

УДК 622.882

Антонинова Наталья Юрьевна

кандидат технических наук,
заведующий лабораторией экологии
горного производства,
Институт горного дела УрО РАН,
620075, г. Екатеринбург,
ул. Мамина-Сибиряка, 58,
e-mail: natal78@list.ru

Корнилков Сергей Викторович

доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник,
Институт горного дела УрО РАН

Кузнецова Ярослава Артемовна

младший научный сотрудник,
лаборатория экологии горного производства,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: yaroslava.brusnitsyna@mail.ru

Шубина Любовь Андреевна

научный сотрудник,
лаборатория экологии горного производства,
Институт горного дела УрО РАН
e-mail: las714@mail.ru

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
РЕКУЛЬТИВАЦИИ ОТВАЛОВ
ВСКРЫШНЫХ ПОРОД****Аннотация:*

Цель статьи – оценка допустимости воздействия на атмосферный воздух при работах на период рекультивации отвала в условиях сочетания технологических процессов отработки месторождения. Существующий отвал является источником сдувания пылевых частиц. Рекультивация нарушенных земель, проводимая одновременно с добычей полезных ископаемых, позволит сократить нагрузку на земельные ресурсы, уменьшить воздействие на экосистему района. Однако в период проведения работ по формированию отвала с заданными параметрами возможно увеличение экологического риска, связанного с введением дополнительных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

В статье представлены методы определения размеров ущерба от деградации почв и земель и методы расчета рассеивания загрязняющих веществ.

Результаты позволили доказать возможность проведения рекультивации в заданном направлении с извлечением скальных пород для дальнейшего использования в условиях достаточно близкого расположения нормируемых территорий.

Ключевые слова: отвал вскрышных пород, нарушенные земли, рекультивация, технический этап, выбросы загрязняющих веществ.

DOI: 10.25635/2313-1586.2024.01.057

Antoninova Natalia Yu.

Candidate of Technical Sciences,
Head of the Laboratory of Mining Ecology,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS,
620075 Ekaterinburg,
58 Mamina-Sibiryaka Str.
e-mail: natal78@list.ru

Kornilkov Sergey V.

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Chief Researcher,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS

Kuznetsova Yaroslava A.

Junior Researcher,
Laboratory of Mining Ecology,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: yaroslavl.brusnitsyna@mail.ru

Shubina Lyubov A.

Researcher,
Laboratory of Mining Ecology,
Institute of Mining, Ural Branch of RAS
e-mail: las714@mail.ru

**ENVIRONMENTAL ASPECTS
OF THE RECLAMATION
OF OVERBURDEN DUMPS***Abstract:*

Goal of the study is the assessment of the permissibility of exposure to atmospheric air during work for the period of reclamation of the dump, in conditions of a combination of technological processes of mining the deposit. The existing dump is a source of blowing off dust particles. Reclamation of disturbed lands, carried out simultaneously with mining, will reduce the burden on land resources and reduce the impact on the ecosystem of the area. However, during the work period on the formation of a dump with specified parameters, it is possible to increase the environmental risk associated with the introduction of additional sources of pollutants into the atmospheric air.

The article presents methods for determining the extent of damage from soil and land degradation, and methods for calculating the dispersion of pollutants. The results made it possible to prove the possibility of carrying out the reclamation in a given direction with the extraction of rocks for further use in conditions of a close location of the normalized territories.

Key words: overburden dump, disturbed lands, reclamation, technical stage, emissions of pollutants.

* Статья подготовлена в рамках Госзадания № 075-00412-22 ПП. Тема 2 (2022-2024) «Разработка геоинформационных технологий оценки защищенности горнопромышленных территорий и прогноза развития негативных процессов в недропользовании» (FUWE-2022-0002), пер. № 1021062010532-7-1.5.1.

Введение

Одним из аспектов рационального природопользования является восстановление нарушенных земель, а именно выбор направления, в котором будет проводиться рекультивация [1, 2]. Выбор направления и сочетания видов рекультивации должен способствовать наиболее рациональному использованию уже имеющихся условий с учетом перспективы развития района разработок и обеспечить быстрейшее оздоровление экологической обстановки [3 – 5].

