

ГЕОЭКОЛОГИЯ / GEOECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19>

**ОЦЕНКА САМОЗАРАСТАНИЯ ЗЕМЕЛЬ, НАРУШЕННЫХ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ, В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ**

Научная статья

**Батжаргал Д.<sup>1</sup>, Тальгамер Б.Л.<sup>2</sup>, Болотнев А.Ю.<sup>3</sup>, Олзоев Б.Н.<sup>4,\*</sup>**

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0003-1413-0116;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0002-4250-6216;

<sup>4</sup> ORCID : 0000-0001-7105-6341;

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (bnolzoev[at]yandex.ru)

**Аннотация**

Приведены результаты исследований самозарастания земель, нарушенных горными работами, в условиях степной зоны Иркутской области. Определены виды наиболее характерных для степи травянистых растений и выполнен количественный подсчет биомассы травянистой растительности в зависимости от экспозиции бортов на заброшенных карьерах. При выборе мест расположения карьеров в степной нагорной местности рекомендуется использовать северные склоны, на которых отмечаются лучшие условия самозарастания, наибольшее количество и плотность растений. Результаты исследований могут быть полезны при геоботаническом изучении растительного комплекса антропогенных ландшафтов и интенсивности восстановления экосистемы районов с низким показателем зеленой биомассы растений.

**Ключевые слова:** степная зона, открытые горные работы, нарушенные земли, восстановление растительности, самозарастание земель.

**AN ASSESSMENT OF SELF-ORGANIZED VEGETATION OF LANDS DISTURBED BY MINING OPERATIONS IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE ZONE**

Research article

**Batzhargal D.<sup>1</sup>, Talgamer B.L.<sup>2</sup>, Bolotnev A.Y.<sup>3</sup>, Olzoev B.N.<sup>4,\*</sup>**

<sup>2</sup> ORCID : 0000-0003-1413-0116;

<sup>3</sup> ORCID : 0000-0002-4250-6216;

<sup>4</sup> ORCID : 0000-0001-7105-6341;

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation

\* Corresponding author (bnolzoev[at]yandex.ru)

**Abstract**

The results of studies of self-organized vegetation of lands disturbed by mining operations in the conditions of the steppe zone of the Irkutsk Oblast are presented. Species of the most typical for steppe herbaceous plants are determined and quantitative calculation of biomass of herbaceous vegetation depending on the exposure of sides of abandoned quarries is carried out. When choosing the locations of quarries in the steppe upland area, it is recommended to use the northern slopes, on which the best conditions of self-vegetation, the greatest number and density of plants are noted. The research results can be useful in geobotanical study of plant complex of anthropogenic landscapes and intensity of ecosystem restoration of areas with low green biomass of plants.

**Keywords:** steppe zone, open-pit mining, damaged land, revegetation, self-organized vegetation of land.

**Введение**

Одним из ключевых факторов развития горнодобывающего предприятия является успешная реализация полезного ископаемого потребителю. В последние годы к наиболее востребованным полезным ископаемым относятся строительные материалы, которые находят широкое применение в жилищном и дорожном строительстве. На рис. 1 показан интенсивный рост объемов добычи общераспространённых полезных ископаемых в Иркутской области за период 2008-2020 годов [1].

