

## Геоэкологические исследования

УДК 502.65: 504.064.47(470.2)(045)

*С.Н. Сорокин, И.С. Недбаев*

### ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД И РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ И ПУТИ ИХ СОВМЕСТНОГО РЕШЕНИЯ

В настоящей обзорной статье поднимается связанная проблема рекультивации нарушенных земель (НЗ) и утилизации осадков сточных вод (ОСВ). Рассмотрена одна из составляющих рекультивации НЗ – проблема получения в достаточном количестве наиболее доступного и дешевого плодородного слоя почвы (ПСП), перечислены варианты: природный гумусовый горизонт; субстраты на основе торфа разной степени разложения, на основе древесных отходов от лесозаготовки и деревообработки, на основе различных компостов (лиственной опад, отходы сельскохозяйственного производства и проч.). Основной акцент сделан на субстратах на основе коммунальных ОСВ и отходов целлюлозно-бумажных комбинатов (ЦБК), при определенной доработке которых могут быть получены органо-минеральные композиции (ОМК) с дальнейшим их применением в качестве ПСП. Отмечены пробелы в современной нормативно-правовой базе, особенно в отношении применения ОСВ как ПСП для проведения рекультивации НЗ, в первую очередь на землях лесного фонда. В качестве примера была рассмотрена ситуация с использованием и утилизацией ОСВ в Северо-Западном федеральном округе на основе данных об объемах производства отходов на существующих очистных сооружениях (ОС). Выделены три категории ОСВ по составу и два основных способа утилизации, используемые в настоящее время (сжигание и вывоз на полигоны ТКО). Отдельно заострено внимание на ситуации с накоплением ОСВ на ОС в населённых пунктах, в том числе имеющих в качестве градообразующих предприятия ЦБК. В заключении сделаны выводы о необходимости совершенствования существующей нормативно-правовой базы в части использования ОСВ для целей рекультивации, о приоритетности разработки составов ОМК, отвечающих задачам рекультивации, придания им официального статуса и о целесообразности разработки стратегического государственного документа, направленного на регулирование вопросов рекультивации нарушенных земель, актуальность которого подтверждается ежегодными увеличивающимися площадями, переходящими в категорию НЗ.

*Ключевые слова:* рекультивация, нарушенные земли, осадки сточных вод, отходы целлюлозно-бумажных комбинатов.

DOI: 10.35634/2412-9518-2023-33-1-58-71

Тема рекультивации нарушенных земель (НЗ) известна давно и уже плавно перешла в категорию «не решенной» и «навязшей на зубы» и это при том, что разработкой данного направления активно начали заниматься уже в 50-х годах прошлого столетия, когда перед послевоенной страной стояли, казалось бы, куда более насущные проблемы восстановления народного хозяйства. Научные коллективы различных ведомственных институтов много сил потратили на классификацию нарушенных земель по видам предыдущей хозяйственной деятельности, формам и типам образующихся рельефов, составам техногенных грунтов, их токсичности, на изучение процессов самоорганизации пост-техногенных природных гео- и экосистем, проектирование методов биомелиорации промышленных отвалов и т. д. Результатом чего явился целый ряд вышедших в свет научных статей, монографий, рекомендаций [1–16]. Но, несмотря на проделанную работу, результат остается весьма плачевным: из года в год площади нарушенных земель в стране увеличиваются – вследствие все новых и новых разработок полезных ископаемых, строительства, нерационального ведения сельского хозяйства – и добавляются к уже имеющимся огромным площадям (пустошей) отработанных карьеров, «хвостов» обогатительных фабрик, заброшенных промышленных предприятий, полигонов, мелких населенных пунктов, бывших оздоровительных учреждений и т. д. Рекультивации же подвергается, по разным оценкам – из ежегодного земельного баланса по стране «нарушенные/восстановленные» – не более 50 % площадей, как правило, относительно «свежих» участков, после завершения отработки месторождений или 4–10 % от общей площади накопленных НЗ [17]. В результате общая накопленная площадь продолжает расти и по самым скромным подсчетам составляет более 1,1 млн. га [18]. Например, только на Дальнем Востоке таковых взято из состава лесного фонда около 750 тыс. га [19],

а темпы прироста по регионам не снижаются – в одном только Кузбассе ежегодный прирост составляет более 10 тыс. га [20].

