

Перспективные мероприятия, направленные на экологическую защиту при работе с углем на производственных участках терминально-складского комплекса

Е.А. Руш, Н.В. Власова✉

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

✉natalya.vlasova.76@list.ru

Резюме

В научной статье рассмотрены вопросы, связанные с условиями организации перевозок, а также переработкой угольных грузов. Приведены результаты анализа переработки грузов различной номенклатуры за 2021–2022 гг. по железнодорожным перевозкам в Российской Федерации. В связи с одобрением Президентом РФ в 2022 г. квот на экспорт угля из Хакасии в объеме 9 млн т и из Бурятии в размере 9,1 млн т через Восточный полигон, в перспективе появляется вероятность значительного увеличения уровня негативного воздействия на окружающую среду, что вызывает необходимость разработки и внедрения перспективных и эффективных природоохранных методов, в частности по предотвращению распространения угольной пыли в атмосферном воздухе. Рост объемов добычи, транспортировки и переработки угольной продукции имеет как положительные, так и отрицательные стороны, в частности он потребует непрерывного мониторинга и решения различных задач, среди которых особое место занимает соблюдение требований экологической безопасности на объектах железнодорожного транспорта. Угольная пыль образуется на всех этапах: от процесса добычи и заканчивая выдачей груза грузополучателю. Повышенная концентрация угольной пыли в атмосферном воздухе очень опасна для здоровья человека, снижает видимость, может привести к возникновению различных аварийных ситуаций. На сегодняшний день первоочередным рычагом транспортно-логистической отрасли ОАО «РЖД» является терминально-складской комплекс, он принимает самое активное участие в системе преобразования каналов распределения груза от производителей сырья до поставки конечному потребителю. В представленных материалах рассмотрены перспективные методы и технологические подходы к минимизации распространения угольной пыли на производственных участках Восточно-Сибирской дирекции по управлению терминально-складским комплексом. Проведены комплексные экологические исследования, включающие в себя результаты работы по установлению нормативов предельно допустимых выбросов для производственного участка Саянтуй (угольный склад).

Ключевые слова

угольная продукция, терминально-складской комплекс, угольная пыль, предельно допустимые выбросы, экологическая безопасность, экологические исследования

Для цитирования

Руш Е.А. Перспективные мероприятия, направленные на экологическую защиту при работе с углем на производственных участках терминально-складского комплекса / Руш Е.А., Н.В. Власова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2023. № 2(78). С. 20–32. DOI 10.26731/1813-9108.2023.2(78).20-32.

Информация о статье

поступила в редакцию: 22.12.2022 г.; поступила после рецензирования: 09.06.2023 г.; принята к публикации: 13.06.2023 г.

Promising measures aimed at environmental protection when working with coal at the production sites of the terminal and storage complex

E.A. Rush, N.V. Vlasova✉

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

✉natalya.vlasova.76@list.ru

Abstract

The scientific article deals with the issues of the conditions for the organization of transportation, as well as the processing of coal cargo. An analysis is given of rail transportation cargo processing for various nomenclature in the Russian Federation for the period 2021–2022. In connection with the approval by President of Russian Federation in 2022 of quotas for the export of coal from Khakassia in the amount of 9 million tons and from Buryatia 9,1 million tons through the Eastern landfill, in the future there is a possibility of a significant increase in the level of negative impact on the environment, causing the need to develop and implement promising and effective environmental protection methods, to prevent in particular the spread of coal dust in the atmospheric air. With an increase in the volume of mining, transportation and processing of coal products, both positive and negative sides are indicated, namely, continuous monitoring and solving various problems will be required, among which special attention is focused on compliance with environmental safety requirements at railway transport facilities. Coal dust is formed at all stages, from the mining process to

the delivery of cargo to the consignee. An increased concentration of coal dust in the atmospheric air is very dangerous for human health, reduces visibility, and can cause an emergency. Today, the primary lever of the transport and logistics industry of JSC «Russian Railways» is the terminal and storage complex, which is taking an active part in the system of transforming cargo distribution channels from producers of raw materials before delivery to the final consumer. The presented materials consider promising methods and technological approaches to minimizing the process of spreading coal dust at the production sites of the East Siberian Directorate for the management of terminal and storage complex. Comprehensive environmental studies have been carried out, which include the results of work on setting standards for maximum allowable emissions for the Sayantui production site (coal storage).

Keywords

coal products, terminal and storage complex, coal dust, maximum allowable emissions, environmental safety, environmental research

For citation

Rush E.A., Vlasova N.V. Perspektivnye meropriyatiya, napravlennye na ekologicheskuyu zashchitu pri rabote s uglem na proizvodstvennykh uchastkakh terminal'no-skladskogo kompleksa [Promising measures aimed at environmental protection when working with coal at the production sites of the terminal and storage complex]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemy analiz. Modelirovaniye* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2023, no. 2 (78), pp. 20–32. DOI: 10.26731/1813-9108.2023.2(78).20-32.

Article Info

Received: December 22, 2022; Revised: June 9, 2023; Accepted: June 13, 2023.

Анализ погрузки и перевозки грузов на сети ОАО «РЖД»

Россия занимает лидирующие позиции по промышленной добыче угля. На территории РФ залегают треть запасов угля в мировом масштабе и четверть исследованных запасов, что составляет 203,6 млрд т.

Основной номенклатурой в общем объеме грузовых железнодорожных перевозок в Российской Федерации был и остается каменный уголь. Предполагается, что в ближайшие десятилетия России не угрожает кризис в угледобывающей промышленности, спрос и предложение на рынке будут сохраняться.

В Иркутской области вдоль Саянских гор и до озера Байкал протянулся Иркутский угольный бассейн, он сосредоточил в себе запасы плотной залежи угольных пластов различной мощности и составляет около 7,5 млрд т.

На сети ОАО «РЖД» продолжают расти грузовые перевозки: с начала ноября грузооборот увеличился на 1,9 % по сравнению с тем же периодом 2021 г. Таким образом, показатель в очередной раз побил исторический рекорд.

Большую часть дает погрузка во внутреннем сообщении (+5,2 %), из них черных металлов (+26,3 %), минеральных удобрений (+41,1 %), коксующегося угля и антрацита (+18,9 %), железной руды (+13,7 %). В настоящее время увеличилось число заявок на перевозки грузов в Восточном направлении. И это не только уголь, но и нефтепродукты, металлы, удобрения, зерно.

Следует отметить, что уголь, как один из

важнейших видов ископаемого сырья, не теряет своей ценности на протяжении уже многих лет. Уголь является навалочным грузом и широко используется в качестве теплотворного агента при выработке электроэнергии, а также исходным материалом в процессах получения ряда ценных продуктов [1–4].