В качестве основных критериев при выборе направления рекультивации нарушенных земель согласно Постановлению Правительства РФ от 10 июля 2018 г. № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель» принимают следующие факторы:

- природно-климатические условия района (геология, гидрология, гидрометеорология, рельеф местности);
- характер почвенно-растительного слоя, биологическое разнообразие;
- социальные (инфраструктура района, хозяйственные и санитарно-гигиенические условия с учетом перспектив и направлений развития района);
- фактическое и прогнозируемое состояние нарушенных земель к моменту рекультивации (площади, формы техногенного рельефа, степени естественного зарастания, наличие плодородного слоя почв и потенциально плодородных пород, эрозийные процессы, степень загрязнения почвы);
- современное и перспективное использование нарушенных земель по их целевому назначению в соответствии с документами территориального планирования и градостроительного зонирования;
- категория нарушенных земель и прилегающих земельных участков;
- продолжительность восстановительного периода;
- горно-технологические факторы (уровень и состояние технологии и механизации горных работ, наличие транспортных коммуникаций), технологии и комплексная механизация земляных и транспортных работ;
- экономическая целесообразность рекультивационных работ.

Характеристика объекта и обоснование выбора направления рекультивации

Первоуральское месторождение находится в промышленной эксплуатации с 1938 г. Некондиционные руды и пустые скальные породы были размещены как отходы в отвале вскрышных пород. В настоящее время вскрышные породы месторождения используются в качестве строительного материала и отвечают требованиям ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ», ГОСТ 25607-2009 «Смеси щебёночно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов».

Согласно методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель, утвержденной Минприроды России и Роскомземом в июле 1994 г. [6], и визуальному осмотру представленных фотоматериалов, эрозии (разрушение почвенного покрова под действием поверхностного стока и ветра с последующим перемещением и переотложением почвенного материала) и заболачивания (изменение водного режима, выражающееся в длительном переувлажнении, подтоплении и затоплении почв и земель) не выявлено. В границах исследуемых площадей зафиксировано механическое разрушение почвенного покрова, а значит, присутствует технологический тип деградации, под которым понимается ухудшение свойств почв и грунтов, их физического состояния и агрономических характеристик, что происходит в результате эксплуатационных нагрузок при всех видах землепользования. Нарушение земель представляет собой механическое разрушение почвенного покрова. Деградация почв и земель по каждому индикаторному показателю характеризуется пятью степенями:

- 0 – недеградированные (ненарушенные);
- 1 – слабдеградированные;

- 2 – среднедеградированные;
- 3 – сильнодеградированные;
- 4 – очень сильнодеградированные (разрушенные).

Так как в границах рекультивируемого объекта плодородный слой не выявлен, а площадь обнаженной почвообразующей породы превышает 25 % от общей площади участков проведения работ, устанавливается четвертая степень деградации почв и земель.

По районированию ландшафтных районов Свердловской области г. Первоуральск расположен в пределах Ревдинского низкогорно-кряжевого ландшафтного района, Выйско-Ревдинского низкогорно-кряжевого макрорайона, южнотаежной подпровинции низкогорной полосы Среднего Урала, со свежими и суховатыми сосняками и свежими ельниками [7].

Расположение отвала вскрышных пород на борту карьера Первоуральского железорудного месторождения определило антропогенную специализацию ландшафтов (рис.1).



Рис. 1. Отвал вскрышных пород

Гидрографическая сеть участка представлена рекой Магнитная и рекой Талица. В 10 м восточнее отвала вскрышных пород в меридиональном направлении с юга на север протекает река Магнитная. В восточной части территории на расстоянии 160 м северо-восточнее отвала расположен коллективный сад СНТ № 26, на расстоянии 380 м восточнее отвала – коллективный сад «Родничок». В северной части исследуемой территории, на расстоянии 250 м к северо-западу от отвала расположен коллективный сад № 39 «Горняк». Ближайшая жилая застройка пос. Магнитка г. Первоуральска расположена уже на расстоянии 380 м северо-западнее окончания отвала.