Проблемы рекультивации, с одной стороны, многогранны и включают целый комплекс горно-технических и биологических мероприятий, но, с другой стороны, могут на основании уже собранных данных, современных разработок сводиться к достаточно «однотипным» решениям, заключенным в определенные рамки и утвержденным в соответствующих ГОСТах. К сожалению, в этом вопросе как раз не все ладно: существующие стандарты, относящиеся к вопросам рекультивации НЗ, грешат декларативностью, слабой конкретикой; приходится констатировать, что ответственные министерства и ведомства, прошедшие десятилетия, больше интересовали вопросы добычи полезных ископаемых и что с этим связано, но не вопросы восстановления природной среды обитания, человека в том числе. Что можно полезного почерпнуть и чего совсем не хватает в упомянутых документах, рассмотрим на примере необходимой составляющей рекультивации.

**Плодородный слой почвы (ПСП) при рекультивации НЗ.** Отправным пунктом в существующих стандартах можно считать констатацию: для успешности биологической рекультивации НЗ *требуется* нанесение ПСП. Не будем в этой статье дискутировать – какой мощности должен быть слой и на каких участках и с какой конечной целью рекультивации. Поговорим о составе. Какой субстрат годится и где взять достаточные объемы такового (или таковых), чтобы обеспечить успешную приживаемость и хороший рост растений – от почвопокровных до древесно-кустарниковых (ДКР). Накоплен богатый опыт в использовании природной почвы, различных почвосмесей, торфа, промышленных и сельскохозяйственных отходов, отходов лесозаготовки и деревообработки, иных компонентов для создания *субстратов* в качестве ПСП: основными физическими функциями такого субстрата является успешное закрепление корневой системы (что обеспечивает устойчивость растения), а также удержание влаги, доступность кислорода и элементов минерального питания корням, т.е. он должен обладать достаточной влагоёмкостью и невысокой плотностью, аэрируемостью, буферностью, высокой сорбционной способностью, с необходимым составом макро- и микроэлементов [21]. Рассмотрим некоторые примеры.

Природная почва – гумусовый горизонт, снятый с соседней территории, несомненно хорош в качестве ПСП, т. к. она уже в определенной степени плодородна, содержит бактерии, споры или обрывки гифов грибов, образующих эктомикоризные ассоциации на корнях деревьев и трав, простейших и, как правило, семена разной растительности. Но существует и проблема: значительная часть земель под горные разработки или новые промышленные производства изымается из состава земель лесного фонда, а в бореальных условиях толщина плодородного слоя почвы, в среднем, не большая и нормативами разрешается, при вскрышных работах, если мощность его не превышает 10 см (ГОСТ 17.4.3.02-85), отдельно не снимать и не складировать; если добавить к этому технологический, организационный и человеческий факторы при производстве подготовительных работ, то не сложно понять, что данный ресурс по объему довольно ограничен [13; 15; 20].

Субстраты на основе торфа разной степени разложения – также могут рассматриваться как приемлемый вариант использования в качестве ПСП, тем более что запасы торфа в нашей стране, в т. ч. на Северо-Западе, достаточны, но есть и проблемы. Верховой торф – материал дорогой и используется для нужд растениеводства. Лучше подходит смесь верхового и переходного торфа за счет его природных качеств: субстрат имеет большую влагоемкость (до 400–600 %), низкую (в среднем не более 15–23 %) степень разложения растительных остатков, низкое содержание зольных элементов (около 4–6 %) и при этом отличное соотношение воздух/вода (благодаря наличию большого количества крупных и мелких пор), низкий удельный вес, высокую катионообменную способность (70–140 мг-экв/100 г), теплоту смачивания (являющаяся мерой гидрофильности) 25–31 кал/г, и в процессе минерализации торфяные почвы не гидрофобизируются. Но при этом у субстрата будет низкое содержание микро- и макроэлементов (содержание NPK ок. 0,92 %, 0,07 % и 0,92 %, соответственно), что требует внесения минеральных удобрений или биопрепаратов (бактерий и/или мицелия грибов) для ускоренной минерализации растительных остатков и получения достаточного количества элементов минерального питания растениям, а также высокая кислотность среды (рН<sub>KCl</sub> от 3,8 до 4,5), что вполне подходит для роста хвойных пород и большинства видов грибов-симбиотов, но «не очень» для многих почвопокровных. Возможно использование низового торфа – он имеет не столь высокую кислотность (рН<sub>KCl</sub> от 5,0 до 5,5), высокую (более 30 %) степень разложения растительных остатков и зольность (более 7 %), содержит достаточно много азота и иных элементов минерального питания, но при этом обладает высокой степенью водонасыщен-