По БАМу и Транссибирской магистрали за 18 дней декабря перевозка угля в контейнерах типа «Open top» выросла на 24,3 %. В целях увеличения пропускной способности контейнерных поездов их объединяют, с начала месяца уже отправлено 35 таких длинных составов. Это втрое больше, чем за аналогичный период прошлого года. В целом по сети железных дорог РФ контейнерные перевозки прирастают на 9,1 % по сравнению с 2021 г. в том числе транзит – на 8,0 % [1]. Кроме того, увеличена среднесуточная выгрузка вагонов благодаря адресной работе с грузополучателями. Сейчас этот параметр достиг максимальных значений с 2008 г. В связи с занятостью инфраструктуры в продвижении груженых вагонов с начала декабря число задержанных поездов в целом по сети железных дорог снизилось на 10 %, в юго-западном направлении – на 15 %. На протяжении 11 мес. приоритетным драйвером повышающих объемов перевозок остается уголь. С учетом перераспределения на рынки Турции и Индии участники транспортно-логистической отрасли прогнозируют положительные тенденции с перераспределением груженых вагонопотоков, а также существенные улучшения в непрерывном росте в данном сегменте [5, 6].

По данным официального сайта ОАО «РЖД», с начала 2022 г. погрузка на сети железных дорог в адрес портов Азово-Черноморского бассейна выросла на 0,7 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. С начала 2022 г. отгрузка угольной продукции в южные направления в адрес портов выросла на 26,8 %, что составило 26 млн т. Уже в ноябре 2022 г. в том же направлении отправлено 2,9 млн т угля, что на 21 % выше аналогичного периода прошлого года. В порт Тамань направилось свыше 65 % грузов угольной промышленности. В свою очередь в порты Туапсе и Азов наблюдается менее существенный объем отгрузки угольной продукции – 8 и 4 % соответственно. Как было указано, практически весь объем угольной продукции перераспределен в Турцию и Индию – около 80 % от всего грузопотока угля. В настоящее время Турция является одним из крупнейших потребителей, например, в сентябре РФ направила в эту страну свыше 49 % угольной продукции [7].

В связи с выпадением поставок в Европу и изменением транспортно-логистического подхода к переориентации отгрузки каменного угля логистические компании вынуждены искать новые рынки сбыта угольной продукции. Для отправки и отгрузки угольной продукции преимущественно в направлении Турции и Индии у угольной отрасли появилось дополнительное «окно» – задействование Черного моря. Не наблюдается никаких сбоев с поставкой угольной продукции через порты Азово-Черноморского бассейна. Кроме этого, отправки угля через северо-запада порты также возрастают. Например, в ноябре 2022 г. по сравнению с аналогичным периодом прошлого года

отправки в Турцию выросли в 7,3 раза и составили порядка 1,9 млн т, в Индию поставки увеличились в 1,9 раза – до 0,7 млн т [6, 8].

Переработка навалочных грузов на производственных участках Восточно-Сибирской дирекции по управлению терминально-складским комплексом

При увеличении объема таких грузовых перевозок, как навалочные грузы объектам окружающей среды наносится значительный вред. Это связано с выветриванием груза при перевозке, а также при выполнении погрузо-разгрузочных работ и работы дробильного комплекса при приведении отдельных кусков груза к одной калибровке, что приводит к распространению угольной пыли на значительные расстояния. Поэтому возникает острая необходимость проведения природоохранных мероприятий, направленных на предотвращение распространения угольной пыли [9, 10]. На производственных участках Восточно-Сибирской дирекции по управлению терминально-складским комплексом (далее – Дирекция) угольная пыль образуется в основном при механическом воздействии на штабель с углем, т.е. в процессе выполнения погрузо-перегрузочных операций.

На территории транспортно-складского комплекса существует три наиболее крупных источника угольной пыли, где происходят различные операции с углем: при выгрузке его из автомобилей, погрузке в вагоны или в контейнеры, складировании угля на площадке.

Грузовые дворы Дирекции, на которых происходит переработка навалочных грузов, расположены в трех регионах: Улан-Удэнском, Иркутском и Северобайкальском. В состав Ди-

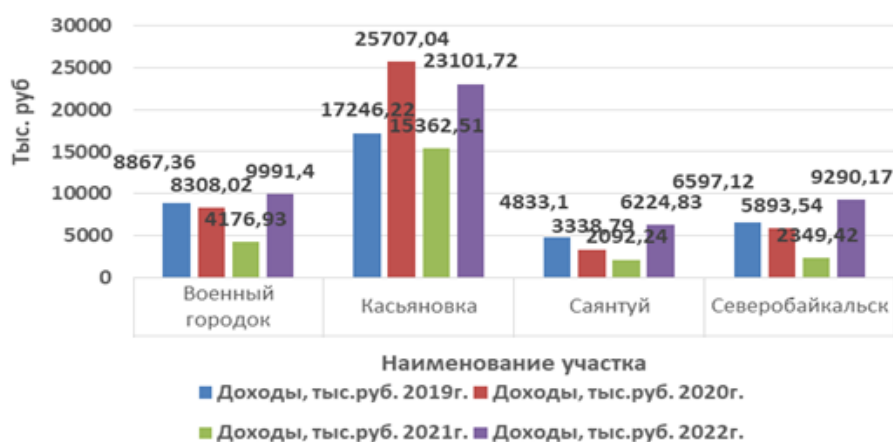


Рис. 1. Доходы от подсобно-вспомогательной деятельности за 2019–2022 гг.

Fig. 1. Income from ancillary activities for 2019–2022

рекции входит 24 производственных участка. Основными задачами Дирекции являются:

– оказание услуг и выполнение работ на объектах терминально-складского комплекса (ТСК);

- погрузочно-выгрузочные работы;
- хранение и складская обработка грузов;
- подготовка вагонов к перевозке;
- оказание экспедиционных услуг.

Большая часть перерабатываемых грузов приходится на грузы в контейнерах и навалочные. Доходы от подсобно-вспомогательной деятельности, в том числе от погрузки, выгрузки навалочных грузов, приведены на рис. 1 [2].

Достоверные расчеты загрязнения приземного слоя воздуха

В связи с запланированным Дирекцией на 2023–2025 гг. увеличением объема грузопереработки на производственном участке ст. Саянтуй авторами проведены комплексные экологические исследования, которые включают в себя результаты работы по установлению нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ) для производственного участка Саянтуй (угольный склад) (рис. 2).

Данный участок поставлен на государственный учет объектов негативного воздействия на окружающую среду с присвоением второй категории.