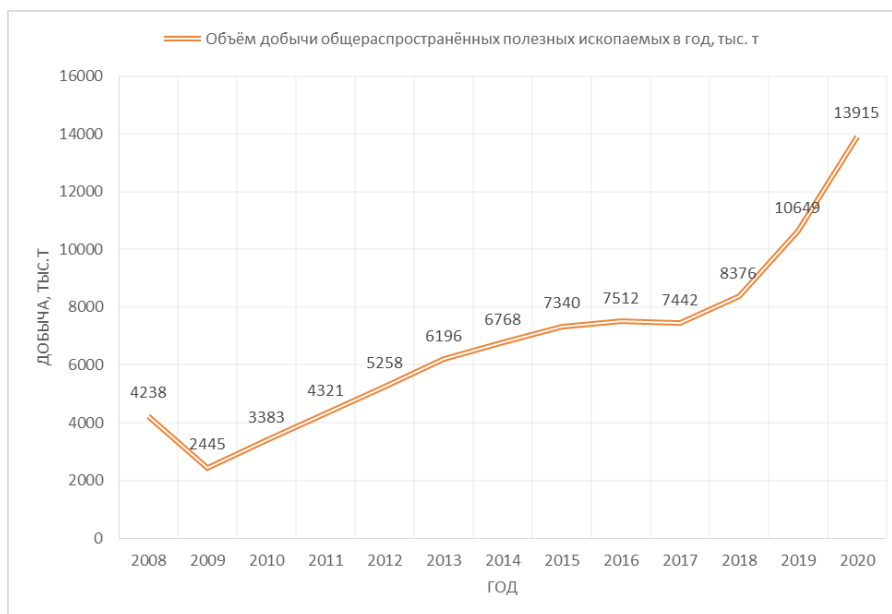


Рисунок 1 - Объем добычи общераспространённых полезных ископаемых в Иркутской области  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19.1>

В связи с увеличением объемов добычи строительных материалов (строительный камень, песчано-гравийные породы, строительный песок, легкоплавкие глины) увеличивается площадь нарушенных земель при их добыче. Следует отметить, что добыча и переработка песчано-гравийной смеси находится на втором месте в России по количеству и запасам среди эксплуатируемых месторождений строительных материалов и на первом по числу разведанных [2].

В регионах Сибири и Дальнего Востока наблюдается значительное число брошенных карьеров по разработке рудных месторождений золота, молибдена и меди. Площади нарушенных земель здесь также большие, и работы по рекультивации земель практически не проводятся [3]. Аналогичная ситуация в Тыве, Хакасии и других сибирских регионах. Основная площадь нарушенных земель состоит из выработок, породных отвалов и хранилищ отходов обогащения полезных ископаемых [4].

Следует отметить, что на нарушенных при разработке месторождений землях, находящихся в горно-таежной и лесной зонах, зафиксированы высокие, экологически приемлемые темпы восстановления растительного покрова [5], [6]. В районах степных зон наблюдается обратная картина [6]. Особенностью климата степной зоны является небольшое количество осадков, отсутствие леса и бедная растительность [7], что обуславливает низкие темпы самозарастания нарушенных земель. Оценка условий самозарастания нарушенных горными работами земель в степной зоне и является целью настоящего исследования.

Объектом исследования являются заброшенные карьеры в «Кудинской» степной зоне Иркутской области, приуроченные к долине р. Куды. Данный район относится к среднесибирской формации растительного покрова, на котором представлены разнотравно-осоково-злаковые и осоково-злаково-разнотравные луга в речных поймах в сочетании с ивово-тополевыми насаждениями и болотами в нижних частях склонов и пониженных участках долин [8]. Общая площадь данной степной зоны около 4,2 тыс. кв. км. Высота над уровнем моря в пределах от 500 до 700 м. Длина по простиранию составляет около 180 км, вкрест простирания ширина составляет в среднем 30 км (рис. 2).

Среднее годовое количество осадков составляет 325 мм. Основное направление ветра привязано ближе к северному и северо-восточному. Среднегодовая температура воздуха составляет минус 1,1 °С [9].

#### Методы и материалы исследований

Визуальный анализ изображений разновременных космических снимков позволил выявить 35 карьеров по добыче строительных материалов, общая площадь которых составляет более 48 тыс. кв. м [10], [11]. В июле 2023 года были проведены полевые исследования на территории 5 карьеров под номерами с 1 по 5 (рис. 2). Установлено, что часть карьеров используется для добычи полезных ископаемых и является действующими, некоторые месторождения отработаны и выработки служат в качестве полигонов для свалки мусора, незначительная часть задействована в хозяйственных нуждах для добычи песка и глины местными жителями (небольшое строительство и ремонт приусадебных территорий), есть и затопленные карьеры (рис. 3).

