

УДК 622.882:622.33.012.3«Черногорский»:622.85:631.43 © А.Т. Лавриненко, Г.Н. Шаповаленко, Н.А. Остапова, О.С. Сафронова, И.Н. Евсеева, Е.А. Моршнева, 2021

# Содержание химических загрязняющих веществ в почвенно-растительном покрове и атмосферном воздухе санитарно-защитной зоны разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» за 2018-2020 гг.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-6-50-53>

## ЛАВРИНЕНКО А.Т.

Старший научный сотрудник,  
заведующий группой рекультивации земель  
ФГБНУ «НИИАП Хакасии»,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,  
e-mail: [aleks233@yandex.ru](mailto:aleks233@yandex.ru)

## ШАПОВАЛЕНКО Г.Н.

Канд. техн. наук,  
директор разреза «Черногорский»  
ООО «СУЭК-Хакасия»,  
655162, г. Черногорск, Россия,  
e-mail: [ShapovalenkoGN@suek.ru](mailto:ShapovalenkoGN@suek.ru)

## ОСТАПОВА Н.А.

Канд. техн. наук,  
старший научный сотрудник  
ФГБНУ «НИИАП Хакасии»,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,  
e-mail: [niterlin@yandex.ru](mailto:niterlin@yandex.ru)

## САФРОНОВА О.С.

Младший научный сотрудник  
ФГБНУ «НИИАП Хакасии»,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,  
e-mail: [olya\\_egoshina@mail.ru](mailto:olya_egoshina@mail.ru)

## ЕВСЕЕВА И.Н.

Инженер-исследователь  
ФГБНУ «НИИАП Хакасии»,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,  
e-mail: [evseeirina@yandex.ru](mailto:evseeirina@yandex.ru)

## МОРШНЕВ Е.А.

Инженер-исследователь  
ФГБНУ «НИИАП Хакасии»,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,  
e-mail: [morshnev86@mail.ru](mailto:morshnev86@mail.ru)

В статье представлены результаты экологического мониторинга санитарно-защитной зоны (СЗЗ) разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» за 2018-2020 гг., который был начат в 2011 г. Приведены данные по содержанию тяжелых металлов, загрязняющих веществ в почвах, растениях, атмосферном воздухе СЗЗ предприятия и прилегающей сельтебной территории.

**Ключевые слова:** разрез «Черногорский», санитарно-защитная зона, техногенное загрязнение, тяжелые металлы (ТМ), ПДК.

**Для цитирования:** Содержание химических загрязняющих веществ в почвенно-растительном покрове и атмосферном воздухе санитарно-защитной зоны разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» за 2018-2020 гг. / А.Т. Лавриненко, Г.Н. Шаповаленко, Н.А. Остапова и др. // Уголь. 2021. № 6. С. 50-53. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-50-53.

## ВВЕДЕНИЕ

Угледобывающая промышленность относится к числу основных отраслей хозяйственной деятельности человека, развитие которой сопровождается нарушением экологического состояния природной среды и негативным воздействием на здоровье человека. На территории Российской Федерации насчитывается около 30 угледобывающих районов, где часто одновременно развиваются топливно-энергетические и химико-металлургические комплексы [1]. При разработке угольных месторождений открытым способом основными загрязняющими (контролируемыми) веществами прежде всего являются ТМ, нефтепродукты, пыление и газообразование отвалов горных пород. Республика Хакасия является промышленно развитым регионом России.

Черногорское месторождение каменного угля находится на территории Усть-Абаканского района Республики Хакасия и входит в состав Минусинского угленосного бас-

сейна. Разрез «Черногорский» расположен в западной части месторождения. Промышленное освоение территории связано с антропогенным загрязнением окружающей среды. Вредные вещества, выбрасываемые при массовых взрывах, разносятся ветром, загрязняя прилегающие территории, в том числе и населенные пункты. В связи с этим актуальным является проведение экологического мониторинга как территории санитарно-защитной зоны (СЗЗ) угледобывающего предприятия, так и прилегающих зон.

Объектом нашего исследования является территория СЗЗ разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия», на которой сотрудниками ФГБНУ «НИИАП Хакасии» продолжается многолетний экологический мониторинг [2, 3]. В ходе исследований изучалось влияние угольного разреза на компоненты окружающей среды СЗЗ в северо-восточном направлении: почвенного, растительного покровов и атмосферного воздуха. Отбор почвы проводили по ГОСТу [4]. Оценка уровня загрязнения компонентов химическими веществами проводилась путем анализа сопоставления фактического содержания ТМ в почвенно-растительных образцах со значением ПДК [5]. Химический анализ почвенно-растительных образцов, отбор и анализ проб атмосферного воздуха проводились специализированными аккредитованными лабораториями.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В связи с возрастающими масштабами техногенного загрязнения окружающей среды ряд ТМ и токсичных элементов включен в международные и отечественные списки загрязняющих веществ, подлежащих контролю [6]. В качестве индикаторных показателей степени загрязненности окружающей среды техногенными выбросами рекомендуется производить определение ТМ [7].