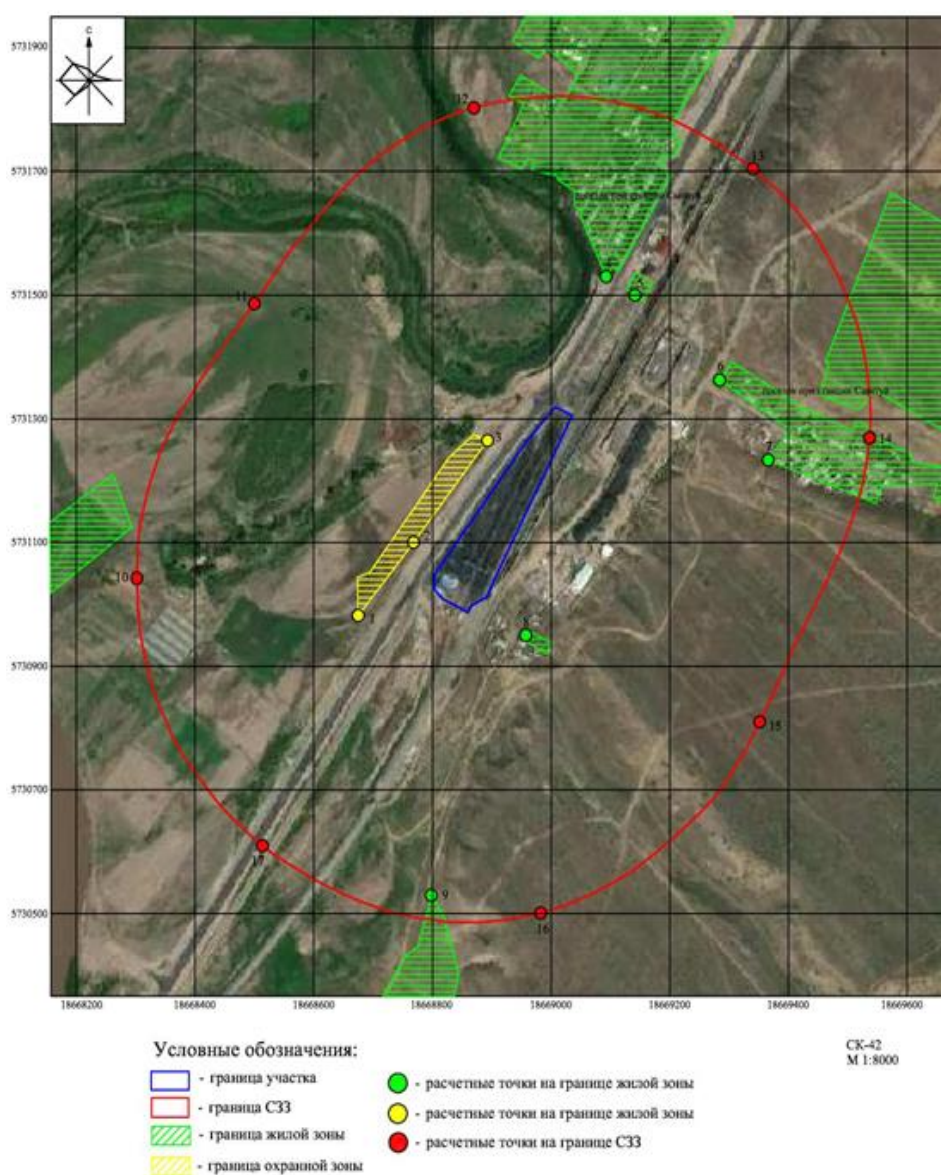


Рис. 2. Ситуационный план расположения производственного участка Саянтуй (угольный склад)

Fig. 2. Situational plan for the location of the Sayantui production site (coal storage)

Производственный участок Саянтуй (угольный склад) расположен на производственной площадке в Республике Бурятия. В настоящее время на территории данного участка имеется три неорганизованных источника и один постоянный источник выбросов в атмосферу негативных загрязняющих веществ. В атмосферу от этих источников загрязнения поступают девять загрязняющих веществ, в том числе семь – газообразных и жидких и два – твердых, из них третьего класса опасности – азота диоксид, азота оксид, углерод (является канцерогенным), серы диоксид, диметилбензол (ксилол), пыль каменного угля; четвертого класса опасности – углерода оксид; для керосина и уайт-спирита класс опасности не определен. Данные вещества образуют первую группу суммации.

В соответствии с распоряжением Правительства РФ «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды» от 8 июля 2015 г. № 1316-р, углерод (сажа), железа оксид не включены в перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды [11, 12].

Таким образом, количество выбрасываемых загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в отношении которых применяются меры государственного регулирования, составило: 0,12847 т в год, в том числе 0,088891 т в год – газообразных и жидких, и 0,039579 т в год – твердых. Приблизительный размер санитарно-защитной зоны для этого участка согласно СанПиН 2.2.1/2.2.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (редакция 2014 г.) принят равным 500 м [13].

Все расчеты загрязнения атмосферы выполнялись с помощью стандартизированной программы УПРЗА «Эколог» (версия 4.60.4.0), согласованной к применению в установленном порядке (рег. номер 01-01-6683, № электронного ключа 20894).

Находящихся на границах ориентировочной санитарно-защитной зоны, жилой и охранной зоны вместе с расчетами полей максимальных приземных концентраций проводились расчеты в контрольных точках, данные исследования производились в прямоугольной обла-

сти, которая охватывает местность ориентировочной санитарно-защитной зоны (СЗЗ), точки располагались в узлах прямоугольной сетки с шагом 50 м [14, 15].

В каждой расчетной точке вычислялась концентрация примеси максимальная по величине скорости и направлению ветра. По алгоритму уточненного перебора скоростей ветра, заложенному в программу «Эколог», при данном обследовании выполнялся перебор направлений и скоростей ветра, шаг по углу перебора направлений ветра был принят равным 10.

Для исследования были выбраны восемь контрольных точек, расположенных на границе СЗЗ (р.т. на границе СЗЗ), шесть контрольных точек, расположенных на границе ближайшей жилой застройки (р.т. ЖЗ) и три контрольные точки, расположенные на границе охранной зоны.

При превышении приземных концентраций в точках на границе жилой зоны значения 0,1 предельно допустимой концентрации (ПДК) необходим учет фоновых концентраций. При проведении расчетов в контрольных точках жилой зоны выявлены превышения приземных концентраций более 0,1 доли ПДК для ксилола и пыли каменного угля.

Расчет был произведен без учета фона пыли, так как значения фоновой концентрации пыли не используются при нормировании выбросов ввиду отсутствия критериев качества атмосферного воздуха суммарной концентрации пыли. Так как по ксилолу наблюдения не проводятся, расчет был произведен без учета фона данного вещества. В результате расчета рассеивания превышений гигиенических нормативов в контрольных точках не выявлено [16, 17].

Результаты вычислений загрязнения приземного слоя атмосферы в виде карт-схемы с изолиниями рассеивания веществ представлены на рис. 3–6. Все расчеты на производственном участке Саянтуй осуществлены 30 сентября 2022 г. на высоте 2 м, насыщенность вредного вещества определена в долях ПДК. Перечень источников, дающих наибольшие вклады в уровень загрязнения атмосферы, представлен в таблице. Результаты проведенных расчетов подтвердили соблюдение действующих гигиенических стандартов качества атмосферного воздуха по всем загрязняющим веществам, выбрасываемым источниками предприятия.

