

References

1. Smykov V.K. Issledovanie biologicheskikh osobennostei iabloni i abrikosa i printsipy formirovaniia sortimentov dlia promyshlennykh nasazhdenii / V.K. Smykov: dissert. na soisk. uch. st. dokt. biol. nauk. – Kishinev, 1974. – 26 s.
2. Soloveva M.A. Vlianie azotnogo pitaniia na funktsionalnye izmeneniia i morozoustoichivost abrikosa / M.A. Soloveva // Sadovodstvo. – 1992. – No. 1. – S. 8-11.
3. Kobel F. Plodovodstvo na fiziologicheskoi osnove / F. Kobel. – Moskva, Selkhozgiz, 1967. – 374 s.
4. Gorin T.I. Rezhim orosheniia i produktivnost iabloni / T.I. Gorin // Sadovodstvo. – 1961. – No. 10. – S. 24-25.
5. Kolesnikov V.A. Metody izuchenie kornevoi sistemy drevesnykh rastenii / V.A. Kolesnikov. – Moskva: Lesnaia promyshlennost, 1972. – 190 s.
6. Mokain M.D. Sadovodstvo promyshlennogo tipa / M.D. Mokain. – Kishinev, Karta Moldoveniaska, 1977. – 140 s.
7. Abduvokhidov A.A. Razrabotka rezhima orosheniia i pitaniia abrikosa pri vozdeystvii na kamenisto-shchebenistykh pochvakh Severnogo Tadzhikistana: avtoreferat diss. ... kand. s.-kh. nauk. – 2017. – S. 19-20.
8. Molchanov A.A., Smirnov V.V. Metodika izuchenii prirosta drevesnykh rastenii. – Moskva: Nauka, 1967. – 99 s.
9. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. – Moskva: Kolos, 1985. – 335 s.
10. Bespechalnaia V.V. i dr. Kultura abrikosa v neoroshayemykh usloviyakh Moldavii / V.V. Bespechalnaia. – Kishinev: Shtiintsa, 1974. – 217 s.
11. Kozlovskii T. Vodnyi obmen rastenii / T. Kozlovskii. – Moskva: Kolos, 1969. – 70 s.
12. Rashidov N.D. Stepen osveshchennosti krony derevev v zavisimosti ot sposoba poliva / N.D. Rashidov, U.G. Sharipov, S.M. Gulov // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta Tadzhikistana. – Dushanbe. – 2023. – No. 4/1 (55). – S. 54-60.



УДК 577.171.7:631.816

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-241-11-27-32

М.А. Осинцева, Е.А. Дюкова, Н.В. Бурова
M.A. Osintseva, E.A. Dyukova, N.V. Burova

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРИЖИВАЕМОСТИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

WAYS TO INCREASE THE SURVIVAL RATE OF PLANTING MATERIAL DURING THE RECLAMATION OF TECHNOGENICALLY DISTURBED LANDSCAPES

Ключевые слова: биологическая рекультивация, приживаемость растений, гидропосев, аэрофотосъемка, биопрепарат, землеулучшитель.

Напряженная экологическая ситуация Кемеровской области – Кузбасса обуславливает важность вопроса сохранения качества окружающей среды, в том числе биологической рекультивации нарушенных земель. Целью работы являлось изучение способов повышения приживаемости посадочного материала при рекультивации техногенно-нарушенных ландшафтов. Работы проводились на экспериментальном полигоне, расположенном на отвале Казаченковский Талдинского угольного разреза. При выборе растений для рекультивации учитывали их способность к фиторемедиации – аккумуляции и утилизации загрязнений в своих тканях. В качестве землеулучшителей использовали органоминеральный комплекс ТОР-органик. Наблюдения за

вегетацией посаженного материала проводили визуальным методом и посредством оценки NDVI-индекса с периодичностью 1 раз в 2 недели. Аэрофотосъемка RGB-камерой выполнялась с применением беспилотных воздушных судов модели DJI Phantom 4 Pro+ с установленным бортовым Global Navigation Satellite System (ГНСС) приемником. Выращивание растений на опытном участке дает высокий процент приживаемости культурных растений с мощно развитой корневой системой. Анализ приживаемости растительности показал, что зеленая фитомасса травянистых растений на опытных участках хорошо сформирована, что говорит о хорошей жизнеспособности растительного покрова. Травянистые виды проходят полноценный цикл развития. Таким образом, в результате проведенных исследований изучены способы повышения приживаемости посадочного материала при рекультивации техногенно-нарушенных ландшафтов.

