



УДК 631.484: 574.42: 58.009: 608.3
DOI 10.52575/2712-7443-2023-47-2-316-326

Технология ренатурирования техногенно нарушенных геосистем на примере меловых карьерно-отвальных геоконплексов

Мануйлов А.А., Голесов П.В.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
E-mail: infa152@yandex.ru

Аннотация. Распространение посттехногенных ландшафтов с неблагоприятными субстратными свойствами определяет необходимость разработки технологий их ускоренного ренатурирования. В работе рассматривается опыт применения ренатурационных смесей на отвалах мело-мергельных пород в условиях лесостепной зоны. В результате проведенных экспериментов доказана эффективность применения органоминеральных комплексов, состоящих из органических наполнителей на основе минеральной матрицы. Представлены результаты использования различных органических наполнителей органоминеральной смеси и показана эффективность применяемого подхода в сравнении с использованием жидких стимуляторов роста растений и почвообразования на техногенно нарушенных землях. Приводится описание проведенных экспериментов и методики использования ренатурационных смесей для стимулирования естественного зарастания и почвообразования. В результате проведенных экспериментальных исследований было выявлено, что методика ренатурирования посттехногенных карьерно-отвальных геоконплексов является экологически эффективным методом возврата нарушенных земель в естественный биологический круговорот. Ее экономическая эффективность определяется возможностью использования малогумусированных потенциально плодородных субстратов и различных органических отходов, одновременно с их утилизацией.

Ключевые слова: стимулирование зарастания и почвообразования, рекультивация, ренатурация, кальцефитные фитоценозы, карьерно-отвальные геоконплексы, нарушенные земли, карболитоземы, новообразованные почвы

Для цитирования: Мануйлов А.А., Голесов П.В. 2023. Технология ренатурирования техногенно нарушенных геосистем на примере меловых карьерно-отвальных геоконплексов. Региональные геосистемы, 47(2): 316–326. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-2-316-326

Technology of Renaturing Technogenically Disturbed Geosystems on the Example of Chalk Quarry-Dump Geocomplexes

Andrey A. Manuylov, Pavel V. Goleusov

Belgorod National Research University,
85 Pobeda St, Belgorod 308015, Russia
E-mail: infa152@yandex.ru

Abstract. The work is a generalization of the experience of using renaturation mixtures on the dumps of chalk-marl rocks in the conditions of the forest-steppe zone. As a result of the conducted experiments, the effectiveness of the use of organic-mineral complexes consisting of organic fillers based on a mineral matrix has been proven. The results of the use of various organic fillers of an organic-mineral mixture are also presented and the effectiveness of the applied approach is shown in comparison with the use of liquid stimulators of plant growth and soil formation on technogenically disturbed lands. The article describes the experiments carried out and presents a methodology for using renaturation mixtures to stimulate natural

overgrowth and soil formation. As a result of the conducted experimental field studies, it was revealed that the method of renaturing post-technogenic quarry-dump geocomplexes is an environmentally effective method of returning disturbed lands to the natural biological cycle. Its economic efficiency is determined by the possibility of using low-enriched potentially fertile substrates and various organic waste, simultaneously with their disposal.

Keywords: stimulation of overgrowth and soil formation, recultivation, renaturation, calcific phytocenoses, quarry-dump geocomplexes, disturbed lands, carbolithozems, newly formed soils

For citation: Manuylov A.A., Goleusov P.V. 2023. Technology of Renaturing Technogenically Disturbed Geosystems on the Example of Chalk Quarry-Dump Geocomplexes. *Regional Geosystems*, 47(2): 316–326. DOI: 10.52575/2712-7443-2023-47-2-316-326

Введение

В соответствии с государственным (национальным) докладом о состоянии и использовании земель от 2021 года можно отметить увеличение количества нарушенных земель вследствие активной разработки полезных ископаемых на территории регионов России [Федеральная служба ..., 2022]. По информации Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии в 2021 году общая площадь нарушенных земель составила 1091,9 тыс. га, продемонстрировав увеличение на 5,9 тыс. га относительно предыдущего года. Самая большая представленная в перечне нарушенных земель категория – нарушенные земли промышленности, которые в общей классификации составляют 41,3 % [Федеральная служба ..., 2022]. При разработке полезных ископаемых характерно формирование особого типа нарушенных земель, а именно – карьерно-отвальных комплексов, которые формируются посредством выборки полезных ископаемых и складированием вскрышных пород в отвалы. Природные ландшафты в этом случае подвержены процессам деградации в результате выхода данных земель из активного биологического круговорота [Реймерс, 1992], а также вследствие неблагоприятных эдафических свойств вскрышных пород, которые препятствуют активному зарастанию и протеканию растительных сукцессий [Галанина, Любимова, 2010].

