

DOI: 10.25558/VOSTNII.2025.46.42.010

УДК 502.37:504.064.2

© И.А. Жукова, Л.С. Миков, И.Е. Харлампенков

И. А. ЖУКОВА

младший научный сотрудник

Федеральный исследовательский центр
информационных и вычислительных
технологий, г. Кемерово
e-mail: kembict@gmail.com



Л. С. МИКОВ

младший научный сотрудник

Федеральный исследовательский центр
информационных и вычислительных
технологий, г. Кемерово
e-mail: mikov@ict.sbras.ru



И. Е. ХАРЛАМПЕНКОВ

канд. техн. наук,

научный сотрудник

Федеральный исследовательский центр
информационных и вычислительных
технологий, г. Кемерово
e-mail: harlampenkov@ict.sbras.ru



ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Статья посвящена анализу динамики нарушенных и рекультивированных земель в муниципальных районах Кемеровской области (Кузбасса) за период 2019–2024 гг. Актуальность исследования обусловлена высокой долей региона в общероссийской добыче угля и значительной антропогенной нагрузкой на земельные ресурсы. Цель работы – оценка масштабов и пространственно-временной динамики нарушенных территорий и эффективности работ по их восстановлению на местном уровне. В основе методики лежит обработка мультиспектральных спутниковых данных (Landsat-8, Sentinel-2) с использованием ГИС-технологий (PostgreSQL/PostGIS) и автоматизированное формирование отчетов средствами Python. Это позволило с высокой точностью рассчитать площади нарушенных и рекультивированных земель с привязкой к конкретным муниципальным образованиям. Полученные результаты показали рост площадей нарушенных земель. Отмечается разнонаправленная динамика: в одних районах (Беловский, Междуреченский) рекультивация активно проводится, в других (Кемеровский) рост нарушений существенно опережает восстановление. Сделан вывод о недостаточности текущих темпов рекультивации для компенсации ущерба. Для устойчивого развития региона предложены меры, включающие усиление контроля и разработку целевых программ восстановления земель.

Ключевые слова: НАРУШЕННЫЕ ЗЕМЛИ, РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫЕ ЗЕМЛИ, САМОЗАРАСТАНИЕ, МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время угольное топливо находит применение практически во всех регионах России. Ключевыми потребителями на внутреннем рынке выступают электроэнергетика и коксохимическая промышленность. Главным угледобывающим регионом страны является Кемеровская область — Кузбасс. В 2022 году на ее долю пришлось 50,8% общероссийской добычи и 57,1% производства коксующихся углей. Кроме того, Кузбасс является крупнейшим экспортером российского угля (57,1%), в том числе для коксования [1].

Так, например, в 2021 году в Кузбассе было добыто 250 миллионов тонн угля, а в 2024 году — 198 миллионов тонн. Подробные данные по объемам угледобычи за последние 6 лет представлены в таблице 1.

Несмотря на уменьшение объемов добычи угля, рост нарушенных земель постепенно увеличивается [2]. Это обуславливает необходимость детального и системного мониторинга таких территорий. Для оценки масштабов и динамики воздействия угледобывающего комплекса на окружающую среду Кузбасса были рассчитаны площади нарушенных и рекультивированных земель с их привязкой к конкретным муниципальным образованиям Кемеровской области. Такой пространственно-временной анализ позволяет выявить наиболее проблемные территории и оценить эффективность проводимых работ по рекультивации на местном уровне.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

Исходной задачей является подсчет площадей нарушенных и рекультивированных земель по категориям (разрезы, шахты, рудники и т.д.) и их распределения по муниципальным образованиям Кемеровской области за несколько лет.

За время работы Кемеровского филиала ФИЦ ИВТ накоплена коллекция мультиспектральных спутниковых изображений с космических аппаратов Landsat-8 и Sentinel-2 на территорию Кемеровской области за летние периоды с 2012 по 2025 годы. Ежегодно выполнялись работы по обработке данных дистанционного зондирования Земли, при которых выделялись контуры нарушенных и рекультивированных земель. Полученные полигоны с привязкой к году и категории земель сохранялись в отдельную базу данных в СУБД PostgreSQL с пространственным расширением PostGIS.

Для решения поставленной задачи были подготовлены и загружены в указанную базу данных границы муниципальных образований в виде полигонов (рис. 1).