Таким образом, отвал вскрышных пород представляет собой техногенный ландшафт, сформированный в процессе складирования отходов вскрышных пород при открытой отработке карьера Первоуральского железорудного месторождения. Естественный рельеф территории полностью изменен в процессе размещения отходов, что обуславливает необходимость проведения рекультивационных мероприятий. Однако выбранное направление рекультивации должно с наибольшим эффектом и наименьшими затратами обеспечить решение задач рационального и комплексного использования

земельных ресурсов района, создания гармонических ландшафтов, отвечающих экологическим, хозяйственным, эстетическим и санитарно-гигиеническим требованиям. Земельный участок, в границах которого расположен отвал вскрышных пород, подлежащий рекультивации, относится к категории земель населенных пунктов с разрешенным использованием для геологического изучения, разведки и добычи полезных ископаемых.

В соответствии с результатами анализа и с учетом целевого направления земель предпочтительным направлением рекультивации является природоохранное. Согласно ГОСТ Р 57446–2017 «Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия» природоохранное направление рекультивации нарушенных земель и земельных участков должно обеспечить приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для восстановления биологического разнообразия и гидрологического режима. Приведение нарушенных земель в состояние, пригодное для восстановления биологического разнообразия и гидрологического режима территории, особенно актуально для промышленного узла (Ревда – Первоуральск), дающего значительную техногенную нагрузку на окружающую среду. При природоохранном направлении рекультивации до проведения биологического этапа производится планировка участков, не допускающая развития эрозионных процессов и обеспечивающая безопасное применение почвообрабатывающих, лесопосадочных машин и машин по уходу за посадками. Подбор культур, древесных и кустарниковых растений производится в соответствии с классификацией горных пород, характером гидрогеологического режима и других экологических факторов в соответствии с ГОСТ Р 59057–2020 «Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель». Поскольку действие корневых систем злаков проявляется в поверхностном слое, смесь рекомендуется составлять из 70 % злаковых и 30 % бобовых культур.

Но с учетом расположения отвала в границах водоохранной зоны с одной стороны и наличия карьерной выемки с другой формирование оптимального угла откоса ($18 - 25^0$) для дальнейшего развития биологических растительных ресурсов невозможно. Следовательно, рекультивация возможна лишь при уменьшении объемов вскрышных пород, размещенных в отвале, а именно, извлечение скальных пород в целях дальнейшего использования и формирования отвала с заданными характеристиками из глинистого материала. Принимается во внимание, что в сентябре 2023 г. вступили в силу:

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 25.04.2023 № 247/04;
2. Приказ Роснедра от 25.04.2023 № 247/04 «Об утверждении Порядка добычи полезных ископаемых и полезных компонентов из отходов недропользования, в том числе из вскрышных и вмещающих горных пород»;
3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 25.04.2023 № 246/03;
4. Приказ Роснедра от 25.04.2023 № 246/03.

Отходы недропользования V класса опасности возможно использовать в следующих направлениях:

- для собственных производственных и технологических нужд;
- для ведения горных работ;
- для ликвидации горных выработок и иных сооружений;
- для рекультивации земель;
- для передачи иному пользователю недр в целях использования данным пользователем передаваемых вскрышных и вмещающих горных пород для собственных

производственных и технологических нужд, ликвидации горных выработок и иных сооружений, связанных с использованием недр, рекультивации земель;

– для передачи иному лицу в целях использования таким лицом передаваемых вскрышных и вмещающих горных пород для собственных производственных и технологических нужд, не связанных с осуществлением пользования недрами.

Таким образом, на техническом этапе предлагается производить выемку складированных в отвал пород с последующим выделением из общей извлеченной горной массы дресвяно-глинистых грунтов, пригодных для целей рекультивации. Данный вид грунтов складирован обратно на освобожденные от отвала территории. Полученная насыпь формируется в три яруса с приемлемыми для посадок углами откосов ярусов до 18°. Между ярусами дополнительно организуются горизонтальные площадки (бермы), поверхность насыпи разравнивается бульдозерной техникой. До начала биологического этапа на подготовленные площади наносится плодородный слой почвы.

Однако извлечение скальных пород из отвала сопровождается следующими технологическими процессами: погрузкой, разгрузкой горной породы, транспортировкой до сортировочной установки, на площадке которой идет разделение на скальную породу и рыхлую, а также планировкой поверхности отвала, что, в свою очередь, повышает экологические риски увеличения антропогенной нагрузки на нормируемые территории в части негативного воздействия на атмосферный воздух.