Основными оценочными параметрами для лабораторных исследований были установлены:

- почвенный покров: ТМ (элементы 1 класса опасности: Zn, Cd, Pb, Hg, As; 2 класса опасности: Cu; 3 класса опасности: Mn) [8], подвижные формы элементов (фтор водорастворимый, нитратный азот N-NO<sub>3</sub>);
- растительность: Zn, Cu, Pb, Cd, As, фтор валовый, нитраты;
- атмосферный воздух: SO<sub>2</sub>, NO, H<sub>2</sub>S, NO<sub>2</sub>, CO, пыль (взвешенные частицы).

Анализ лабораторных данных почвенных образцов СЗЗ и селитебной территории (контроль) за исследуемый период показал, что содержание ТМ и N-NO<sub>3</sub> не превышает значения ПДК. Незначительные превышения были обнаружены только по фтору водорастворимому (табл. 1).

Из результатов следует, что в почвенных пробах при нормативе ПДК 10,0 мг/кг концентрация фтора водорастворимого составляет 10,29 мг/кг (500 м), 12,54 (1000 м) в 2019 г. и 11,08 мг/кг (500 м) и 10,26 мг/кг (700 м) в 2020 г. Необходимо отметить, что за весь период проведения экологического мониторинга с 2011 г. СЗЗ разреза «Черногорский» и ее селитебной зоны показатели содержания в почве Zn, Cd, Pb, Hg, As, Cu соответствуют норма-

тивам ПДК, за исключением валового Mn (2013-2014 гг. в 1,5-1,96 раза при ПДК 1500 мг/кг) и фтора водорастворимого (2019-2020 гг.).

В основе экологической оценки состояния окружающей среды лежит также определение интенсивности аккумуляции поллютантов в растениях. Химический состав растений изменяется в соответствии с уровнем загрязнения среды и отражает состояние всех абиотических компонентов ландшафта. Поэтому он позволяет осуществить специфическую индикацию антропогенных воздействий и определить степень трансформации загрязняющих веществ в окружающей среде. Сравнение содержаний поллютантов в растениях фоновых и антропогенно нарушенных местообитаний является основой для качественной и количественной оценки степени загрязнения [9].

Анализ лабораторных данных содержания ТМ в надземной массе растений СЗЗ, селитебной территории свидетельствует о соответствии их значений требованиям ПДК. Незначительное превышение допустимых концентраций зафиксировано в 2020 г. по фтору валовому (28,65 ± 2,86 мг/кг при ПДК 20,0 – 1000 м от границы отвала), что объясняется способностью растений на протяжении долгого времени аккумулировать его из атмосферы. Превышение значений ПДК наблюдается лишь по нитратам (табл. 2).

В 2018 г. содержание нитратов в растениях выше допустимого значения ПДК на всех постоянных площадях, максимальное – в полосе 1000 м. В 2019-2020 гг. наблюдается положительная тенденция уменьшения концентрации этого вещества. Превышение обнаружено только в 900 м и 500 м от границы отвала в 1,02 и 2,65 раза соответственно. Четко выраженной зависимости между содержанием

Таблица 1

**Содержание фтора (водорастворимого) в почве СЗЗ разреза «Черногорский» за 2018-2020 гг., северо-восточное направление**

Постоянные площади от границы отвала, м	Содержание фтора (водорастворимого), мг/кг		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
500	4,44 ± 1,78	10,29 ± 3,09	11,08 ± 3,32
700	7,09 ± 2,13	9,13 ± 2,74	10,26 ± 3,08
900	6,31 ± 1,89	7,79 ± 2,34	9,14 ± 2,74
1000	1,58 ± 0,63	12,54 ± 3,76	9,14 ± 2,74
2000 (контроль)	4,62 ± 1,85	6,39 ± 1,92	8,00 ± 2,40
ПДК, ОДК	10,0		

Таблица 2

**Содержание нитратов в растительности СЗЗ разреза «Черногорский» за 2018-2020 гг., северо-восточное направление**

Постоянные площади от границы отвала, м	Содержание нитратов (на сухое вещество), мг/кг		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
500	566,4 ± 76,2	165,77 ± 24,15	1321,0 ± 174,3
700	578,9 ± 77,9	184,91 ± 26,64	185,0 ± 26,7
900	659,9 ± 88,4	507,6 ± 68,59	213,0 ± 30,3
1000	1436,1 ± 189,3	352,59 ± 48,44	274,0 ± 38,2
2000 (контроль)	794,5 ± 105,0	392,14 ± 53,58	273,0 ± 38,1
ПДК, ОДК	500,0		

нитратов в растениях и расстоянием от границы отвала не установлено. Наличие нитратов в растениях характерно для зон угледобывающей промышленности, так как при производстве взрывных работ используются азотсодержащие взрывчатые соединения, которые выпадают из атмосферы и накапливаются в растениях. Площадь распространения загрязняющих веществ зависит от мощности источника и природных особенностей местности, но существенная их доля осаждается в непосредственной близости от предприятия.