Keywords: *biological reclamation, plant survival, hydroseeding, aerial photography, biological product, soil improver.*

The tense environmental situation in the Kemerovo Region (Kuzbass) determines the importance of preserving the quality of the environment, including biological reclamation of disturbed lands. The research goal was to study the ways to increase the survival rate of planting material during the reclamation of technogenically disturbed landscapes. The research was conducted at an experimental site located on the Kazachenkovskiy dump of the Taldinskiy coal strip mine. When choosing plants for reclamation, their ability to phytoremediation - accumulation and disposal of pollutants in their tissues - was taken into account. The organomineral complex TOR-organic was used as soil improver. The observation over the growth of the

planted material was carried out by the visual method and by evaluating the NDVI index with a frequency of once every two weeks. Aerial photography with a RGB camera was performed using unmanned aircrafts of the DJI Phantom 4 Pro+ model with an onboard Global Navigation Satellite System (GNSS) receiver installed. Growing plants on the experimental site gives a high survival percentage of cultivated plants with a powerfully developed root system. The analysis of vegetation survival showed that the green phytomass of herbaceous plants on the experimental sites was well formed which indicated good viability of the vegetation cover. The herbaceous plant species undergo a full cycle of development. Thus, as a result of the conducted research, ways to increase the survival rate of planting material during the reclamation of technogenically disturbed landscapes were studied.

Осинцева Мария Алексеевна, к.т.н., доцент, начальник, Управление проектной деятельности, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: stas-asp@mail.ru.

Дюкова Евгения Алексеевна, специалист проектного офиса, Управление проектной деятельности, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: jeniadulova@mail.ru.

Бурова Надежда Владимировна, руководитель, Центр ландшафтной архитектуры, ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово, Российская Федерация, e-mail: centr1a@mail.ru.

Osintseva Mariya Alekseevna, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Head, Design Activity Dept., Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: stas-asp@mail.ru.

Dyukova Evgeniya Alekseevna, Project Office Specialist, Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: jeniadulova@mail.ru.

Burova Nadezhda Vladimirovna, Head, Landscape Architecture Center, Kemerovo State University, Kemerovo, Russian Federation, e-mail: centr1a@mail.ru.

Введение

Напряженная экологическая ситуация Кемеровской области – Кузбасса обуславливает важность вопроса сохранения качества окружающей среды, в том числе рекультивации нарушенных земель – восстановлению их почвенно-экологических функций [1]. Согласно правилам проведения рекультивации и консервации земель, утвержденным Правительством РФ, рекультивацией следует считать мероприятия по предотвращению деградации земель и (или) восстановлению их плодородия посредством приведения земель в соответствии с целевым назначением и разрешенным использованием, в том числе путем устранения последствий загрязнения почвы, восстановления плодородного слоя почвы и создания защитных лесных насаждений, т.е. проведение биологической рекультивации [2].

Целями биологической рекультивации являются возобновление процесса почвообразования, повышение способности почвы к самоочищению и воспроизведение биологических балансов [3]. На нарушенных участках земли за-

вершается биологический этап формирования культурного ландшафта [4-6].

При рассмотрении важных характеристик для лесной и сельскохозяйственной рекультивации необходимо учитывать олиготрофность, засухоустойчивость и солеустойчивость видов растений. Эти факторы критически важны при выборе растительного ассортимента для восстановления деградированных площадей. Также следует учитывать такой экологический фактор, как загрязнение атмосферы промышленными выбросами [7-10].

Целью работы являлось изучение способов повышения приживаемости посадочного материала при рекультивации техногенно-нарушенных ландшафтов.

Материалы и методы исследований

Работы проводились на экспериментальном полигоне, расположенном на отвале Казаченковский Талдинского угольного разреза (Кемеровская область, Прокопьевский район, с. Большая Талда).