Оценка воздействия на атмосферный воздух при рекультивации

Воздействие на атмосферный воздух в период рекультивации будет обусловлено:

- работой двигателей внутреннего сгорания основного и вспомогательного оборудования;
- погрузочно-разгрузочными и планировочными работами оборудования;
- заправкой топливных баков техники с поступлением в атмосферный воздух паров нефтепродуктов.

При работе экскаватора, автосамосвалов, бульдозера, топливозаправщика, сортировочной установки, задействованных при рекультивации, а также в результате сдува с поверхности отвала в атмосферный воздух выбрасываются следующие загрязняющие вещества: азота диоксид (двуокись азота; пероксид азота), азот (II) оксид (азот монооксид), углерод (пигмент черный), сера диоксид, углерода оксид (углерод окись; углерод моноокись; угарный газ), бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод), керосин (керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный), пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния 70 – 20 % и двуокись кремния до 20 %.

Кроме того, предприятие действующее, следовательно, помимо источников выбросов, характеризующих процесс рекультивации, на промышленной площадке имеются действующие источники выбросов, учитываемые при расчете рассеивания загрязняющих веществ.

Расчет уровней загрязнения атмосферы выполнен в соответствии с МРР-2017 [8], по программе «УПРЗА Эколог» (версия 4.70.0.1), разработанной фирмой «Интеграл».

Расчет приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в период рекультивации выполнен с учетом максимально возможного сочетания технологических процессов.

Для определения максимальных концентраций, создаваемых проектируемыми источниками выбросов, заданы контрольные точки: на границе производственной зоны и на границе нормируемых территорий. Перечень точек расчета представлен в табл. 1. Схема расположения расчетных точек приведена на рис. 2.

Таблица 1

**Перечень контрольных точек расчета приземных концентраций
загрязняющих веществ**

№	Координаты точки (м)		Тип точки	Примечание
	X	Y		
1	394843,4	1496627,6	СЗЗ (500м)	Север
2	393865,9	1497544,3	СЗЗ (500м)	Северо-Восток
3	391799,3	1497835,2	СЗЗ (500м)	Юго-Восток
4	390552,7	1496941,7	СЗЗ (500м)	Юго-Восток
5	389396,6	1496030,8	СЗЗ (500м)	Юг
6	390615,9	1495218,5	СЗЗ (500м)	Юго-Запад
7	391948,3	1494290,8	СЗЗ (500м)	Запад
8	393022,7	1494895,7	СЗЗ (500м)	Северо-Запад
9	394558,3	1495090,7	СЗЗ (500м)	Северо-Запад
10	392028,8	1497351,6	Сокращенная СЗЗ / Производственная зона	Юго-Восток
11	393539,4	1497093,5	Сокращенная СЗЗ / Производственная зона / Коллективные сады	Северо-Восток
12	394354	1496404,5	Сокращенная СЗЗ 0 м / Производственная зона	Север
13	394064,9	1495557,8	Сокращенная СЗЗ 0 м / Производственная зона	Северо-Запад
14	393095,7	1495423,5	Сокращенная СЗЗ 0 м / Производственная зона	Юго-Запад
15	392018,3	1494816,3	Сокращенная СЗЗ 0 м / Производственная зона	Юг
16	389939,6	1496083,4	Производственная зона	Северо-Восток
17	394076,6	1496804,5	Жилая зона	Северо-Восток
18	394287,4	1495768	Жилая зона	Северо-Запад
19	394140,3	1495346,5	Жилая зона	Северо-Запад
20	393729,2	1495267,1	Жилая зона	Северо-Запад
21	392325,5	1494863	Жилая зона	Запад

Учет фонового уровня загрязнения проводился для всех загрязняющих веществ, для которых величина наибольшей приземной концентрации, создаваемая (без учета фона) проектируемыми источниками выбросов, превышает 0,1 ПДК на границе проектируемой производственной площадки.