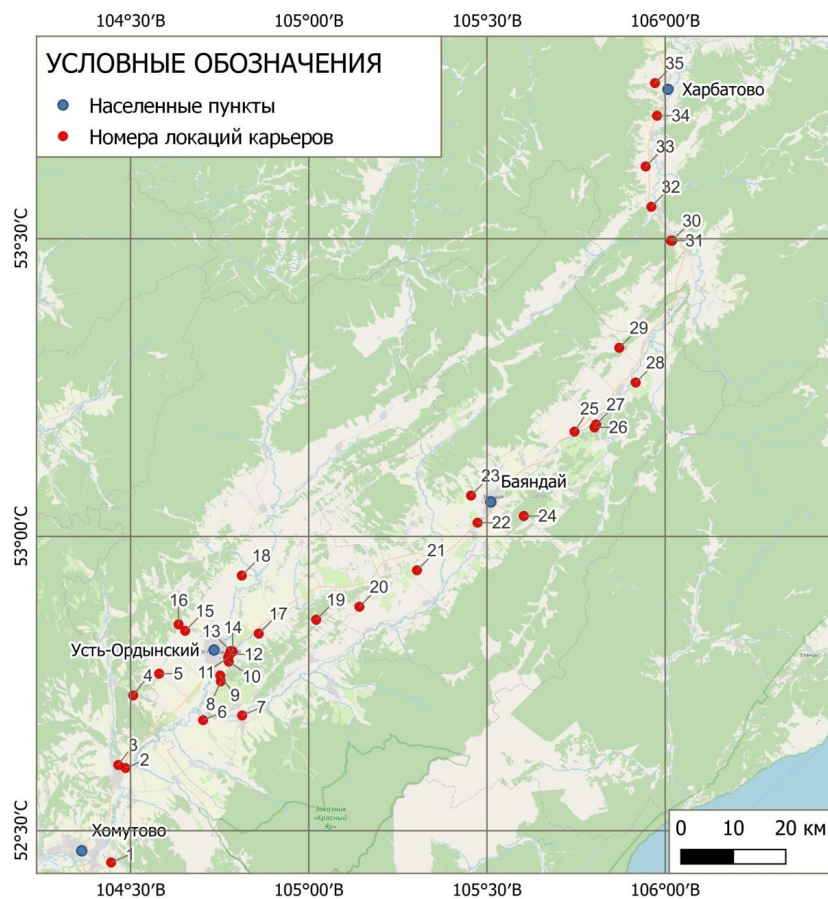


Рисунок 2 - Схема расположения карьеров №№ 1-35 в «Кудинской» степной зоне  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19.2>

Кроме деления карьеров на рабочие и нерабочие, их можно разделить по типу местности – на нагорные и долинные.

Для исследования влияния экспозиции бортов карьеров на степень их самозарастания, в августе 2023 г. в районе поселка Усть-Ордынский были проведены полевые исследования.

Методика полевых исследований включает следующие этапы:

- 1) выбор места для отбора проб травянистых растений на карьере в зависимости от расположения и экспозиции бортов;
- 2) разметка участков площадью 1 кв. м по бортам карьера;
- 3) отбор растений с намеченных участков;
- 4) очистка растений от грунта;
- 5) типизация растений по видам, подсчет количества видов растений, суммирование однотипных растений и их взвешивание;
- 6) группирование отобранных растений в зависимости от экспозиции склонов.

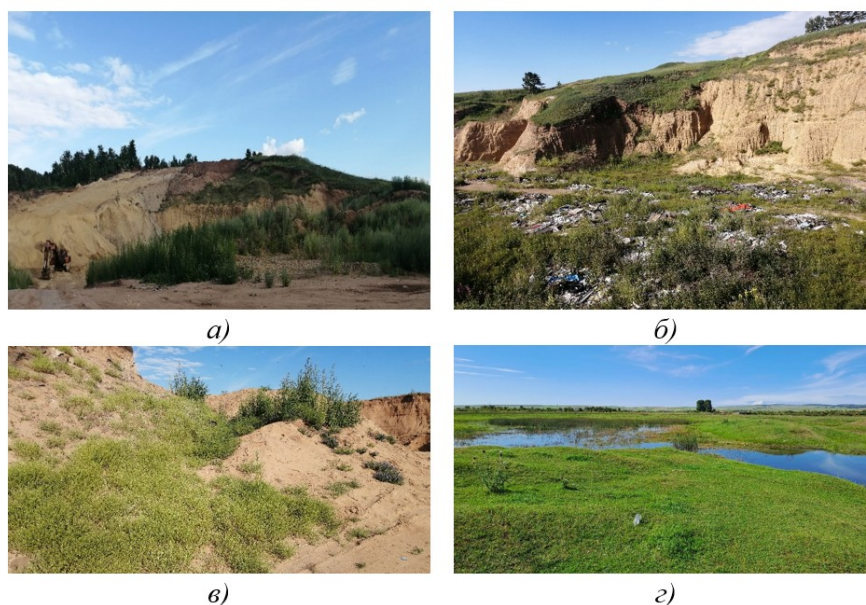


Рисунок 3 - Состояние карьеров в «Кудинской» степной зоне Баяндаевского района:  
*а* – действующий карьер; *б* – заброшенный карьер, используемый для свалки мусора; *в* – заброшенный  
 нерекультивируемый карьер; *г* – затопленный карьер  
 DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19.3>

В качестве эталона исследования выбран заброшенный карьер, обозначенный под условным номером 13, площадью 15 984,36 кв. м, расположенный на 100-м км шоссе Иркутск – Качуг (рис 4а). Глубина карьера составляет не более 8 м, углы откосов бортов варьируются от 10° до 80°, добыча полезных ископаемых производилась в 80-е годы прошлого века. В настоящее время карьер частично используется для свалки мусора.

