

УДК 630.882 © Н.А. Остапова<sup>1</sup>, Е.А. Моршнева<sup>1</sup>, О.С. Сафронова<sup>1</sup>,  
И.Н. Евсеева<sup>1</sup>, Е.В. Маркова<sup>2</sup>, Т.Е. Иванова<sup>1</sup>, 2025

<sup>1</sup> НИИАП Хакасии – филиал ФИЦ КНЦ СО РАН,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия  
<sup>2</sup> ООО «СУЭК-Хакасия», 655162, г. Черногорск, Россия  
✉ e-mail: niterlin@yandex.ru

UDC 630.882 © N.A. Ostapova<sup>1</sup>, E.A. Morshnev<sup>1</sup>, O.S. Safronova<sup>1</sup>,  
I.N. Evseeva<sup>1</sup>, E.V. Markova<sup>2</sup>, T.E. Ivanova<sup>1</sup>, 2025

<sup>1</sup> Scientific-Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia –  
Branch of the FIC KNC SB RAS, Zelenoe village, Republic of Khakassia,  
655132, Russian Federation  
<sup>2</sup> «SUEK-Khakassia» LLC, Chernogorsk, 655162, Russian Federation  
✉ e-mail: niterlin@yandex.ru

# Микроклимат борозды-щели на переуплотненном отвале автомобильной отсыпки разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-ХАКАСИЯ»

## Microclimate of the furrow-slot on the over-compacted dump of the road filling of the Chernogorsky open pit mine «SUEK-KHAKASSIA» LLS

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2025-5-107-110>

В статье приводятся экспериментальные данные по изучению микроклимата борозды-щели на переуплотненном отвале угольного разреза «Черногорский». После проведенных научных исследований отмечено, что отвалы вскрышных пород отличаются от окружающих естественных ландшафтов по происходящим на них микроклиматическим процессам. Внедрение инновационных технологий при рекультивации земель, разработанных сотрудниками НИИАП Хакасии при взаимодействии с специалистами ООО «СУЭК-Хакасия», позволяет сформировать на отвалах оптимальные условия для их восстановления.

**Ключевые слова:** рекультивация земель, техногенно нарушенные земли, микроклимат, влажность, температура грунта.

**Для цитирования:** Микроклимат борозды-щели на переуплотненном отвале автомобильной отсыпки разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-ХАКАСИЯ» / Н.А. Остапова, Е.А. Моршнева, О.С. Сафронова и др. // Уголь. 2025;(5):107-110. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-5-107-110.

### Abstract

The article presents experimental data on the study of microclimate of the furrow-slot on the over-compacted waste dump of the Chernogorsky coal mine. Following scientific studies, it has been observed that overburden dumps differ from the surrounding natural landscapes in terms of the microclimatic processes occurring on them. Implementation of innovative technologies in land reclamation, developed by employees of NIAP of Khakassia in co-operation with specialists of SUEK-Khakassia LLC, allows to form optimal conditions for their restoration on dumps.

### ОСТАПОВА Н.А.

Канд. техн. наук,  
старший научный сотрудник  
НИИАП Хакасии – филиал ФИЦ КНЦ СО РАН,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,  
e-mail: niterlin@yandex.ru

### МОРШНЕВ Е.А.

Младший научный сотрудник  
НИИАП Хакасии – филиал ФИЦ КНЦ СО РАН,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,  
e-mail: morshnev86@mail.ru

### САФРОНОВА О.С.

Младший научный сотрудник  
НИИАП Хакасии – филиал ФИЦ КНЦ СО РАН,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,  
e-mail: olya\_egoshina@mail.ru

### ЕВСЕЕВА И.Н.

Младший научный сотрудник  
НИИАП Хакасии – филиал ФИЦ КНЦ СО РАН,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,  
e-mail: evseeirina@yandex.ru

**МАРКОВА Е.В.**

Главный эколог  
ООО «СУЭК-Хакасия»  
655162, г. Черногорск, Россия,  
e-mail: MarkovaEV@suek.ru

**ИВАНОВА Т.Е.**

Канд. сельскохоз. наук, старший  
научный сотрудник НИИАП Хакасии –  
филиал ФИЦ КНЦ СО РАН,  
655132, с. Зеленое, Республика Хакасия, Россия,  
e-mail: aleks233@yandex.ru

**Keywords**

*Land reclamation, technogenically disturbed land, microclimate, humidity, soil temperature.*

**For citation**

Ostapova N.A., Morshnev E.A., Safronova O.S., Evseeva I.N., Markova E.V., Ivanova T.E. Microclimate of the furrow-slot on the over-compacted dump of the road filling of the Chernogorsky open pit mine «SUEK-KHAKASSIA» LLS. *Ugol'*. 2025;(5):107-110. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2025-5-107-110.

**ВВЕДЕНИЕ**

Изучение микроклимата на отвалах актуально для климатического обоснования методов биологической рекультивации и изыскания способов формирования оптимального микроклиматического режима [1].

Микроклимат объединяет явления, происходящие в слое воздуха, измеряемом на 1,5-2,0 м над поверхностью почвы, в непосредственной зависимости от узкоместных свойств деятельного слоя: микрорельефа, характера растительности и т.п. Меняя особенности подстилающей поверхности, например разравнивая травостой или уплотняя почву, мы меняем и микроклимат [2].

Микроклиматические процессы на отвалах имеют своих характерные особенности. Новизна наших исследований заключается в получении этих данных для переуплотненных отвалов угольного разреза «Черногорский», расположенного в Усть-Абаканском районе Республики Хакасия.

**МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БОРОЗДЫ-ЩЕЛИ**

Черногорское месторождение каменного угля находится на территории Усть-Абаканского района Республики Хакасия. Вследствие защищенности Минусинской котловины горными массивами с запада, востока, юга и менее высокими возвышенностями с севера характер погоды и климата здесь существенно отличается от равнинных районов. Процессы общей циркуляции атмосферы над изучаемым районом характеризуются большой внутригодовой изменчивостью, что четко выражено в сезонной динамике климатических характеристик.

Для зимнего периода характерна высокая повторяемость антициклонического типа погоды, что приводит к формированию над регионом типичной внутриконтинентальной воздушной массы с низкими температурами, частой повторяемостью слабых ветров и штилей, незначительным влагосодержанием. В зимний период выпадает наименьшее в году количество осадков. В переходные периоды климатические и погодные характеристики района определяются высокодинамичной перестройкой общециркуляционного барического поля с переходом от антициклонических форм к циклоническим в марте-мае и, наоборот, в сентябре-ноябре. Именно в результате такой перестройки резко возрастают интенсивность и повторяемость вторжений серий циклонов северо-западных, западных и юго-западных направлений. Средне-многолетние месячные скорости ветра достигают максимальных значений в годовом ходе в мае и ноябре. В летний период циклоническая деятельность ослабевает по сравнению с переходными периодами, преобладающим становится малоградиентное барическое поле, эпизодически разрушаемое прохождением циклонов с развитыми фронтальными системами. По условиям увлажнения район исследований относится к климатической зоне неустойчивого увлажнения. Многолетняя мерзлота в районе

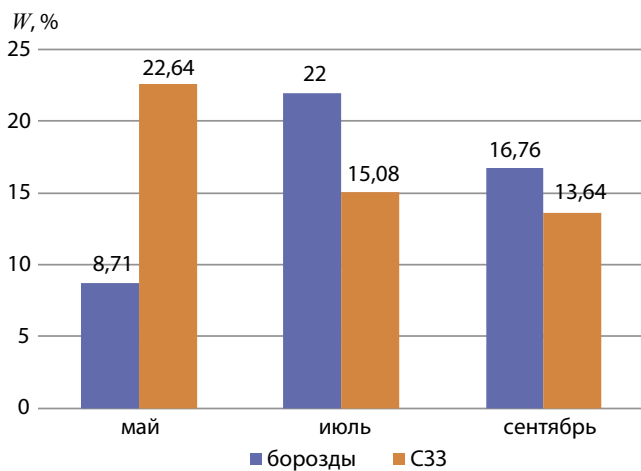


Рис. 1. Абсолютная влажность технозема в бороздах на переуплотненном отвале и почвы на территории санитарно-защитной зоны (С33) разреза «Черногорский»  
 Fig. 1. Absolute humidity of the technosols in cut channels of the over-compacted spoil dumps and soil in the territory of the sanitary protection zone of the Chernogorskiy strip mine

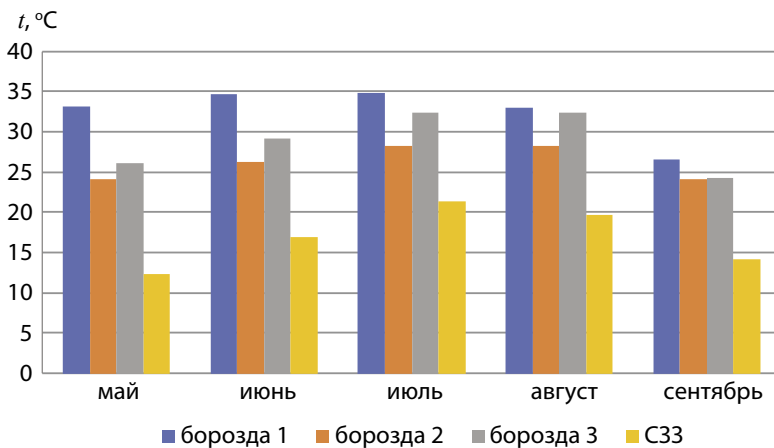


Рис. 2. Среднемесячные температуры технозема в нарезанных бороздах и почвы на прилегающей территории к разрезу (С33) на глубине 25 см  
 Fig. 2. Average monthly temperatures of the technosols in cut channels and soil in the territory adjacent to the strip mine at a depth of 25 cm

отсутствует. Максимальная глубина сезонного промерзания не превышает 2,7 м [3].

Местный климат оказывает влияние на формирование микроклиматических процессов [2]. На отвалах перераспределение тепла и влаги, а также снежного покрова и других метеорологических факторов происходит иначе, чем на прилегающих степных участках, так как отвалы отличаются от последних как по характеру рельефа, так и по свойствам слагающих грунтов [4].

Объектом изучения стали нарезанные борозды-щели на отвале автомобильной отсыпки по разработанной сотрудниками группы рекультивации земель НИИАП Хакасии технологии «Способ подготовки поверхности автомобильных отвалов для лесного направления рекультивации в засушливых условиях угледобычи» [5, 6].

Изменение рельефа и экспозиции приводит к перераспределению влаги на отвалах [4]. Исследования вы-

явили, что субстраты характеризуются неодинаковым содержанием полевой влаги на различных элементах рельефа борозды-щели. В устье на дне борозды, где прослеживается процесс накопления мелкозема (количество мелкозема в борозде в среднем больше на 10–13%, чем на выположенных участках), имеется более устойчивое увлажнение и больше запасы влаги (от 21,2 до 24,7%). На вершине борозды влажность грунтов была значительно ниже, в среднем – 9,9%. Влага в борозде-щели накапливается постепенно и сохраняется на необходимом уровне для развития растительности до конца вегетационного периода (рис. 1).

Сохранившиеся фрагменты аргиллитов и алевролитов различных размеров формально составляют скелет почвы (каменистой и щебнистой фракции). Однако они не являются инертной массой в отношении водного режима молодых почв, поскольку обладают довольно высокой влагоемкостью [7]. Так, влагоемкость техноземов в борозде-щели составила 27,34–31,23%, что определяет их благоприятный водный режим.

Температура почвы, наряду с влажностью, оказывает мощное воздействие на основные почвообразующие процессы, накопление биомассы и биологическую продуктивность ландшафта [8, 9, 10]. Анализируя характеристики температурного режима исследуемого субстрата, можно отметить, что сформированные с участием углевмещающих пород техноземы характеризуются более высокой теплообеспеченностью по сравнению с почвами с близлежащей территории (рис. 2).

Распределение тепла в верхних слоях почвы, на прилегающей территории, положительно коррелирует с характером распределения температур воздуха. Температура воздуха над исследуемым отвалом незначительно выше значений (на 1–2°C) на прилегающей к разрезу территории, а показатели относительной влажности воздуха, в свою очередь, ниже на отвале в среднем на 8%. Такая разница в значениях влияет на величину коэффициента увлажнения: на территории расположения разреза – умеренное увлажнение, над поверхностью нарезанных борозд – недостаточное.

Снежный покров в борозде-щели распределяется равномерно по всей ее площади, глубина снежных наносов колеблется от 20 до 30 см, а в свеженарезанных бороздах новых участков под рекультивацию их величина колеблется от 20 до 45 см. Аккумуляция снежного покрова отсутствует лишь в бороздах-щелях с выходом эндогенного тепла от горения углесодержащих пород. В сравнении, на выположенном рельефе много не занятых снежным покровом площадей, а при его наличии глубина составляет не более 4 см [11].

### Выводы

Особенность микроклимата отвалов угольного разреза «Черногорский» объясняется несколькими факторами: засушливостью климата (среднегодовое количество осадков – 322 мм), ветровой эрозией, разницей темпера-

турного режима между воздушной средой и субстратом (температура воздуха на высоте до 2 м над отвалом в 1,5-2 раза ниже температуры технозема в верхнем слое 0-30 см), неравномерным распределением снежного покрова. Вследствие высоких температур (средняя температура грунта на автомобильном отвале – +31,6°C) верхние слои грунтов пересыхают, и растения оказываются в условиях недостатка влаги (на прилегающей территории коэффициент увлажнения  $K = 0,60$ , на отвале  $K = 0,48$ ).

Применение способа подготовки поверхности автомобильных отвалов для рекультивации в засушливых условиях угледобычи оказывает благоприятное воздействие на формирование микроклимата отвалов: препятствует иссушению грунта, оказывает противоэрозийное действие, способствует снегозадержанию.

### Список литературы • References

1. Терехова Э.Б., Ланина Р.И. Микроклимат отвалов Соколовско-Сарбайского горно-обогатительного комбината // Растения и промышленная среда. 1978. Вып. 5. С. 84-92.  
Terekhova E.B., Lanina R.I. Microclimate of the Sokolovsko-Sarbaisky mining and processing plant dumps. *Rasteniya i promyshlennaya sreda*. 1978;(5):84-92. (In Russ.).
2. Сапожникова С.А. Микроклимат и местный климат. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1950. 241 с.
3. Проект рекультивации земель. Реконструкция горнотранспортной части отработки Черногорского каменноугольного месторождения ООО «СУЭК-Хакасия» разрез «Черногорский». Том 4.1. Абакан, 2008. 54 с.
4. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель. Учебное пособие. Екатеринбург, 2008. 196 с.
5. Способ подготовки поверхности автомобильных отвалов для лесного направления рекультивации в засушливых условиях угледобычи / Н.А. Остапова, О.С. Сафронова, Е.А. Моршнева, И.Н. Евсеева: пат. 2779159 Российская Федерация. МПК Е 21 С 41/32 (2006.01). Заявитель и патентообладатель ФГБНУ Научно-исследовательский институт аграрных проблем Хакасии (RU). № 2021133511; заявл. 17.11.2021; опубл. 05.09.2022. Бюл. № 25. 4 с.
6. Внедрение инновационных технологий при решении проблем в области рекультивации земель угледобывающей промышленности в Республике Хакасия / Н.А. Остапова, Е.В. Маркова, О.С. Сафронова и др. // Уголь. 2024;(7):96-99. DOI: 10.18796/0041-5790-2024-7-96-99.  
Ostapova N.A., Markova E.V., Safronova O.S., Evseeva I.N., Morshnev E.A., Ivanov O.A. Introduction of innovative technologies in solving land reclamation problems of coal mining industry in the Republic of Khakassia. *Ugol*. 2024;(7):96-99. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2024-7-96-99.
7. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности Кузбасса / А.Н. Куприянов, Ю.А. Манаков, Л.П. Баранник и др. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. 160 с.
8. Хазиев Ф.Х. Температура и влажность как экологические факторы биологической активности почв // Экология. 1976. № 6. С. 50-55.  
Khaziev F.H. Temperature and humidity as ecological factors of biological activity of soils. *Ekologiya*. 1976;(6):50-55. (In Russ.).
9. Кулькова Л.В., Шавалиева Н.Г. Сезонная динамика температуры почв лесных и открытых биотопов заповедника «Басеги» // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2011. Вып. 3-4. С. 45-49.  
Kulkova L.V., Shavaliyeva N.G. Seasonal dynamics of soil temperature in forest and open biotopes of the reserve 'Basegi'. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya Biologiya*. 2011;(3-4):45-49. (In Russ.).
10. Добровольский Г.В. Почва, город, экология. М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. 320 с.
11. Адаптивный аспект реализации технологии щелевания при рекультивации автомобильных отвалов в Республике Хакасия / Е.А. Моршнева, О.С. Сафронова, Н.А. Остапова и др. // Уголь. 2023;(4):65-68. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-65-68.  
Morshnev E.A., Safronova O.S., Ostapova N.A., Evseeva I.N., Pilchuk E.V. Adaptive aspect of the implementation of the slotting technology in the reclamation of vehicle dumps in the Republic of Khakassia. *Ugol*. 2023;(4):65-68. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2023-4-65-68.

### Authors Information

**Ostapova N.A.** – PhD (Engineering), Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia – Branch of the FIC KNC SB RAS, Zelenoe Village, Republic of Khakassia, 655132, Russian Federation, e-mail: niterlin@yandex.ru

**Morshnev E.A.** – Junior Research Fellow, Scientific-Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia – Branch of the FIC KNC SB RAS, Zelenoe village, Republic of Khakassia, 655132, Russian Federation, e-mail: morshnev86@mail.ru

**Safronova O.S.** – Junior Research Fellow, Scientific-Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia – Branch of the FIC KNC SB RAS, Zelenoe Village, Republic of Khakassia, 655132, Russian Federation, e-mail: olya\_egoshina@mail.ru

**Evseeva I.N.** – Junior Research Fellow, Scientific-Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia – Branch of the FIC KNC SB RAS, Zelenoe village, Republic of Khakassia, 655132, Russian Federation, e-mail: evseeirina@yandex.ru

**Markova E.V.** – Chief Ecologist of SUEK-Khakassia LLC, Chernogorsk, 655162, Russian Federation, e-mail: MarkovaEV@suek.ru

**Ivanova T.E.** – PhD (Agriculture), Senior Researcher, Scientific-Research Institute of Agrarian Problems of Khakassia – Branch of the FIC KNC SB RAS, Zelenoe Village, Republic of Khakassia, 655132, Russian Federation, e-mail: tatiana\_019@mail.ru

### Информация о статье

Поступила в редакцию: 25.01.2025

Поступила после рецензирования: 16.04.2025

Принята к публикации: 26.04.2025

### Paper info

Received January 25, 2025

Reviewed April 16, 2025

Accepted April 26, 2025