Далее был разработан скрипт на языке Python, который формирует отчет в формате XLSX. В общем виде алгоритм выглядит следующим образом:

1. На основе имеющихся данных по нарушенным землям формируется список годов;
2. В цикле по каждому году производится выборка муниципальных образований;
3. В цикле по муниципальным образованиям в SQL-запросе с помощью функции ST_CoveredBy (покрытие) выбираются нарушенные земли, попадающие в границы образования. Далее рассчитывается площадь, после этого она суммируется с полученными ранее площадями;
4. Если результат отрицательный, то дополнительно выполняется проверка через функцию ST_Intersection, которая возвращает фрагмент нарушенных земель в границах образования;
5. Полученные результаты сохраняются в файл XLSX, в котором для каждого года создается отдельный лист.

Таблица 1

Объемы добычи угля в Кузбассе, 2019–2024 гг. (млн тонн)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Подземным способом	85,7	81,7	83,0	71,9	71,1	65,9
Открытым способом	164,4	139,0	160,1	151,7	143,0	132,5
Общая добыча угля	250,1	220,7	243,1	223,6	214,1	198,4

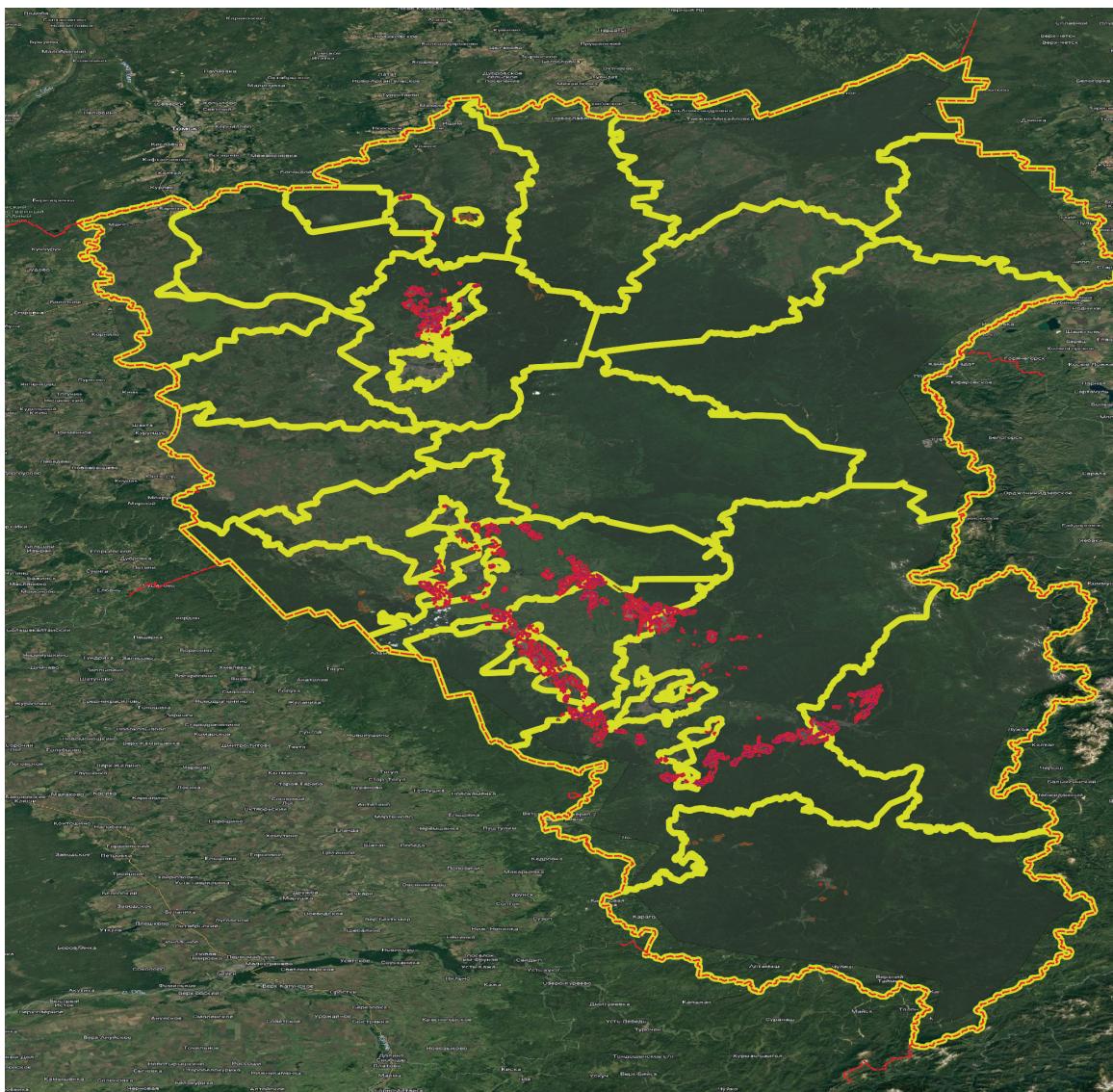


Рис. 1. Кемеровская область с границами муниципальных районов (желтые линии) и нарушенных земель (красные линии)

В основу исследования легли рассчитанные данные по площадям нарушенных земель и земель, прошедших рекультивацию (включая участки самозарастания), за 2019–2024 годы по 19 муниципальным районам.