Карьер № 13 является частично заросшим травянистой и кустарниковой растительностью, т.е. произошло самозарастание его поверхности степными травами и кустарниками (рис. 4г).

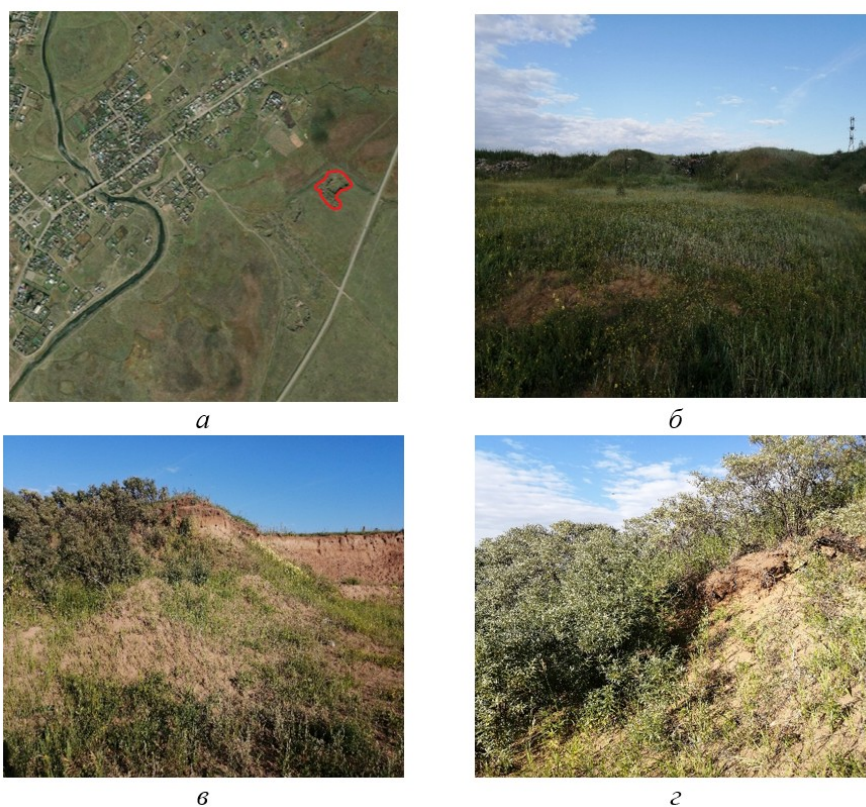


Рисунок 4 - Состояние карьера № 13:  
*а* – расположение и границы карьера; *б*, *в*, *г* – соответственно восточный, западный и южный борта карьера  
 DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19.4>



Для оценки условий и степени самозарастания нарушенных горными работами земель в зависимости от экспозиции бортов произведен отбор растений с участков площадью 1 кв. м на разных высотных отметках. На рис. 5 представлены места отбора проб в зависимости от экспозиции и примерно равных уклонах поверхности.

Далее растения очищались от грунта, песка, глины и группировались по видам. На восточной экспозиции находились такие растения как полынь, луговик дернистый, ковыль (рис. 6а). На южной экспозиции – полынь, луговик дернистый, ковыль и др. (рис. 6б). На западной экспозиции – луговик дернистый, ковыль и смолёвка обыкновенная. Полынь, луговик дернистый, ковыль и мхи сосредоточены на северной экспозиции (рис. 6г и 6д).



