

# Реконструкция почвенно-растительного слоя на поверхности отвалов в Кузбассе

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-2-46-52>

## КУПРИЯНОВ А.Н.

Доктор биол. наук, профессор  
ФИЦ УУХ СО РАН,  
650065, Кемерово, Россия,  
e-mail: kupr-42@yandex.ru

## МАНАКОВ Ю.А.

Доктор биол. наук,  
заведующий лабораторией  
ФИЦ УУХ СО РАН,  
650065, Кемерово, Россия,  
e-mail: labrek@yandex.ru

## КУПРИЯНОВ О.А.

Канд. биол. наук,  
старший научный сотрудник  
ФИЦ УУХ СО РАН,  
650065, Кемерово, Россия,  
e-mail: kuproa@gmail.com

## ШАТИЛОВ Д.А.

Аспирант  
ФИЦ УУХ СО РАН,  
650065, Кемерово, Россия,  
e-mail: dimson42@gmail.com

Приведены результаты эксперимента по реконструкции почвенно-растительного слоя (ПРС) на нарушенных землях путем перенесения плодородного слоя почвы, содержащего органы и семена растений, ценозы почвенных беспозвоночных и микробные ассоциации на поверхность песчаникового отвала с нанесенным слоем потенциально плодородных пород (лессовидный суглинок) толщиной 40 см. Осенью 2018 г. сверху суглинка сформирован слой ПРС в трех опытных вариантах – 20, 40 и 60 см. Размер каждой площадки составил 200 кв. м. В течение 2019 и 2020 гг. изучались структурные (проективное покрытие, видовой состав) и функциональные (наземная биомасса) показатели. Через два года проективное покрытие на опытных площадках в среднем составляло около 80%. Количество луговых видов варьирует от 30 до 50 в пределах каждого варианта опы-

та, что сравнимо с показателями на контрольном участке луга, откуда был взят ПРС. Отмечено, что быстрое формирование естественных растительных сообществ в значительной степени противодействует внедрению и разрастанию сорных видов, а также обеспечивает высокую продуктивность природоподобных растительных сообществ в первый же год после образования. Эксперимент проводится на территории угольного разреза ООО «Шахтоуправление «Майское» (АО ХК «СДС-Уголь»).

**Ключевые слова:** биологическая реконструкция, почвенно-растительный слой, отвалы горных пород, природоподобное растительное сообщество, восстановление биоразнообразия.

**Для цитирования:** Реконструкция почвенно-растительного слоя на поверхности отвалов в Кузбассе / А.Н. Куприянов, Ю.А. Манаков, О.А. Куприянов и др. // Уголь. 2021. № 2. С. 46-52. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-46-52.

## ВВЕДЕНИЕ

Начало существенных изменений российского природоохранного законодательства связано с включением ст. 28.1 «Наилучшие доступные технологии» в ФЗ «Об охране окружающей среды» [1]. Вслед за мировыми тенденциями [2, 3] в России началось создание новой нормативной базы, в том числе в сфере рекультивации нарушенных земель – информационно-технических справочников и новых государственных стандартов с использованием НДТ [4, 5]. На смену прагматическим технологиям восстановления плодородия нарушенных земель пришли природоподобные технологии, направленные на восстановление экологических функций и восстановление биологического разнообразия на нарушенных промышленностью территориях [6, 7, 8].

Однако до сих пор российские недропользователи продолжают пользоваться нормативными актами, разработанными более 30 лет назад. Одними из главных вопросов недропользования являются процессы восстановления экосистем на отвалах горных пород и способы их ускорения. Первые исследования восстановления растительного покрова на отвалах предприняты в 1970-х гг. В Кузбассе эти исследования связаны с работами Е.Р. Кондрашина [9] и продолжены Ю.А. Манаковым и А.Н. Куприяновым (с сотрудниками) [10, 11]. В результате были установ-

лены основные лимитирующие факторы, сукцессионные стадии и закономерности восстановления растительного покрова. Было показано, что восстановление флористического разнообразия на отвалах до уровня зональных или интразональных сообществ не происходит.

Экспериментальные исследования, проводимые сибирскими почвоведом на протяжении 40 лет, позволили выяснить закономерности формирования почв на техногенном элювии отвалов, разработать их классификацию. Исследованиями было установлено что полностью восстановить утраченные функции почвы и тем более почвенные горизонты, присущие зональным почвам в исторически обозримом периоде, невозможно [12, 13].

