

БОТАНИКА / BOTANICS

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.33>

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОТВАЛОВ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КУЗБАССА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

Научная статья

Куприянов А.Н.^{1*}, Куприянов О.А.², Манаков Ю.А.³, Шатилов Д.А.⁴

² ORCID : 0000-0003-2510-1484;

³ ORCID : 0000-0003-2352-3659;

⁴ ORCID : 0000-0002-0196-5168;

¹ Кузбасский ботанический сад ФИЦ УУХ СО РАН, Кемерово, Российская Федерация

² Кемеровский филиал ФИЦ ИВТ, Кемерово, Российская Федерация

³ Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Кемерово, Российская Федерация

⁴ ПАО "Южный Кузбасс", Кемерово, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (kupr-42[at]yandex.ru)

Аннотация

Перенесение верхнего живородящего слоя почвы на отвал позволяет создать природоподобное растительное сообщество с высоким видовым разнообразием, что не достигается при самозарастании отвала за несколько десятилетий. Наблюдения за три года по накоплению биомассы в различных вариантах нанесения жизнеспособного почвенного слоя (20, 40, 60 см) во много раз выше, чем на разровненном отвале, покрытым слоем потенциально плодородных суглинков. Основу травостоя составляют лугово-степные виды, доля сорных растений составляет менее 25%. Применение этого способа восстановления растительного покрова на отвалах в значительной степени противодействует разрастанию сорных видов. Наличие плодородной почвы и подстилающих пород, имеющих большое потенциальное плодородие способствуют созданию высокопродуктивных растительных сообществ.

Ключевые слова: Кузбасс, отвалы, живородящий слой почвы, реконструкция растительного покрова.

CHANGES IN THE PRODUCTIVITY OF KUZBASS COAL ENTERPRISES' LANDFILLS DURING THE RECONSTRUCTION OF THE VEGETATION COVER

Research article

Kupriyanov A.N.^{1*}, Kupriyanov O.A.², Manakov Y.A.³, Shatilov D.A.⁴

² ORCID : 0000-0003-2510-1484;

³ ORCID : 0000-0003-2352-3659;

⁴ ORCID : 0000-0002-0196-5168;

¹ Kuzbass Botanical Garden FRC CCC, Kemerovo, Russian Federation

² Federal Research Center for Information and Computational Technologies, Kemerovo, Russian Federation

³ Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, Russian Federation

⁴ Southern Kuzbass PJSC, Kemerovo, Russian Federation

* Corresponding author (kupr-42[at]yandex.ru)

Abstract

Transferring the top live-bearing soil layer to the landfill allows the creation of a nature-like plant community with high species diversity, which is not achieved by self-overgrowing the landfill over several decades. Observations over three years on biomass accumulation in different variants of applying a viable soil layer (20, 40, 60 cm) are many times higher than on a leveled dump covered with a layer of potentially fertile loam. Meadow-steppe species constitute the basis of grass stand, the share of weed plants is less than 25%. Applying this method of revegetation on the landfills significantly reduces the growth of weed species. The presence of fertile soil and underlying rocks with high potential fertility contribute to the creation of highly productive plant communities.

Keywords: Kuzbass, landfills, live-bearing soil layer, reconstruction of vegetation cover.

Введение

За период разработки угольных месторождений из недр Кузбасса добыто около 9 млрд т. угля. Следует отметить, что 3,96 млрд т добыто за последние 20 лет. При этом с 2000 г. по 2020 г. объемы добычи угля в России увеличились в 1,6 раза, в Кузбассе – в 2,2 раза и достигли в 2018 г. рекордных 255,3 млн т., почти 60 % от общероссийского уровня [10]. Площадь нарушенных земель в результате добычи угля составила более 100 тыс. га. Поэтому первоочередными экологическими задачами в Кемеровской области являются оптимизация существующих и разработка новых прогрессивных технологий восстановления нарушенных ландшафтов, и их широкое внедрение.

В соответствии с ГОСТ Р 57446-2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия» одним из приоритетных направлений восстановления нарушенных земель является реставрационно-ландшафтная рекультивация, которая проводится с целью формирования фитоценозов, максимально приближенных по своим фитоценологическим характеристикам к

состоянию исходных растительных сообществ. Однако отсутствие соответствующих технологий препятствуют широкому применению экологических принципов, утвержденных в указанном стандарте.

