

УДК 622.411.52:504

Дахова Екатерина Валерьевна
преподаватель,
кафедра экологии, ресурсопользования
и безопасности жизнедеятельности,
Тихоокеанский государственный университет,
680000, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская 136
e-mail: 010770@pnu.edu.ru

Майорова Людмила Петровна
доктор химических наук, доцент,
и.о. завкафедрой экологии, ресурсопользования
и безопасности жизнедеятельности,
Тихоокеанский государственный университет
e-mail: 000318@pnu.edu.ru

Лукьянов Алексей Игоревич
преподаватель,
кафедра экологии, ресурсопользования
и безопасности жизнедеятельности,
Тихоокеанский государственный университет
e-mail: 008362@pnu.edu.ru

ПЫЛЕВАЯ НАГРУЗКА НА СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ П.Г.Т. ШАХТЕРСК САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация:

Статья посвящена проблеме загрязнения снежного покрова пылью различного происхождения, в частности угольной пылью и пылью от сжигания угля на территории Углегорского района Сахалинской области. Рассматриваются основные элементы угольного кластера района, возможное негативное влияние их на компоненты окружающей среды. Определено, что в п.г.т. Шахтерск максимальное негативное воздействие обусловлено сжиганием угля для нужд отопления в котельных и домовых печах, а также косвенно оказывается воздействие при транспортировке угля. Угольная пыль и продукты сгорания угля после рассеивания в атмосфере высаживаются в зимний период на поверхность снежного покрова, который способен к накоплению в своем составе практически всех веществ, поступающих в атмосферу от различных источников, что делает его удобным индикатором загрязнения. Основное внимание уделяется оценке уровня загрязнения пылью снежного покрова в городской черте при использовании котельного и печного типов отопления.

В качестве контролируемого параметра принята пылевая нагрузка.

Отбор проб осуществлялся в период активного снеготаяния в течение трех лет, в различных местах, с учетом источников воздействия, жилой зоны и социальных объектов. Выбрано 5 точек, из которых 4 находятся в разных районах п.г.т. Шахтерск, № 5 – контрольная точка вне зоны антропогенного воздействия. Фотографии снеговых разрезов, приведенные в статье, наглядно демонстрируют накопление пыли в снеге.

Приведенные данные свидетельствуют о более высоком загрязнении снежного покрова из-за котельных по сравнению с печным отоплением, что делает необходимым разработку природоохранных мероприятий. Объем пыления при транспортировке угля вблизи населенного пункта на данном этапе оценить невозможно. Требуется моделирование процессов рассеивания примесей в атмосфере.

Ключевые слова: угольная промышленность; снежный покров; пылевая нагрузка; уровень загрязнения; Сахалинская область, печное отопление, котельное отопление.

DOI: 10.25635/2313-1586.2022.01.065

Dakhova Yekaterina V.
Lecturer,
Department of Ecology, Resource Management
and Life Safety,
Pacific State University,
68000 Khabarovsk, 136 Tikho-okeanskaya Str.
e-mail: 010770@pnu.edu.ru

Mayorova Ludmila P.
Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor,
Acting Head of the Department of Ecology,
Resource Management and Life Safety,
Pacific State University,
e-mail: 000318@pnu.edu.ru

Lukyanov Aleksey I.
Lecturer,
Department of Ecology, Resource Management
and Life Safety,
Pacific State University,
e-mail: 008362@pnu.edu.ru

ANALYSIS OF DUST LOAD ON SNOW COVER IN SHAKHTYORSK, SAKHALIN REGION

Abstract:

The article deals the problem of snow cover pollution with dust of various origins, in particular, coal dust and dust from coal combustion in the Ulegorsk district of the Sakhalin region.

The paper considers the main elements of the coal cluster of the region, their possible negative impact on the components of the environment. It has been determined that in the Shakhtyorsk settlement, the maximum negative impact is caused by the combustion of coal for heating needs in boiler rooms/houses and house stoves, as well as an indirect impact during the transportation of coal. Coal dust and coal combustion products, after dispersion in the atmosphere, land in winter on the surface of the snow cover, which is capable of accumulating in its composition almost all substances entering the atmosphere from various sources, which makes it a convenient indicator of pollution. The paper pays the main attention to assessing the level of dust pollution of the snow cover in the settlement when using boiler and stove types of heating.

The dust load is that we take as a controlled parameter. Sampling was carried out during the period of active snowmelt for three years, in various places, taking into account sources of exposure, residential areas and social facilities. 5 points were selected, 4 of which are located in different areas of Shakhtyorsk, No. 5 is a control point outside the zone of anthropogenic impact. The photographs of snow cuts given in the article clearly demonstrate the accumulation of dust in the snow.

The data presented indicate a higher contribution to the pollution of the snow cover of boiler houses compared to stove heating, which makes it necessary to develop environmental measures. The contribution to the dusting of coal transportation near the settlement at this stage cannot be assessed. Modeling of the processes of dispersion of impurities in the atmosphere is required.

Key words: coal industry, snow cover, dust load, pollution level, Sakhalin region, stove heating, boiler heating.