Для анализа использовались методы сравнительной оценки, расчета абсолютных и относительных показателей динамики, а также анализ соотношения нарушенных и восстановленных территорий.

РЕЗУЛЬТАТЫ

После проведения расчетов площадей нарушенных и рекультивированных земель

были получены следующие значения (таблица 2).

За анализируемый период общая площадь нарушенных земель в области увеличилась с 808,94 км² до 880,50 км², демонстрируя прирост на 8,8%. Это свидетельствует о сохранении интенсивного антропогенного воздействия, связанного преимущественно с добывающей промышленностью. В то же время площадь рекультивированных земель возросла более значительно — с 148,76 км² до 235,38 км² (прирост 58,2%). Несмотря на положительную динамику, объем рекультивации не компенсирует объем вновь нарушенных площадей. Соотношение нарушенных

Таблица 2

Площади нарушенных и рекультивированных земель в муниципальных районах Кемеровской области с 2019 по 2024 года.
(Буква «Н» — нарушенные земли, буква «Р» — рекультивированные земли), в кв. км

Муниципальный район	2019 г		2020 г		2021 г		2022 г		2023 г		2024 г	
	Н	Р	Н	Р	Н	Р	Н	Р	Н	Р	Н	Р
Беловский	136,79	17,89	142,69	18,28	139,76	40,32	139,33	40,32	139,76	38,68	144,23	43,10
Гурьевский	29,66	3,35	30,55	3,36	26,95	4,95	26,98	4,95	26,95	6,56	25,62	5,81
Ижморский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Кемеровский	77,38	24,94	81,60	23,79	79,50	28,05	83,46	28,05	79,50	25,77	95,64	26,30
Крапивинский	0,00	0,00	1,70	0,00	1,17	0,62	1,03	0,62	1,17	0,56	1,20	0,56
Ленинск-Кузнецкий	7,82	1,24	7,91	1,24	7,78	2,45	7,75	2,45	7,78	2,38	11,29	2,37
Мариинский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Междуреченский	83,61	10,12	84,39	10,15	70,56	21,41	71,31	21,41	70,56	21,47	70,55	25,58
Новокузнецкий	225,61	31,16	234,77	31,29	236,20	40,46	248,08	40,46	236,20	39,87	256,38	48,32
Прокопьевский	243,32	47,37	253,93	48,26	260,92	64,67	263,81	64,67	260,92	61,54	270,42	69,64
Промышленновский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Таштагольский	4,72	1,28	4,73	1,30	4,64	1,28	5,53	1,28	4,64	1,28	5,14	1,64
Тисульский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Топкинский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Тяжинский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Чебулинский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Юргинский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Яйский	0,00	10,74	6,22	10,74	7,13	11,47	7,13	11,47	7,13	11,40	10,24	11,40
Яшкинский	0,03	0,65	0,03	0,65	0,03	0,65	0,03	0,65	0,03	0,65	0,03	0,65
Итого	808,94	148,76	848,52	149,03	834,64	216,34	854,43	216,34	834,64	210,17	880,50	235,38

земель к рекультивированным улучшилось с 5,44:1 до 3,74:1, что указывает на усиление работ по восстановлению.

Анализ выявил ярко выраженную пространственную концентрацию нарушенных земель. К 2024 году более 85% всех нарушенных земель были сконцентрированы в пяти промышленно развитых районах: Прокопьевском (270,42 км²), Новокузнецком (256,38 км²), Беловском (144,23 км²), Кемеровском (95,64 км²) и Междуреченском (70,55 км²). В то же время, семь районов (Ижморский, Мариинский, Промышленновский, Тисульский, Топкинский, Тяжинский, Чебулинский) в течение всего периода наблюдений не имели зафиксированных нарушенных земель, что коррелирует с отсутствием в них крупных добывающих предприятий. Рассмотрим некоторые районы подробнее:

— Прокопьевский и Новокузнецкий районы демонстрируют устойчивый рост как нарушенных, так и рекультивированных площадей. Например, в Прокопьевском районе прирост нарушенных земель составил 27,1 км², а рекультивированных — 22,27 км². Это отражает типичную для региона ситуацию, когда мероприятия по восстановлению ведутся параллельно с текущей угледобывающей деятельностью, вызывающей новые нарушения;

— Беловский район показывает эффективную динамику рекультивации: при росте нарушенных земель на 7,44 км² площадь восстановленных территорий увеличилась более чем в 2,4 раза (с 17,89 км² до 43,10 км²);

— в Кемеровском районе площадь нарушенных земель выросла на 18,26 км², в то время как рекультивация осталась практически

на прежнем уровне (прирост всего 1,36 км²). Это указывает на необходимость усиления контроля за восстановительными работами на данной территории;

— Междуреченский район является положительным примером, где зафиксировано сокращение площади нарушенных земель (на 13,06 км²) на фоне значительного роста рекультивации (в 2,5 раза).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенная оценка позволяет сделать следующие выводы:

В Кемеровской области сохраняется устойчивая негативная тенденция к увеличению площадей нарушенных земель, обусловленная угледобывающей деятельностью.

Наблюдается значительная пространственная неравномерность распределения экологической нагрузки, которая

сконцентрирована в традиционных угледобывающих районах. Несмотря на заметную активизацию деятельности по рекультивации (рост на 58,2% за 6 лет), ее темпы все еще недостаточны для компенсации наносимого ущерба.

Для достижения целей устойчивого развития региона необходима реализация комплекса мер, включающего ужесточение экологического контроля за вновь образуемыми нарушениями, стимулирование предприятий к ускоренной рекультивации и разработку долгосрочных целевых программ по восстановлению земель, особенно в районах с наихудшей динамикой (Кемеровский район).

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России для Федерального исследовательского центра информационных и вычислительных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петренко И.Е. Итоги работы угольной промышленности России за 2022 год // Уголь. 2023. № 3. С. 21–33
2. Миков Л.С., Жукова И.А. Аэрокосмический мониторинг нарушенных земель в Кузбассе (подход к реализации) // Вестник Научного центра ВостНИИ по промышленной и экологической безопасности. 2025. № 2. С.91–94

DOI: 10.25558/VOSTNII.2025.46.42.010

UDC 502.37:504.064.2

© I. A. Zhukova, L. S. Mikov, I. E. Kharlampenkov, 2025

I. A. ZHUKOVA

Junior Researcher

Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Kemerovo

e-mail: kembict@gmail.com

L. S. MIKOV

Junior Researcher

Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Kemerovo

e-mail: mikov@ict.sbras.ru

I. E. KHLARLAMPENKOV

Candidate of Technical Sciences

Researcher

Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Kemerovo

e-mail: harlampenkov@ict.sbras.ru

ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF DISTURBED LANDS OF KEMEROVO OBLAST

The article analyzes the dynamics of disturbed and reclaimed lands in the municipal districts of the Kemerovo Oblast (Kuzbass) for the period 2019-2024. The relevance of the study is determined by the region's high share of total Russian coal production and the significant anthropogenic pressure on land resources. The aim of the work is to assess the scale and spatiotemporal dynamics of disturbed territories and the effectiveness of reclamation efforts at the local level. The methodology is based on the processing of multispectral satellite data (Landsat-8, Sentinel-2) using GIS technologies (PostgreSQL/PostGIS) and automated report generation using Python. This allowed for highly accurate calculation of the areas of disturbed and reclaimed lands linked to specific municipalities. The results showed an increase in the total area of disturbed lands. Divergent dynamics were noted: in some districts (Belovsky, Mezhdurechensky), reclamation is actively carried out, while in others (Kemerovsky), the increase in disturbances significantly outpaces restoration. It is concluded that the current reclamation rates are insufficient to compensate for the damage. For the sustainable development of the region, measures are proposed, including enhanced control and the development of targeted land restoration programs.

Keywords: DISTURBED LANDS, RECLAIMED LANDS, NATURAL REGENERATION, MULTISPECTRAL DATA

REFERENCES

1. Petrenko I.E. Russia's coal industry performance for January – December, 2022 // Coal. 2023. No. (3). P. 21–33. [In Russ.].
2. Mikov L.S., Zhukova I.A. Aerospace Monitoring of Disturbed Lands in Kuzbass: An Implementation Approach // Bulletin of Scientific Centre VostNII for Industrial and Environmental Safety. 2025. No. 2. P. 91–94. [In Russ.].