Сохранение и рациональное использование земельных ресурсов при добыче полезных ископаемых определялись ГОСТ 17.4.3.02-85, который предписывал снятие и хранение плодородного слоя почвы (ПСП) в буртах в течение 20 лет [14]. До сих пор в начале строительства все горнодобывающие предприятия обязаны проводить снятие ПСП и складирование его в бурты. Законом не запрещается использовать свежий ПСП в качестве рекультивационного слоя, однако соответствующая технология в нормативных актах не прописана. Как правило, использование предприятиями почвы буртов для рекультивации нарушенных земель происходит через несколько десятилетий. За это время физические и агрохимические свойства почв в значительной степени изменяются в худшую сторону [15]. Кроме того, погибают все дериваты и семена естественной растительности. Изначально плодородный слой почвы со временем трансформируется в пылеватый субстрат, засоренный семенами и корневищами рудеральных растений. Для решения этой проблемы предлагалось наносить свежий ПСП на поверхность, не нарушенную горными работами, например сельскохозяйственных угодий [12]. Однако данный способ не нашел практического применения, так как был экономически и юридически не обоснован. К сожалению, большая часть высокопродуктивных выщелоченных черноземов Кузбасса безвозвратно утрачивается в результате отсутствия разрешенных технологий применения и сохранения ПСП.

Проект реконструкции почвенно-растительного слоя (ПРС) был разработан в ходе обсуждения с руководством АО ХК «СДС-Уголь» возможности сохранения популяции лилейника желтого, которая была обнаружена при экологическом обследовании на одном из лицензионных участков. Лилейник желтый (*Hemerocallis minor* Mill.) был регионально охраняемым видом до 2012 г. [16] и является локально охраняемым видом на территории Беловского района [17]. В 2018 г. была достигнута договоренность о разработке Программы НИР и создании на территории структурного подразделения компании ООО «Шахтоуправление «Майское» экспериментального полигона по разработке природоподобной технологии реконструкции ПРС и искусственного восстановления злаково-разнотравной луговой растительности с индикаторным видом – лилейником желтым. В течение двух лет после начала эксперимента проводились наблюдения за восстановлением флористического разнообразия, изменениями надземной фитомассы и темпами формирования растительного покрова.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОДСТИЛАЮЩИХ ГОРНЫХ ПОРОД И ПРС

Для проведения эксперимента реконструкции ПРС выбран отвал вскрыши разреза «Первомайский» (ООО «Шахтоуправление «Майское»), административно находящийся на территории Прокопьевского муниципального округа Кемеровской области Кузбасса. Объектом для снятия жизнеспособного слоя почвы явились полидоминантные злаково-разнотравные луга (с большой долей участия лилейника желтого), занимающие склоны небольших холмов и увалов, не затронутых сельскохозяйственными работами (рис. 1). Снятие ПРС происходило с территории лицензионного участка угледобычи на стадии предпроектных комплексных экологических исследований (до начала горных работ).

Экспериментальный участок был подготовлен летом 2018 г. силами предприятия ООО «Шахтоуправление «Майское». Для этого на технологической площадке был выделен участок общей площадью 1 га, где на горной песчаниковой породе с примесью аргиллитов и алевролитов сформирован слой лессовидных суглинков мощностью 40 см. Затем осенью проведены работы по снятию ПСП с лицензионного участка и транспортировке его на экспериментальный участок. В соответствии с Программой НИР был заложен однофакторный опыт в трех вариантах: снятие и перенос плодородного слоя происходили в строгом соответствии с технологической схемой. В результате были сформированы три опытных площадки с разным значением толщины насыпного слоя: 0,2; 0,4 и 0,6 м. Размер каждой площадки составляет 200 кв. м.

Кроме того, были определены две контрольные площадки, позволяющие оценить:

- соответствие структурных и функциональных показателей природоподобных растительных сообществ луговым фитоценозам на лицензионном участке (контроль № 1);

- скорость естественного восстановления на участке с потенциально плодородным слоем без рекультивационного ПРС (контроль № 2).

На момент организации полигона по реконструкции на отвале отмечались растительные группировки пионерной стадии. Общее количество видов начальной стадии сукцессии на отвале рядом с опытными площадками составляли 21 вид высших растений из группы рудералов. Видовой состав соответствует начальным этапам формирования растительного покрова на техногенных экотопах [18, 19].

Мезофильный злаково-разнотравный луг расположен на пологом юго-восточном склоне, спадающем к глубокой мезолощине на выщелочном черноземе. Травостой – густой, проективное покрытие – 95–100%, высота травостоя – около 100 см. Ярусность не выражена – первый ярус постепенно переходит в нижние ярусы. В группу постоянных доминантов входят: *Hemerocallis minor*, *Calamagrostis epigeios*, *Sanguisorba officinalis*, *Phlomis tuberosa*, *Filipendula vulgaris*, *Bromopsis inermis*, *Phleum pratense*.

В каждом варианте проводилось составление списков растений в десятикратной повторности на площади 1 кв. м в начале вегетационного сезона и в августе. Опре-



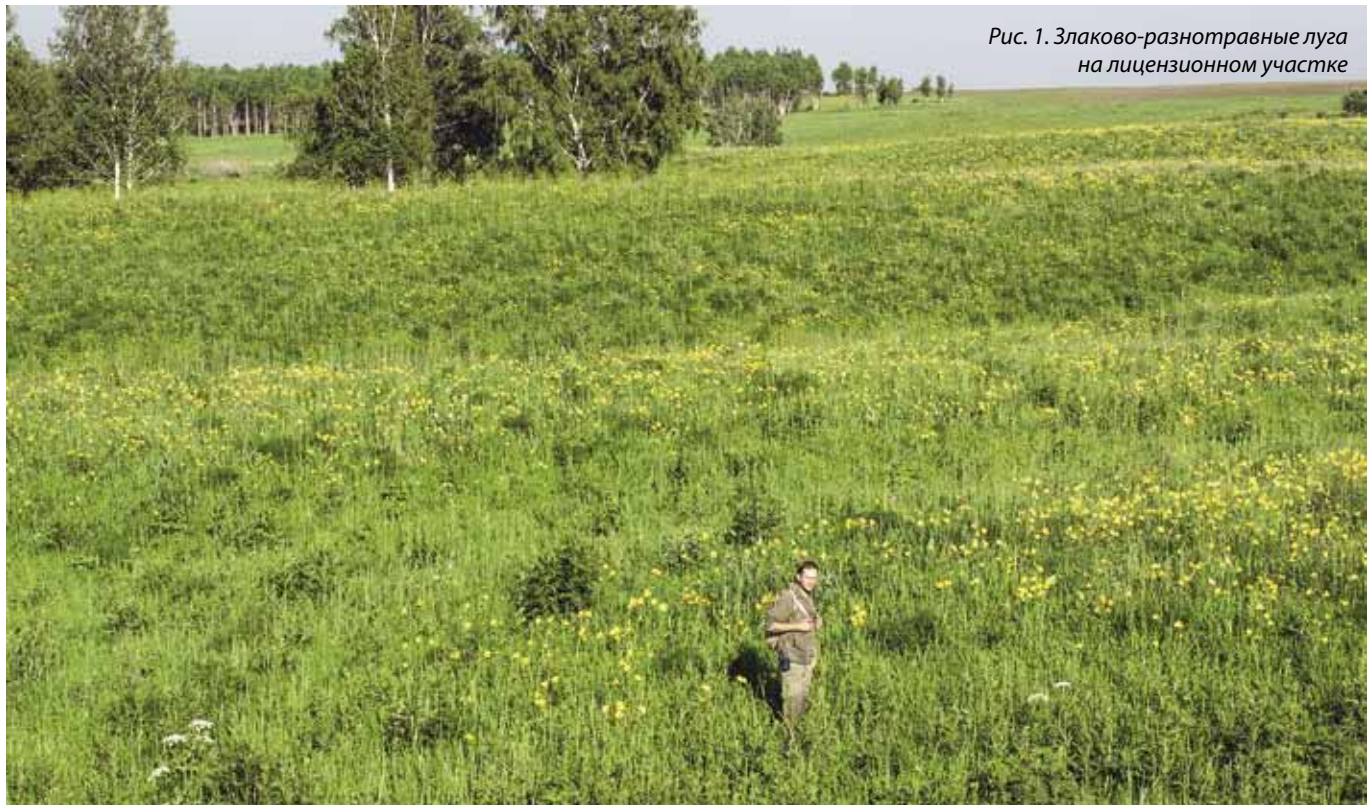


Рис. 1. Злаково-разнотравные луга на лицензионном участке

делялись количество видов (шт./м<sup>2</sup>), встречаемость (%), парциальное проективное покрытие (%). Для суммарной оценки ценотического положения вида использовался комплексный показатель активности вида, который показывает меру жизненного преуспеяния вида на данной территории, – одно из выражений «веса вида» в данной флоре. Кластеризация флористических списков проводилась при помощи ПО IBIS [20]. Используя ПО PAST, полученную таблицу кластеризовали по методу невзвешенного парного среднего (UPGMA), в качестве меры сходства использовался индекс Жаккара [21].

Для учета надземной фитомассы на каждой учетной площадке в четырехкратной повторности проводилось скашивание надземных частей на уровне почвы. Камеральную обработку проводили в тот же день. Пробы разбирали на следующие фракции: условно сорные растения, лугово-степные растения. Каждая фракция заворачивалась в бумагу и взвешивалась. Высушивание фракций производили в помещении с принудительной вентиляцией до постоянного воздушно-сухого состояния и повторно взвешивали на весах с точностью до 0,1 г.

В контроле отмечено 77 видов. Флористическая емкость природоподобных сообществ составляет 43–50 видов, что несколько меньше флористического состава контроля, но значительно больше, чем на поверхности ППС (табл. 1).

Наиболее активны в природоподобных сообществах: *Bromopsis inermis*, *Dactylis glomerata*, *Sanguisorba officinalis*, *Hemerocallis minor*, *Centaurea scabiosa*, *Vicia amoena*, составляющие основной флористический аспект контроля, что свидетельствует о высокой степени соответствия возникших природоподобных сообществ. Дендрограмма сходства флористических составов показывает, что контроль (луг) и природоподобные сообщества на отвалах образу-

ют единый кластер. Наибольшее сходство с контролем достигнуто при нанесении 60 см почвы, несколько меньшее сходство получено при нанесении 20 и 40 см почвы. Флористический состав, образующийся при самозарастании, не обнаруживает единства с созданными природоподобными сообществами (рис. 2).

Плотность видов самая большая в контроле на лугу – 17 шт./м<sup>2</sup>, в опытных вариантах она несколько снижается и составляет в варианте с нанесением 60 см почвы 65% от контроля, 40 см почвы – 59%, 20 см почвы – 65%, а на участке без нанесения ПРС почвы – 26% соответственно.

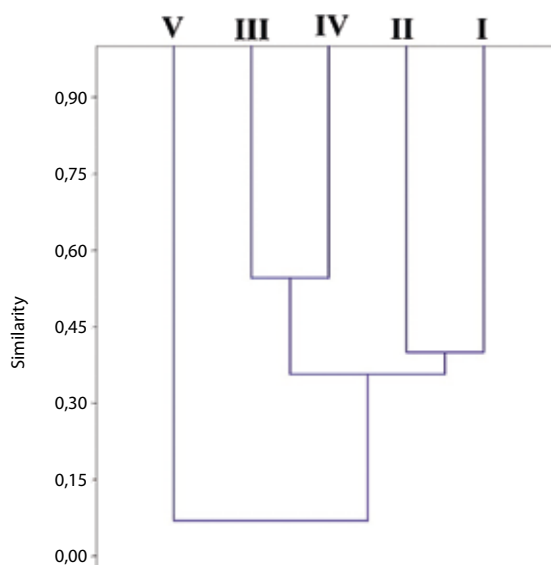


Рис. 2. Дендрограмма сходства флористического состава: I – контроль (луг); II – 60 см ПРС; III – 40 см ПРС; IV – 20 см ПРС; V – контроль № 2 (ППС)

## Количественные показатели сообществ при реконструкции растительного покрова

Годы	Варианты				
	Контроль № 1, луг	ПРС 60 см	ПРС 40 см	ПРС 20 см	Контроль № 2, ППС
<b>Количество видов в сообществе, шт.</b>					
2019	77	49	18	51	14
2020		44	43	50	24
Среднее	77	46	30	51	19
<b>Количество видов, шт./м<sup>2</sup></b>					
2019	20±0,9	9±0,8	10±1,5	9,0±1,7	3,0±0,6
2020	15±1,1	13±1,0	10±1,0	17±0,6	6,0±0,4
Среднее	17	11	10	11	4,5
<b>Общее проективное покрытие, %</b>					
2019	98,0±1,2	65,9 ± 3,8%	12,0 ± 1,1	25,0±2,6	7,1±1,6
2020	96,0±1,6	95,3±3,0	84,0±5,4	67,0±3,5	20,0±10,0
Среднее	97	80,6	48,0	46,0	13,5
<b>Высота травостоя, см</b>					
2019	53,0±4,4	82,0 ± 14,6	25,4 ± 6,1	30,7±7,8	10–40
2020	60,0±9,8	87,6 ± 25,4	45,8± 5,8	28,9± 3,3	12–70
Среднее	56,5	84,8	35,6	29,8	-
<b>Суммарная активность сообществ</b>					
2019	280,5	181,0	86,7	178,6	61,8
2020	289,1	243,6	195,4	156,9	59,4
Среднее	284,8	212,3	141,0	167,8	60,6

Проективное покрытие, показывающее сомкнутость травостоя в контроле на лугу, составляет 97%; в создаваемых природоподобных сообществах оно постоянно снижается по мере уменьшения толщины наносимого почвенного слоя и составляет 83%, 49% и 47% к контролю соответственно (рис. 3). На участке без нанесения ПРС оно составило в среднем за два года 13,5% (14% к контролю).

Высота травостоя за два года была самая большая в варианте с нанесением плодородной почвы 60 см – 84,8 см, что в полтора раза выше, чем в контроле. В вариантах с нанесением 40 и 20 см почвы высота уменьшается до 35,6 и 29,8 см соответственно. Равномерный травостой на участке без нанесения почвы не образуется, а высота отдельных растений различается в больших пределах, например,



Рис. 3. Общий вид опытной площадки реконструкции ПРС 60 см (2020 г.)



высота *Medicago lupulina* составляет 12–14 см, а *Cirsium vulgare* – 80–100 см.

Суммарная активность видов, которая является интегральным показателем встречаемости и проективного покрытия и свидетельствует о состоянии сообществ, наибольшая в контроле № 1 – 284,8 баллов, причем по годам она практически не различается. В природоподобных сообществах она составляет 50–71% от контроля, а на контрольном участке № 2 – 21% (см. табл. 1).

По количественным показателям природоподобные сообщества при реконструкции ПРС на отвалах пока отстают от показателей контроля – злаково-разнотравный луг. Тем не менее по количеству видов и плотности природоподобные сообщества соответствуют нижнему пределу луговых сообществ Кузбасса [22], в то время как растительность на участке с потенциально плодородным слоем соответствует начальной стадии пионерной группировки при зарастании отвала [18].

Продуктивность злаково-разнотравного луга, взятого в качестве контроля основных показателей, составила в среднем за два года 467 г/м<sup>2</sup>. В 2020 г. она составила

421,0±43,6 г/м<sup>2</sup>, а в 2019 г. – 513,0±78,7 г/м<sup>2</sup>. Различия обусловлены особенностями погодных условий изучаемых периодов. Полученные результаты хорошо согласуются с продуктивностью луговых сообществ на юге Сибири, которая может колебаться от 300 до 600 г/м<sup>2</sup> [22].

В 2020 г. в варианте с формированием на отвале 60 см жизнеспособного ПРС продуктивность была почти в полтора раза выше и составила 142% от контроля, или 664,1±44,4 г/м<sup>2</sup>, в 2019 г. она составила 44% от контроля (207,1±28,6 г/м<sup>2</sup>). В варианте опыта с формированием на отвале 40 см слоя продуктивность в 2020 г. выросла по сравнению с 2019 г. в два раза и стала равна продуктивности на контроле № 1 (рис. 4).

Продуктивность растительных сообществ в варианте 20 см ПРС в 2020 г. составила 47% от контроля, или 221,4 г/м<sup>2</sup>. Наименьшая продуктивность ожидаемо отмечена в варианте без внесения жизнеспособного слоя почвы – 60,8 г/м<sup>2</sup>, что составляет 13% от наземной биомассы луга (табл. 2).

Важным показателем при восстановлении растительного покрова на нарушенных территориях является доля участия растений рудеральных местообитаний. Как правило, в первые годы они доминируют и формируют основу растительной группировки. Однако в случае с применением ПРС на отвале роль сорной растительности резко снижается. Доля сорных растений на контрольном участке естественного луга практически равна нулю. Но и на участке реконструкции масса рудеральной растительности в 2020 г. составила по вариантам опыта: 60 см ПРС – около 7%, 40 см ПРС – 5%, 20 см ПРС – 15%. На ППС доля рудералов возрастает многократно – 66%. Появление луговых растений в варианте без нанесения почвы связано с обсеменением периферийных участков экспериментального полигона с опытных площадок.

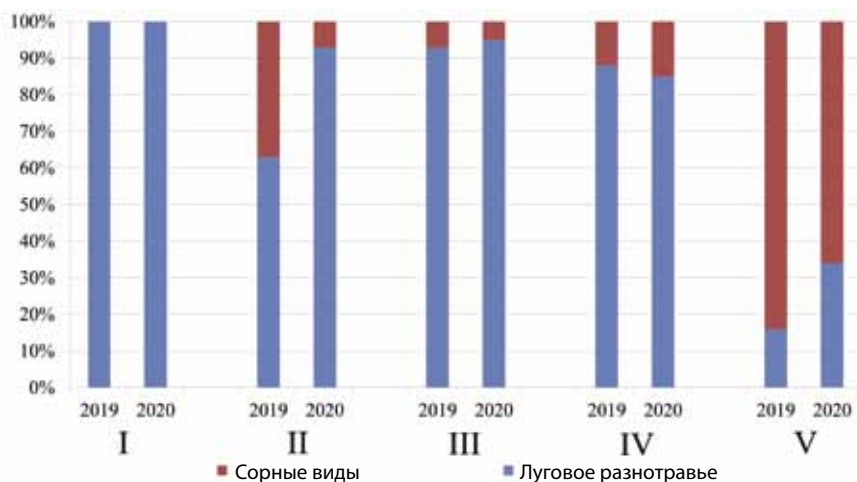


Рис. 4. Распределение доли биомассы по хозяйственным группам (%), где: I – контроль (луг); II – нанесение 60 см почвы; III – нанесение 40 см почвы; IV – нанесение 20 см почвы; V – контроль № 2 (самозарастание)

Таблица 2

Структура продуктивности растительного покрова, г/м<sup>2</sup> (n = 4)

Годы	Хозяйственная группа		Всего
	Группа луговых видов	Группа рудеральных видов	
Контроль № 1, луг			
2019	513,0±78,7	0	513,0±78,7
2020	421,0±43,6	0	421,0±43,6
Нанесение 60 см			
2019	131,3±31,7	75,8±14,6	207,1±28,6
2020	620,5±72,8	43,6±38,3	664,1±44,4
Нанесение 40 см			
2019	214,5±49,7	15,3±5,4	229,8±41,2
2020	447,0±41,2	26,2±11,0	473,2±45,2
Нанесение 20 см			
2019	135,6±35,1	19,7±10,8	155,3±37,4
2020	188,0±28,6	33,4±21,2	221,4±8,4
Контроль № 2, отвал			
2019	2,5±0,8	15,7±2,3	18,2±2,6
2020	11,3±7,5	39,5±11,8	60,8±14,5

Наблюдения показывают, что луговые растения, чьи дериваты и семязачатки были внесены на породный отвал, успешно противостоят проникновению сорных видов. Их доля в продуктивности сообществ составляет всего 5–15% в опытных вариантах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перенесение верхнего слоя почвы, содержащего семена и корневища растений, на отвал позволяет создать природоподобное растительное сообщество с высоким видовым разнообразием, что не достигается при самозарастании отвала за несколько десятилетий. Применение этого способа восстановления растительного покрова на отвалах в значительной степени противодействует развитию сорной растительности. Структурные и функциональные показатели природоподобных фитоценозов во всех вариантах опыта значительно выше, чем при самозарастании на горных породах, и приближаются к значениям на контрольном участке естественного луга. Это убедительно доказывает, что реконструкция подстилающих горных пород и ПРС позволяет за один-два года обеспечить создание на отвалах горных пород высокопродуктивных естественных экосистем с комплексом видов растений природной флоры, который характерен для зональной луговой растительности.

## Список литературы

1. Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21.07.2014 № 219-ФЗ. [Электронный ресурс] URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_165823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/) (дата обращения: 15.01.2021).
2. A review on dump slope stabilization by revegetation with reference to indigenous plant / V. Ranjan, P. Sen, D. Kumar et al. // *International Journal of Scientific & Technology Research*. 2015. Vol. 4 (9). P. 69-76.
3. Mine land rehabilitation: Modern ecological approaches for more sustainable mining / M. Gastauer, J.R. Silva, C.F. Caldeira junior et al. // *Journal of Cleaner Production*. 2018. Vol. 172. P. 1409–1422. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.10.223.
4. ИТС16-2016. Горнодобывающая промышленность. Общие процессы и методы / Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200143287> (дата обращения: 15.01.2021).
5. ГОСТ Р №57446-2017. Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200145085> (дата обращения: 15.01.2021).
6. Сборник инновационных решений по сохранению биологического разнообразия для угледобывающего сектора. Кемерово-Новокузнецк, 2017. 256 с.
7. Manakov Yu., Kupriyanov A. The available techniques for disturbed lands reclamation in Kuzbass / *IIIrd International Innovative Mining Symposium (Kemerovo, 03-05 October 2018)*. E3S Web of Conferences. 2018. Vol. 41. Article N 02009. DOI: 10.1051/e3sconf/20184102006.
8. Shergina O.V., Mikhailova T.A., Kalugina O.V. et al. Natural recovery of soil and vegetation covers on industrial dumps // *Geography and Natural Resources*. 2015. No. 36. pp. 146–153. DOI: 10.1134/S1875372815020067.
9. Кандрашин Е.Р. Сингенез и продуктивность естественной растительности и полукультурфитоценозов на отвалах угольных разрезов Кузбасса / Сб.: Почвообразование в техногенных ландшафтах. Новосибирск: Наука. СО, 1979. С. 163–172.
10. Куприянов А.Н., Манаков Ю.А. Закономерности восстановления растительного покрова на отвалах Кузбасса // *Сибирский лесной журнал*. 2016. № 2. С. 51–58.
11. Куприянов А.Н., Манаков Ю.А., Баранник Л.П. Восстановление экосистем на отвалах горнодобывающей промышленности. Новосибирск: ГЕО, 2010. 165 с.
12. Андроханов В.А., Овсяникова С.В., Курачев В.М. Техноземы. Свойства, режимы, функционирование. Новосибирск, 2000. 200 с.
13. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андраханов В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. Новосибирск: Наука, 2001. 36 с.
14. ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ. [Электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004382> (дата обращения: 15.01.2021).
15. Кожевников Н.В., Заушинщина А.В. Проблема хранения плодородного слоя почвы в горнодобывающей отрасли промышленности // *Вестник Кемеровского государственного университета*. 2015. № 1 (4). С. 10–14.
16. Красная книга Кемеровской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Кемерово: Издательский дом, 2000. 243 с.
17. Красная книга Беловского района: Редкие и исчезающие растения и животные Беловского района Кемеровской области, нуждающиеся в охране. Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2007. 136 с.
18. Куприянов А.Н., Морсакова Ю.В. Начальные этапы формирования растительного покрова на техногенных экотопах Кузбасса // *Сибирский экологический журнал*. 2008. № 2. С. 255–261.
19. Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов А.Н. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2011. 163 с.
20. Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: учебное пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
21. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. URL: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) (дата обращения: 15.01.2021).
22. Макунина Н.И., Мальцева Т.В. Растительность лесостепных и подтаежных предгорий Алтае-Саянской горной области // *Сибирский ботанический вестник: электронный журнал*. 2008. Т. 8. Вып. 1–2. С. 45–156. [Электронный ресурс] URL: [https://www.researchgate.net/publication/292154849\\_Rastitelnost\\_lesostepnyh\\_i\\_podtaeznyh\\_predgorij\\_Altae-Saanskoj\\_gornoj\\_oblasti](https://www.researchgate.net/publication/292154849_Rastitelnost_lesostepnyh_i_podtaeznyh_predgorij_Altae-Saanskoj_gornoj_oblasti) (дата обращения: 15.01.2021).

Original Paper

UDC 622.882:622.271.45 © A.N. Kupriyanov, Yu.A. Manakov, O.A. Kupriyanov, D.A. Shatilov, 2021  
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 2, pp. 46-52  
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-2-46-52>

**Title****RECONSTRUCTION OF THE SOIL-VEGETATION LAYER ON THE ROCK-DUMP SURFACE IN KUZBASS****Authors**

Kupriyanov A.N.<sup>1</sup>, Manakov Yu.A.<sup>1</sup>, Kupriyanov O.A.<sup>1</sup>, Shatilov D.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Federal Research Center of Coal and Coal-Chemistry of SB RAS, Kemerovo, 650000, Russian Federation

**Authors' Information**

**Kupriyanov A.N.**, Doctor of Biological Sciences, Professor,  
 e-mail: [kupr-42@yandex.ru](mailto:kupr-42@yandex.ru)

**Manakov Yu.A.**, Doctor of Biological Sciences, Head of laboratory,  
 e-mail: [labrek@yandex.ru](mailto:labrek@yandex.ru)

**Kupriyanov O.A.**, PhD (Biological), Senior Researcher,  
 e-mail: [kuproa@gmail.com](mailto:kuproa@gmail.com)

**Shatilov D.A.**, Post-graduate student, e-mail: [dimson42@gmail.com](mailto:dimson42@gmail.com)

**Abstract**

The results of an experiment on the reconstruction of the soil-vegetation layer (PRS) on disturbed lands by transferring a fertile soil layer containing plant organs and seeds, soil invertebrate cenoses and microbial associations to the surface of a sandstone dump with a layer of potentially fertile rocks (loess-like loam) 40 cm thick. Autumn 2018 a layer of PRS was formed on top of the loam in three experimental versions – 20, 40 and 60 cm. The size of each site was 200 m<sup>2</sup>. During 2019 and 2020, structural (projective cover, species composition) and functional (ground biomass) indicators were studied. After two years, the projection coverage on the experimental sites averaged about 80%. The species number within each variant ranges from 30 to 50 grassland types, which is comparable to the control plot meadows was taken from PRS. It is noted that the rapid formation of natural plant communities largely counteracts the introduction and growth of weed species, and also provides high productivity of natural plant communities in the first year after formation. The experiment is carried out on the territory of the coal mine "Mayskoye" ("SBU-Coal" Holding Company).

**Keywords**

Biological reconstruction, Soil and vegetation layer, Rock dumps surface, Plant community, Restoration of biodiversity.

**References**

1. Federal law No. 219-FZ of July 21, 2014 "On amendments to the Federal law on environmental protection and certain legislative acts of the Russian Federation". [Electronic resource]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_165823/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/) (accessed 15.01.2021). (In Russ.).
2. Ranjan V, Sen P, Kumar D. & Sarsawat A. A review on dump slope stabilization by revegetation with reference to indigenous plant. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 2015, Vol. 4 (9), pp. 69-76.
3. Gastauer M., Silva J.R., Caldeira Junior C.F., Ramos S.J., Souza Filho P.W.M., Furtini Neto A.E. & Siqueira J.O. Mine land rehabilitation: Modern ecological approaches for more sustainable mining. *Journal of Cleaner Production*, 2018, (172), pp. 1409–1422. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.10.223.
4. ITS16-2016 "Mining industry. General processes and methods" / Information and technical guide to the best available technologies. [Electronic resource]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200143287> (accessed 15.01.2021). (In Russ.).
5. State standard GOST R No. 57446-2017 "Best available technologies. Reclamation of disturbed land and land plots. Restoration of biological diversity". [Electronic resource]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200145085> (accessed 15.01.2021). (In Russ.).
6. Summary of innovative solutions for coal mining segment biodiversity preservation. Kemerovo – Novokuznetsk, 2017, 256 p. (In Russ.).
7. Manakov Yu. & Kupriyanov A. The available techniques for disturbed lands reclamation in Kuzbass / IIIrd International Innovative Mining Symposium (Kemerovo, 03-05 October 2018). *E3S Web of Conferences*, 2018, (41), Article 02009. DOI: 10.1051/e3sconf/20184102006.

8. Shergina O.V., Mikhailova T.A., Kalugina O.V. et al. Natural recovery of soil and vegetation covers on industrial dumps. *Geography and Natural Resources*, 2015, (36), pp. 146–153. DOI: 10.1134/S1875372815020067.

9. Kandrashin E.R. Syngeneses and productivity of natural vegetation and semi-cultural phytocenoses on the dumps of Kuzbass coal mines. / Soil formation in technogenic landscapes Chief Editor S.S. Trophimov. Novosibirsk, Nauka. Siberian branch Publ., 1979, pp. 163–172. (In Russ.).

10. Kupriyanov A.N. & Manakov A.Yu. Regularities of restoration of plant cover on the dumps of the Kuznetsk basin. *Sibirskii lesnoi zhurnal*, 2016, (2), pp. 51–58. (In Russ.).

11. Kupriyanov A.N., Manakov Yu.A. & Barannik L.P. Restoration of ecosystems in the dumps of the mining industry. Novosibirsk, GEO Publ., 2010, 165 p. (In Russ.).

12. Androkhov V.A., Ovsyanikova S.V. & Kurachev V.M. Technosoil. Properties, modes, functioning. Novosibirsk, 2000, 200 p. (In Russ.).

13. Gadzhiev I.M., Kurachev V.M. & Androkhov V.A. Strategy and prospects for solving the problems of reclamation of disturbed lands. Novosibirsk, Nauka Publ., 2001, 36 p. (In Russ.).

14. State standard GOST 17.4.3.02-85. Nature protection. Soils. Requirements for the protection of the fertile soil layer during excavation. [Electronic resource]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200004382> (дата обращения: 15.01.2021). (In Russ.).

15. Kozhevnikov N.V. & Zaushitsina A.V. The problem of topsoil storage in Kuzbass mining industry. *Bulletin of Kemerovo State University*, 2015, Vol. 1 (4), pp. 10–14. (In Russ.).

16. Red Book of the Kemerovo region. Rare and endangered species of plants and mushrooms / Chief Editor I.M. Krasnoborov. Kemerovo, Publishing house, 2000, 243 p.

17. Red book of the Belovsky district: Rare and endangered plants and animals of the Belovsky district of the Kemerovo region in need of protection / Chief Editor A.N. Kupriyanov. Kemerovo, Irbis Publ., 2007, 136 p. (In Russ.).

18. Kupriyanov A.N. & Morsakova Yu.V. Initial Stages of the Formation of Plant Cover on Industry-caused Ecotopes of the Kuznetsk Basin. *Contemporary Problems of Ecology*, 2008, (2), pp. 255–261. (In Russ.).

19. Manakov Yu., Strelnikova T.O. & Kupriyanov A.N. The formation of vegetation cover in technogenic landscapes of Kuzbass. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2011, 163 p. (In Russ.).

20. Zverev A.A. Information technology in vegetation research. Tomsk, TML-Press Publ., 2007, 304 p. (In Russ.).

21. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Available at: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) (accessed 15.01.2021). (In Russ.).

22. Makunina N.I. & Maltseva T.V. The Vegetation of Forest-steppe and Subtaiga foothills of Altai-Sayani Mountain System. *Sibirskii botanicheskiy vestnik: elektronnyi zhurnal*, 2008, Vol. 8, Issue 1–2, pp. 45–156. [Electronic resource]. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/292154849\\_Rastitelnost\\_lesostepnyh\\_i\\_podtaeznyh\\_predgorij\\_Altai-Saanskoj\\_gornoj\\_oblasti](https://www.researchgate.net/publication/292154849_Rastitelnost_lesostepnyh_i_podtaeznyh_predgorij_Altai-Saanskoj_gornoj_oblasti) (accessed 15.01.2021). (In Russ.).

**For citation**

Kupriyanov A.N., Manakov Yu.A., Kupriyanov O.A. & Shatilov D.A. Reconstruction of the soil-vegetation layer on the rock-dump surface in Kuzbass. *Ugol'*, 2021, (2), pp. 46-52. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-46-52.

**Paper info**

Received November 12, 2020

Reviewed December 17, 2020

Accepted January 12, 2021