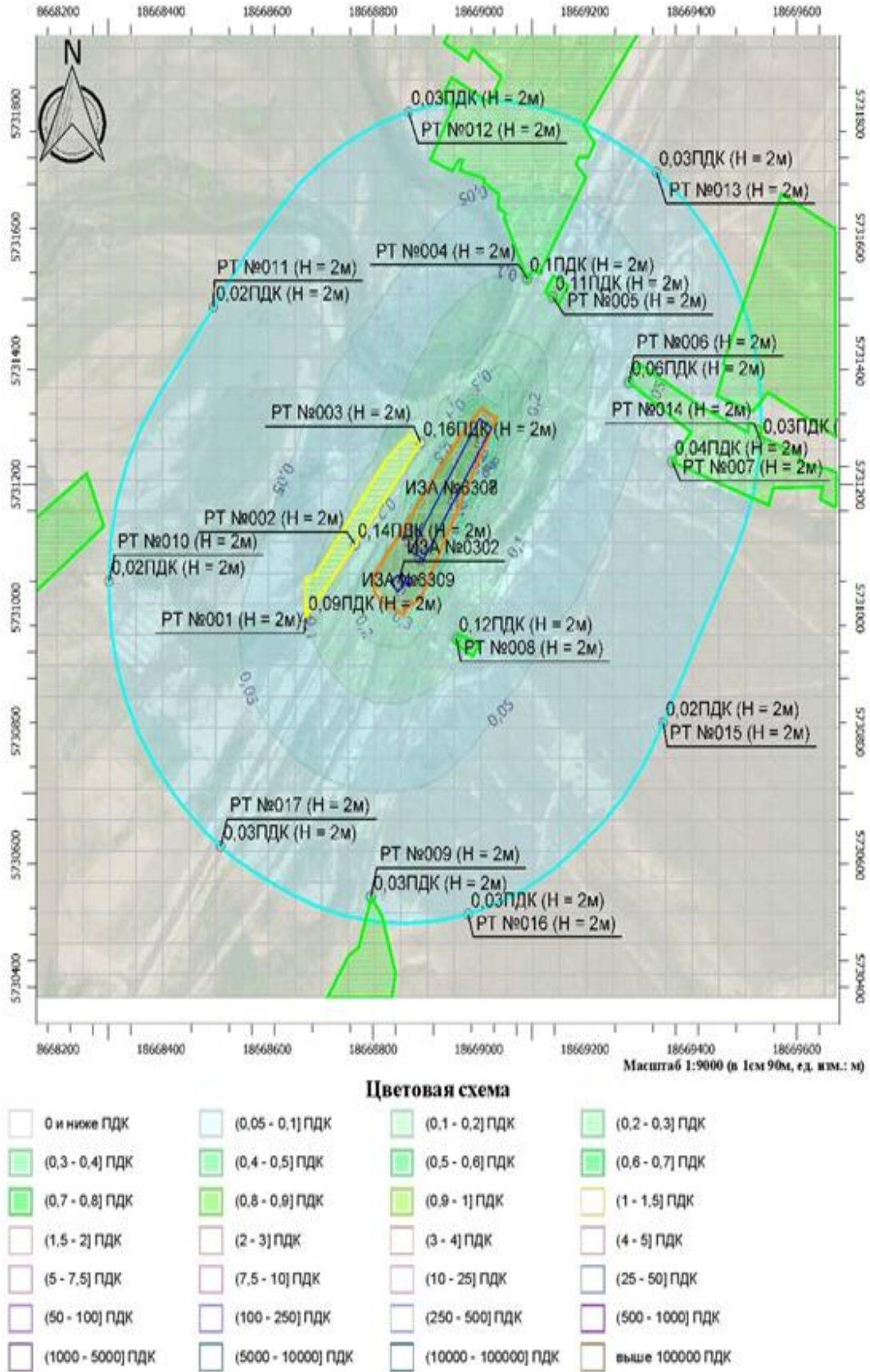


Рис. 3. Концентрация вещества, код расчета 3749 (пыль каменного угля)

Fig. 3. Substance concentration, calculation code 3749 (coal dust)