Другой чрезвычайно важной проблемой является сохранение плодородного слоя почвы (ПСП) при открытых горных работах. В настоящее время предприятия работают в соответствии с ГОСТ 17.5.3.06-85. «Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ». Поэтому весь плодородный слой буртуется и хранится в течение десятилетий. Вследствие длительного срока хранения изменяются физические и химические свойства почв, теряется агрегация, разрушаются гуминовые комплексы, происходит биологическое загрязнение, а все семязачатки растений и фауна погибают. Фактически плодородный слой превращается в потенциально плодородный почво-грунт только с более худшими физико-химическими свойствами [9], [6].

Одним из возможных подходов является реконструкция растительного покрова отвалов путем переноса жизнеспособного почвенного слоя (ЖПС) на поверхность отработанного отвала минуя стадию буртования. 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 свои исходные агрохимические, физические и микробиологические характеристики. Нанесение ЖПС на поверхность отвала наиболее приближенно моделирует свойства лугов с высоким биологическим разнообразием [8].

Целью настоящего исследования является оценка изменения продуктивности растительных сообществ на отвале после реконструкции растительного покрова.

Методы и принципы исследования

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

На отвале был выбран участок общей площадью 1 га, где на горной песчаниковой породе с примесью аргиллитов и алевролитов, сформирован слой лессовидных суглинков мощностью 40 см. Горно-технический этап заключался в снятии ЖПС и нанесении его на экспериментальный участок. В результате были сформированы пять опытных вариантов: Контроль-1 (эталонный участок луга), нанесение 60 см ЖСП, нанесение 40 см ЖСП, нанесение 20 см ЖСП, Контроль-2 (без нанесения ЖСП). Размер каждой площадки составляет 200 м².

Для учета надземной фитомассы на каждой учетной площадке в четырехкратной повторности проводилось скашивание надземных частей на уровне почвы [3]. Камеральную обработку проводили в тот же день. Пробы разбирали на следующие фракции: условно сорные растения [2] и 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. Наблюдения проводились в период 2019-2021 гг.

Основные результаты и обсуждение

Травостой Контроля-1 густой, проективное покрытие 95–100%, высота травостоя около 100 см. Видовая насыщенность достигает до 70 видов на 100 м². В группу постоянных доминантов входят луговые и лугово-степные виды (*Hemerocallis minor*, *Calamagrostis epigeios*, *Sanguisorba officinalis*, *Phlomis tuberosa*, *Filipendula vulgaris*, *Bromopsis inermis*, *Phleum pratense*). Продуктивность составила в среднем за три года составила 508,3 г/м²: в 2019 – 513,0±78,7 г/м², в 2020 – 421,0±43,6 г/м², в 2021 – 591,6±104,2 г/м². 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/м² [1]. Примерно в таких же параметрах она изменяется на юге Сибири и Кемеровской области [4], [7]. В варианте с нанесением 60 см ЖСП продуктивность в 2021 году была в 1,2 раза выше, чем в контроле. Скорее всего это связано с увеличением доли сорных растений этом варианте и увеличением доступности элементов минерального питания (табл. 1). В варианте с нанесением 40 см ЖСП продуктивность в 2021 году составила 478,6±81,9 г/м², что соответствует данным за 2020 год. В варианте с нанесением 20 см ЖСП продуктивность в 2021 году была ниже на 40% от контроля и составила 354,1±28,3 г/м². Наименьшая продуктивность ожидаемо отмечена в варианте без внесения жизнеспособного слоя почвы – 32,5±19,4 г/м², что составляет 5,5% от контроля (рис. 2).