В соответствии с нормативными актами [Акт правительства, 2018; Закон о недрах, 2019] лица, чья хозяйственная деятельность по освоению недр стала причиной ухудшения качества земель, обязаны проводить рекультивацию. Однако далеко не во всех случаях рекультивация проводится в соответствии с предъявляемыми к ней требованиями, поскольку предполагается её проведение с использованием плодородного слоя почвы, которого зачастую не хватает для того, чтобы создать верхний органогенный горизонт по всей поверхности нарушения [Галанина, Любимова, 2010]. В результате многие техногенно нарушенные геосистемы остаются под самозарастание [Рыбников, Черемухина, 2020], которое затруднено физико-химическими свойствами вскрышных пород [Бадмаева, 2020].

Для уменьшения стоимости проведения рекультивационных работ и улучшения параметров зарастания и почвообразования представляется целесообразным использование различных ферментированных органических отходов промышленности [Зарипов и др., 2020; Miller et al., 2021; Мануйлов, Голеусов, 2022], поскольку таким путём достигается одновременное стимулирование биогеоценоза к возврату в биологический круговорот и утилизация органических отходов, число которых стремительно растёт в России и в мире [Колтышев, Жильникова, 2016; Chen et al., 2020].

Одной из перспективных технологий по стимулированию растительной сукцессии и ускорению почвообразования является ренатурирование посттехногенных геосистем, осуществляемое в соответствии с концепцией ренатурации антропогенно нарушенных геосистем [Голеусов, 2014]. Этот подход позволяет экономически целесообразно и экологически



эффективно проводить возврат нарушенных геосистем к состоянию вещественного и энергетического баланса, что обеспечивает их способность к самовоспроизводству и самоподдержанию – критически важным характеристикам для существования биоценоза в пострекультивационный период.

Целью данной работы явилось изучение влияния органоминеральных комплексов на эдафические характеристики пород и условия зарастания посттехногенных геосистем и апробация технологии ренатурирования для геокомплексов отработанных месторождений мела.

Объекты и методы исследования

Объекты исследования – это посттехногенные карьерно-отвалы геокомплексы месторождений мела, располагающиеся на территории Белгородской области. Карьеры по добыче мела довольно распространены и специфичны для региона [Дунай и др., 2014]. При этом они отличаются сложностью рекультивации, т. к. слагаются породами, неблагоприятными по физическим и химическим свойствам, медленно зарастающими [Деденко, Андрищенко, 2009]. Во многих случаях они остаются нерекультивированными, хотя могут быть вполне пригодны для реставрации кальцефитных сообществ, в том числе с участием редких охраняемых видов [Голованов, Абрамова, 2018]. Для формирования устойчивых фитоценозов из адаптированных видов достаточно создать минимальный по мощности корнеобитаемый слой с необходимым запасом питательных веществ для запуска сукцессий, биологического круговорота и процесса почвообразования. Для этого возможно использование разных стимулирующих добавок, эффективность которых необходимо проверить экспериментально.

На территориях техногенных нарушений были организованы экспериментальные площадки с использованием различных стимулирующих агентов.

Эксперименты проводились в 4 этапа:

1. Подготовительный этап – включает анализ потенциальных органических компонентов смеси, оценку фонового для нарушенной местности состава фитоценозов и оценку эдафических условий.

2. Технологический этап. Заключается в планировке и расчистке экспериментальной площадки и подготовке её к нанесению ренатурационной смеси. Мероприятия по планировке и расчистке проводятся с целью создания единообразных условий проведения эксперимента. Эксперимент проводился на поверхностях отвалов, в которых уже произошла усадка и кольматация пор и трещин, сформировались инициальные группировки растений. Последние уничтожались, чтобы создать стандартный «0-момент» развития экспериментальной группировки.

3. Биологический этап. Заключался в нанесении стимулирующего агента на подготовленную поверхность в трёх вариациях:

1) участок с потенциально эффективным решением (в исследовании использовались различные вариации ренатурационных смесей);

2) участок с потенциально менее эффективным решением, которое может быть использовано в методиках классической рекультивации;

3) контрольный вариант.

С контрольной площадкой не проводились мероприятия по ренатурированию и она являлась базисом для оценки эффективности применяемых решений по правилу «учёта экологического фона» [Голеусов, 2014].

4. Этап мониторинга процесса протекания экспериментов, который заключался в фиксации результатов зарастания контрольных площадок и субстратно-геохимических трансформаций на реабилитированной поверхности.

Ренатурационная смесь – органоминеральная смесь, состоящая из минерального наполнителя (возможно использование многих потенциально пригодных для биологической рекультивации грунтов), органического компонента, в качестве которого выступают ферментированные органические отходы (могут быть использованы осадки коммунальных сточных вод (ОСВ), ферментированные илы полей фильтрации сточных вод предприятий пищевой промышленности, компостируемые бытовые отходы и т. д.) и сено-семенной смеси фоновых растительных сообществ.

Было заложено 4 экспериментальные площадки по стимулированию зарастания и почвообразования с использованием различных составов ренатурационных смесей.