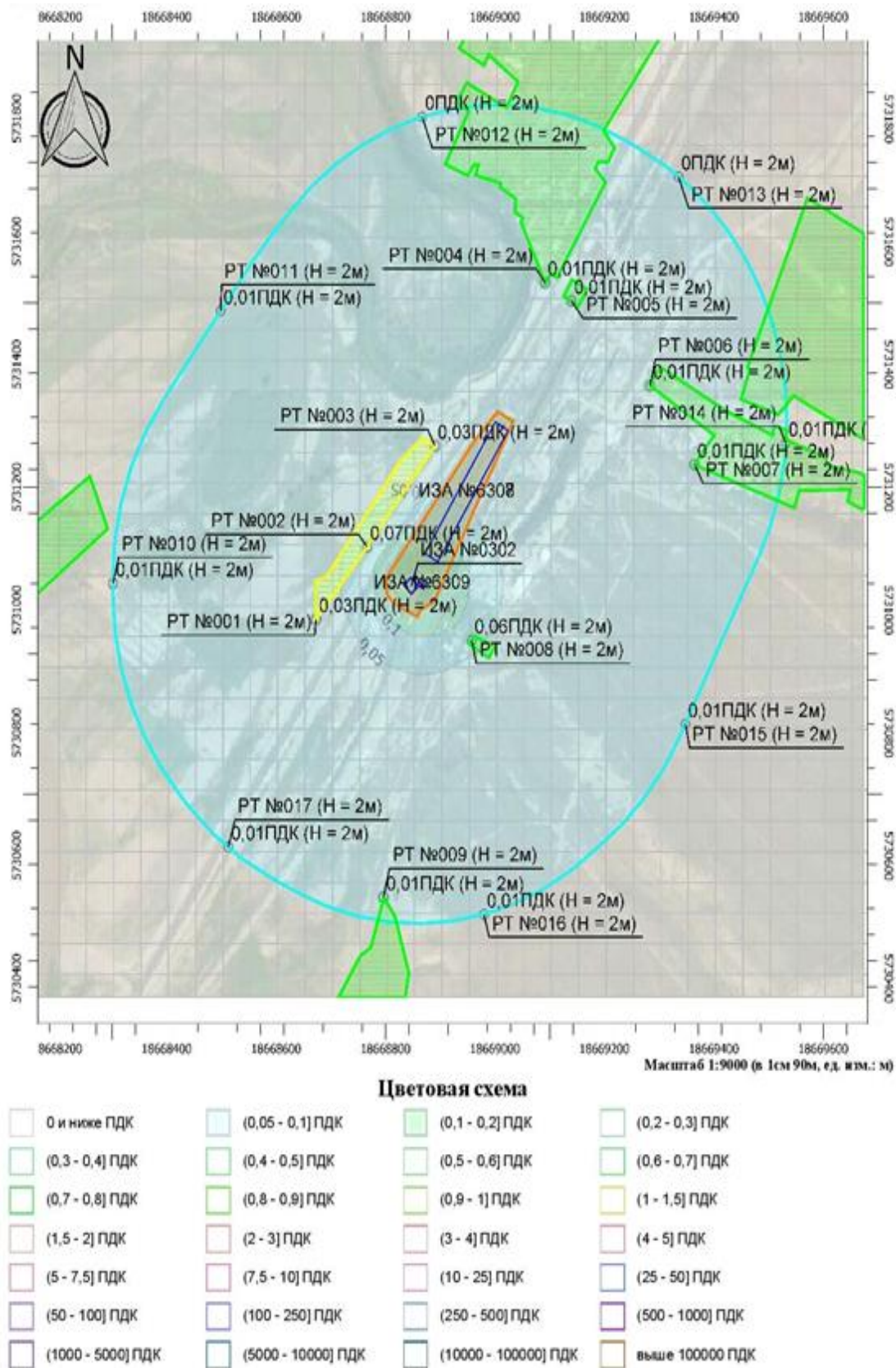
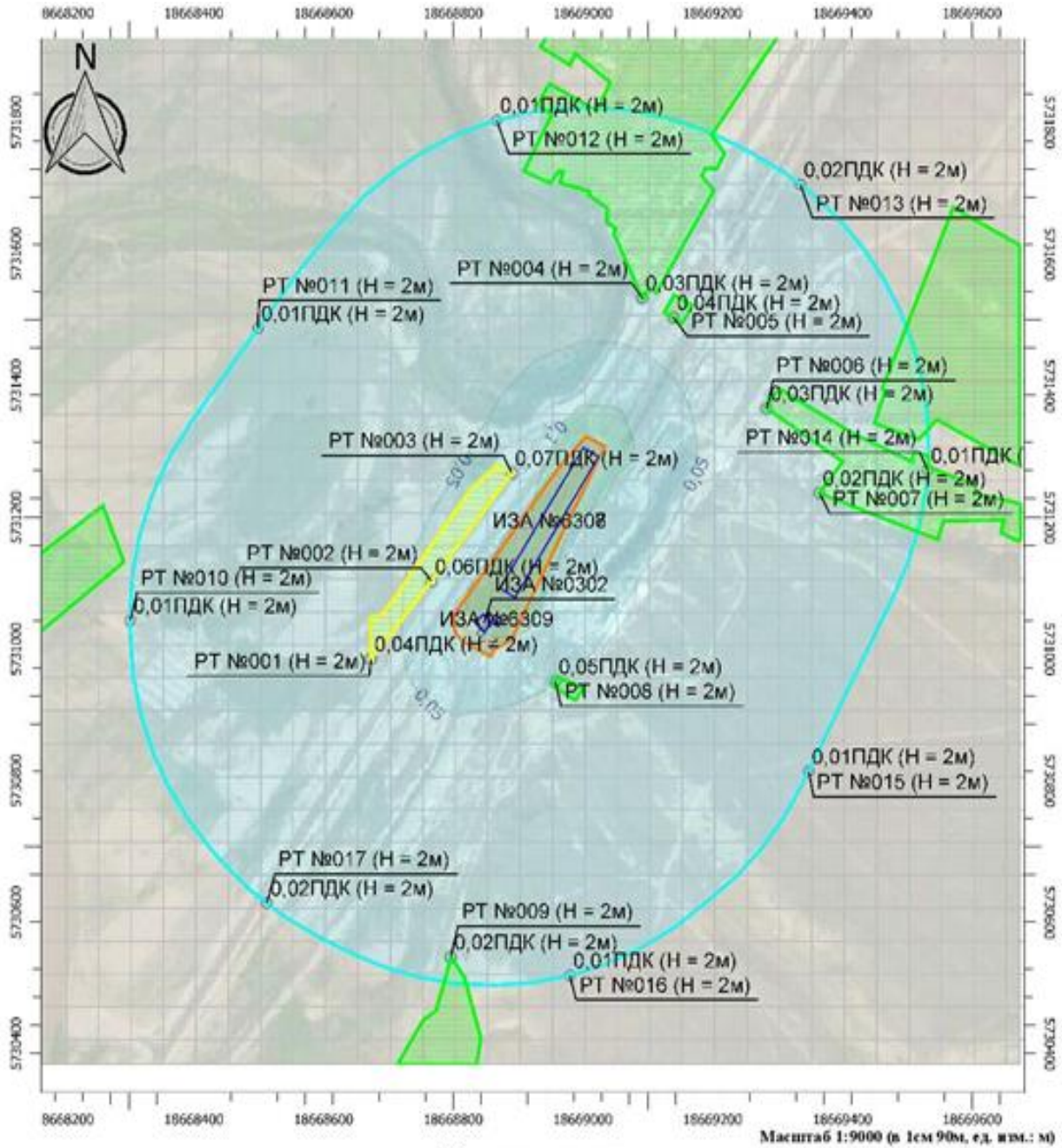