Введение

Несмотря на повышение уровня экологизации производства и потребления, уголь остается вторым по степени значимости видом топлива в мировом пространстве, а угольная промышленность активно развивается, в частности на территории Сахалинской области.

Высокая значимость и позитивный характер с экономической точки зрения противопоставляются высокой нагрузке на компоненты окружающей среды в районах добычи, транспортировки, перевалки и использования угля [1 – 3].

Российская угольная промышленность включает в себя 16 угольных бассейнов, в том числе и на территории Дальнего Востока [4]. Крупнейшим угледобывающим предприятием Сахалинской области, реализующим полный цикл по добыче и отгрузке твердого топлива, является ООО «Восточная горнорудная компания» (ВГК) с входящими в нее ООО «Солнцевский угольный разрез» и ООО «Угольный морской порт Шахтерск», расположенные в Углегорском районе (рис.1) [5].

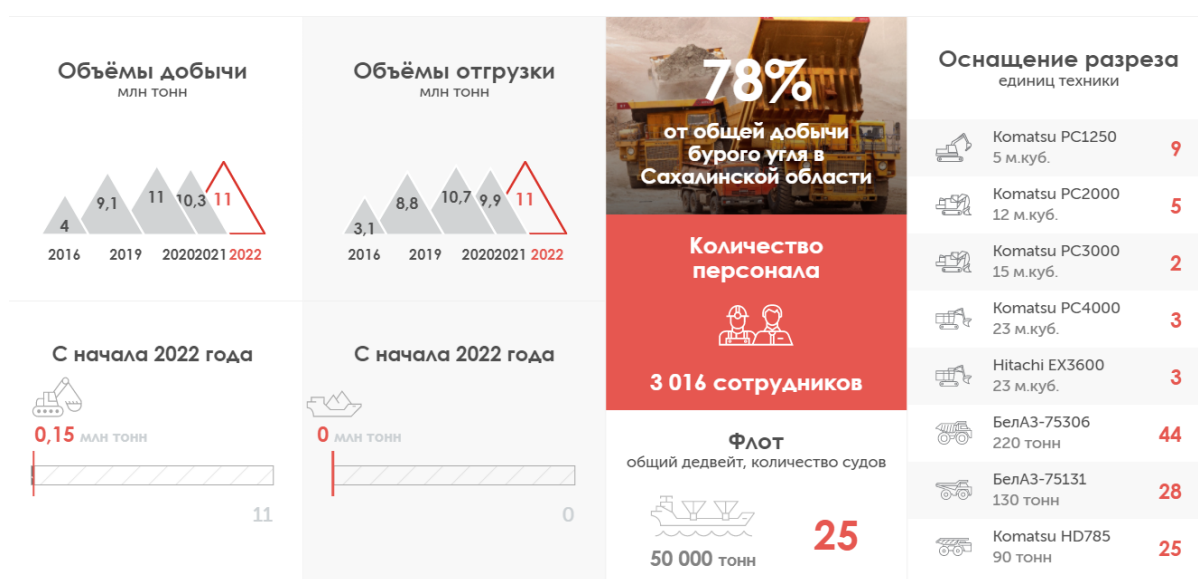


Рис. 1. Ключевые факты о деятельности Восточной горнорудной компании по официальным данным источника [5]

Восточная горнорудная компания продолжает наращивать свой потенциал по добыче и последующему экспорту сырья. Основные рыночные позиции – страны Юго-Восточной Азии [6].

Элементы угольного кластера в районе исследования приведены на рис. 2. Ранее на территории района действовал ряд шахт, на сегодняшний день подземная разработка прекращена, последняя шахта закрыта в 2017 г., но продолжительное использование и отсутствие достаточных мер по рекультивации дает негативный эффект воздействия, в том числе на атмосферный воздух. На сегодняшний день в районе ведется открытая добыча на Солнцевском угольном разрезе [5]. Для транспортировки с мест добычи до порта используется автомобильный транспорт. С целью увеличения мощностей и снижения пыления, угледобывающая компания готовит к запуску магистральный конвейер.

Цель работы – провести оценку загрязнения территории путем анализа пылевой нагрузки на снежный покров п.г.т. Шахтерск Сахалинской области.

В качестве объекта исследования выбраны участки населенного пункта, подвергающиеся антропогенной нагрузке при транспортировке и использовании угля. Контрольная точка выбрана вне зоны влияния угольного кластера. Предметом исследования является снежный покров рассматриваемых территорий.



Рис. 2. Элементы угольного кластера Углегорского района Сахалинской области

Как правило, в районах добычи угля теплоснабжение производится с его использованием. Учитывая особенность географии и социально-экономические факторы, большая часть городов Дальнего Востока, в частности, Сахалинской области, относится к категории малых. Следовательно, в качестве источников теплоснабжения выступают небольшие по мощности котельные и индивидуальные отопительные системы, часто не отвечающие всем требованиям по нормативам выбросов, что не только вносит определенный вклад в загрязнение атмосферы, но и служит фактором, оказывающим негативное воздействие на здоровье человека.