Рисунок 5 - Общий вид карьера № 13:

а – схема расположения мест отбора проб; б – установка ограждения участка площадью 1 кв. м; в – вид участка после взятия проб

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19.5>

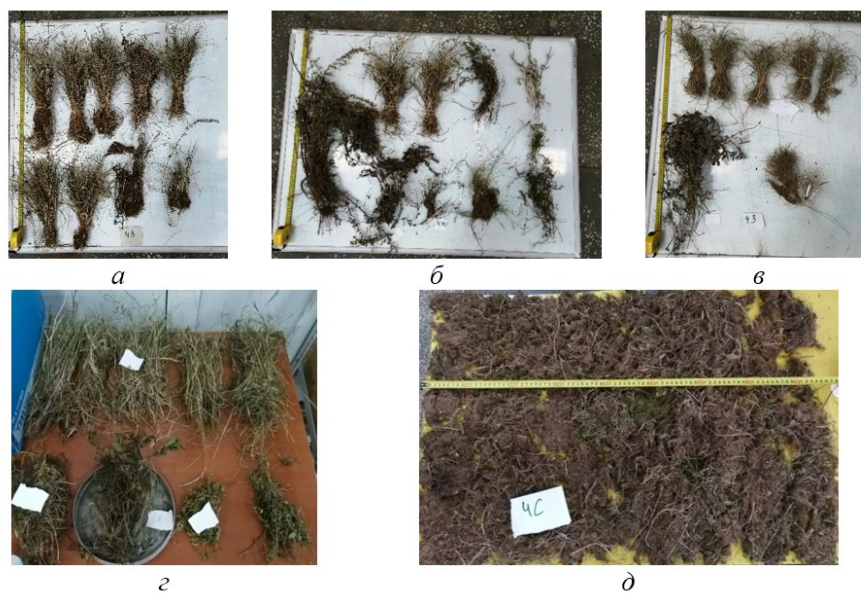


Рисунок 6 - Отбор и группировка растений по видам для разных бортов карьера:

а – восточная; б – южная; в – западная и г – северная экспозиция карьера; в том числе д – мхи с северной экспозиции

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19.6>

### Результаты исследований и их обсуждение

При обработке результатов полевых исследований на карьере № 13 было определено 5 основных видов растений, суммарное количество единиц травянистой растительности составляет 2705 шт. Из них на южной экспозиции выявлено наибольшее количество видов растений, однако с низкой плотностью до 237 шт/м<sup>2</sup>. Западная экспозиция характеризуется в основном 3 видами растений, в количестве 578 шт/м<sup>2</sup>. На восточной экспозиции выявлено 3 вида растений, с плотностью 773 шт/м<sup>2</sup>. На северной экспозиции выявлено 5 видов растений, общее количество которых составляет 1117 шт/м<sup>2</sup>.

Наименьшее общее количество растений наблюдается на южной и западной экспозиции карьера. На восточной и северной экспозиции отмечаются максимальные значения. Причиной такого распределения является неравномерное воздействие прямых солнечных лучей на дневную поверхность бортов. На южной и западной экспозиции прямые солнечные лучи прогревают грунт дольше в течение дня, что и приводит к испарению влаги с поверхности и как следствие к уменьшению влажности почвы. Результаты полевых исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение видов растений по экспозиции склонов

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19.7>

Вид растения	Количество растений на бортах карьера, шт.			
	Восточная экспозиция	Южная экспозиция	Западная экспозиция	Северная экспозиция
Полынь	–	9	–	58
Луговик дернистый	721	216	475	519
Ковыль	–	12	–	–
Мхи	–	–	–	491
Прочие растения	52	–	103	49
Всего	773	237	578	1117

На рисунке 7 приведена плотность растений (шт/м<sup>2</sup>) в зависимости от экспозиции бортов карьера.



Рисунок 7 - Распределение плотности растений по сторонам горизонта

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19.8>

Таким образом, результаты количественного подхода в изучении восстановления травянистой и кустарниковой растительности могут быть положены в геоботанические исследования на техногенных ландшафтах, при которых каждый вид растений получит топографическую привязку к местности и характеристику экологических условий (положение в рельефе и характер местообитания) [12].

### Заключение

Проведенные исследования условий самозарастания на карьерах по добыче строительных материалов в степной зоне показали высокую зависимость распределения растений от экспозиции бортов. На северной экспозиции отмечается наибольшая плотность растений. Рекомендуется использовать данную зависимость при выборе расположения карьера в нагорной степной местности. При пологом расположении карьера, рекомендуется проводить выполаживание бортов с учетом северной и восточной экспозиции. Выполнение данных рекомендаций окажет положительное влияние на процесс самозарастания нарушенных горными работами земель в условиях степной зоны.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Рецензия**

Клепиков О.В., ФГБОУ ВО "Воронежский государственный университет", Воронеж, Российская Федерация  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19.9>

**Conflict of Interest**

None declared.