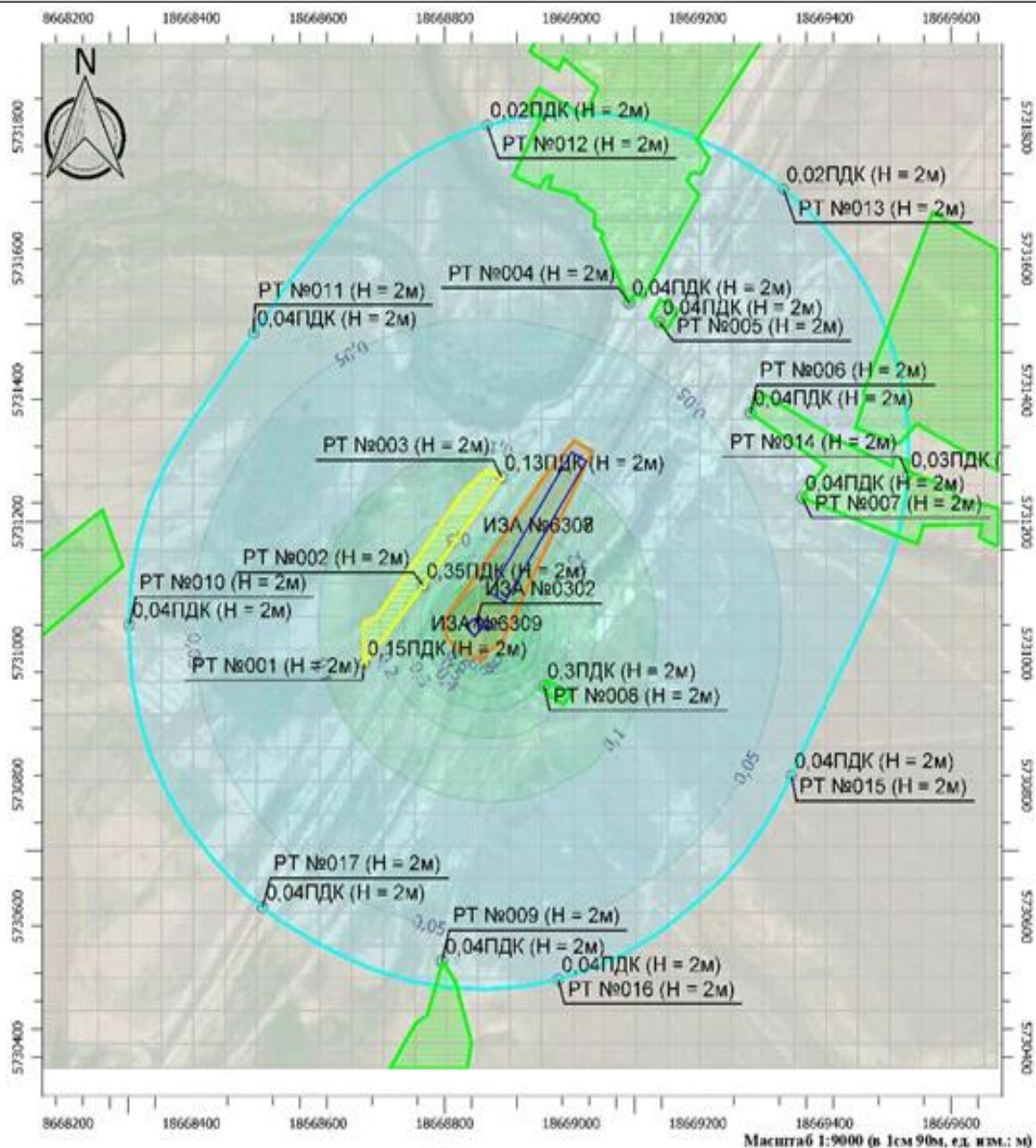
Рис. 4. Концентрация вещества, код расчета 2752 (уййт-спирит)
 Fig. 4. Substance concentration, calculation code 2752 (white spirit)



Цветовая схема

0 и ниже ПДК	(0,05 - 0,1] ПДК	(0,1 - 0,2] ПДК	(0,2 - 0,3] ПДК
(0,3 - 0,4] ПДК	(0,4 - 0,5] ПДК	(0,5 - 0,6] ПДК	(0,6 - 0,7] ПДК
(0,7 - 0,8] ПДК	(0,8 - 0,9] ПДК	(0,9 - 1] ПДК	(1 - 1,5] ПДК
(1,5 - 2] ПДК	(2 - 3] ПДК	(3 - 4] ПДК	(4 - 5] ПДК
(5 - 7,5] ПДК	(7,5 - 10] ПДК	(10 - 25] ПДК	(25 - 50] ПДК
(50 - 100] ПДК	(100 - 250] ПДК	(250 - 500] ПДК	(500 - 1000] ПДК
(1000 - 5000] ПДК	(5000 - 10000] ПДК	(10000 - 100000] ПДК	выше 100000 ПДК

Рис. 5. Концентрация вещества, код расчета 0301 (азота диоксида)
 Fig. 5. Substance concentration, calculation code 0301 (nitrogen dioxide)



Цветовая схема

0 и ниже пдк	(0,05 - 0,1] пдк	(0,1 - 0,2] пдк	(0,2 - 0,3] пдк
(0,3 - 0,4] пдк	(0,4 - 0,5] пдк	(0,5 - 0,6] пдк	(0,6 - 0,7] пдк
(0,7 - 0,8] пдк	(0,8 - 0,9] пдк	(0,9 - 1] пдк	(1 - 1,5] пдк
(1,5 - 2] пдк	(2 - 3] пдк	(3 - 4] пдк	(4 - 5] пдк
(5 - 7,5] пдк	(7,5 - 10] пдк	(10 - 25] пдк	(25 - 50] пдк
(50 - 100] пдк	(100 - 250] пдк	(250 - 500] пдк	(500 - 1000] пдк
(1000 - 5000] пдк	(5000 - 10000] пдк	(10000 - 100000] пдк	выше 100000 пдк

Рис. 6. Концентрация вещества, код расчета 0616 (деметилбензол (ксилол) (смесь мета-орто- и пара-изомеров))

Fig. 6. Substance concentration, calculation code 0616 (demethylbenzene (xylylene) (mixture of meta-ortho- and para-isomers))

Перечень источников, дающих наибольшие вклады в уровень загрязнения атмосферы
List of sources with the largest contributions to the level of air pollution

Загрязняющее вещество Polluting substance		Номер контрольной точки Number of control point	Допустимый вклад Сд в долях предельно- допустимой концентрации Permissible contribution Sd in shares of the maximum allowable concentration	Расчетная максимальная приземная концентрация, в долях предельно- допустимой концентрации Estimated maximum surface concentration, in fractions of the maximum permissible concentration			Источники, дающие наибольший вклад Sources with largest contribu- tion	
Код Code	Наименование Denomination			Жилая зона Residential area	Охранная зона Protected zone	Граница санитарно- защитной зоны Boundary of sani- tary protection zone	№ источника на карте-схеме № of source on map- scheme	Вклад, % Contribution, %
0301	Азота диоксид nitrogen dioxide	17	0,0	–	–	0,0174	3.1.0302	5,99
0301	Азота диоксид nitrogen dioxide	8	0,0	0,0515	–	–	3.1.0302	0,13
0301	Азота диоксид nitrogen dioxide	2	0,0	–	0,0699	–	3.1.0302	0,67
0616	Диметилбензол (ксилол) (смесь мета-, орто- и па- раизомеров) Dimethylbenzene (xylene) (mixture of meta-, ortho- and para-isomers)	16	0,0	–	–	0,0412	3.1.6309	100,00
0616	Диметилбензол (ксилол) (смесь мета-, орто- и па- раизомеров) Dimethylbenzene (xylene) (mixture of meta-, ortho- and para-isomers)	8	0,0	0,2995	–	–	3.1.6309	100,00
0616	Диметилбензол (ксилол) (смесь мета-, орто- и па- раизомеров) Dimethylbenzene (xylene)	2	0,0	–	0,3468	–	3.1.6309	100,00
2752	Уайт-спирит white spirit	8	0,0	0,0599	–	–	3.1.6309	100,00
2752	Уайт-спирит white spirit	2	0,0	–	0,0694	–	3.1.6309	100,00
3749	Пыль каменного угля coal dust	13	0,0	–	–	0,0335	3.1.6307	79,85
3749	Пыль каменного угля coal dust	8	0,0	0,1175	–	–	3.1.6307	87,59
3749	Пыль каменного угля coal dust	3	0,0	–	0,1618	–	3.1.6307	76,90

Авторами предложены мероприятия по установлению нормативов ПДВ на 2020–2027 гг. для всех рассматриваемых источников и загрязняющих веществ. В период 2023–2025 гг. пла-

нируются изменения в объемах производства, что в целях соблюдения требований экологической безопасности на объектах железнодорожного транспорта определит необходимость при-

менения современных, эффективных технологий по борьбе с угольной пылью.