Централизованное теплоснабжение населенного пункта представлено источниками котельного теплоснабжения – котельной «Районная» (основная по объемам теплоснабжения) и котельной «Керамик» (микрорайон Шахтерск-2).

В нижней части города (условное разделение по особенности рельефа местности) имеется котельная, отапливающая спортивную школу.

Отопление частного сектора (также расположенного в нижней части города) – печное. Топливо – бурый уголь, марки ЗБР 0-300, зольность – 15 %, влажность – 19 % [7] (рис. 3).



Рис. 3. Варианты отопления п.г.т. Шахтерск, Углегорский р-н Сахалинской обл.
(Слева направо: Котельная «Районная», котельная «Керамик», котельная спортивной школы, печное отопление)

По данным ВОЗ, продукты горения твердого органического топлива, попадающие во внутреннюю атмосферу дома, включены в список ведущих рисков возникновения заболеваний дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Опасность составляют как твердые, так и газообразные продукты [8 – 11] (рис. 4).

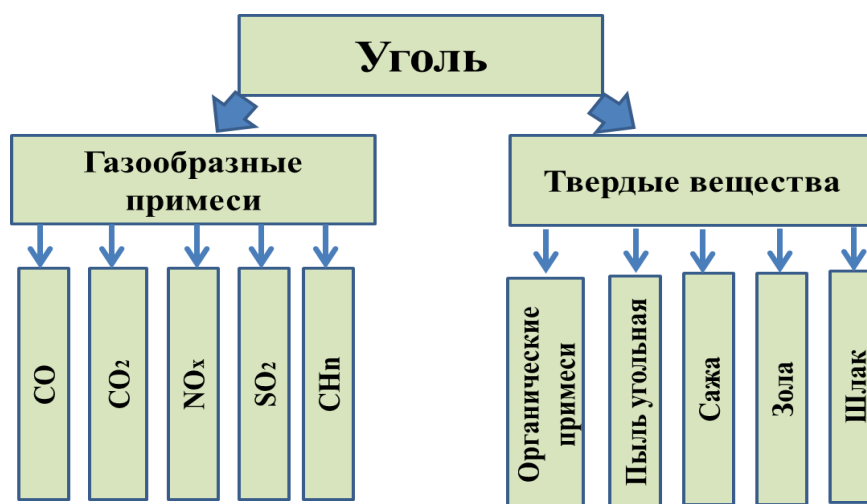


Рис. 4. Загрязняющие вещества, образующиеся при добыче, транспортировке и использовании угля

При использовании угля наибольшему воздействию подвергаются кожные покровы и слизистая оболочка дыхательных путей, что впоследствии может привести к развитию ряда заболеваний.

Воздушная среда является наиболее подвижной из всех природных сред, что создает определенные сложности при ее анализе. Загрязняющие вещества способны быстро распространяться в ней на большие расстояния [12]. Снежный покров способен к накоплению в своем составе практически всех веществ, поступающих в атмосферу от различных источников, что делает его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения почвы, воды, живых организмов [9 – 13]. Загрязнение снежного покрова происходит в 2 этапа:

- загрязнение снежинок во время их образования в облаке и выпадения на местность – влажное выпадение загрязняющих веществ со снегом;
- загрязнение уже выпавшего снега в результате сухого выпадения загрязняющих веществ из атмосферы, а также их поступления из подстилающих почв и горных пород [14].

Для контроля накопления пыли в объектах окружающей среды был выбран метод индикации снежного покрова [15 – 17].

Проанализировано пять точек в населенном пункте (рис. 5).

В каждой точке отобрана интегральная проба, состоящая из нескольких кернов. Количество кернов определяется на месте, исходя из обязательного условия получения общего объема одной пробы не менее 1 – 2 л талой воды. Керны располагаются по методу «конверта» либо «треугольника» в зависимости от условий на местности, с учетом расстояния 5 м друг от друга. Оптимальное количество кернов для одной пробы – 3 – 5 [14]. Отбор проб проводился в период начала снеготаяния в 2017, 2019, 2021 г. с целью определения пылевой нагрузки в соответствии с ГОСТ 17.1.5.05-85 [18].

После оттаивания при комнатной температуре определялся объем пробы и проводилось фильтрование через беззольный фильтр, доведенный до постоянной массы. Далее фильтры были высушены при температуре 105 °С и взвешены на аналитических весах. Масса пыли пересчитывалась на кубический метр снежного покрова.