**Review**

Klepikov O.V., Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.19.9>

**Список литературы / References**

1. Отчеты о результатах деятельности министерства природных ресурсов и экологии Иркутской области за период 2008-2020 годы // План работы и отчеты министерства природных ресурсов и экологии Иркутской области. — 2020 — URL: <https://irkobl.ru/sites/ecology/2009/> (дата обращения: 04.04.2024)
2. Гущенко В.В. Обоснование заложения бортов карьера по добыче строительных материалов / В.В. Гущенко // Вестник Иркутского государственного технического университета. — 2012. — 7 (66). — с. 86-90.
3. Зеньков И.В. Исследование экологического состояния горнопромышленных ландшафтов на месторождениях руд цветных металлов в регионах Сибири и Дальнего Востока / И.В. Зеньков, Ч. Ле Хунг, И.В. Вокин и др. // Экология и промышленность России. — 2022. — 26(1). — с. 42-47. — DOI: 10.18412/1816-0395-2022-1-42-47.
4. Зеньков И.В. Дистанционный мониторинг экологии горнопромышленных ландшафтов на территории Краснокаменской группы отработанных железорудных месторождений в Красноярском крае / И.В. Зеньков, Ю.П. Юронен, Е.А. Ижмулкина и др. // Экология и промышленность России. — 2018. — с. 34-39. — DOI: 10.18412/1816-0395-2018-9-34-39.
5. Зеньков И.В. Информационное обеспечение оценки экологии нарушенных земель железорудными карьерами на Среднем и Южном Урале / И.В. Зеньков, Ю.А. Анищенко, В.А. Федоров и др. // Экология и промышленность России. — 2021. — 25(1). — с. 38-43. — DOI: 10.18412/1816-0395-2021-1-38-43.
6. Зеньков И.В. Дистанционное зондирование в решении экологических проблем лесной рекультивации на угольных карьерах Сибири / И.В. Зеньков // Вестник СибГАУ. — 2016. — 1. — с. 36-44.
7. Батжаргал Д. Оценка влияния горных работ на растительность степной зоны по данным разновременной космической съемки / Д. Батжаргал, Б.Л. Тальгамер, А.Ю. Болотнев и др. // Проблемы недропользования. — 2022. — 1 (32). — с. 77-84. — DOI: 10.25635/2313-1586.2022.01.077.
8. Батжаргал Д. Анализ степени зарастания нарушенных земель при добыче стройматериалов в условиях степной зоны Монголии / Д. Батжаргал, Б.Л. Тальгамер, Б.Н. Олзоев и др. // Известия Уральского государственного горного университета. — 2024. — 1 (73). — с. 114-120. — DOI: 10.21440/2307-2091-2024-1-114-120.
9. Розы ветров // Приключения команды парусного катамарана «Лакка». — 2024 — URL: <https://lakka-sails.ru/winds/> (дата обращения: 25.02.2024)
10. Cordell S. Remote sensing for restoration planning: how the big picture can inform stakeholders / S. Cordell, E.J. Questad, G.P. Asner et al. // Restoration Ecology. — 2017. — 25(2). — p. 147-154.
11. Dedkov V.P. The Influence Of Vegetation On Reflected Solar Radiation In Arid And Extra-Arid Zone Of Mongolian Gobi / V.P. Dedkov, E.V. Danzhalova, S.N. Tkachenko et al. // Geography, Environment, Sustainability. — 2020. — 4. — p. 72-80. — DOI: 10.24057/2071-9388-2020-91.
12. Батуев А.Р. Экологический атлас Байкальского региона / А.Р. Батуев, В.Н. Богданов, Л.М. Корытный др. — Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. — 378 с.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Otchety o rezul'tatah dejatel'nosti ministerstva prirodnyh resursov i ekologii Irkutskoj oblasti za period 2008-2020 gody [Reports on the results of the activities of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Irkutsk Region for the period 2008-2020] // Work plan and reports of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Irkutsk Region. — 2020 — URL: <https://irkobl.ru/sites/ecology/2009/> (accessed: 04.04.2024) [in Russian]
2. Guschenko V.V. Obosnovanie zalozhenija bortov kar'era po dobyche stroitel'nyh materialov [Justification for laying the sides of a quarry for the extraction of building materials] / V.V. Guschenko // Bulletin of the Irkutsk State Technical University. — 2012. — 7 (66). — p. 86-90. [in Russian]
3. Zen'kov I.V. Issledovanie ekologicheskogo sostojanija gornopromyshlennyh landshaftov na mestorozhdenijah rud tsvetnyh metallov v regionah Sibiri i Dal'nego Vostoka [Research of the ecological state of mining landscapes at deposits of non-ferrous metal ores in the regions of Siberia and the Far East] / I.V. Zen'kov, Ch. Le Hung, I.V. Vokin et al. // Ecology and Industry of Russia. — 2022. — 26(1). — p. 42-47. — DOI: 10.18412/1816-0395-2022-1-42-47. [in Russian]
4. Zen'kov I.V. Distantsionnyj monitoring ekologii gornopromyshlennyh landshaftov na territorii Krasnokamenskoj gruppy otrabotannyh zhelezorudnyh mestorozhdenij v Krasnojarskom krae [Remote monitoring of the ecology of mining landscapes on the territory of the Krasnokamensk group of waste iron ore deposits in the Krasnoyarsk Territory] / I.V. Zen'kov, Ju.P. Juronen, E.A. Izhmulkina et al. // Ecology and Industry of Russia. — 2018. — p. 34-39. — DOI: 10.18412/1816-0395-2018-9-34-39. [in Russian]
5. Zen'kov I.V. Informatsionnoe obespechenie otsenki ekologii narushennyh zemel' zhelezorudnymi kar'erami na Srednem i Juzhnom Urale [Information support for assessing the ecology of disturbed lands by iron ore quarries in the Middle and