На опытном участке производились посев многолетних бобово-злаковых смесей и отдельных культур, посадка древесных и кустарниковых культур, а также закладка корнеплодов. В качестве материала для посадки были подобраны образцы семян многолетних и однолетних видов культурных растений из следующих се-

мейств: Бобовые (Fabaceae), Злаковые (Poaceae), Барбарисовые (Berberidaceae), Астровые (Asteraceae).

Протокол предпосевной обработки семян и корней каждого вида растений представлен в таблице. Внесение семян в грунт осуществлялось гидропосевом [11].

Таблица

Протокол обработки семян и корневой системы растений

Варианты опыта	Регламент обработки
1	Контроль: обработка семян или корневой системы водой
2	Обработка семян или корневой системы раствором ризосферных бактерий (б/п)
3	Обработка семян или корневой системы 1%-ным раствором биопрепарата TOP-органик

Наблюдения за вегетацией посаженного материала проводили визуальным методом и посредством оценки NDVI-индекса с периодичностью один раз в две недели.

Аэрофотосъемка Red, Green, Blue камерой (RGB-камерой) выполнялась с применением беспилотных воздушных судов (БВС) модели DJI Phantom 4 Pro+ с установленным бортовым Global Navigation Satellite System (ГНСС) приемником. На основе полученных в результате камеральной обработки цифровых геопространственных материалов формировали карточки экспериментальных участков [12].

Результаты и их обсуждение

Период наблюдения за вегетацией растений опытного участка составил 77 дней. Средний уклон участка составил 13,4°. Как видно из рисунка 1 перепад высот на местности лежит в диапазоне от 265 до 278 м.

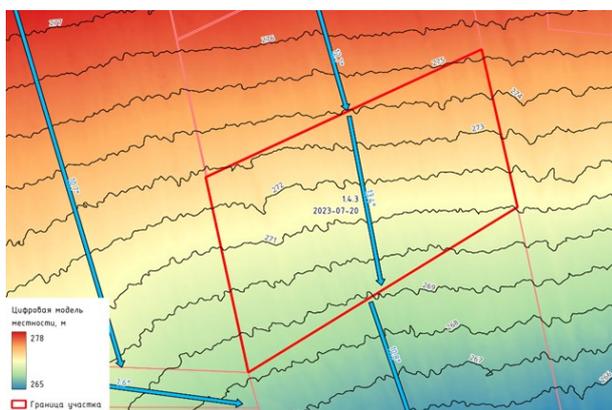


Рис. 1. Цифровая модель местности с горизонтальными и средним уклоном опытного участка

Участок имеет относительно невысокий уклон, что снижает риск потерь зеленой вегета-

тивной массы в результате смыва растений в процессе весенних паводков. Наличие эрозивных областей обусловлено поступлением на поверхность экспериментального сектора грунтовых вод с последующим размыванием верхних слоев грунта [12].

Своевременному прохождению фенологических фаз растений способствовало добавление стимулирующих компонентов. Гидрогель благоприятствовал задержанию в верхних слоях почвы влаги, которая особенно необходима на стадии набухания и прорастания семян. Действующее вещество б/п для биологической рекультивации угольных отвалов способствовало формированию корней и адаптации к условиям среды, а также повышало устойчивость и иммунитет растений. Удобрение TOP-органик оказало положительный эффект, насыщая почву полезными макро- и микроэлементами.

Всходы, рост и развитие растений проходили в июле-сентябре. Очевидно, что длину корневой системы несколько ограничивал физико-химический состав почвы, а также недостаток влагообеспеченности, что выявлено в первый срок оценки. Во второй срок этот показатель увеличился не так значительно, как подросла длина листьев, а за счет этого и общая длина растения. Из числа биологических регуляторов роста тенденцию к более благоприятному воздействию показал б/п. На рисунке 2 представлены линейные параметры травосмеси злаковых видов при биологической рекультивации.

Графическое изображение линейных процессов наиболее наглядно отражает физиологическую силу роста растений и влияние влаги в сочетании с теплом на линейные параметры в конце вегетационного периода. Тенденция увеличения признаков практически одинаково вы-

ражена у б/п из консорциума микоризообразователей и у биопрепарата ТОР-органик.