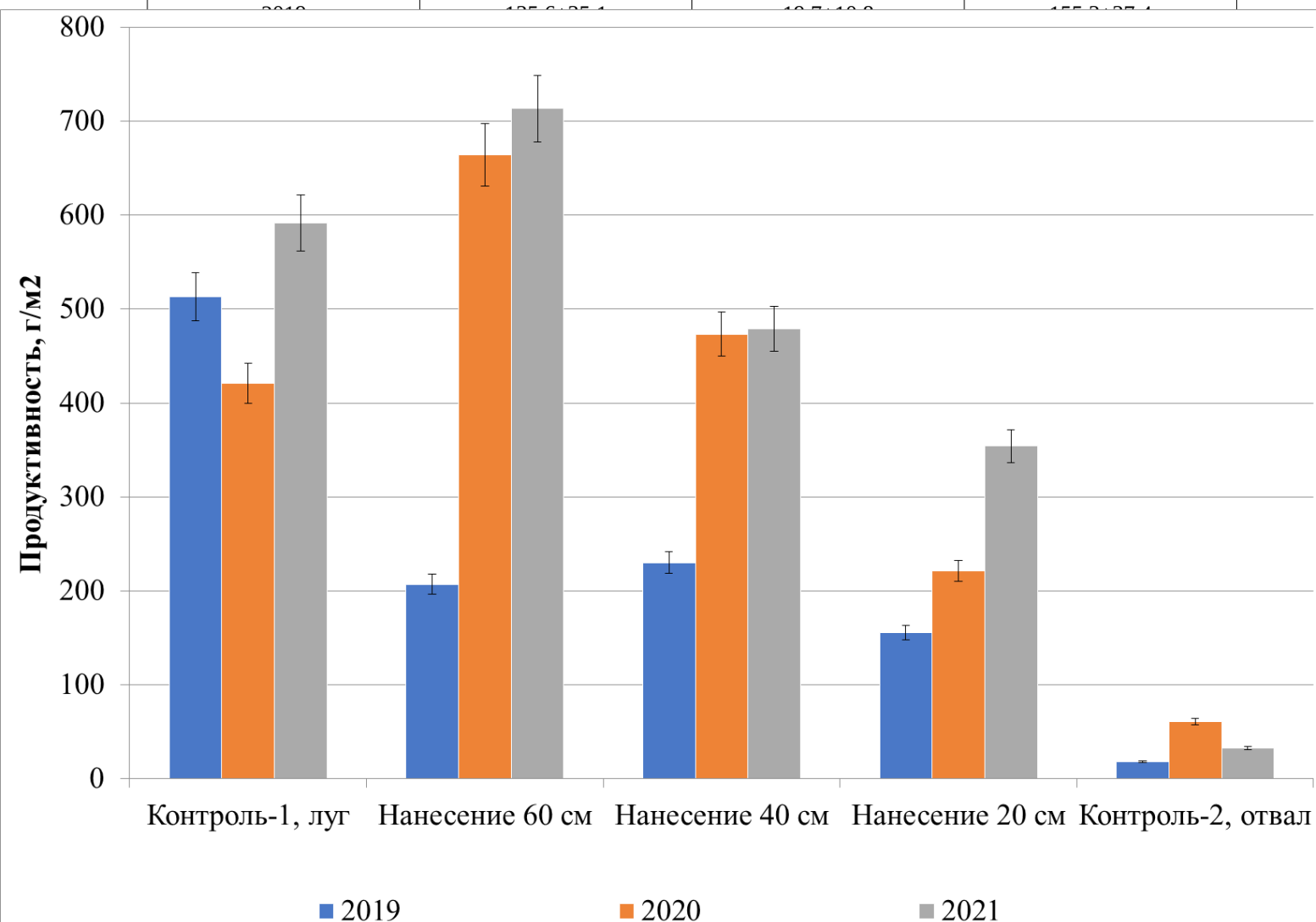
В среднем за три года продуктивность в контроле (полидоминантный луг) составила 508,3 г/м², при нанесении 60 см жизнеспособного почвенного слоя – 528,1 г/м², 40 см – 393,8 г/м², 20 см – 243,6 г/м². В контроле без нанесения жизнеспособного почвенного слоя она составила 37,2 г/м² (табл. 1).

Таблица 1 - Структура продуктивности растительного покрова за три года

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.33.1>

Годы	Хозяйственная группа		Всего
	Луговое разнотравье	Сорные виды	
Контроль-1, луг, г/м ²			

2019	513,0±78,7	0	513,0±78,7
2020	421,0±43,6	0	421,0±43,6
2021	587,6±104,5	4,5±0,48	591,6±104,2
Среднее за 3 года	507,2	1,5	508,8
Нанесение 60 см, г/м ²			
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
2021	463,6±99,4	249,8±68,1	713,2±141,9
Среднее за 3 года	405,1	123,1	528,2
Нанесение 40 см, г/м ²			
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
2021	354,2±56,4,5	124,3±53,3,5	478,6±81,9
Среднее за 3 года	338,6	55,3	393,9
Нанесение 20 см, г/м ²			
2019	125,0±25,1	10,5±10,0	155,0±25,1
2020	125,0±25,1	10,5±10,0	155,0±25,1
2021	125,0±25,1	10,5±10,0	155,0±25,1
Среднее за 3 года	125,0	10,5	155,0