Экспериментальные площадки располагались на территории карьерно-отвалных геоконплексов мело-мергельных пород ввиду того, что экологическая реабилитация нарушенных земель данного литогенетического типа зачастую является одной из самых трудоёмких ввиду наличия серьёзных лимитирующих факторов зарастания и почвообразования, таких как: плотность, сцементированность, высокое альбедо, бедность субстрата в отношении элементов минерального питания растений и т. д. Следовательно, в случае успешного проведения эксперимента, можно утверждать, что применяемые методы могут быть использованы и на остальных потенциально пригодных для биологической рекультивации субстратах.

Экспериментальные участки на территории карьерно-отвального геоконплекса мело-мергельных пород в с. Безлюдовка Шебекинского р-на Белгородской области.

1. Участок с использованием ренатурационной смеси на основе компостируемых бытовых отходов.

На данном участке в роли стимулятора ренатурации были использованы компостируемые бытовые отходы. Данный выбор был обусловлен большим содержанием органических веществ в составе, что должно положительно сказываться на формировании молодой растительной группировки, пока она находится в стадии активного роста и потребления элементов питания. Так же на данном участке проводилось сравнение эффекта применения выбранной ренатурационной смеси с гуматом калия марки «ЭкоОрганика» в качестве альтернативного жидкого стимулятора роста растений и почвообразования.

2. Участок с использованием ренатурационной смеси на основе осадка коммунальных сточных вод (ОСВ) и лёссовидного суглинка. Выбор данного органического компонента обусловлен нерешённой проблемой массовой утилизации данного отхода, которая связана как с нормативными ограничениями (ГОСТ Р 54534-2011 «Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель»), так и с необходимостью организации постоянного контроля паразитарных свойств. Используемый ОСВ полностью соответствует указанному ГОСТу по содержанию тяжёлых металлов. Нами использовался ОСВ г. Белгорода, компостируемый в течение более 3 лет. В качестве минеральной основы использовался лёссовидный суглинок.

3. Участок с использованием ренатурационной смеси на основе ила полей фильтрации завода лимонной кислоты (ОАО «Цитробел») и лёссовидного суглинка. Выбор данного органического компонента в составе смеси обусловлен тем, что данный отход производства лимонной кислоты содержит в составе большое количество макроэлементов питания растений, что, гипотетически, должно положительно сказываться на процессе растительной сукцессии.

На территории фонового ненарушенного геоконплекса, где проводились эксперименты по стимулированию зарастания и почвообразования, проективное покрытие фоновых растительных сообществ составляет 80 %. Травостой устойчивый, высота 15–20 см. Видовое разнообразие представлено кальцефитными группировками. Вид-доминант растительной сукцессии на отвалах – латук компасный.

Экспериментальные участки находятся на высоте 137 м над уровнем моря на третьей надпойменной террасе реки Северский Донец. Преобладающий тип рельефа – денудационно-холмистый. Общая площадь карьерной выемки около 0,25 га, географические координаты – 50.39' с.ш., 36.76' в.д.

Экспериментальный участок на территории карьерно-отвального геоконплекса мело-мергельных пород в с. Стрелецкое.

На территории месторождения писчего мела в с. Стрелецкое была заложена экспериментальная площадка с использованием ренатурационной смеси на основе лёссовидного суглинка и жидкого навозного стока. Для сравнения эффективности применения органоминеральной смеси с жидким стимулятором, на одну часть площадки была нанесена органоминеральная смесь, а на другую жидкий навозный сток.

Проективное покрытие фоновых кальцефитных сообществ около 70 %. В видовом составе преобладают злаковые виды, что свидетельствует о продолжительном процессе естественного зарастания.

Экспериментальный участок находится на западной окраине города Белгорода, на склоне юго-западной экспозиции. Представляет собой заброшенный карьер по добыче писчего мела общей площадью около 0,8 га. Дно карьера пологое. Географические координаты месторождения: 50° 38,475' с.ш.; 36° 29,645' в.д.