По динамике изменения биомассы в сторону ее увеличения положительное влияние оказывает б/п. Вероятно, при увеличении влажности концу летнего сезона в большей мере стали

развиваться корни растений и за счет этого увеличилась общая биомасса.

Одним из лучших фиторекультивантов, использованных в эксперименте, был козлятник восточный (*Galega orientalis* Lam.) (рис. 3).

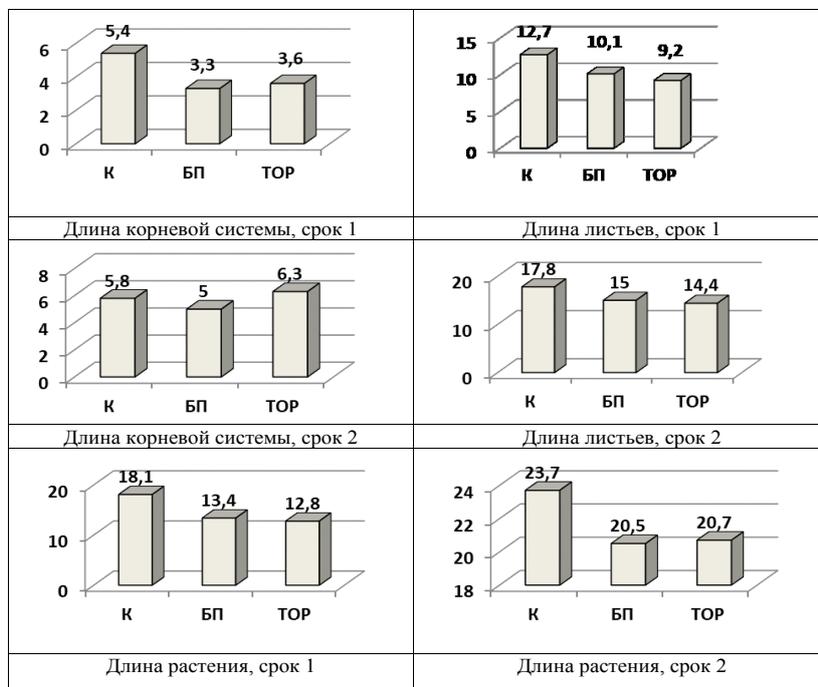


Рис. 2. Линейные параметры травосмеси многолетних злаковых видов



Рис. 3. Внешний вид всходов посева и растения козлятника восточного

Козлятник – это уникальный вид, который обладает мгновенно высокой энергией отрастания со второго года жизни и опережает другие бобовые на 4-5 сут. В отличие от других видов он вообще не нуждается в подкормке азотом, наоборот, накапливает азотфиксирующие клубеньковые бактерии в большом количестве, что способствует обогащению почвы азотом.

Анализ корневой системы козлятника показал, что ее длина в среднем увеличилась в 246 раз на контрольном варианте и в 258,8-278,8 раз в вариантах обработки семян биологически активными регуляторами роста б/п и ТОР-органик.

Среди них более эффективное увеличение на 2-4-м этапах измерений был ТОР-органик. Увеличение корневой системы в среднем составило от 21,8 до 38,9%. Обработка семян б/п также привела к увеличению показателей, но несколько ниже, чем в варианте с ТОР-органиком (6,2-35,5%).

В точке отсчета длина надземной части растений составила от 6,1 до 13 см, а к концу летнего сезона – 14,9 см на контрольном варианте и 17,0-17,3 см на вариантах с обработкой семян. В контрольном варианте прибавка составила

10,4%, во втором варианте с обработкой семян б/п – 71,7%, в третьем – 96,5%.

Средняя длина растений к концу наблюдений достигла 24,8-30,8 см. Она сложилась в результате суммирования двух слагаемых – средней длины корневой системы и средней высоты растений над поверхностью почвогрунта.

В контрольном варианте от начала измерений до конца общая средняя длина растений на контрольном варианте увеличилась в 1,6 раз; в варианте с использованием регулятора роста б/п – в 2,8 раз, а в условиях обработки биопрепаратом ТОР-органик – также в 2,8 раз, хотя фактическое значение показателя было на 3,6 см выше.