Примечание: n=4

Рисунок 1 - Общая продуктивность в опыте по нанесению жизнеспособного почвенного слоя
DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.33.2>

Примечание: контроль (лилейниковый луг); 2 – нанесение 60 см; 3 – нанесение 40 см; 4 – нанесение 20 см; 5 – контроль (порода) – без нанесения жизнеспособного почвенного слоя

В контроле доля сорных не велика, сорные виды в биомассе обнаружались в 2021 году, их доля составила 7,6% от общей биомассы. На отвале без нанесения жизнеспособного почвенного слоя доля сорных видов в биомассе составляет 77,4%. При нанесении 60 см она составляет 25,6%, 40 см – 12,7%, 20 см – 10,7%. (табл. 2).

Таблица 2 - Доля сорных растений в общей биомассе

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.123.33.3>

Вариант	Доля в общей массе травостоя, %	
	Луговое разнотравье	Сорные виды
Контроль-1 (луг)		
2019	100,0	0
2020	100,0	0
2021	92,4	7,6
Среднее за три года	97,5	2,5
Контроль-2 (без нанесения почвы)		
2019	16,0	84,0
2020	34,0	66,0
2021	17,8	82,2
Среднее за три года	22,6	77,4
Нанесение 20 см почвы		
2019	88,0	12,0
2020	85,0	15,0
2021	95,5	4,5
Среднее за три года	89,3	10,7
Нанесение 40 см почвы		
2019	94	7
2020	95	5
2021	74,0	26,0
Среднее за три года	87,3	12,7
Нанесение 60 см почвы		
2019	63	37
2020	93	7
2021	65,0	35,0
Среднее за три года	74,4	25,6

Заключение

Наблюдения за три года по накоплению биомассы в различных вариантах нанесения жизнеспособного почвенного слоя (20, 40, 60 см) во много раз выше, чем на разровненном отвале, покрытым слоем потенциально плодородных суглинков (рис. 2). При нанесении жизнеспособного почвенного слоя 60 см продуктивность опытного варианта такая же или выше, чем продуктивность естественного луга. Основу их составляют луговые растения, а сорные виды составляют за три года 25%. При нанесении слоя 40 и 20 см доля сорных растений составляет 10,7–12,7%, что можно считать очень хорошим результатом для создания природоподобного сообщества. Таким образом, перенесение жизнеспособного почвенного слоя с участков, где будут проводиться горные работы на разровненные и покрытые суглинками участки отвалов способствуют созданию природоподобных сообществ с высокой продуктивностью.

Перенесение верхнего живородящего слоя почвы 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 плодородной почвы и подстилающих пород, имеющих большое потенциальное плодородие способствуют созданию высокопродуктивных угодий, мало отличающихся от контроля.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Понятовская В.М. Продуктивность луговых сообществ. Анализ первичного продукционного процесса. / В.М. Понятовская, В.Н. Макаревич, В.Н. Карпенко – Л.: Наука. Ленинградское отделение, 1978. – 287 с.
2. Ульянова Т.Н. Сорные растения во флоре России и сопредельных государств. / Т.Н. Ульянова – Барнаул: Азбука, 2005. – 297 с.
3. Гришина Л.А. Учет биомассы и химический анализ растений / Л.А. Гришина, Е.М. Самойлова – М.: Издательство МГУ, 1971. – 97 с.
4. Манаков Ю.А. Формирование растительного покрова в техногенных ландшафтах Кузбасса / Ю.А. Манаков, Т.О. Стрельникова, А.Н. Куприянов – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2011. – 180 с.
5. Куприянов А.Н. Закономерности восстановления растительного покрова на отвалах Кузбасса. / А.Н. Куприянов, Ю.А. Манаков // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 1. – с. 51-58. – DOI: 10.15372/SJFS20160205
6. Кожевников Н.В. Проблема хранения плодородного слоя почвы в горнодобывающей отрасли промышленности. / Н.В. Кожевников, А.В. Заушинщина // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – № 1 (61). – с. 10-14.
7. Дубынина С.С. Продуктивность фитомассы луговых растительных сообществ Назаровской котловины при разных режимах использования. / С.С. Дубынина // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 10. – с. 102-107. – DOI: 10.17513/use.36890
8. Куприянов А.Н. 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
9. Клопотовский А.П. Сохранение и использование природного слоя почв. / А.П. Клопотовский // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1981. – № 5. – с. 25-33.
10. Копытов А.И. Угольные ресурсы Кузбасса как фактор выбора стратегии развития отрасли. / А.И. Копытов, С.В. Шаклеин // Экономика и организация промышленного производства. – 2018. – № 11 (533). – с. 76-83. – DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2018-11-76-83