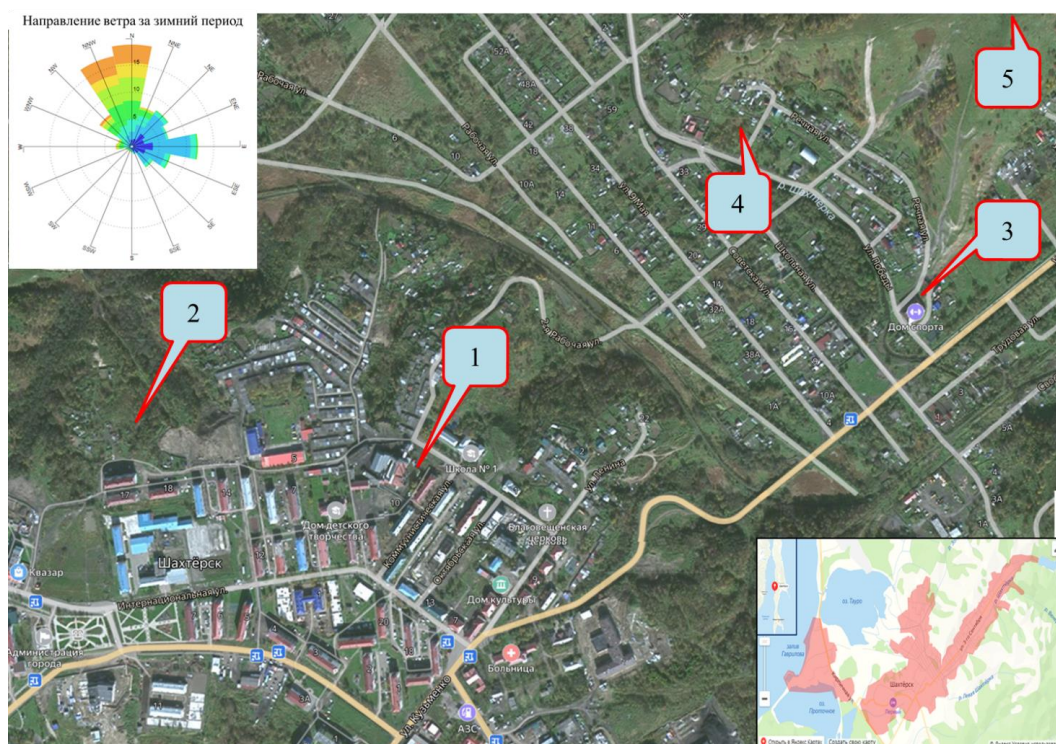


Рис. 5. Точки отбора проб

Проба №1. Район МБОУ СОШ №1 и котельной «Районная», находящейся в непосредственной близости со школой (котельное отопление). Наблюдается максимальное загрязнение на всей протяженности территории проведения исследования (рис. 6).



Рис. 6. Проба снега № 1

Выбор точки обусловлен близким расположением к котельной, школе, дому детского творчества, месту складирования золошлаковых отходов, новым многоквартирным домам.

Проба №2. Жилой массив в центральной части населенного пункта (котельное отопление). Проба отбиралась вдали от проезжей части и активного нахождения людей (рис. 7).



Рис. 7. Проба снега № 2

Проба №3. Район частного сектора (печное отопление). Выбор обусловлен сравнением территории с различными типами отопления (рис. 8).



Рис. 8. Проба снега № 3

Проба №4. Район спортивной школы им. Н.П. Карпенко (индивидуальное котельное отопление). Выбор точки обусловлен социальной значимостью объекта, удаленностью от основных котельных установок, особенностью рельефа территории (рис. 9).



Рис. 9. Проба снега № 4

Проба №5. Контрольная точка, не подверженная пылению на удаленности от застройки (рис. 10). Расположена в удаленности от любых источников пыления.

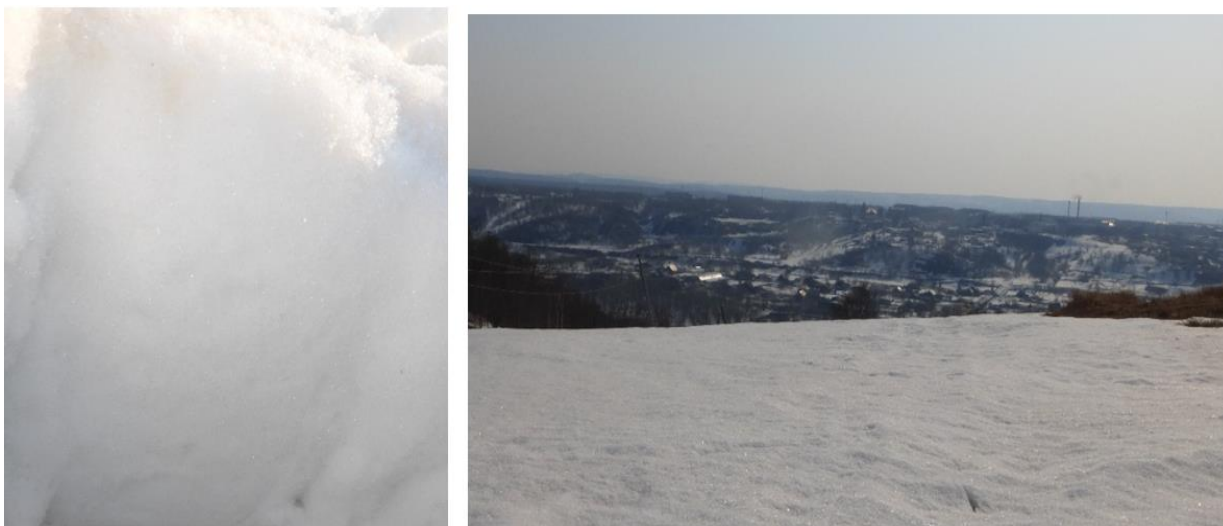


Рис. 10. Проба снега № 5

При анализе твердых атмосферных выпадений произведен расчет *пылевой нагрузки* (P_n) [14] по формуле

$$P_n = P / (S \cdot t)$$

где P – масса твердого вещества, содержащегося в снеговой пробе, кг; S – площадь отбора снежной пробы, км²; t – время, прошедшее с момента установления устойчивого снежного покрова, сут. Расчеты сведены в табл.1 и представлены на рис. 11.