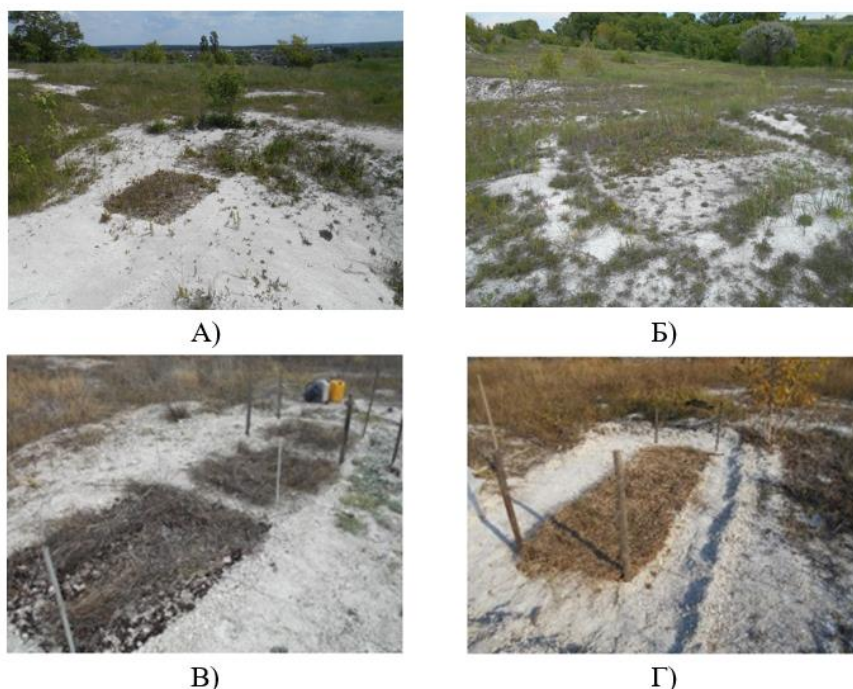


Рис.1. Общий вид экспериментальных площадок

- (А – экспериментальная площадка с применением ренатурационной смеси на основе ОСВ;
Б – экспериментальная площадка с применением ренатурационной смеси на основе жидкого навозного стока;
В – экспериментальная площадка с использованием ренатурационной смеси на основе компостированных бытовых отходов; Г – экспериментальная площадка с использованием ренатурационной смеси на основе ила полей фильтрации)

Fig.1. General view of experimental sites (A – experimental site using a renaturation mixture based on OSV; B – experimental site using a renaturation mixture based on liquid manure runoff; C – experimental site using a renaturation mixture based on composted household waste; D – experimental site using a renaturation mixture based on silt filtration fields)

Результаты и их обсуждение

В течение вегетационного периода на экспериментальных площадках проводились учёт растительности и отбор проб для определения некоторых показателей экспонированных субстратов по общепринятым методикам. Срок экспонирования составил около года для каждого из видов используемых субстратов. Учёт растительности проводили в пик вегетационного периода [Шанцер, 2017], отбор проб почвы – по его завершении. Результаты экспериментов представлены на рис. 2–5.

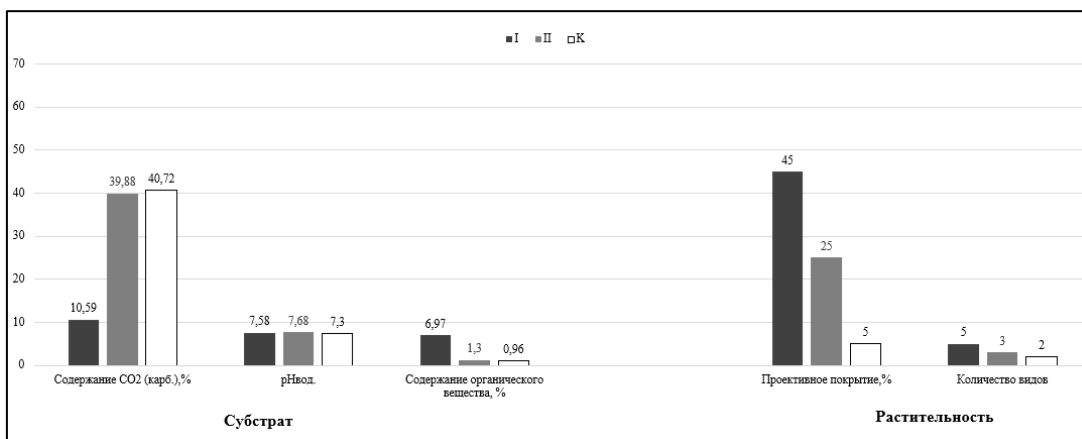


Рис. 2. Изменение эдафических характеристик и оценка зарастания в результате использования ренатурационной смеси на основе компостированных бытовых отходов (I – участок с использованием смеси на основе компостированных бытовых отходов и лёссовидного суглинки; II – участок с использованием гумата калия; K – контрольный участок)
Fig. 2. Change in edaphic characteristics and assessment of overgrowth as a result of using a renaturation mixture based on composted household waste (I – plot using a mixture based on composted household waste and loess-like loam; II – plot using potassium humate; K – control plot)