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ponyatovskaya V.M. Produktivnost' lugovy'x soobshhestv. Analiz pervichnogo produkcionnogo processa. [Productivity of meadow communities. Analysis of the primary production process.] / V.M. Ponyatovskaya, V.N. Makarevich, V.N. Karpenko – L.: Nauka. Leningradskoe otdelenie, 1978. – 287 p. [in Russian]
2. Ul'yanova T.N. Sornye rasteniya vo flore Rossii i sopredel'ny'x gosudarstv. [Weeds in the flora of Russia and neighboring countries.] / T.N. Ul'yanova – Barnaul: Azbuka, 2005. – 297 p. [in Russian]
3. Grishina L.A. Uchet biomassy' i ximicheskij analiz rastenij [Biomass accounting and chemical analysis of plants] / L.A. Grishina, E.M. Samojlova – M.: Izdatel'stvo MGU, 1971. – 97 p. [in Russian]
4. Manakov Yu.A. Formirovanie rastitel'nogo pokrova v texnogenny'x landshaftax Kuzbassa [Formation of Vegetation Cover in Technogenic Landscapes of Kuzbass] / Yu.A. Manakov, T.O. Strel'nikova, A.N. Kupriyanov – Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN, 2011. – 180 p. [in Russian]
5. Kupriyanov A.N. Zakonomernosti vosstanovleniya rastitel'nogo pokrova na otvalax Kuzbassa [Regularities Of Restoration Of Plant Cover On The Dumps Of The Kuznetsk Basin]. / A.N. Kupriyanov, Yu.A. Manakov // Sibirskij lesnoj zhurnal [Sibirskij Lesnoj Zurnal]. – 2016. – № 1. – p. 51-58. – DOI: 10.15372/SJFS20160205 [in Russian]
6. Kozhevnikov N.V. Problema xraneniya plodorodnogo sloya pochvy' v gornodoby'vayushhej otrasli promy'shennosti [The problem of topsoil storage in Kuzbass mining industry]. / N.V. Kozhevnikov, A.V. Zaushincina // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of Kemerovo State University]. – 2015. – № 1 (61). – p. 10-14. [in Russian]
7. Duby'nina S.S. Produktivnost' fitomassy' lugovy'x rastitel'ny'x soobshhestv Nazarovskoj kotloviny' pri razny'x rezhimakh ispol'zovaniya [The Productivity Of The Phytomass Of Meadow Plant Communities Of The Nazarovskaya Basin Under Different Conditions Of Use]. / S.S. Duby'nina // Uspexi sovremennogo estestvoznaniya [Advances in current natural sciences]. – 2018. – № 10. – p. 102-107. – DOI: 10.17513/use.36890 [in Russian]
8. Kupriyanov A.N. Rekonstrukciya pochvenno-rastitel'nogo sloya na poverxnosti otvalov v Kuzbasse [Reconstruction Of The Soil-Vegetation Layer On The Rock-Dump Surface In Kuzbass]. / A.N. Kupriyanov, Yu.A. Manakov, O.A. Kupriyanov et al. // Ugol' [Ugol' – russian Coal Journal]. – 2021. – № 2. – p. 46-52. – DOI: 10.18796/0041-5790-2021-2-46-52 [in Russian]
9. Klopotovskij A.P. Soxranenie i ispol'zovanie prirodnoogo sloya pochv [Preservation and use of the natural soil layer]. / A.P. Klopotovskij // Vestnik sel'skoxozyajstvennoj nauki, [Bulletin of agricultural science]. – 1981. – № 5. – p. 25-33. [in Russian]
10. Kopy'tov A.I. Ugol'nye resursy' Kuzbassa kak faktor vy'bora strategii razvitiya otrasli [Coal Resources of Kuzbass as a Factor in the Choice of Industry Development Strategy]. / A.I. Kopy'tov, S.V. Shaklein // E'konomika i organizaciya

promy'shennogo proizvodstva [ECO Journal]. – 2018. – № 11 (533). – p. 76-83. – DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2018-11-76-83 [in Russian]