Таблица 1

Расчет пылевой нагрузки в точках отбора проб

Номер точки отбора	2017	2019	2021	2017	2019	2021
	Уровень загрязнения [19]			Пылевая нагрузка, P_c , кг/км ² в сут		
1	Очень высокий, выпадение пыли, кг/км ² в сут более 850			1332,621	1558,34	1014,135
2				1095,371	1156,886	1107,573
3	Высокий, выпадение пыли, кг/км ² в сут 450 – 850	Низкий Выпадение пыли, кг/км ² в сут 100 – 250		475,8918	211,7243	209,0261
4	Очень высокий, выпадение пыли, кг/км ² в сут более 850		Низкий Выпадение пыли, кг/км ² в сут 100 – 250	1091,405	1420,847	183,3097
5	Очень низкий, (при учете низкого уровня выпадения пыли, кг/км ² в сут 100 – 250)			23,76794	13,12084	13,82523

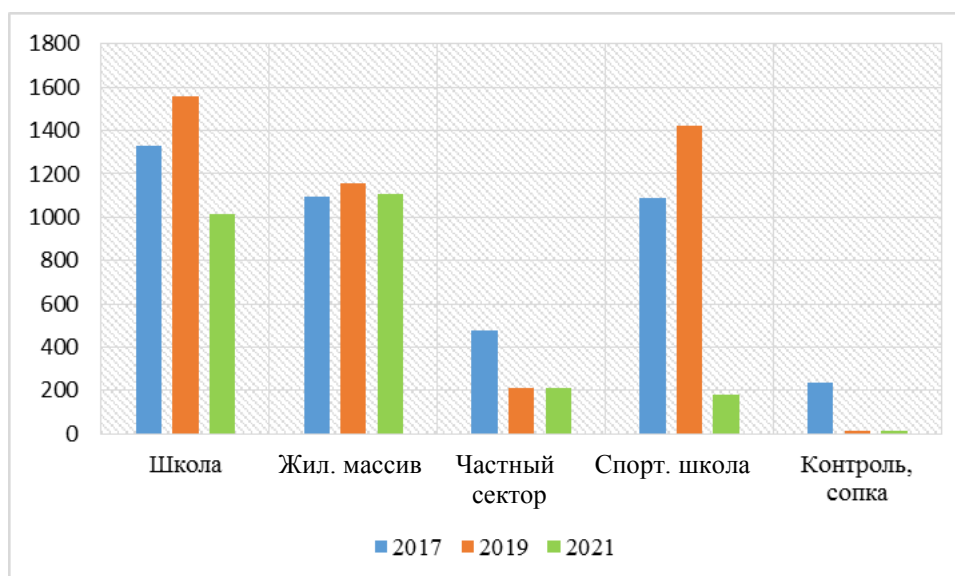


Рис. 11. Динамика пылевой нагрузки в точках отбора проб

Таким образом, в пробе № 1 отмечена максимальная пылевая нагрузка на территорию, которая по шкале уровней загрязнения территории относится к категории очень высокого загрязнения. Непосредственная близость котельной, временных складов угля, а также временных складов золошлаковых отходов дает основание полагать, что основную долю в пылевом загрязнении имеет именно пыль угольная, а также продукты сгорания угля. Близость образовательных учреждений и жилых домов дает основание для разработки рекомендаций по модернизации котельной и мест складирования угля и его продуктов.

Проба № 2 отобрана в центре населенного пункта, точка отбора находится практически на границе факела выброса котельной. Показатель пылевой нагрузки ниже, чем в точке № 1, но также свидетельствует об очень высоком уровне загрязнения. Это можно расценивать как фактор снижения комфортности проживания населения и потенциального ухудшения состояния здоровья.

Ситуация в частном секторе (проба № 3) меняется по годам: от 475,89 кг/км² в сутки в 2017 г. до 211,7 – 299 в 2019 и 2020 г. Соответственно, уровень загрязнения снежного покрова снижается от высокого до низкого.

Разница в показателях может быть обусловлена отсутствием определенного места для складирования золошлаковых отходов от печного отопления частных домов, высыпающихся на проезжую часть, огородно-приусадебные участки, что может отразиться на уровне пыления на данной территории. Количество отапливаемых домов и тип отопления существенно не менялись.

В пробе № 4 отмечается высокое содержание пыли за 2017 – 2019 гг., однако, судя по цвету фильтров после высушивания, пробы имеют достаточно высокую примесь скальных пород. Их наличие обусловлено близким расположением открытой породы, подверженной ветровой эрозии. Низкая пылевая нагрузка в 2021 г. связана со снижением отопления из-за сокращения деятельности учреждения из-за ковидных ограничений.

