издательство ленинградского университета, 214 с.
- Соколов Л.А., Лобанов Г.В., Полякова А.В. 2010. Использование возможностей модели SRTM (shuttle radar Satel- Lite mission) в анализе рельефа как фактора почвообразования (на примере Брянского лесного массива). Вестник Брянского государственного университета, 4: 237–243.
- Nikolakopoulos K.G., Kamaratakis E.K., Chrysoulakis N. 2006. SRTM vs ASTER Elevation Products. Comparison for Two Regions in Crete, Greece. International Journal of Remote Sensing, 27: 4819–4838. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160600835853>.

## References

- Andropova V.S. 2021. Research of Anthropogenic Relief on the Territory of Kuzbass Using Remote Sensing. In: Siberia and the Far East of Russia in the Emerging Space of Greater Eurasia. Materials of the XX Anniversary Scientific Conference (with International Participation) of Young



- Geographers of Siberia and the Far East, Irkutsk, 24–29 May 2021. Irkutsk, Publ. Institute of Geography. V.B. Sochava of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences: 83–85 (in Russian).
- Andropova V.S. 2022. Pereraspredeleniye poverkhnostnogo stoka v rayonakh vedeniya otkrytykh gornykh rabot na primere uglerazreza «Raspadskiy» i uchastka razreza «Olzherasskiy» [Redistribution of Surface Runoff in the Areas of Surface Mining Operations on the Example of Coal Cut "Raspadsky" and the Site of the Cut "Olzherassky"]. In: Nauka i molodezh: Problemy. poiski. resheniya [Science and Youth: Problems, Searches, Solutions]. Proceedings of the All-Russian Scientific Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists Novokuznetsk, 17–18 May 2022. Novokuznetsk, Publ. Sibirskiy gosudarstvennyy industrialnyy universitet: 35–39.
- Andropova V.S., Gutak Y.M. 2022. Methodology for Assessing the Technogenic Transformation of the Relief in the Areas of Open Mining (on the Example of the Raspadskiy Pit, Kuzbass). In: Fundamental and Applied Aspects of Sustainable Development of Resource Regions. Collection of scientific articles of the All-Russian scientific conference with international participation. Novokuznetsk, 07–10 December 2021. Novokuznetsk, Publ. Kuzbasskiy gumanitarno-pedagogicheskiy institut federalnogo gosudarstvennogo byudzhethnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego obrazovaniya "Kemerovskiy gosudarstvennyy universitet": 6–8 (in Russian).
- Bazarova S.B. 2007. Vozdeystviye gornodobyvayushchikh predpriyatiy na ekosistemu regiona i otsenka effektivnosti ikh ekologicheskoy deyatel'nosti [The Impact of Mining Enterprises on the Regional Ecosystem and Assessment of the Effectiveness of Their Environmental Activities]. Regionalnaya ekonomika i upravleniye: elektronnyy nauchnyy zhurnal, 2(10): 60–70.
- Basargin A.A. 2015. Geological 3d Model-Building by Micromine GIS Techniques. Interexpo Geo-Siberia, 1(1): 15–20 (in Russian).
- Basargin A.A. 2016. Modeling of Ore Mineral Deposits Using Micromine GIS. Interexpo Geo-Siberia, 1(2): 151–155 (in Russian).
- Galanina T.V., Baumgarten M.I. 2013. Ecological Consequences of Technogenic Action at Carrying out of Mountain Operations. Mining informational and analytical bulletin (scientific and technical journal), 7: 288–292 (in Russian).
- Gutak Ya.M., Kauchakova E.E., Ruban D.A. 2009. Structural Monuments Nature: a New Approach to Fixation Unique Information about the Earth's Crust. Regional Environmental Issues, 5: 178–184 (in Russian).
- Efimov V.I., Stas G.V., Korchagina T.V., Prokhorov D.O. 2020. Methodological Principals of the Integrated Ecological Evaluating Environmental Influence of Coal Mine Damps. Izvestiya Tula State University. Earth Sciences, 3: 18–28 (in Russian).
- Kaliev A.A., Baishuakov A.T., Ermienko A.V. 2019. Monitoring Natural Environmental Infringements by Technogenous Processes Declining Cosmoses. Interexpo Geo-Siberia, 4(2): 64–72 (in Russian). <https://doi.org/10.33764/2618-981X-2019-4-2-64-72>.
- Kaliev K.B., Ishkenov B.T. 2017. Vozdeystviye na okruzhayushchuyu sredu otkrytykh gornykh razrabotok [Environmental Impact of Open-Pit Mining]. Innovatsionnaya nauka, 11: 33–38.
- Luneva E.V. 2020. The Use of Public Information Technologies in Protection of Environmental Rights and Rights to Natural Resources. Lex Russica, 73(5(162)): 29–40 (in Russian). <https://doi.org/10.17803/1729-5920.2020.162.5.029-040>.
- Medvedev P.A., Mazurov B.T. 2016. The Algorithm of Direct Calculation of the Spatial Geodetic Coordinates at the Rectangular Coordinates. Interexpo Geo-Siberia, 1(2): 59–63 (in Russian).
- Movchan I.B., Yakovleva A.A., Asyanina V.Yu. 2013. Metod operezhayushchego prognoza v zadache snizheniya nagruzki na landshaft pri planirovaniy detalizatsionnykh geologicheskikh i ekologicheskikh rabot [A Method of Advanced Forecasting in the Problem of Reducing the Load on the Landscape when Planning Detailed Geological and Environmental Work]. Zapiski Gornogo institute, 203: 190–195.
- Nastavko E.V., Nastavko A.V., Kaiser F.Yu., Solovitsky A.N. 2023. On the Digital Model of Coal Deposits in Kuzbass in GMIS Micromine. International Research Journal, 1(127): 1–6 (in Russian). <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.127.23>
- Nepoklonov V.B. 2010. Gravimetry and Geodesy. Moscow, Publ. Nauchny Mir, 570 p. (in Russian).