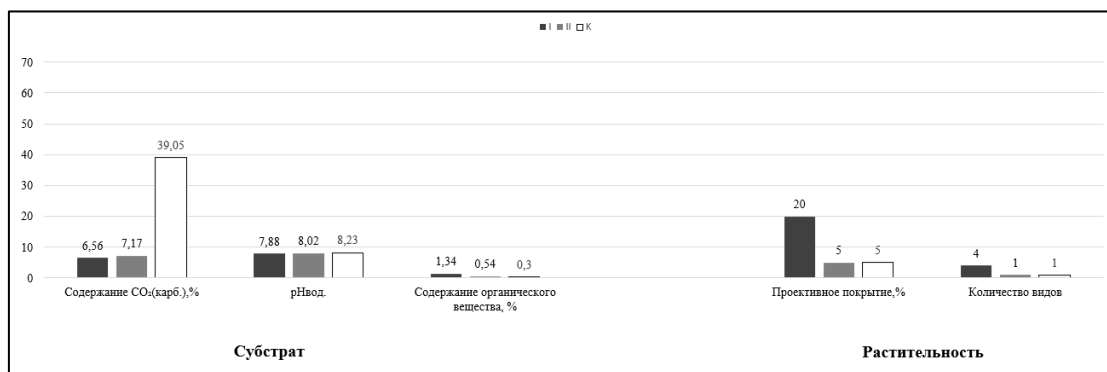


Рис. 3. Изменение эдафических характеристик и оценка зарастания в результате использования ренатурационной смеси на основе коммунального осадка сточных вод (I – участок с использованием ОСВ и лёссовидного суглинки; II – участок с использованием суглинки; K – контрольный участок)
Fig.3. Change of edaphic characteristics and assessment of overgrowth as a result of the use of a renaturation mixture based on municipal sewage sludge (I – plot using OSV and loess-like loam; II – plot using loam; K – control plot)

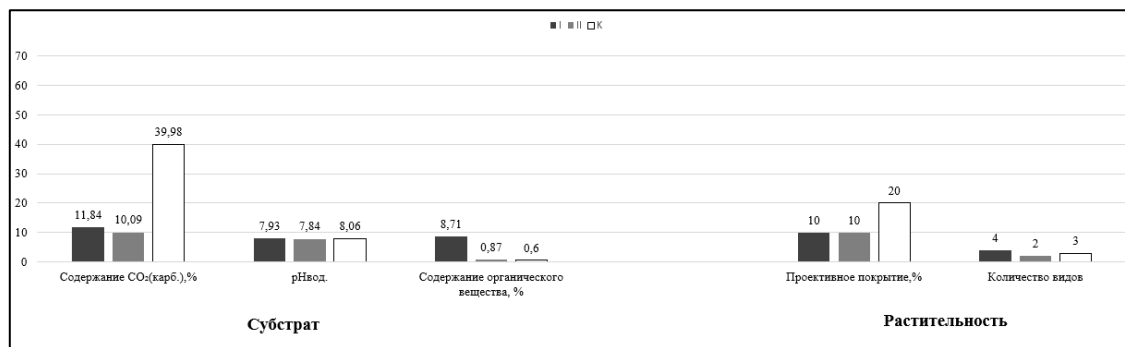


Рис. 4. Изменение эдафических характеристик и оценка зарастания в результате использования ренатурационной смеси на основе ила полей фильтрации производства лимонной кислоты (I – участок с использованием ила полей фильтрации и лёссовидного суглинка; II – участок с использованием лёссовидного суглинка; K – контрольный участок)
 Fig.4. Change of edaphic characteristics and assessment of overgrowth as a result of the use of a renaturation mixture based on silt of filtration fields of citric acid production (I – site using silt filtration fields and loess loam; II – site using loess loam; K – control site)

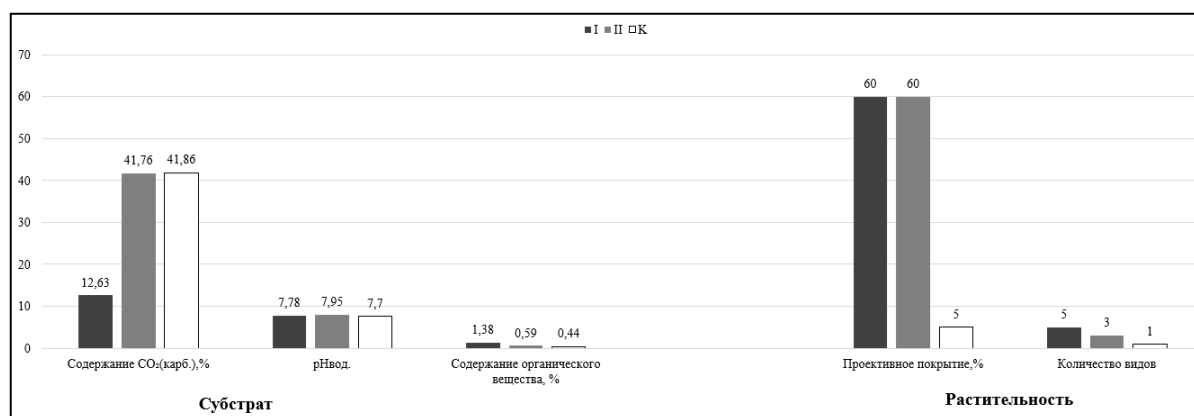


Рис. 5. Изменение эдафических характеристик и оценка зарастания в результате использования ренатурационной смеси на основе лёссовидного суглинка и жидкого навозного стока (I – участок с использованием жидкого навозного стока и лёссовидного суглинка; II – участок с использованием жидкого навозного стока; K – контрольный участок)
 Fig.5. Change in edaphic characteristics and assessment of overgrowth as a result of the use of a renaturation mixture based on loess-like loam and liquid manure runoff (I – plot using liquid manure runoff and loess-like loam; II – plot using liquid manure runoff; K – control plot)

Во всех приведённых результатах экспериментов по использованию различных вариантов экологической реабилитации нарушенных земель существенного изменения агрохимических свойств субстратов удалось достичь только в вариантах с использованием ренатурационных смесей. Жидкие стимуляторы оказывали незначительное влияние на зарастание поверхностей и улучшение эдафических свойств ввиду быстрой минерализации, сильной подверженности вымыванию атмосферными осадками. В конечном итоге они давали непродолжительный эффект стимулирования зарастания лишь в первый год эксперимента.