В контрольной точке, удаленной от других точек отбора проб и расположенной на сопке (проба № 5), пылевая нагрузка практически отсутствует.

Приведенные данные свидетельствуют о более высоком вкладе в загрязнение снежного покрова котельных по сравнению с печным отоплением, что делает необходимым разработку мероприятий по снижению выбросов от котельных. Вклад в пыление транспортировки угля вблизи населенного пункта на данном этапе оценить невозможно. Требуется моделирование процессов рассеивания примесей в атмосфере.

Исследование загрязнителей различного состава, аккумулирующихся в снежном покрове, является актуальной геоэкологической проблемой в районах добычи и далее при транспортировке и использовании угля. Попадающие в окружающую среду поллютанты способны к миграции в почву, водные объекты, атмосферный воздух и живые системы, что негативно сказывается на состоянии компонентов окружающей среды и здоровье человека.

Список литературы

1. Диколенко Е.Я., 2003. Экологические проблемы угольной отрасли и пути их решения. *Уголь*, № 1, С. 25 – 27.
2. Харионовский А.А., Литвинов А.Р., Данилова М.Ю., Махмуд Т., 2016. Оценка влияния на окружающую среду открытого и подземного способов добычи угля. *Вестник Научного центра*, № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-naokruzhayushchuyu-sredu-otkrytogo-i-podzemnogo-sposobov-dobychi-uglya> (дата обращения 10.02.2022)
3. Лукьянов А.И., Майорова Л.П., 2017. Оценка пылевой нагрузки на снежный покров в районе порта "Ванино". *Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы II междунар. науч.-практ. форума (Хабаровск, 4 мая 2017 г.)*. Отв. ред. П. Б. Рябухин. Вып. 2. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 304 с.
4. *Угольная промышленность России – проблемы и их решение*. Информационный портал «Пункты приема вторсырья и экология Земли». URL: <http://ecology-of.ru/pochva/ugolnaya-promyshlennost-rossii-problemy-i-ikh-reshenie/> (дата обращения 22.03.2022)
5. *Официальный сайт ООО «Восточная горнорудная компания»*. URL: <https://www.eastmining.ru/o-kompanii/> (дата обращения 06.02.2022).
6. ВГК с 11 миллионами тонн угля остается лидером по добыче на Сахалине. URL: <https://sakhalin.info/news/201233> (дата обращения 20.02.2022)
7. *Обосновывающие материалы к схеме теплоснабжения МО «Шахтерское городское поселение» до 2028 года*. URL: https://uglegorsk.sakhalin.gov.ru/system/files/docs_npa_adm/Obosnovivayacie-materiali-k-shemam-1.pdf (дата обращения: 10.12.2021)

8. *Report of the world health organization. Residential-Heating-Wood-Coal-Health-Impacts*. URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/274963/Residential-Heating-Wood-Coal-Health-Impacts-ru.pdf?ua= (дата обращения: 10.10.2018).
9. Munawer Muhammad, 2017. Human health and environmental impacts of coal combustion and post-combustion wastes. *Journal of Sustainable Mining*. URL: https://www.researchgate.net/publication/322128330_Human_health_and_environmental_impacts_of_coal_combustion_and_post-combustion_wastes (дата обращения 8.02.20220)
10. Hendryx, Michael. (2015). The public health impacts of surface coal mining. *The Extractive Industries and Society*. URL: https://www.researchgate.net/publication/283900460_The_public_health_impacts_of_surface_coal_mining/citation/download (дата обращения 3.01.2022)
11. Майорова Л.П., Лукьянов А.И., 2015. К вопросу воздействия на окружающую среду угольного терминала в бухте Мучка порта Ванино. *Дальневосточная весна – 2015: материалы 13-й Междунар. науч.- практ. конф. по проблемам экологии и безопасности, Комсомольск-на-Амуре, 28 апреля 2015 г.* Редкол.: И. П. Степанова (отв. ред.) [и др.]. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 275 с.
12. Тарасов В.В., Тихонова И.О., Кручинина Н.Е., 2000. *Мониторинг атмосферного воздуха*. Москва: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 97 с.
13. Михалев М.В., Лобкина В.А., 2020. Учет стратиграфии снежного покрова при анализе пространственного распределения загрязнителей, аккумулированных в снеге (Южно-Сахалинск). *Вестник ДВО РАН*, № 5 (213). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uchet-stratigrafii-snezhnogo-pokrova-pri-analize-prostranstvennogo-raspredeleniya-zagryazniteley-akkumulirovannyh-v-snege-yuzhno> (дата обращения: 30.01.2022).
14. Майорова Л.П., Лукьянов А.И., Дахова Е.В., 2021. *Экологические аспекты перевалки угля в морских портах*. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 217 с
15. Искитинова И.А., Герасимова М.С., Кобелева Н.А., Извекова Т.В., Гущин А.А., 2019. Оценка загрязнения снежного покрова в прибрежной зоне и воды в Р. Уводь на территории г. Иваново. *Экологический сборник 7: Труды молодых ученых. Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция*, № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zagryazneniya-snezhnogo-pokrova-v-pribrezhnoy-zone-i-vody-v-r-uvody-na-territorii-g-ivanovo> (дата обращения: 30.01.2022).
16. Лабузова О.М., Носкова Т.В., Лысенко М.С., Подчуфарова Д.П., Ильина Е.Г., Папина Т.С., 2018. Оценка влияния автотранспорта на загрязнение снежного покрова в городе Барнауле. *Известия АО РГО*, №3 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-avtotransporta-na-zagryaznenie-snezhnogo-pokrova-v-gorode-barnaule> (дата обращения: 30.01.2022).
17. Кара-Сал И.Д., 2020. Результаты исследования уровня загрязнения пылью снежного покрова городских территорий (на примере городов Кызыл и Ак-Довурак Республики Тыва). *Вестник Тувинского государственного университета. Естественные и сельскохозяйственные науки*, № 1 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-issledovaniya-urovnya-zagryazneniya-pylyu-snezhnogo-pokrova-gorodskih-territoriy-na-primere-gorodov-kyzyl-i-ak-dovurak> (дата обращения: 30.01.2022).
18. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков: ГОСТ 17.1.5.05-85 Дата введения 1986-07-01. *Профессиональные справочные системы Техэксперт*. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008297> (дата обращения 30.01.2022).
19. Перельман А.И., Касимов Н.С., 1999. *Геохимия ландшафта*. Книги по химии booksonchemistry. Москва, 610 с. URL: [/index.php?id1=3&category= geohimiya&author=Perelman-ai&book=1999&page=209](http://index.php?id1=3&category=geohimiya&author=Perelman-ai&book=1999&page=209) (дата обращения 29.01.2022)