Это обусловлено сильным ускорением роста растений под влиянием ТОР-органик на первых стадиях прорастания и роста растения в длину. Уже на первом году исследования можно прогнозировать вклад козлятника восточного в улучшение почвенного плодородия и формирования комплекса биоэлементов и микроэлементов.

Выводы

Исходя из анализа данных о динамике значений индекса NDVI, наблюдается систематический прирост вегетативной зеленой массы многолетних травянистых культур и декоративных кустарников с момента проведения посадки до момента завершения вегетации. Пик вегетации на опытном участке приходится на первую декаду августа, к моменту завершения вегетации прирост вегетативной массы увеличился.

При сравнении результатов эксперимента можно сделать вывод, что наибольшая эффективность проективного покрытия наблюдалась на участках, где произрастала смесь злаковых трав, добавлением вспомогательных компонентов (органоминеральный комплекс ТОР, б/п). Наибольшая площадь проективного покрытия из всех вариантов эксперимента составила более 70%. В данном варианте эксперимента в качестве почвоулучшителя хорошо показал себя органоминеральный комплекс ТОР.

В качестве фиторекультивантов подробно исследован козлятник восточный. Прибавка биомассы козлятника в контроле составила 10,4%, с обработкой семян б/п – 71,7%, с обработкой семян ТОР-органик – 96,5%. В отличие от злаковых многолетних трав козлятник восточный растет активно.

В результате проведенных исследований изучены способы повышения приживаемости посадочного материала при рекультивации техногенно-нарушенных ландшафтов.

Библиографический список

1. Петренко, И. Е. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2022 года / И. Е. Петренко. – Текст: электронный // Уголь. – 2023. – № 3 (1165). – С. 21-32. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-raboty-ugolnoy-promyshlennosti-rossii-za-yanvar-dekabr-2022-goda> (дата обращения: 11.08.2023).

2. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 N 800 (ред. от 07.03.2019) «О проведении рекультивации и консервации земель» (вместе с «Правилами проведения рекультивации и консервации земель»). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/90e01d185047971fe921b2bb4ea2abe4389a57d5. – Текст: электронный.

3. Селюков, А. В. Инструмент корректировки распределения объемов вскрыши по отвалам действующего угольного разреза / А. В. Селюков. – Текст: непосредственный // Записки горного Института. – 2016. – № 219. – С. 387-391.

4. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель. – Текст: непосредственный.

5. Анализ экологических проблем в угледобывающих районах / О. М. Зиновьева, Л. А. Колесникова, М. А. Меркулова, Н. А. Смирнова. – Текст: непосредственный // Уголь. – 2020. – № 10 (1135). – С. 62-67. – DOI 10.18796/0041-5790-2020-10-62-67.

6. Демаков, Ю. П. Защита растений. Жизнеспособность и жизнестойкость древесных растений: учебное пособие / Ю. П. Демаков; Мин-во образования Рос. Федерации, Марийский гос. тех. ун-т. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 72 с. – Текст: непосредственный.

7. Нарушенные земли Кемеровской области-Кузбасса: генезис и современное состояние / В. А. Рябов, А. Ю. Ващенко, А. Ю. Просеков, В. А. Латохин. – Текст: непосредственный // Проблемы регионально экологии. – 2021. – № 5. – С. 120-123.

8. Серегин, М. В. Качество газонного покрытия в зависимости от сроков посева при благоустройстве в среднем Предуралье / М. В. Серегин. – Текст: непосредственный // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 3 (27). – С. 69-74.

9. Шереметова, С. А. Флора бассейна реки Томь: состав, структура, трансформация, пространственная организация: диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Шереметова Светлана Анатольевна. – Кемерово, 2016. – 360 с. – Текст: непосредственный.

10. Информационное обеспечение оценки экологии нарушенных земель в горнодобывающем секторе Кузбасса / И. В. Зеньков, Б. Н. Неведов, Ю. А. Анищенко [и др.]. – Текст: непосредственный // Уголь. – 2020. – № 6. – С. 62-66.

11. Abramowicz, A., Rahmonov, O., Ryszard, C., et al. (2021). Vegetation as an indicator of underground smoldering fire on coal-waste dumps. *Fire Safety Journal*. 121. 103287. DOI: 10.1016/j.firesaf.2021.103287.