Ренатурационные смеси обеспечивали наилучший эффект ввиду того, что на старте эксперимента площадки с их использованием получали больше макроэлементов питания растений и пищевого субстрата для микроорганизмов. Это позволяло в процессе зарастания растительной группировке быстрее закрепиться на поверхности субстрата и устойчиво существовать на вторые и третьи сезоны вегетации [Осипов, Ивакина, 2016].

Таким образом, использование ренатурационных смесей оправдано не только с экологической точки зрения, поскольку обеспечивается успешное формирование растительных группировок в сложных эдафических условиях, но и экономически, поскольку создание ренатурационных смесей производится с использованием органических отходов, что обеспечивает их утилизацию.

Однако подход ренатурирования техногенно нарушенных земель актуален только при соблюдении всех условий предлагаемой технологии [Патент № RU2782385C1, 2022]. А именно:

1. Заготовка сено-семенной смеси. Должна производиться с обязательным учётом сукцессионного статуса донорного сообщества. Сукцессионный статус должен быть не ниже сложной растительной группировки, это позволяет новообразованному молодому растительному сообществу обрести наиболее адаптированный к данной экологической нише видовой состав. Заготовка сено-семенного материала предпочтительна на конец лета – начало осени, когда достигается его наибольшее количество.

2. Расчёт количественного состава используемой органоминеральной смеси. Первоначально необходимо установить исходное содержание органических веществ в предполагаемом органическом компоненте. Далее происходит смешивание органического компонента с минеральным наполнителем в пропорциях, определяемых следующей формулой:

$$m_{\text{осв}} = \frac{m_{\text{сугл.}} \cdot K_{\text{в сугл.}} \cdot |\Gamma_{\text{сугл.}} - 2|}{|\Gamma_{\text{осв}} - 2| \cdot K_{\text{в осв}}}$$

где: $m_{\text{мин.}}$ – масса минерального наполнителя, кг; $\Gamma_{\text{мин.}}$ – содержание органического вещества в минеральном наполнителе, %; $K_{\text{в мин.}}$ – коэффициент пересчёта на сухое вещество минерального наполнителя; $\Gamma_{\text{орг}}$ – содержание органического вещества в ферментированных органических отходах; $K_{\text{в орг.}}$ – коэффициент пересчёта на сухое вещество в ферментированных органических отходах.

Коэффициент 2 – эмпирически установленное количество органического вещества в субстрате (%), обеспечивающее максимальную скорость гумусонакопления [Goleusov et al., 2015].

Коэффициент пересчёта на сухое вещество для минерального разбавителя $K_{\text{в мин.}}$ и органического наполнителя $K_{\text{в орг.}}$ считают по формуле:

$$K_{\text{в}} = \frac{100}{100 + W},$$

где W – влажность, %, определённая по ГОСТ 28268-89.

3. Созданная органоминеральная смесь наносится на субстрат толщиной 5–6 см – данная мощность слоя достаточна для формирования первичной ризосферы молодого растительного сообщества. На экспонированный слой сверху наносится мульчирующая сено-семенная смесь, которая была заготовлена в фоновых фитоценозах соответствующего литогенетического типа. В таком способе применения, сено-семенная смесь не только является донором семенного материала, но и выступает в качестве подстилки, которая оберегает поверхность от процессов водной или ветровой эрозии на начальном этапе.

Заключение

Технология ренатурирования техногенно нарушенных земель была опробована в вариациях с различными органическими наполнителями и результаты её применения на субстрате с неблагоприятными эдафическими свойствами можно считать успешными.



Такой способ экологической реабилитации нарушенных геосистем позволяет за один вегетационный период создать на поверхности реабилитируемого субстрата растительное сообщество с проективным покрытием в 75–90 % и высотой травостоя около 30–40 см. В результате формирования травянистого сообщества происходит дальнейшее закрепление ренатурационной смеси на поверхности, что дополнительно даёт противоэрозионную устойчивость. Сформированное растительное сообщество запускает на реабилитируемой поверхности процессы биологического круговорота, почвообразования, а заявленные параметры смеси позволяют за 15–20 лет функционирования новообразованной экосистемы создать гумусоаккумулятивный горизонт, который будет иметь достаточную мощность для её последующего устойчивого функционирования.