References

1. Dikolenko E.Ya., 2003. Ekologicheskie problemy ugol'noi otrasli i puti ikh resheniya. Ugol' [Environmental problems of the coal industry and ways to solve them], № 1, P. 25 - 27.
2. Kharionovskii A.A., Litvinov A.R., Danilova M.Yu., Makhmud T., 2016. Otsenka vliyaniya na okruzhayushchuyu sredu otkrytogo i podzemnogo sposobov dobychi uglya [Assessment of the environmental impact of open and underground coal mining methods]. Vestnik Nauchnogo tsentra, № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-na-okruzhayushchuyu-sredu-otkrytogo-i-podzemnogo-sposobov-dobychi-uglya> (data obrashcheniya 10.02.2022)
3. Luk'yanov A.I., Maiorova L.P., 2017. Otsenka pylevoi nagruzki na snezhnyi pokrov v raione porta "Vanino" [Assessment of the dust load on the snow cover in the area of the port "Vanino"]. Prirodnye resursy i ekologiya Dal'nevostochno-go regiona: materiyaly II mezhdunar. nauch.-prakt. foruma (Khabarovsk, 4 maya 2017 g.). Otv. red. P. B. Ryabukhin. Vyp. 2. Khabarovsk: Izd-vo Tikhookeanskogo gos. un-ta, 304 p.
4. Ugol'naya promyshlennost' Rossii – problemy i ikh reshenie. Informatsionnyi portal "Punkty priema vtorsyr'ya i ekologiya Zemli" [The coal industry of Russia – problems and their solution. Information portal "Recycling collection points and ecology of the Earth"]. URL: <http://ecology-of.ru/pochva/ugolnaya-promyshlennost-rossii-problemy-i-ikh-reshenie/> (data obrashcheniya 22.03.2022)
5. Ofitsial'nyi sait OOO "Vostochnaya gornorudnaya kompaniya" [The official website of OOO "Vostochnaya Mining Company"]. URL: <https://www.eastmining.ru/o-kompanii/> (data obrashcheniya 06.02.2022).
6. VGK s 11 millionami tonn uglya ostaetsya liderom po dobyche na Sakhaline [VGK with 11 million tons of coal remains the leader in production on Sakhalin]. URL: <https://sakhalin.info/news/201233> (data obrashcheniya 20.02 2022)
7. Obosnovyvyayushchie materialy k skheme teplosnabzheniia MO "Shakhterskoe gorodskoe poselenie" do 2028 goda [Substantiating materials for the heat supply scheme of the MO "Shakhtersky urban settlement" until 2028]. URL: https://uglegorsk.sakhalin.gov.ru/sys-tem/files/docs_npa_adm/Obosnovivaycie-materiali-k-shemam-1.pdf (data obrashcheniya: 10.12.2021)
8. Report of the world health organization. Residential-Heating-Wood-Coal-Health-Impacts. URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/274963/Residential-Heating-Wood-Coal-Health-Impacts-ru.pdf?ua= (data obrashcheniya: 10.10.2018).
9. Munawer Muhammad, 2017. Human health and environmental impacts of coal combustion and post-combustion wastes. *Journal of Sustainable Mining*. URL: https://www.researchgate.net/publication/322128330_Human_health_and_environmental_impacts_of_coal_combustion_and_post-combustion_wastes (data obrashcheniya: 8.02.2022)
10. Hendryx, Michael. (2015). The public health impacts of surface coal mining. *The Extractive Industries and Society*. URL: https://www.researchgate.net/publication/283900460_The_public_health_impacts_of_surface_coal_mining/citation/download (data obrashcheniya: 3.01.2022)
11. Maiorova L.P., Luk'yanov A.I., 2015. K voprosu vozdeistviya na okruzhayushchuyu sredu ugol'nogo terminala v bukhte Muchka porta Vanino [On the issue of the environmental impact of the coal terminal in the Muchka bay of the port Vanino]. Dal'nevostochnaya vesna – 2015: materiyaly 13-i Mezhdunar. nauch.- prakt. konf. po problemam ekologii i bez-opasnosti, Komsomol'sk-na-Amure, 28 aprelya 2015 g. Redkol.: I. P. Stepanova (otv. red.) [i dr.]. Komsomol'sk-na-Amure: FGBOU VPO "KnAGTU", 275 p.
12. Tarasov V.V., Tikhonova I.O., Kruchinina N.E., 2000. Monitoring atmosfernogo vozdukha [Monitoring of atmospheric air]. Moscow: RKhTU im. D.I. Mendeleeva, 97 p.