ности и уплотнения и, по мере увеличения влажности, плохой аэрацией (ухудшенным воздухообменом), что, в свою очередь, негативно сказывается на развитие корневой системы не только древесной, но и травянистой растительности и требует доработки субстрата внесением разрыхлителей-мелиорантов. Общий недостаток торфосмесей в качестве субстрата для ПСП – довольно высокая стоимость и горимость в сухую погоду, необходимость разработки торфяных залежей, а в случае действующего торфопредприятия – как правило, большое плечо доставки субстрата до места применения; с экологической точки зрения использование торфа смотрится и по-прежнему не важно: мы разрушаем одну экосистему ради восстановления другой [11; 12; 14; 22; 23].

Субстраты на основе древесных отходов от лесозаготовки и деревообработки также могут с успехом применяться в качестве ПСП на НЗ: достаточно многочисленные изыскания проводились на этом направлении в различных регионах страны и за рубежом и дали положительный результат [24–27]. В таких субстратах отмечается более высокая микробная активность и повышенная иммобилизация азота по сравнению с субстратами из торфа или коры деревьев [19; 28–30]. Однако, и в этом случае есть свои недостатки: собрать на лесосеке зеленую массу (ветви с листвой – березы, осины, ивы и проч. – с учетом сезонности заготовительных работ), измельчить ее, перевезти к месту буртования, компостировать в течение 2-3 недель, затем перерабатывать с помощью дезинтегратора и компостировать еще 2-3 недели, после чего смешивать с торфом с добавлением раскислителей и минеральных удобрений – сложно в технологическом плане и затратно: снижается рентабельность производства субстрата, и так же требуется «обратный вывоз» к месту выкладки в натуру. Нельзя не упомянуть, что щепа древесных пород является ценным энергетическим продуктом и может (должна) использоваться как экологически чистый и доступный вид топлива для муниципальных котельных, либо как сырье для производства древесных плит, древесных топливных гранул как для использования внутри страны, так и в качестве экспортной продукции. Смотрится, что данный вид субстрата в отдельных случаях может применяться для зеленого строительства в населенных пунктах, на промышленных предприятиях.

Субстрат на основе компостов из листового опада может быть хорошим материалом, основой для формирования ПСП на урбоземах в населенных пунктах и требует относительно небольших затрат на сбор, доставку и компостирование органики в течение 2-3 лет (возможно на открытых площадках) с санацией полученной почвенной смеси перед выкладкой в натуру активными штаммами *Trichoderma* sp. и *Bacillus* sp. для большей успешности приживаемости на проблемных почвах ДКР. Вместе с тем, объемы данных субстратов невелики и могут решить только часть проблем при устройстве газонов в новостройках городов или озеленении промышленных предприятий.

Субстраты на основе различных компостов из отходов сельскохозяйственного производства с добавлением торфа, сапропелей, древесных волокон и т. п. при тщательной проверке физико-химических и биологических свойств [31] могут быть пригодны для использования в качестве ПСП на локальных объектах, в т. ч. в населенных пунктах, при озеленении промышленных предприятий или в питомниках древесных растений [32–35], но они весьма востребованы в качестве питательных грунтов в растениеводстве.

**ПСП на основе ОСВ.** Органо-минеральные композиции (ОМК) на основе осадков коммунальных или смешанных видов сточных вод (ОСВ) и отходов целлюлозно-бумажных комбинатов (ЦБК) – это, до настоящего времени, не задействованный огромный резерв органического субстрата, который при небольшой доработке может использоваться в качестве ПСП при рекультивации НЗ в промышленных масштабах, а также в зеленом строительстве практически во всех регионах России [11–13; 36–40].