Программой мониторинга предприятия «Разрез «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» предусмотрен отбор проб атмосферного воздуха в несколько этапов с целью определения влияния выбросов загрязняющих веществ от деятельности угледобывающего предприятия на загрязнение атмосферного воздуха на границе СЗЗ, в точке, наиболее приближенной к жилой зоне. Необходимо отметить, что по данным за 2018–2020 гг. концентрации определяемых загрязняющих веществ в СЗЗ предприятия и за ее пределами не превышают ПДК согласно ГН 2.1.6.3492-17 [10].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время разрезом «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» применяется целый комплекс мероприятий с применением наилучших доступных технологий, направленных на рациональное природопользование непосредственно на всех процессах угледобычи, с целью решения проблемы снижения негативного техногенного воздействия на окружающую среду, что подтверждается данными многолетнего экологического мониторинга почвенно-растительного покрова и атмосферного воздуха СЗЗ и селитебной территории. Внедрение инновационных технологий будет и далее способствовать повышению эффективности горнодобывающего производства в части охраны земельных ресурсов.

Отметим позитивное обстоятельство, связанное с выполнением специальных работ по лесной рекультивации на разрезах «Черногорский», «Степной» и «Изыхский» с высадкой саженцев вяза мелколистного на породных отвалах и нерабочем борту карьера (в последнем случае), что, несомненно, сказалось на улучшении экологической обстановки в целом на территории, прилегающей к горным отводам этих разрезов [11].

### Список литературы

1. Р 52.24.581-97. Рекомендации. Организация и функционирование системы специальных наблюдений за состоянием природной среды в районах развития угледобывающей промышленности и сопутствующих производств. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200040977> (дата обращения: 15.05.2021).
2. Сафронова О.С., Евсеева И.Н. Мониторинг техногенного воздействия разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» // Уголь. 2018. № 9. С. 95-98. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-9-95-98.
3. Экологическое состояние почвенно-растительного покрова и атмосферного воздуха в санитарно-защитной зоне разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» / А.Т. Лавриненко, Н.А. Остапова, О.С. Сафронова и др. // Уголь. 2020. № 8. С. 96-99. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-96-99.
4. ГОСТ 17.4.3.01-2017 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб.
5. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства: издание 2-е, переработанное и дополненное. М.: ЦИНАО, 1992.
7. Полевое обследование и картографирование уровня загрязненности почвенного покрова техногенными выбросами через атмосферу. Методические указания. [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/9/9282/index.htm> (дата обращения: 15.05.2021).
8. ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы (ССОП). Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
9. Мониторинг почвенного покрова. Студопедия. NET [Электронный ресурс]. URL: [https://studopedia.net/9\\_51168\\_monitoring-pochvennogo-pokrova.html](https://studopedia.net/9_51168_monitoring-pochvennogo-pokrova.html). (дата обращения: 15.05.2021).
10. ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений». [Электронный ресурс]. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293740/4293740240.pdf> (дата обращения: 15.05.2021).
11. Результаты дистанционного мониторинга и полевых исследований экологического состояния нарушенных земель угольными разрезами в Республике Хакасия / И.В. Зеньков, Б.Н. Нефедов, Ю.П. Юронен и др. // Уголь. 2017. № 9. С. 72-75. DOI: 10.18796/0041-5790-2017-9-72-75.

Original Paper

ECOLOGY

UDC 622.882:622.33.012.3«Chernogorsky»:622.85:631.43 © A.T. Lavrinenko, G.N. Shapovalenko, N.A. Ostapova, O.S. Safronova, I.N. Evseeva, E.A. Morshnev, 2021  
ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 6, pp. 50-53  
DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-6-50-53>

### Title

**CONTENT OF CHEMICAL POLLUTANTS IN THE SOIL AND VEGETATION COVER AND ATMOSPHERIC AIR OF SANITARY-PROTECTIVE ZONE OF "CHERNOGORSKY" OPEN-PIT MINE "SUEK-KHAKASSIA" LLC FOR 2018-2020**

### Authors

Lavrinenko A.T.<sup>1</sup>, Shapovalenko G.N.<sup>2</sup>, Ostapova N.A.<sup>1</sup>, Safronova O.S.<sup>1</sup>, Evseeva I.N.<sup>1</sup>, Morshnev E.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Scientific-Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia<sup>1</sup> FSBI, Zelenoe village, 655132, Republic of Khakassia, Russian Federation

<sup>2</sup>"SUEK-Khakassia" LLC, Chernogorsk, 655162, Russian Federation

**Authors' Information**

**Lavrinenko A.T.**, Senior Researcher, Head land reclamation group, e-mail: aleks233@yandex.ru

**Shapovalenko G.N.**, PhD (Engineering), Director of "Chernogorsky" open-pit mine, e-mail: ShapovalenkoGN@suek.ru

**Ostapova N.A.**, PhD (Engineering), Senior Researcher, e-mail: niterlin@yandex.ru

**Safronova O.S.**, Junior Researcher, e-mail: olya\_egoshina@mail.ru

**Evseeva I.N.**, Engineer-Researcher, e-mail: evseeirina@yandex.ru

**Morshnev E.A.**, Engineer-Researcher, e-mail: morshnev86@mail.ru

**Abstract**

The paper presents the results of environmental monitoring of sanitary-protective zone of "Chernogorsky" open-pit mine "SUEK-Khakassia" LLC for 2018-2020, which was started in 2011. The data on the content of heavy metals, pollutants in the soils, plants, and atmospheric air of sanitary-protective zone of enterprise and adjacent residential area are presented.

**Keywords**

"Chernogorsky" open-pit mine, Sanitary-protective zone (SPZ), Technogenic pollution, Heavy metals, MPC.

**References**

1. R 52.24.581-97. Recommendations. Organization and operation of a system of special observations of the state of the natural environment in the areas of development of the coal mining industry and related industries. [Electronic resource]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200040977> (accessed 15.05.2021). (In Russ.).
2. Safronova O.S. & Evseeva I.N. Monitoring of anthropogenic impact of "Chernogorsky" open-pit mine "SUEK-Khakassia" LLC on the territory of sanitary-protective zone. *Ugol'*, 2018, (9), pp. 95-98. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2018-9-95-98.
3. Lavrinenko A.T., Ostapova N.A., Safronova O.S., Azev V.A., Evseeva I.N. & Morshnev E.A. The ecological condition of land cover and atmospheric air in the sanitary-protective zone of the coal mining enterprise "Chernogorsky" open-pit mine "SUEK-Khakassia" LLC. *Ugol'*, 2020, (8), pp. 96-99. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-96-99.

4. GOST 17.4.3.01-2017 Nature Protection (SSOP). Soils. General requirements for sampling. (In Russ.).

5. GN 2.1.7.2041-06 Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in soil. (In Russ.).

6. Methodological guidelines for the determination of heavy metals in the soils of agricultural land and crop production. 2-nd edition, revised and supplemented. Moscow, TsINA O Publ., 1992. (In Russ.).

7. Field survey and mapping of the level of contamination of the soil cover by man-made emissions through the atmosphere. Methodological guidelines. [Electronic resource]. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data1/9/9282/index.htm> (accessed 15.05.2021). (In Russ.).

8. GOST 17.4.1.02-83 Nature Protection (SSOP). Soils. Classification of chemicals for the control of pollution. (In Russ.).

9. Soil cover monitoring. *Studopedia.NET* [Electronic resource]. Available at: [https://studopedia.net/9\\_51168\\_monitoring-pochvennogo-pokrova.html](https://studopedia.net/9_51168_monitoring-pochvennogo-pokrova.html). (accessed 15.05.2021). (In Russ.).

10. GN 2.1.6.3492-17 "Maximum permissible concentrations (MPC) of pollutants in the atmospheric air of urban and rural settlements". [Electronic resource]. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293740/4293740240.pdf> (accessed 15.05.2021). (In Russ.).

11. Zenkov I.V., Nefedov B.N., Yuronen Yu.P. & Nefedov N.B. Environmental condition remote sounding and field surveys of the lands, disturbed by coal mining open pits in the Republic of Khakassia. *Ugol'*, 2017, (9), pp. 72-75. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2017-9-72-75.

**For citation**

Lavrinenko A.T., Shapovalenko G.N., Ostapova N.A., Safronova O.S., Evseeva I.N. & Morshnev E.A. Content of chemical pollutants in the soil and vegetation cover and atmospheric air of sanitary-protective zone of "Chernogorsky" open-pit mine "SUEK-Khakassia" LLC for 2018-2020. *Ugol'*, 2021, (6), pp. 50-53. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-6-50-53.

**Paper info**

Received February 26, 2021

Reviewed April 14, 2021

Accepted May 17, 2021