Мероприятия по борьбе с угольной пылью при увеличении объема перевозок на производственном участке станции Саянтуй

В настоящее время на производственных участках Дирекции применяют несколько методов борьбы с угольной пылью. Рассмотрим сущность используемых технологий. Один из приоритетных методов связан с использованием технологии переработки угольной продукции так, чтобы механическое воздействие на груз было минимальным, что даст возможность меньше рассеивать угольную пыль.

Прикрытие механизированного оборудования, такого как дробильное оборудование, погрузо-выгрузочный фронт, конвейерная установка, или отдельных зон с интенсивным пылением угля, что позволит значительно сократить выделение угольной пыли в атмосферный воздух.

Эффективным и часто применяемым в разных странах методом является увлажнение угля. Он применяется в различные периоды времени года. В летний период такая технология позволяет достичь максимальной эффективности. В зимний период увлажнение производят с применением снежных пушек.

Представляется целесообразным применение различных химических составов. В промышленности для различных целей используют уголь определенных марок. Для предотвращения процесса пыления угля определенной марки подбирают химический состав с целью реакгентной обработки, который при нанесении на

штабель создает пленку на поверхности угля, препятствуя его распылению.

Перспективным методом защиты от пыления является метод укрытия с учетом использования защитных или предохранительных экранов. Предохранительные экраны служат ограждающим барьером распространения на значительные расстояния угольной пыли, а именно пыли от угольных терминалов до зон жилой застройки, а перфорация позволяет сократить скорость ветра, пыль угля оседает, а площадь распространения пыли значительно снижается [18].

Заключение

На территории Российской Федерации множество терминалов, которые приближены к городским территориям. В частности, на Восточно-Сибирской железной дороге (ВСЖД) в Дирекции имеется четыре терминала, на которых происходит переработка угля, эти терминалы находятся на расстоянии не менее 200 м от жилых построек, поэтому необходимо проводить расчет нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по каждому производственному участку, работающему с навалочными грузами в связи с увеличением потребности в угольной продукции.

Использование перечисленных мероприятий на производственных участках ВСЖД прогнозирует значительное улучшение экологической обстановки, а также возможный рост доходов ТСК, так как будет снят ряд ограничений, связанных с погрузо-разгрузочной работой на железнодорожных станциях.

Список литературы

1. Стратегия развития Холдинга «РЖД» на период до 2030 года // ОАО «РЖД» : сайт. URL : <https://volgograd-terkom34.ru/wp-content/uploads/2017/05/Стратегия-развития-ОАО-РЖД-до-2030-года.pdf> (Дата обращения 10.12.2022).
2. Российские железные дороги // ОАО «РЖД» : сайт. URL: <http://www.rzd.ru> (Дата обращения 25.11.2022).
3. Об утверждении Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 27.11.2021 г. № 3363-р. URL: <http://mintrans.gov.ru/documents/8/11577> (Дата обращения 28.11.2022).
4. Об утверждении Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.09.2018 г. № 2101-р. URL: <http://government.ru/docs/34297/> (Дата обращения 15.12.2022).
5. Власова Н.В., Игнатьева Е.И., Гордеев К.Е. Комплекс мероприятий по улучшению экологической обстановки на железнодорожной станции Касьяновка Восточно-Сибирской железной дороги // Молодая наука Сибири. 2021. № 3 (13). С. 126–133. URL: <http://ojs.irgups.ru/index.php/mns/article/view/192> (Дата обращения 28.11.2022).
6. Игнатьева Е.И., Гордеев К.Е., Власова Н.В. Комплексная технология экомониторинга воздуха и систем борьбы с пылью для улучшения экологической обстановки на железнодорожной станции Касьяновка Восточно-Сибирской железной дороги // Наука молодых – будущее России : сб. науч. ст. VI Междунар. науч. конф. перспективных разработок молодых ученых. Курск, 2021. Т. 4. С. 256–260.

7. Данчина Д.А., Дегтярева А.Н., Пьянова Е.С. Логистика доставки угля в дальневосточные порты // Логистика – евразийский мост : материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. Красноярск, 2022. Ч. 2. С. 90–94.
8. Ксен'ченко И.В., Ермина М.В. Оценка влияния качества атмосферного воздуха промышленных городов на состояние здоровья населения // Успехи современного естествознания. 2011. № 8. С. 113.
9. Голохваст К.С. Профиль атмосферных взвесей в городах и его экологическое значение // Бюл. физиологии и патологии дыхания. 2013. № 49. С. 87–91.
10. Дмитриев В.Г. Оценка экологического риска. Аналитический обзор публикаций // Арктика и север. 2014. № 14. С. 126–147.
11. Суржиков Д.В., Осипов В.Д. Оценка воздействия канцерогенных загрязнителей окружающей среды на население промышленного города // Бюл. Вост.-Сиб. науч. центра Сиб. отделения Рос. акад. мед. наук. 2005. № 1 (39). С. 140–142.
12. Гранулометрический анализ атмосферных взвесей экологически благополучного и неблагополучного районов Владивостока / В.И. Янькова, Т.А. Гвозденко, К.С. Голохваст и др. // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2014. № 2 (56). С. 62–66.
13. О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» : постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 г. № 74 // Доступ из справ.-прав. системы «КонсультантПлюс».
14. Ефимова Н.В. Оценка медико-социального и экологического ущерба, связанного с техногенным загрязнением атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. 2006. № 5. С. 20–22.
15. Колнет И.В. Гигиеническая оценка загрязнения окружающей среды комплексом тяжелых металлов : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2000. 23 с.
16. Гигиеническая оценка опасности канцерогенных факторов атмосферного воздуха / О.Н. Литвиченко, И.А. Черниченко, Т.В. Коваленко и др. // Гигиена и санитария. 2007. № 1. С. 14–17.
17. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Румянцев Г.И. Методологические аспекты оценки риска для здоровья населения при кратковременных и хронических воздействиях химических веществ, загрязняющих окружающую среду // Гигиена и санитария. 2002. № 6. С. 5–7.
18. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник. 2012. № 4 (23). С. 46–50.