- Olenkov V.D. 2014. Wind Conditions in Damaged Areas. Bulletin of the South Ural State University. Series «Construction Engineering and Architecture», 14(1): 9–13 (in Russian).
- Sladkopeztsev S.A. 1982. Izucheniye i kartografirovaniye relyefa s ispolzovaniyem aerokosmicheskoy informatsii [Study and Mapping of Relief Using Aerospace Information]. Moscow, Publ. Nedra, 216 p.
- Smirnov L.E. 1967. Teoreticheskiye osnovy i metody geograficheskogo deshifirovaniya aerosnimkov [Theoretical Foundations and Methods of Geographic Interpretation of Aerial Photographs]. Leningrad, Publ. leningradskogo universiteta, 214 p.
- Sokolov L.A., Lobanov G.V., Polyakova A.V. 2010. Ispolzovaniye vozmozhnostey modeli SRTM (shuttle radar Satel- Lite mission) v analize relyefa kak faktora pochvoobrazovaniya (na primere Bryanskogo lesnogo massiva) [Using the Capabilities of the SRTM (Shuttle Radar Satel-Lite Mission) Model in the Analysis of Relief as a Soil Formation Factor (Using the Example of the Bryansk Forest Massif)]. Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta, 4: 237–243.
- Nikolakopoulos K.G., Kamaratakis E.K., Chrysoulakis N. 2006. SRTM vs ASTER Elevation Products. Comparison for Two Regions in Crete, Greece. International Journal of Remote Sensing, 27: 4819–4838. <http://dx.doi.org/10.1080/01431160600835853>.

*Поступила в редакцию 30.05.2023;*

*поступила после рецензирования 21.08.2023;*

*принята к публикации 29.10.2023*

*Received May 30, 2023;*

*Revised August 21, 2023;*

*Accepted October 29, 2023*

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Андропова Виктория Сергеевна**, аспирант кафедры геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности института горного дела и геосистем, Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

**Гутак Ярослав Михайлович**, профессор, доктор геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности института горного дела и геосистем, Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Victoria S. Andropova**, Postgraduate of the Department of Geology, Geodesy and Life Safety of Institute of Mining and Geosystems of Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

**Yaroslav M. Gutak**, Professor, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the Department of Geology, Geodesy and Life Safety of Institute of Mining and Geosystems of Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia