

# ПРИРОДОПОДОБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОТВАЛАХ

## NATURE-LIKE TECHNOLOGIES FOR RESTORING VEGETATION COVER ON DUMPS

**O. Kupriyanov  
D. Shatilov  
Yu. Manakov  
A. Kupriyanov**

*Summary.* The results of an experiment on the reconstruction of the vegetation cover of the dumps of the «Pervomaisky» coal mine (Kuzbass) are presented, which consists in applying soil removed from the territory of the mining allotment to the leveled dump, bypassing the stage of formation of burls from it. Within three years, it was possible to form a nature-like community with a high species diversity (30–40 species), which is not achieved with self-healing of the dump for several decades.

*Keywords:* coal dumps, floral composition, Kuzbass, restoration of floral diversity.

**Куприянов Олег Андреевич**

Кандидат биологических наук, научный сотрудник Кемеровского филиала Института вычислительных технологий СО РАН, Кемерово  
Kuproa@gmail.com

**Шатилов Дмитрий Александрович**

Инженер-исследователь Федерального научного центра Угля и углехимии СО РАН Кемерово  
Dimson42@gmail.com

**Манаков Юрий Александрович**

Доктор биологических наук, заместитель директора по науке Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий РАН, Краснообск  
Manakov@sfsc.ru

**Куприянов Андрей Николаевич**

Доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Кузбасского ботанического сада Федерального научного центра Угля и углехимии СО РАН, Кемерово  
Kupr-42@yandex.ru

*Аннотация.* Приводятся результаты эксперимента по реконструкции растительного покрова отвалов угольного разреза «Первомайский» (Кузбасс), заключающийся в нанесении на разровненный отвал почву, снятую на территории горного отвода, минуя стадию формирования из нее буртов. Жизнеспособный почвенный слой содержит дериваты луговых растений (корневища, остатки живых растений), семязачатки, которые не долговечны и для получения положительного эффекта должны быть нанесены на разровненный отвал как можно скорее пока он сохраняет свои исходные агрохимические, физические и микробиологические характеристики. В течение трех лет удалось сформировать природоподобное сообщество с высоким видовым разнообразием (30–40 видов), что не достигается при самозарастании отвала за несколько десятилетий.

*Ключевые слова:* восстановление флористического разнообразия, Кузбасс, отвалы угольных предприятий, флористический состав, жизнеспособный почвенный слой.

## Введение

**П**рактика восстановления нарушенных земель сложилась во второй половине XX века и получила название рекультивация. Согласно ГОСТ 17.5.1.01.83 рекультивация – это восстановление нарушенной хозяйственной деятельностью человека терри-

тории с использованием специальных технологий, восстановления продуктивности растительных сообществ [1]. В 2017 году вышел ГОСТ Р 57446–2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия» одним из приоритетных направлений восстановления нарушенных земель яв-



а



б

Рис. 1. Полидоминантный луг (контроль-1), А; отвал без нанесения ЖПС, Б

ляется реставрационно-ландшафтная рекультивация, которая проводится с целью формирования фитоценозов, максимально приближенных по своим фитоценологическим характеристикам к состоянию исходных растительных сообществ [2]. Реализация данного ГОСТа привела к необходимости создания новых технологий восстановления флористического разнообразия на отвалах [3, 4].

Естественное восстановление растительного покрова отвалов происходит чрезвычайно медленно [5], полностью восстановить утраченные функции почвы в исторически обозримый период невозможно [6,7].

При строительстве угольных разрезов обязательным является снятие плодородного слоя почвы и складирования их в бурты [8]. Использование почвы буртов для рекультивации отработанных отвалов происходит через несколько десятилетий. За это время в значительной степени в худшую сторону изменяются физико-агротехнические свойства почв [9], погибают все дериваты и семена коренной растительности, из живородящего слоя почвы получается субстрат, зараженный семенами и корневищами сорных растений.

Поэтому возникла необходимость разработки новой технологии ускорения естественных процессов сингенеза и создания на отвалах природоподобных растительных сообществ. Идея состояла в том, чтоб снять почвенный слой с ненарушенных луговых сообществ в границах горного отвода разреза, но не сваливать их в бурты (как этого требует ГОСТ 17.5.3.06–85 [10]) а наносить на подготовленный для биологического этапа отвал. Жизнеспособный почвенный слой (ЖПС) — в условиях Кузбасса это верхний гумусово-аккумулятивный горизонт ( $A_2$ ) черноземов

или черноземовидных почв, как правило, с включением некоторой части переходных горизонтов ( $A_2$ , В) и материнской породы (С). ЖПС содержит дериваты луговых растений (корневища, остатки живых растений), семязачатки, которые не долговечны и для получения положительного эффекта должны быть нанесены на разровненный отвал как можно скорее пока он сохраняет жизнеспособность дериватов растений и исходные агрохимические, физические и микробиологические характеристики.

#### Объекты и методика исследования

Исследования по реконструкции растительного покрова проводились на отвале вскрыши угольного разреза «Первомайский» (ООО «Шахтоуправление «Майское»), расположенный в лесостепной зоне Кузбасса. Объектом для снятия слоя почвы явились полидоминантные луга, находящиеся вблизи угольного разреза, которые со временем должны быть уничтожены при развитии угольного разреза.

Отвал вскрыши представлен глинами и суглинками, песчаниками, алевролитами и аргиллитами. Каменистость грунтов возрастает с глубины 20–30 см, что свидетельствует о замедлении процесса выветривания в глубине. На момент организации опытной площадки растительный покров отвала находился на пионерной стадии и стадии образования группово-зарослевых сообществ [5, 11]. На территории отвала, вблизи строящегося полигона найдено 21 вид высушенных растений, представленный сорными и полусорными растениями.

Остепненный полидоминантный луг, расположен на пологом юго-восточном склоне к глубокой ложине,



Рис. 2. Снятия ЖПС на полидоминантном лугу, октябрь 2018 г

сформирован на выщелочном черноземе. Травостой густой, проективное покрытие 95–100%, высота травостоя около 100 см. Видовая насыщенность достигает 50 видов на 100 м<sup>2</sup> (рис. 1А).

Схема эксперимента следующая: контроль-1 (полидоминантный луг); опытные варианты с нанесением ЖПС с семязачатками и вегетативными частями растений (20, 40, 60 см); контроль-2 (участок отвала с естественным самозарастанием). Площадь каждого варианта 1000 м<sup>2</sup>.

Снятие и нанесение почвенного слоя осуществлялось скреперами в октябре 2018 года по окончании вегетации луговых растений (рис. 2). Наблюдения проводились 2019–2022 гг.

В каждом варианте во второй декаде июля проводилось составление флористических списков в десятикратной повторности на площади 1 м<sup>2</sup>. Определялось количество видов (шт./м<sup>2</sup>), встречаемость (%), парциальное проективное покрытие (%). Были выделены классы постоянства (КП) в описаниях: всего выделено 5 КП, с шагом в 20%: I — до 20%; II — 21–40%; III — 41–60%; IV — 61–80%; V — 81–100% [16]

Для каждого варианта рассчитывался показатель активности вида как мера жизненного преуспевания вида на данной территории, одно из выражений «веса вида» в данной флоре [12]. Расчет активности видов выполнялся в системе IBIS [13] по формуле:

$$Act = \sqrt{\frac{C \times 100\%}{N} \times \frac{\sum_{i=1}^N A_i}{N}} = 10 \times \frac{\sqrt{C \times A_{\Sigma}}}{N} \% , (1)$$

где *Act* — расчетная активность таксона для мониторинговой площади в процентах (0÷100%);

*N* — число учетных площадок (элементарных метровых проб);

*C* — постоянство таксона — абсолютное число учетных площадок, где зарегистрирован таксон;

*A<sub>i</sub>* — проективное покрытие таксона на *i*-ой учетной площадке;

*A<sub>Σ</sub>* — сумма проективных покрытий таксона на всех учетных площадках.

## Результаты и обсуждение

Количество видов, обнаруженных за четыре года в составе природоподобных сообществ достаточно большое и составляет в разных вариантах от 37 до 42 видов, что практически не уступает по численности количеству видов в контроле. В варианте без нанесения почвы количество поселяющихся видов в два раза меньше, чем в контроле-1 (табл.). Следует отметить, что в варианте без нанесения ЖПС постоянно происходит увеличение видов за счет видов, которые пересеиваются с опытных вариантов. Если в 2019 году их число составляло 14 видов, то в 2022–24 вида.

Плотность видов (шт./м<sup>2</sup>) за четыре года самая большая в контроле 14 шт./м<sup>2</sup>, в опытных вариантах она несколько снижается и составляет в варианте с нанесением 60 см почвы 10 шт./м<sup>2</sup>, 40 см почвы — 13 шт./м<sup>2</sup>, 20 см почвы — 11 шт./м<sup>2</sup>, а на участке без нанесения слоя почвы 5 шт./м<sup>2</sup>.

Проективное покрытие (%), показывающее сомкнутость травостоя в среднем за четыре года самое высокое в контроле 99%, в создаваемых природоподобных сообществах оно уменьшается и составляет 89,5, 68,2 и 61,0% к контролю соответственно. На участке без нанесения почвы оно составило в среднем за четыре года 21,2% к контролю. Увеличение проективного покрытия в контроле связано с переходом растительного покрова из пионерной стадии сингенеза в группово-зрелое сообщество, о чем свидетельствуют появив-



а



б



в

Рис. 3. А — нанесение слоя 60 см ЖСП; Б — 40 см ЖСП, 20 см ЖСП.

шиеся пятна *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Pilosella lydiae* (Schischk. et Steinb.) Tupitzina и *Poa angustifolia* L. Травостой на участке без нанесения почвы образуется из низкорослых растений (*Medicago lupulina*, *Amoria hybrida*, *Tussilago farfara*) высота которых 10–15 см. С другой стороны здесь отмечены высокорослые виды, которые представлены единичными экземплярами *Cirsium vulgare*, *Hieracium umbellatum*, *Chamerion angustifolium*, высота которых 80–100 см.

По наблюдениям за четыре года активность видов лугового сообщества в контроле составила в среднем  $275,5 \pm 11,1$  баллов, что больше, чем во всех опытных вариантах и превосходит контроль-2 (отвал без нанесения почвы) почти в 3 раза. Тем не менее, следует отметить, что в опытных вариантах активность постоянно увеличивается, что свидетельствует о процессах формирования природоподобного сообщества.

В контроле-1 (полидоминантный луг) в IV–V класс постоянства со значениями более 61% встречаемости

вошло 8 видов: *Centaurea scabiosa* L., *Fragaria viridis* Duch., *Hemerocallis minor* Mill., *Phlomis tuberosa* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Vicia amoena* Fisch., *V. cracca* L. В варианте с нанесением 60 см и в варианте с нанесением 40 см ЖПС с классом постоянства IV–V вошло по 5 видов *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub, *Cirsium setosum* (Willd.) Bess., *Dactylis glomerata* L., *Sanguisorba officinalis* L., *Vicia amoena* Fisch. В варианте с нанесением 20 см ЖПС с классом постоянства IV–V вошло 7 видов: *Bromopsis inermis*, *Centaurea scabiosa* L., *Cirsium setosum*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense* L., *Sanguisorba officinalis*, *Tussilago farfara* L. В варианте без нанесения ЖПС — 3 вида *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Tussilago farfara*.

По количественным показателям природоподобные сообщества при реконструкции растительного покрова на отвалах практически не отстают от показателей контроля — лилейникового луга. По количеству видов и плотности природоподобные сообщества соответствуют нижнему пределу луговых сообществ Кузбасса

Таблица 1. Количественные показатели сообществ при реконструкции растительного покрова

Показатель	Вариант				
	Контроль-1, луг	Нанесение 60 см почвы	Нанесение 40 см почвы	Нанесение 20 см почвы	Контроль-2, без нанесения почвы
1	2	3	4	5	6
Количество видов в сообществе, шт					
2019	50	49	18	51	14
2020	52	44	43	50	24
2021	29	27	49	39	27
2022	39	33	38	27	24
Среднее	43	38	37	42	22
К-во видов, шт/м <sup>2</sup>					
2019	20±0,9	9±0,8	10±1,5	9±1,7	3±0,6
2020	15±1,1	13±1,0	10±1,0	17±0,6	6±0,4
2021	9±0,8	9±0,2	22±0,9	11±1,9	5±0,6
2022	12±1,1	9±0,6	10±0,6	8±0,5	6±0,5
Среднее	14	10	13	11	5
ОПП.%					
2019	98±1,2	66±6,8	12,0±1,1	25,0±2,6	7,1±1,6
2020	96±1,6	95±3,0	84,0±5,4	67,0±3,5	20,0±10,0
2021	100±0,0	100±0,0	84,0±3,2	70,0±5,7	27,0±6,4
2022	100±0,0	97±3,5	93,0±3,1	82,0±4,4	31,0±4,3
Среднее	99,0	89,5	68,2	61,0	21,2
Суммарная активность сообществ					
2019	280,5	181,0	86,7	178,6	61,8
2020	289,1	243,6	195,4	156,9	59,4
2021	242,8	278,6	334,3	204,5	113,4
2022	288,7	238,0	259,7	195,0	117,7
Среднее	275,5±11,1	235,5±20,3	219,0±41,0	173,8±13,8	88,1±15,3

[14,15] в то время как растительность на участке без нанесения почвы соответствует пионерной группировке при зарастании отвала [16].

### 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 разрастанию сорных видов. Наличие слоя плодородной почвы и подстилающих пород, имеющих

большое потенциальное плодородие, способствуют созданию высокопродуктивных угодий, мало отличающихся от контроля.

### Благодарности

Работа выполнена в рамках договора с АО ХК «СДС-Уголь», Шахтоуправление «Майское» № 01/ТР/2018 от 12 мая 2019 «Проведение экспериментальных работ для разработки природоподобной технологии рекультивации нарушенных земель с использованием жизнеспособного плодородного слоя почвы» и госзадания № 0352–2016–0002 «Оценка состояния и охрана флористического разнообразия под влиянием антропогенных и техногенных факторов in situ и ex situ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.5.3.04–83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
2. ГОСТ Р 57446–2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия».

3. Уфимцев В.И. Природоподобные технологии рекультивации в Кузбассе // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов. Мат. VI Межд. конф. Кемерово, 2021. С. 22–24.
4. Куприянов А.Н., Уфимцев В.И., Манаков Ю.А., Т.О. Стрельникова, Куприянов О.А. Методические рекомендации по восстановлению лугово-степной растительности на отвалах угольной промышленности в Кузбассе. Кемерово: «Ирбис». 2017. 43 с.
5. Куприянов А.Н., Манаков Ю.А. Закономерности восстановления растительного покрова на отвалах Кузбасса // Сибирский лесной журнал 2016. С. 51–58.
6. Андроханов В.А., Овсяникова С.В., Курачев В.М. Техноземы. Свойства, режимы, функционирование. Новосибирск. 2000. 200 с.
7. Гаджиев И.М., Курачев В.М., Андроханов В.А. Стратегия и перспективы решения проблем рекультивации нарушенных земель. Новосибирск: Наука. 2001. — 36 с.
8. Клопотовский А.П. Определение мощности природного слоя почв, снимаемого при земляных работах, Почвоведение, 1981, с. 97–105.
9. 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.
10. ГОСТ 17.4.3.02–85 Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
11. Куприянов А.Н., Морсакова Ю.В. Начальные этапы формирования растительного покрова на техногенных экотопах Кузбасса. Сибирский экологический журнал. № 2. 2008. С. 255–261
12. Куприянов А.Н., Казьмина С.С., Зверев А.А. Изменение флористического состава растительных сообществ Караканского хребта вблизи угольных разрезов // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. 2018. № 43. С. 66–88. DOI: 10.17223/19988591/43/4
13. Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова: учеб. пособие. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007. 304 с.
14. Лашинский Н.Н. Растительность Салаирского кряжа. Новосибирск: Академическое издание «Гео». 2009. 263 с.
15. Макунина Н.И., Мальцева Т.В. Растительность лесостепных и подтаежных предгорий Алтае-Саянской горной области // Сиб. бот. вестн. 1008. Т. 8. Вып. 1–2. С. 45–156.
16. Манаков Ю.А., Стрельникова Т.О., Куприянов А.Н. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2011. — 180 с.

© Куприянов Олег Андреевич ( Kuproa@gmail.com ), Шатилов Дмитрий Александрович ( Dimson42@gmail.com ),  
Манаков Юрий Александрович ( Manakov@sfsc.ru ), Куприянов Андрей Николаевич ( Kupr-42@yandex.ru ).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



г. Кемерово