Чтобы такая фраза могла быть, сему предшествовало создание соответствующих нормативных документов и стандартов. Отправной точкой «нашего времени» в отношении ОСВ можно назвать СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения». Документ выполнен еще «по-советски» добротным сплоченным коллективом из тринадцати разных научных организаций с медико-почвенно-сельскохозяйственным уклоном, что немедленно отразилось в самом названии Правил и направлении применения – удобрения (в разном виде) для сельского хозяйства. Ограничение в сфере применения – не страшно. Но: СанПиН, по сути своей, инструмент регулирования и контроля определенных факторов «...их оптимальных и безопасных количественных параметров с целью сохранения здоровья и нормальной жизнедеятельности человека, направленных на предотвращение распространения и ликвидацию инфекционных, массовых неинфекционных заболеваний и отравлений». Однако составители документа решили поместить в

него раздел (п. 6), посвященный не только (*технологии*) методам подготовки ОСВ, но и их выносу на поля с конкретным перечнем механизмов. В чем проблема? Микробиологические и паразитологические показатели, химический состав, количество тяжелых металлов, и их контроль – облигатная составляющая, каким способом достигается – факультативная: технический прогресс не стоит на месте и решение вопросов приема и очистки ОСВ до нужных показателей – процесс непрерывный; например, появившийся относительно недавно метод ускоренной седиментации ОСВ с применением инновационных технологий, резко снижающий уровень патогенной микрофлоры, не вмещается в «прокрустово ложе» Правил, и убедить чиновников надзорных органов в допустимости иного метода к применению или внести изменения в СанПиН крайне сложно. Довольно сомнительно смотрится предложение использовать в качестве обеззараживающего средства тиазон, ведь ответы на технологию безопасного производства и применения, экологичности состава так до конца и не ясны. Есть еще, сразу не заметная, «ложка дегтя»: к п. 4.3 с перечнем территорий, где, по существу, не разрешается применение ОСВ (что вполне объяснимо), добавлен п. 6.10 «Запрещается внесение осадков...поверхностно в лесах, лесопарках». Что имелось в виду: на почвопокровные под пологом леса или вообще в лесах и лесопарках, а на гарях, а между рядами лесных культур в качестве удобрения? И, к сожалению, ни слова о доработке ОСВ в качестве самостоятельного ПСП.

Все эти недочеты эхом отразились в ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 «Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений», разработанным под эгидой ОАО «Научно-исследовательского института коммунального водоснабжения и очистки воды» с участием Всероссийского научно-исследовательского института удобрений и агропочвоведения им. Д.Н. Прянишникова, институтами в области медицины, сельского хозяйства, экологии (раздел «Почва» и «Охрана природы»). С учётом состава участников стандарт вышел вновь с уклоном применения ОСВ в сельском хозяйстве и «не распространяется на осадки производственных предприятий (предприятия целлюлозно-бумажной промышленности)». Данный стандарт «устанавливает основные требования к свойствам осадков сточных вод при *использовании их в качестве удобрений...при разном уровне влажности*», т. е. как добавки к существующему плодородному слою, а не как самостоятельному почвенному горизонту – и это повторяется не раз в документе, когда говорится о «дозах внесения осадков». Если не принимать во внимание отдельные софизмы, стоит сказать о некоторой имеющейся путанице в ином, не сельскохозяйственном применении ОСВ: с одной стороны – «Осадки (*если*)... по химическому составу соответствуют 4-му классу опасности, могут использоваться для восстановления продуктивности нарушенных земель с целью лесохозяйственного и рекреационного направления их рекультивации», «осадки могут применяться *на почвах* и выработанных торфяниках» (чего СанПиН не рекомендует делать), с другой – «не допускается применять осадки...поверхностно в лесах, лесопарках...на территориях с резко пересеченным рельефом» (п. 5.2). Абсолютно не понятна строгость п. 5.3: «Контроль качества осадков обеспечивают аналитические лаборатории, *аккредитацию* которых организует и проводит Госстандарт России». Какого качества? Если речь идет об определении класса опасности ОСВ или их санитарно-бактериологических и санитарно-паразитологических показателей – без сомнения; но если вопрос касается гранулометрического, агрохимического состава осадков, то с их определением хорошо справляются университетские и прочие лаборатории, а данный пункт практически исключает их из рабочего процесса. Не удачно сформулированный п. 5.4: «При поставке осадков потребителю на отгружаемую партию поставщик предъявляет паспорт и сертификат соответствия, разрабатываемый *органом*, уполномоченным *для проведения работ в данной области*» – в административных реалиях – не помогает, скорее, тормозит процесс применения ОСВ в производстве. Но нельзя не отдать должное самому факту появления документа, определенной классификации качественных показателей и применения в сельском хозяйстве.