References

1. Strategiya razvitiya Kholdinga «RZHD» na period do 2030 goda (Elektronnyi resurs) [Development strategy of the Russian Railways Holding for the period up to 2030 (Electronic resource)]. Available at: <https://volgograd-terkom34.ru/wp-content/uploads/2017/05/Стратегия-развития-ОАО-РЖД-до-2030-года.pdf> (Accessed December 10, 2022).
2. Rossiiskie zheleznye dorogi (Elektronnyi resurs) [Russian Railways (Electronic Resource)]: Available at: <http://www.rzd.ru> (Accessed November 25, 2022).
3. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 27.11.2021 g. № 3363-r «Ob utverzhdenii Transportnoi strategii Rossiiskoi Federatsii do 2030 goda s prognozom na period do 2035 goda» [Decree of the Government of the Russian Federation No 3363-r dated November 27, 2021]. Available at: <https://mintrans.gov.ru/documents/8/11577> (Accessed November 28, 2022).
4. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 30.09.2018 g. № 2101-r «Ob utverzhdenii Kompleksnogo plana modernizatsii i rasshireniya magistral'noi infrastruktury na period do 2024 goda» [Decree of the Government of the Russian Federation no 2101-r dated September 30, 2018 «On approval of the Comprehensive Plan for Modernization and Expansion of the trunk infrastructure for the period up to 2024»]. Available at: URL: <http://government.ru/docs/34297/> (Accessed December 15, 2022).
5. Vlasova N.V., Ignat'eva E.I., Gordeev K.E. Kompleks meropriyatii po uluchsheniyu ekologicheskoi obstanovki na zheleznodorozhnoi stantsii Kas'yanovka Vostochno-Sibirskoi zheleznoi dorogi [A set of measures to improve the environmental situation at the Kasyanovka railway station of the East Siberian Railway]. *Molodaya nauka Sibiri* [Young Science of Siberia], 2021, no. 3 (13), pp. 126–133.
6. Ignat'eva E.I., Gordeev K.E., Vlasova N.V. Kompleksnaya tekhnologiya ekonomonitoringa vozdukha i sistem bor'by s pyl'yu dlya uluchsheniya ekologicheskoi obstanovki na zheleznodorozhnoi stantsii Kas'yanovka Vostochno-Sibirskoi zheleznoi dorogi [Integrated technology of environmental monitoring of air and dust control systems to improve the environmental situation at the Kasyanovka railway station of the East Siberian Railway]. *Sbornik nauchnykh statei VI Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii perspektivnykh razrabotok molodykh uchenykh «Nauka molodykh – budushchee Rossii»* [Proceedings of the VI International scientific conference of promising developments of young scientists «Science of the Young – the Future of Russia»]. Kursk, 2021, vol. 4, pp. 256–260.
7. Danchina D.A., Degtyareva A.N., P'yanova E.S. Logistika dostavki uglya v dal'nevostochnye porty [Logistics of coal delivery to the Far Eastern ports]. *Materialy XVII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Logistika – evraziiskii most»* [Proceedings of the XVII International Scientific and Practical Conference «Logistics – the Eurasian bridge»]. Krasnoyarsk, 2022, part 2, pp. 90–94.
8. Ksen'chenko I.V., Ermina M.V. Otsenka vliyaniya kachestva atmosfernogo vozdukha promyshlennykh gorodov na sosvoyanie zdorov'ya naseleniya [Evaluation of the impact of atmospheric air quality in industrial cities on the health status of the population]. *Uspexi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural sciences], 2011, no. 8, pp. 113.
9. Golokhvast K.S. Profil' atmosferykh vzvesei v gorodakh i ego ekologicheskoe znachenie [Profile of atmospheric suspensions in cities and its ecological significance]. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya* [Bulletin of Physiology and Pathology of Respiration], 2013, no. 49, pp. 87–91.

10. Dmitriev V.G. Otsenka ekologicheskogo riska. Analiticheskiy obzor publikatsii [Environmental risk assessment. Analytical review of publications]. *Arktika i sever* [Arctic and North], 2014, no. 14, pp. 126–147.
11. Surzhikov D.V., Osipov V.D. Otsenka vozdeistviya kantserogennykh zagryaznitelei okruzhayushchei sredy na naselenie promyshlennogo goroda [Evaluation of the impact of carcinogenic environmental pollutants on the population of an industrial city]. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoy akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences], 2005, no. 1 (39), pp. 140–142.
12. Yan'kova V.I., Gvozdenko T.A., Golokhvast K.S., Chaika V.V., Gorodnyi V.A. Granulometricheskii analiz atmosferykh vzvesei ekologicheski blagopoluchnogo i neblagopoluchnogo raionov Vladivostoka [Granulometric analysis of atmospheric suspensions of ecologically safe and disadvantaged areas of Vladivostok]. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka* [Health. Medical ecology. The science], 2014, no. 2 (56), pp. 62–66.
13. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 25.09.2007 g. № 74 «O vvedenii v deistvie novoi redaktsii sanitarno-epidemiologicheskikh pravil i normativov SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Sanitarno-zashchitnye zony i sanitarnaya klassifikatsiya predpriyatii, sooruzhenii i inyykh ob'ektov» [Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No 74 dated September 25, 2007 «On the introduction of a new edition of sanitary and epidemiological rules and regulations of the sanitary norms and rules 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, structures and other objects»].
14. Efimova N.V. Otsenka mediko-sotsial'nogo i ekologicheskogo ushcherba, svyazannogo s tekhnogennym zagryazneniem atmosfernogo vozdukhа [Assessment of medical, social and environmental damage associated with technogenic pollution of atmospheric air]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2006, no. 5, pp. 20–22.
15. Kolnet I.V. Gigienicheskaya otsenka zagryazneniya okruzhayushchei sredy kompleksom tyazhelykh metallov [Hygienic assessment of environmental pollution by a complex of heavy metals]. Ph.D.'s thesis. Moscow, 2000, 23 p.
16. Litvienko O.N., Chernichenko I.A., Kovalenko T.V., Zinchenko G.G. Gigienicheskaya otsenka opasnosti kantserogennykh faktorov atmosfernogo vozdukhа [Hygienic assessment of the danger of carcinogenic factors of atmospheric air]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2007, no. 1, pp. 14–17.
17. Rakhmanin Yu.A., Novikov S.M., Rummyantsev G.I. Metodologicheskie aspekty otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri kratkovremennykh i khronicheskikh vozdeistviyakh khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu [Methodological aspects of risk assessment for public health under short-term and chronic effects of chemicals polluting the environment]. *Gigiena i sanitariya* [Hygiene and sanitation], 2002, no. 6, pp. 5–7.
18. Buzmakov S.A. Antropogennaya transformatsiya prirodnoi sredy [Anthropogenic transformation of the natural environment]. *Geograficheskiy vestnik* [Geographic Bulletin], 2012, no. 4 (23), pp. 46–50.

Информация об авторах

Руш Елена Анатольевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой техносферной безопасности, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск; e-mail: lrush@mail.ru.

Власова Наталья Васильевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления эксплуатационной работой, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск; e-mail: natalya.vlasova.76@list.ru.

Information about the authors

Elena A. Rush, Doctor of Engineering Science, Full Professor, Head of the Department of Technosphere Safety, Irkutsk State Transport University, Irkutsk; e-mail: lrush@mail.ru.

Natal'ya V. Vlasova, Ph.D. in Engineering Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Operation Work Management, Irkutsk State Transport University, Irkutsk; e-mail: natalya.vlasova.76@list.ru.