Southern Urals ] / I.V. Zen'kov, Ju.A. Anischenko, V.A. Fedorov et al. // Ecology and Industry of Russia. — 2021. — 25(1). — p. 38-43. — DOI: 10.18412/1816-0395-2021-1-38-43. [in Russian]

6. Zen'kov I.V. Distantionnoe zondirovanie v reshenii ekologicheskikh problem lesnoj rekul'tivatsii na ugol'nyh kar'erah Sibiri [Remote sensing in solving environmental problems of forest reclamation in coal mines of Siberia] / I.V. Zen'kov // Remote sensing in solving environmental problems of forest reclamation in coal mines of Siberia. — 2016. — 1. — p. 36-44. [in Russian]

7. Batzhargal D. Otsenka vlijanija gornyh rabot na rastitel'nost' stepnoj zony po dannym raznovremennoj kosmicheskoy s'emki [Assessment of the impact of mining operations on the vegetation of the steppe zone according to multi-temporal satellite imagery] / D. Batzhargal, B.L. Tal'gamer, A.Ju. Bolotnev et al. // Problems of subsoil use. — 2022. — 1 (32). — p. 77-84. — DOI: 10.25635/2313-1586.2022.01.077. [in Russian]

8. Batzhargal D. Analiz stepeni zarastaniya narushennykh zemel' pri dobyche strojmaterialov v uslovijah stepnoj zony Mongolii [Analysis of the degree of overgrowth of disturbed lands during the extraction of building materials in the steppe zone of Mongolia] / D. Batzhargal, B.L. Tal'gamer, B.N. Olzoev et al. // News of the Ural State Mining University. — 2024. — 1 (73). — p. 114-120. — DOI: 10.21440/2307-2091-2024-1-114-120. [in Russian]

9. Rozy vetrov [Wind roses] // Adventures of the crew of the sailing catamaran "Lakka". — 2024 — URL: <https://lakka-sails.ru/winds/> (accessed: 25.02.2024) [in Russian]

10. Cordell S. Remote sensing for restoration planning: how the big picture can inform stakeholders / S. Cordell, E.J. Questad, G.P. Asner et al. // Restoration Ecology. — 2017. — 25(2). — p. 147-154.

11. Dedkov V.P. The Influence Of Vegetation On Reflected Solar Radiation In Arid And Extra-Arid Zone Of Mongolian Gobi / V.P. Dedkov, E.V. Danzhalova, S.N. Tkachenko et al. // Geography, Environment, Sustainability. — 2020. — 4. — p. 72-80. — DOI: 10.24057/2071-9388-2020-91.

12. Batuev A.R. Ekologicheskij atlas Bajkal'skogo regiona [Ecological atlas of the Baikal region] / A.R. Batuev, V.N. Bogdanov, L.M. Korytnyj et al. — Irkutsk: Publishing House of the V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 2017. — 378 p. [in Russian]