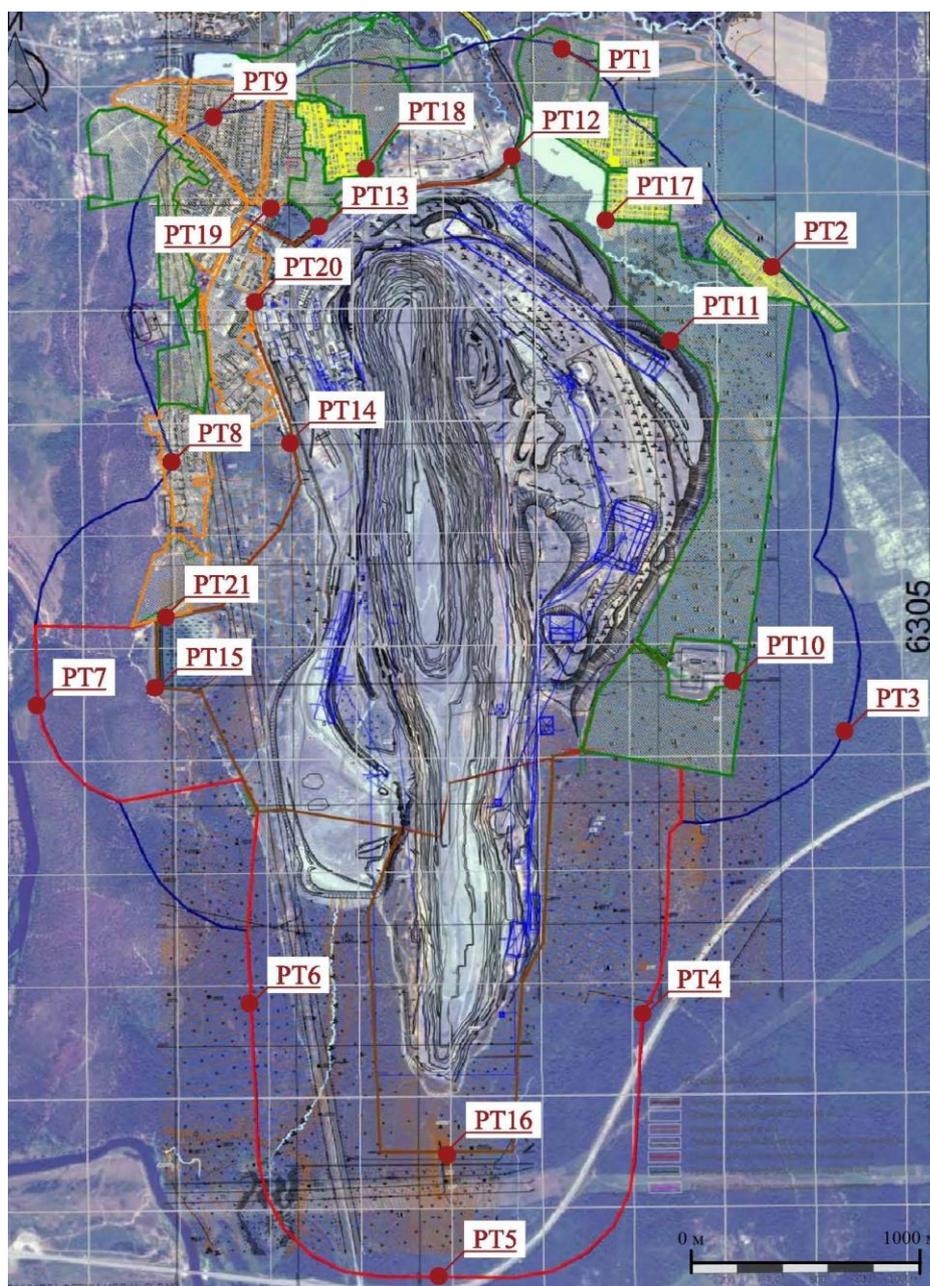


Рис. 2. Схема расположения расчетных точек (PT)

По результатам расчетов (рис.3):

- наибольший уровень загрязнения на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) будет наблюдаться по пыли неорганической: до 20 % SiO_2 0,86 ПДК; при анализе выявлено, что наибольший вклад как источника загрязнения вносит пыление отвала;
- наибольший уровень загрязнения на границе коллективных садов и жилой застройки будет наблюдаться по диоксиду азота 0,44 ПДК и оксиду углерода 0,46 ПДК; наибольший вклад как источник загрязнения вносит работа двигателей внутреннего сгорания автосамосвалов при транспортировании вскрышных работ;
- нормативная СЗЗ проектируемого предприятия 500 м является достаточной для соблюдения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха, установленных для территорий населенных мест;
- утвержденная сокращенная СЗЗ предприятия является необходимой и достаточной для соблюдения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха, установленных для территорий населенных мест.

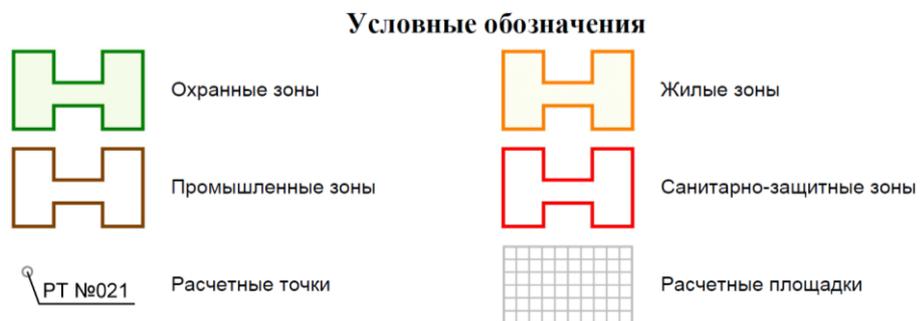
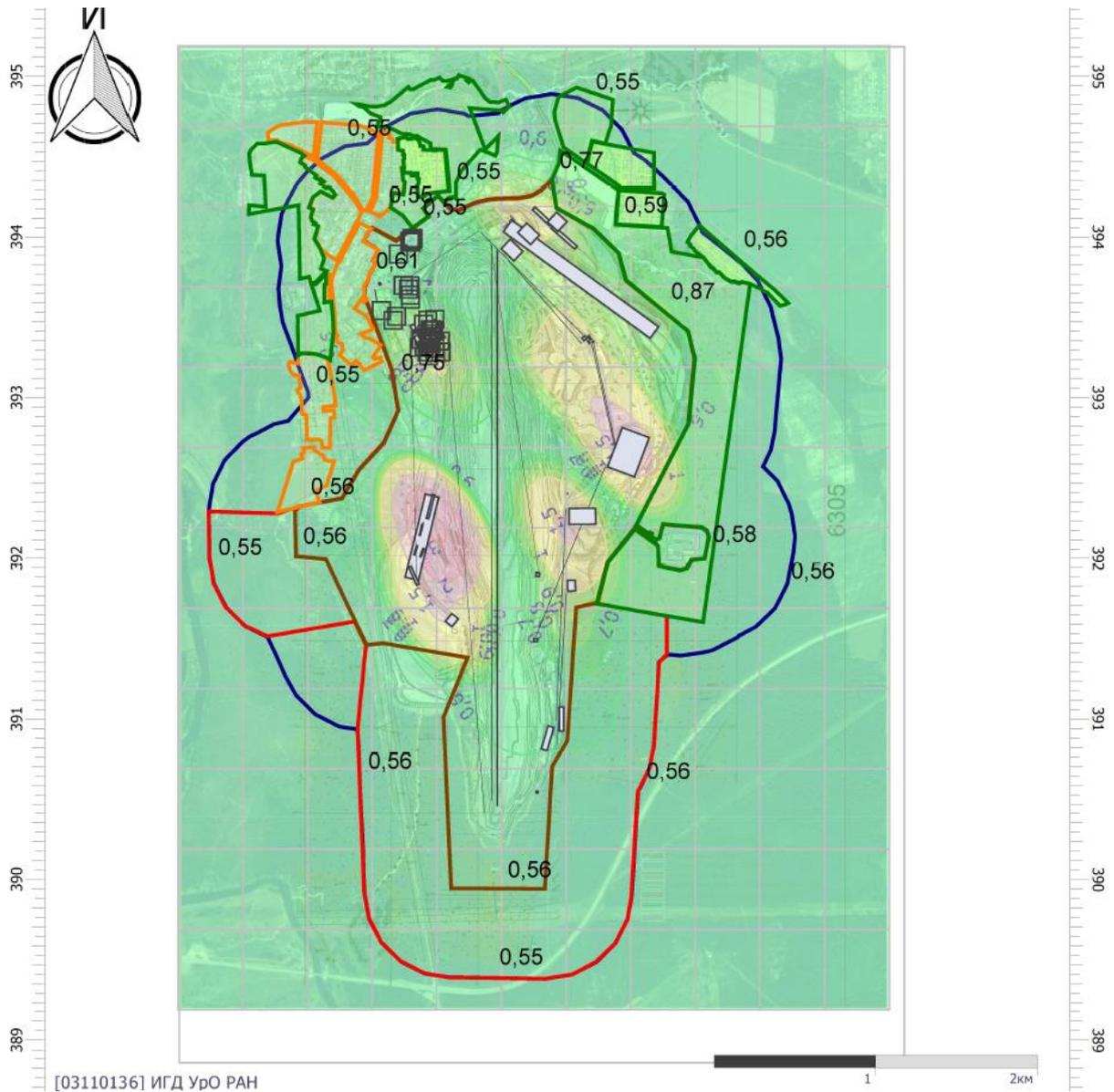


Рис. 3. Результаты расчета рассеивания загрязняющих веществ

В связи с вышеизложенным анализ полученных результатов показал, что максимальные приземные концентрации, создаваемые источниками выбросов при рекультивации в контрольных расчетных точках на границе СЗЗ и на границе ближайшей жилой застройки не превышают гигиенических нормативов качества, установленных для атмосферного воздуха территорий населенных мест.

Заключение

Таким образом, согласно результатам проведенного расчета рассеивания загрязняющих веществ, доказана возможность проведения рекультивации в природоохранном направлении с извлечением скальных пород для дальнейшего использования. Необходимые показатели планировочных решений на участках, подлежащих рекультивации, достигаются с помощью применения машин и механизмов с заданными параметрами на техническом этапе рекультивации.

Планируемые показатели биологического этапа рекультивации достигаются как благодаря посадкам травосмесей и древесно-кустарниковых жизненных форм с учетом природно-климатических и почвенно-экологических условий, так и за счет внедрения мероприятий по повышению эффективности биологического этапа рекультивации с целью приведения нарушенных земель в состояние, близкое к естественному, для восстановления и функционирования природной экосистемы.

Список литературы

1. Antoninova N., Shubina L., Sobenin A., Usmanov A., 2020. Modern aspects of disturbed land reclamation. *E3S WEB OF CONFERENCES. VIII International Scientific Conference "Problems of Complex Development of Georesources"* (PCDG 2020), С. 03019.
2. Корнилков С.В., Антонинова Н.Ю., Шубина Л.А., Собенин А.В., 2020. К вопросу об экологической реабилитации природной экосистемы, нарушенной при обработке Колыванского месторождения. *Горный информационно-аналитический бюллетень*, № 3 – 1, С. 465 – 474.
3. Игнатьева М.Н., Пустохина Н.Г., 2020. Восстановление нарушенных земель – один из критериев устойчивого развития. *Известия Уральского государственного горного университета*, №2 (58), С. 196 – 204.
4. Гуман О.М., Макаров А.Б., Гревцев Н.В., Вегнер-Козлова Е.О., 2020. Особенности инженерно-экологических исследований для рекультивации нарушенных земель в горнодобывающих регионах. *Известия высших учебных заведений. Горный журнал*, № 2, С. 68 – 6.
5. Зеньков И., Ле Хунг Ч., Вокин В., Кирюшина Е., Латынцев А., Кондрашов П., Павлова П., Конов В., Лунев А., Скорнякова С., Маглинец Ю., Раевич К., 2022. Разработка технологии горнотехнической рекультивации при ведении открытых горных работ на месторождениях полиметаллических руд. *Экология и промышленность России*, № 26(1), С. 54 – 59.
6. Комитет Российской Федерации по земельным ресурсам и землеустройству. *Письмо о методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель от 29 июля 1994 г. №3-14-2/1139*. URL: <https://legalacts.ru/doc/pismo-roskomzema-ot-29071994-n-3-14-21139-o/?ysclid=ltxvi41eyd787720788> (дата обращения 29.01.2024)
7. Гурьевских О.Ю., Капустин В.Г., Скок Н.В., Янцер О.В., 2016. *Физико-географическое районирование и ландшафты Свердловской области: коллективная монография*. Под редакцией О.Ю. Гурьевских; Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 280 с.
8. *Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе*. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 06 июня 2017 г. № 273. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456074826?ysclid=ltxvoi09ib534523944> (дата обращения 23.01.2024)

References

1. Antoninova N., Shubina L., Sobenin A., Usmanov A., 2020. Modern aspects of disturbed land reclamation. *E3S WEB OF CONFERENCES. VIII International Scientific Conference "Problems of Complex Development of Georesources"* (PCDG 2020), P. 03019.
2. Kornilkov S.V., Antoninova N.Yu., Shubina L.A., Sobenin A.V., 2020. K voprosu ob ekologicheskoi reabilitatsii prirodnoi ekosistemy, narushennoi pri otrabotke Kolyvanskogo mestorozhdeniya [On the issue of ecological rehabilitation of the natural ecosystem disrupted during the development of the Kolyvan deposit]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten'*, № 3 – 1, P. 465 – 474.
3. Ignat'eva M.N., Pustokhina N.G., 2020. Vosstanovlenie narushennykh zemel' – odin iz kriteriev ustoichivogo razvitiya [Restoration of disturbed lands as one of the criteria for sustainable development]. *Izvestiya Ural'skogo gosudarstvennogo gornogo universiteta*, №2 (58), P. 196 – 204.
4. Guman O.M., Makarov A.B., Grevtsev N.V., Vegner-Kozlova E.O., 2020. Osobennosti inzhenerno-ekologicheskikh issledovaniy dlya rekul'tivatsii narushennykh zemel' v gornodobyvayushchikh regionakh [Features of engineering and environmental studies for the reclamation of disturbed lands in mining regions]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal*, № 2, S. 68 – 6.
5. Zen'kov I., Le Khung Ch., Vokin V., Kiryushina E., Latyntsev A., Kondrashov P., Pavlova P., Konov V., Lunev A., Skornyakova S., Maglinets Yu., Raevich K., 2022. Razrabotka tekhnologii gornotekhnicheskoi rekul'tivatsii pri vedenii otkrytykh gornykh rabot na mestorozhdeniyakh polimetallicheskikh rud [Development of reclamation technology during open-pit mining operations in polymetallic ore deposits]. *Ekologiya i promyshlennost' Rossii*, № 26(1), P. 54 – 59.
6. Komitet Rossiiskoi Federatsii po zemel'nym resursam i zemleustroistvu. Pis'mo o metodike opredeleniya razmerov ushcherba ot degradatsii pochv i zemel' ot 29 iyulya 1994 g. №3-14-2/1139 . [Committee of the Russian Federation on Land Resources and Land Management. Letter on the methodology for determining the extent of damage from soil and land degradation]. URL: <https://legalacts.ru/doc/pismo-roskomzema-ot-29071994-n-3-14-21139-o/?ysclid=ltxvi41eyd787720788> (data obrashcheniya 29.01.2024)
7. Gur'evskikh O.Yu., Kapustin V.G., Skok N.V., Yantser O.V., 2016. Fiziko-geograficheskoe raionirovanie i landshafty Sverdlovskoi oblasti: kollektivnaya monografiya [Physico-geographical zoning and landscapes of the Sverdlovsk region: a collective monograph]. Pod redaktsiei O.Yu. Gur'evskikh; Ural. gos. ped. un-t. Ekaterinburg, 280 p.
8. Ob utverzhenii metodov raschetov rasseivaniya vybrosov vrednykh (zagryaznyayushchikh) veshchestv v atmosfernom vozduke [On approval of calculation methods for the dispersion of emissions of harmful (polluting) substances in the atmospheric air]. *Prikaz Ministerstva prirodnykh resursov i ekologii Rossiiskoi Federatsii ot 06 iyunya 2017 g. № 273*. URL: <https://docs.cntd.ru/document/456074826?ysclid=ltxvoi09ib534523944> (data obrashcheniya 23.01.2024)