12. Дронова, Т. Н. К вопросу о роли многолетних трав в сохранении плодородия почв / Т. Н. Дронова, Н. И. Бурцева. – Текст: непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 2. – С. 63-72.

References

1. Petrenko I.E. Itogi raboty ugolnoi promyshlennosti Rossii za ianvar-dekabr 2022 goda // Ugol. – 2023. – No. 3. (1165). – S. 21-32. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-raboty-ugolnoy-promyshlennosti-rossii-za-yanvar-dekabr-2022-goda> (data obrashcheniia: 11.08.2023).

2. Postanovlenie Pravitelstva RF ot 10.07.2018 N 800 (red. ot 07.03.2019) "O provedenii rekultivatsii i konservatsii zemel" (vmeste s "Pravilami provedeniia rekultivatsii i konservatsii zemel") URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/90e01d185047971fe921b2bb4ea2abe4389a57d5.

3. Seliukov A.V. Instrument korrekcirovki raspredeleniia obieemov vskryshi po otvalam deistvuiushchego ugolnogo razreza // Zapiski Gornogo Instituta. – 2016. – No. 219. – S. 387-391.

4. GOST 17.5.3.04-83. Okhrana prirody. Zemli. Obshchie trebovaniia k rekultivatsii Zemel.

5. Zinoveva, O.M. Analiz ekologicheskikh problem v ugledobываиushchikh regionakh / O.M. Zinoveva, L.A. Kolesnikova, A.M. Merkulova, N.A. Smirnova // Ugol. – 2020. – № 10 (1135). – S. 62-67. – DOI 10.18796/0041-5790-2020-10-62-67.

6. Demakov, Iu.P. Zashchita rastenii. Zhiznesposobnost i zhiznestoikost drevesnykh rastenii: uchebnoe posobie / Iu.P. Demakov // Min-vo obrazovaniia Ros. Federatsii, Mariiskii gos. tekhn. un-t. – Ioshkar-Ola: MarGTU, 2002. – 72 s.

7. Riabov, V.A. Narushennye zemli Kemerovskoi oblasti-Kuzbassa: genezis i sovremennoe sostoianie / V.A. Riabov, A.Iu. Vashchenko, A.Iu. Prosekov, V.A. Latokhin // Problemy regionalno ekologii. – 2021. – No. 5. – S. 120-123.

8. Seregin, M.V. Kachestvo gazonnogo pokrytiia v zavisimosti ot srokov poseva pri blagoustroistve v srednem Predurale / M.V. Seregin // Permskii agrarnyi vestnik. – 2019. – No. 3 (27). – S. 69-74.

9. Sheremetova S.A. Flora basseina reki Tom: sostav, struktura, transformatsiia, prostranstvennaia organizatsiia: dis. ... dokt. biol. nauk. – Tomsk, 2016. – 776 s.

10. Zenkov, I.V. Informatsionnoe obespechenie otsenki ekologii narushennykh zemel v gornodobyvaiushchem sektore Kuzbassa / I.V. Zenkov, B.N. Nefedov, Iu.A. Anishchenko, O.O. Stukova, G.I. Iurkovskaia, E.V. Kiriushina, S.N. Skorniakova // Ugol. – 2020. – No. 6. – S. 62-66.

11. Abramowicz, A., Rahmonov, O., Ryszard, C. et al. (2021). Vegetation as an indicator of underground smoldering fire on coal-waste dumps. *Fire Safety Journal*. 121. 103287. DOI: 10.1016/j.firesaf.2021.103287.

12. Dronova, T.N. K voprosu o roli mnogoletnikh trav v sokhraneniі plodorodiia pochv / T.N. Dronova, N.I. Burtseva // Izvestiia Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. – 2016. – No. 2. – S. 63-72.

Работа ведется в рамках Распоряжения Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 г. № 1144-р, комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» («Чистый уголь – зеленый Кузбасс»), мероприятие 3.1 «Экополигон мирового уровня технологий рекультивации и ремедиации». При финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (соглашение № 075-15-2022-1200 от 28.09.2022 г.).