13. Mikhalev M.V., Lobkina V.A., 2020. Uchet stratigrafii snezhnogo pokrova pri analize prostranstvennogo raspredeleniya zagryaznitelei, akkumulirovannykh v snege (Yuzhno-Sakhalinsk) [Taking into account the stratigraphy of snow cover when analyzing the spatial distribution of pollutants accumulated in snow (Yuzhno-Sakhalinsk)]. Vestnik DVO RAN, № 5 (213). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uchet-stratigrafii-snezhnogo-pokrova-pri-analize-prostranstvennogo-raspredeleniya-zagryazniteley-akkumulirovannykh-v-snege-yuzhno> (data obrashcheniya: 30.01.2022).

14. Maiorova L.P., Luk'yanov A.I., Dakhova E.V., 2021. Ekologicheskie aspekty perevalki uglia v morskikh portakh [Environmental aspects of coal transshipment in sea-ports]. Khabarovsk: Izd-vo Tikhookeanskogo gos. un-ta, 217 p

15. Iskitinova I.A., Gerasimova M.S., Kobeleva N.A., Izvekova T.V., Gushchin A.A., 2019. Otsenka zagryazneniya snezhnogo pokrova v pribrezhnoi zone i vody v R. Uvod'na territorii g. Ivanovo [Assessment of pollution of snow cover in the coastal zone and water in the Uvod' river on the territory of Ivanovo]. Ekologicheskii sbornik 7: Trudy molodykh uchenykh. Vserossiiskaya (s mezhdunarodnym uchastiem) molodezhnaya nauchnaya konferentsiya, № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zagryazneniya-snezhnogo-pokrova-v-pribrezhnoy-zone-i-vody-v-r-uvod-na-territorii-g-ivanovo> (data obrashcheniya: 30.01.2022).

16. Labuzova O.M., Noskova T.V., Lysenko M.S., Podchufarova D.P., Il'ina E.G., Papina T.S., 2018. Otsenka vliyaniya avtotransporta na zagryaznenie snezhnogo pokrova v gorode Barnaule [Assessment of the impact of vehicles on the pollution of snow cover in the city of Barnaul]. Izvestiya AO RGO, №3 (50). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-avtotransporta-na-zagryaznenie-snezhnogo-pokrova-v-gorode-barnaule> (data obrashcheniya: 30.01.2022).

17. Kara-Sal I.D., 2020. Rezul'taty issledovaniya urovnya zagryazneniya pyl'yu snezhnogo pokrova gorodskikh territorii (na primere gorodov Kyzyl i Ak-Dovurak Respubliki Tyva) [The results of the study of the level of dust pollution of the snow cover of urban areas (on the example of the cities of Kyzyl and Ak-Dovurak in the Republic of Tyva)]. Vestnik Tuvinskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye i sel'skokhozyaistvennye nauki, № 1 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-issledovaniya-urovnya-zagryazneniya-pylyu-snezhnogo-pokrova-gorodskikh-territoriy-na-primere-gorodov-kyzyl-i-ak-dovurak> (data obrashcheniya: 30.01.2022).

18. Okhrana prirody (SSOP). Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob pov-erkhnostnykh i morskikh vod, l'da i atmosferykh osadkov: GOST 17.1.5.05-85 [Nature Protection (SSOP). Hydrosphere. General requirements for sampling of surface and sea waters, ice and precipitation: GOST 17.1.5.05-85]. Data vvedeniya 1986-07-01. Professional'nye spravochnye sistemy Tekhekspert. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200008297> (data obrashcheniya 30.01.2022).

19. Perel'man A.I., Kasimov N.S., 1999. Geokhimiya landshafta [Geochemistry of the landscape]. Knigi po khimii . Moscow, 610 p. URL: [/index.php?id1=3&category=geokhimiya&author=Perelman-ai&book=1999&page=209](http://index.php?id1=3&category=geokhimiya&author=Perelman-ai&book=1999&page=209) (data obrashcheniya 29.01.2022).