Список источников

- Закон о недрах: Закон Российской Федерации № 2395-1 от 21.02.1992. Электронный ресурс. URL: <https://rg.ru/documents/2022/07/22/document-fz343.html> (дата обращения: 27.02.2023)
- О проведении рекультивации и консервации земель: Акт правительства Российской Федерации № 800 от 10.07.2018. Электронный ресурс. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201807120031> (дата обращения: 27.02.2023)
- Патент № RU2782385C1. Состав и способ применения ренатурационных смесей. № 2022104916. Опубликовано 26.10.2022. 11 с.
- Реймерс Н.Ф. 1992. Охрана природы и окружающей человека среды. М., Просвещение, 78 с.
- Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии «Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2021 году». 2021. Электронный ресурс. URL: [https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16upr/Государственный%20\(национальный\)%20доклад%20о%20состоянии%20и%20использовании%20земель%20в%202021%20году.pdf](https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16upr/Государственный%20(национальный)%20доклад%20о%20состоянии%20и%20использовании%20земель%20в%202021%20году.pdf) (дата обращения: 17.02.2023).
- Шанцер И.А. 2017. Растения средней полосы Европейской России. Полевой атлас. Москва, Товарищество научных изданий КМК, 461 с.

Список литературы

- Бадмаева Ю.В. 2020. Состав грунтов отвалов техногенных территорий при добыче россыпного месторождения. Вестник КрасГАУ, 11(164): 67–70. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-11-67-70
- Галанина Т.В., Любимова К.В. 2010. Проблемы рекультивации и восстановления нарушенных земель при открытой разработке месторождений. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 8: 256–259.
- Голеусов П.В. 2014. Концепция ренатурации антропогенно нарушенных геосистем: методологические и прикладные аспекты. Фундаментальные исследования, 11–3: 556–564.
- Голованов Я.М., Абрамова Л.М. 2018. Редкие виды растений на охраняемых меловых возвышенностях Оренбургской области. В кн.: Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов. Материалы XIII Международной ландшафтной конференции, Воронеж, 14–17 мая 2018. М., Истоки: 220–222.
- Деденко Т.П., Андрущенко П.Ф. 2009. Естественное зарастание мело-мергельных отвалов на территории центрального федерального округа. В кн.: Лес. Наука. Молодежь. Материалы по итогам научно-исследовательской работы молодых ученых ВГЛТА за 2008–2009 годы. Воронеж, 01 января – 31 декабря 2009. Воронеж, Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф.Морозова: 123–126.
- Дунай Е.И., Белых В.И., Погорельцев И.А. 2014. Промышленный потенциал минерально-сырьевых ресурсов Белгородской области. Горный журнал, 8: 36–40.
- Зарипов Ю.В., Осипенко Р.А., Залесова Е.С., Залесов С.В. 2020. Опыт рекультивации различных видов нарушенных земель. Экобиотех, 3(4): 621–626. DOI: 10.31163/2618-964X-2020-3-4-621-626

- Колтышев А.Е., Жильникова Н.А. 2016. Причины ускорения роста количества отходов потребления в современных экономических условиях. *Актуальные проблемы экономики и управления*, 4(12): 121–125.
- Мануйлов А.А., Голёусов П.В. 2022. Использование отходов животноводства и коммунального хозяйства для ремедиации нарушенных земель. В кн.: *Innovations in Life Sciences. Сборник материалов IV международного симпозиума*. Белгород, 25–27 мая 2022. Белгород, Белгородский государственный национальный исследовательский университет: 126–127.
- Осипов С.В., Ивакина Е.В. 2016. Растительный покров карьерно-отвальных комплексов в дальневосточных лесостепных ландшафтах. *Ботанический журнал*, 101(1): 45–63. DOI: 10.1134/S000681361601004X
- Рыбников П.А., Черемухина В.В. 2020. Применение данных дистанционного зондирования земли для оценки самозарастания нарушенных земель. *Теория и практика мировой науки*, 11: 56–59.
- Chen D.M.-Ch., Bodirsky B., Krueger T., Mishra A., Popp A. 2020. The World's Growing Municipal Solid Waste: Trends and Impacts. *Environmental Research*, 15(7): 074021. DOI: 10.1088/1748-9326/ab8659
- Goleusov P.V., Smirnova L.G., Martsinevskaya L.V., Kuharuk N.S. 2015. Evaluation of Carbon Assimilation by Regenerating Soils of the Central Black Earth Region of Russia. *Research Journal of Applied Sciences*, 10(8): 415–418. DOI: 10.3923/rjasci.2015.415.418
- Miller V., Naeth A., Wilkinson S. 2021. Micro Topography, Organic Amendments and an Erosion Control Product for Reclamation of Waste Materials at an Arctic Diamond Mine. *Ecological Engineering*, 172: 106399. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2021.106399

References

- Badmaeva Yu.V. 2020. Composition of Soil of Dumps of Technogenic Territories at the Loose Field Receiving. *The Bulletin of KrasGAU*, 11(164): 67–70 (in Russian). DOI: 10.36718/1819-4036-2020-11-67-70
- Galanina T.V., Lyubimova K.V. 2010. Problemy rekultivatsii i vosstanovleniya narushennykh zemel pri otkrytoy razrabotke mestorozhdeniy [Problems of Reclamation and Restoration of Disturbed Lands During Open-Pit Mining]. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)*, 8: 256–259.
- Goleusov P.V. 2014. The Concept of Renaturation of Anthropogenically Disturbed Geosystems: Methodological and Applied Aspects. *Fundamental research*, 11–3: 556–564 (in Russian).
- Golovanov Ya.M., Abramova L.M. 2018. Redkiye vidy rasteniy na okhranyayemykh melovykh vozvyshennostyakh Orenburgskoy oblasti [Rare Plant Species on Protected Cretaceous Uplands of the Orenburg Region]. In: *Sovremennoye landshaftno-ekologicheskoye sostoyaniye i problemy optimizatsii prirodnoy sredy regionov [Modern Landscape and Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions]*. Proceedings of the XIII International Landscape Conference, Voronezh, 14–17 May 2018. Moscow, Publ. Istoki: 220–222.
- Didenko T.P., Andryushchenko P.F. 2009. Estestvennoye zarastaniye melo-mergelnnykh otvalov na territorii tsentralnogo federalnogo okruga [Natural Overgrowth of Chalk-Marl Dumps on the Territory of the Central Federal District]. In: *Les. Nauka. Molodezh [Forest. The Science. Young People]*. Materials based on the results of the research work of young scientists VGLTA for 2008–2009. Voronezh, 01 January – 31 December 2009. Voronezh, Publ. Voronezh State Forestry Engineering University named after G.F. Morozov: 123–126.
- Dunay E.I., Belykh V.I., Pogoreltsev I.A. 2014. Promyshlennyy potentsial mineralno-syryevykh resursov Belgorodskoy oblasti [Industrial Potential of Mineral Resources of the Belgorod Region]. *Gornyy zhurnal*, 8: 36–40.
- Zaripov Ju.V., Osipenko R.A., Zalesova E.S., Zalesov S.V. 2020. Experience in Recultivation of Various Types of Degraded Land. *Ecobiotech*, 3(4): 621–626 (in Russian). DOI: 10.31163/2618-964X-2020-3-4-621-626
- Koltyshev A.E., Zhilnikova N.A. 2016. The Causes of Consumer Waste Quantity Increasing in Modern Economic Conditions. *Actual problems of economics and management*, 4(12): 121–125 (in Russian).
- Manuilov A.A., Goleusov P.V. 2022. Ispolzovaniye otkhodov zhivotnovodstva i kommunalnogo khozyaystva dlya remediatsii narushennykh zemel [The Use of Animal Husbandry and Municipal



- Waste for Remediation of Disturbed Lands]. In: Innovations in Life Sciences. Proceedings of the IV International Symposium, Belgorod, 25–27 May 2022. Belgorod, Publ. Belgorod State National Research University: 126–27.
- Osipov S.V., Ivakina E.V. 2016. Vegetation Cover of the Pit-Dump Complexes in the Far Eastern Forest-Steppe Landscapes. Botanical Magazine, 101(1): 45–63 (in Russian). DOI: 10.1134/S000681361601004X
- Rybnikov P.A., Cheremukhina V.V. 2020. Application of Remote Sensing Data to Assess the Self-Growth of Disturbed Lands. Theory and practice of world science, 11: 56–59 (in Russian).
- Chen D.M.-Ch., Bodirsky B., Krueger T., Mishra A., Popp A. 2020. The World's Growing Municipal Solid Waste: Trends and Impacts. Environmental Research, 15(7): 074021. DOI: 10.1088/1748-9326/ab8659
- Goleusov P.V., Smirnova L.G., Martsinevskaya L.V., Kuharuk N.S. 2015. Evaluation of Carbon Assimilation by Regenerating Soils of the Central Black Earth Region of Russia. Research Journal of Applied Sciences, 10(8): 415–418. DOI: 10.3923/rjasci.2015.415.418
- Miller V., Naeth A., Wilkinson S. 2021. Micro Topography, Organic Amendments and an Erosion Control Product for Reclamation of Waste Materials at an Arctic Diamond Mine. Ecological Engineering, 172: 106399. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2021.106399

*Поступила в редакцию 03.05.2023;
поступила после рецензирования 18.05.2023;
принята к публикации 07.06.2023*

*Received May 03, 2023;
Revised May 18, 2023;
Accepted June 07, 2023*

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Мануйлов Андрей Алексеевич, аспирант, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Голеусов Павел Вячеславович, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Andrey A. Manuylov, Postgraduate Student, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia

Pavel V. Goleusov, Professor, Department of Environmental Management and Land Cadastre, Belgorod National Research University, Belgorod, Russia