Продолжением работы по стандартизации ОСВ можно считать ГОСТ Р 54534-2011: Осадки сточных вод «Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель» (раздел «Ресурсосбережение», разработанный Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский центр стандартизации, информации и сертификации сырья, материалов и веществ», Закрытым акционерным обществом «Научно-производственная фирма «БИФАР». Главная ценность данного стандарта в констатации двух фактов: первый – «настоящий стандарт распространяется на осадки сточных вод, обработанные с применением *различных методов*, обеспечивающих их глубокое обезвоживание, стабилизацию и минерализацию органических веществ и обеззараживание, соответствующие по своему составу и свойствам отходам классов опасности для

окружающей среды IV и V», и второй – «осадки сточных вод *могут быть использованы* для технического этапа рекультивации в качестве материала для заполнения карьерных выемок, траншей и т. д., а также для биологического этапа рекультивации *в качестве почвогрунтов* при создании растительного слоя земли, а также для рекультивации загрязненных и обедненных почв» (с уточненным нормированием таких показателей, как массовая доля сухих и минеральных веществ, pH, концентрации тяжелых металлов, требований к биохимии, а также к охране окружающей среды). К сожалению, и данный ГОСТ не избежал противоречий и недостатков, повторяя своего предшественника, например, в отношении процента влажности ОСВ: с одной стороны – они должны быть «глубоко обезвоженными» и здесь же – «используются подсушенные»; или – «мощность слоя почвогрунта должна обеспечить полноценное развитие корневой системы и питание растений» – что верно, и вдруг следом – «красовые дозы внесения почвогрунтов могут составлять до 200–300 т/га или 10–30 кг в одну посадочную яму» (непонятное ограничение, т. к. для разных, например, лесорастительных зон и целей рекультивации мощность слоя может составлять от 10–30 см до 1 м и более [13; 20]; неудачной смотрится формулировка п. 4.15 «транспортирование осадков» и др. Прорекларировано, что «стандарт предлагает различные *методы* подготовки осадков сточных вод, обеспечивающие достижение указанных требований», но они относятся лишь к *обработке* самих ОСВ *перед* конечным их применением в качестве почвогрунта; говорится о сроках выдержки на площадках стабилизации (зависит от принятой технологической схемы обработки) – до 1–5 лет и более, но ни слова о современных методах седиментации, сокращающих время обезвоживания осадков в разы. Главным недостатком документа смотрится отсутствие стандартизированных составов ОМК на основе ОСВ, хотя присутствует важный посыл (п. 4.11): «Требуемые показатели свойств (ОСВ)...при использовании для технической рекультивации нарушенных земель могут быть также достигнуты путем смешения осадков с песком, грунтом, образующимся при производстве землеройных работ, отходами горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, золошлаками и другими инертными неорганическими отходами», но на этом – все. И ни слова о применении огромной органической массы, образующейся из отходов ЦБК вкупе, как правило, с коммунальными ОСВ.

Пожалуй, нельзя обойти вниманием наиболее хорошо составленный ГОСТ Р 53381-2009 «Почвы и грунты. Грунты питательные. Технические условия», напрямую имеющий отношение к ПСП, разработанный, практически, тем же составом научных учреждений, что и ГОСТ Р 17.4.3.07-2001: несмотря на сельскохозяйственный, уже привычный уклон, в нем не забыли упомянуть в области применения и лесное с городским хозяйством; регламентировано содержание в питательных грунтах токсичных элементов, пестицидов, радионуклидов, но нет жестких рамок по содержанию NPK, не забыт IV класс опасности; в требовании к сырью (п. 4.6) – в дополнение «классического» состава и стандартизированных требований к различным видам торфа, хорошо окультуренной почве, навозу, помету и компостам – добавлены древесные отходы (кора, мелкая щепа, опилки, пусть даже с рядом вопросов к табл. 4). Наверное, напрасно ограничили состав мелиорантов речным песком, глиной и мелом с доломитовой мукой в качестве раскислителей (скорее, «мелиорантов», т.к. практически все известные на Северо-Западе ОСВ имеют pH близкий к нейтральному); и, если иметь в виду применение данных грунтов в качестве ПСП на НЗ, кажутся излишне завышенными ограничения в отношении не только индекса санитарно-показательных микроорганизмов, но и, возможно, присутствия некоторых болезнетворных бактерий, жизнеспособных личинок и яиц ряда простейших и насекомых, в случае, если рекультивация НЗ осуществляется на значительном расстоянии (например, 5–10 км) от источников питьевого водоснабжения и населенных пунктов, имея в виду, что при формировании естественных биоценозов, возникающий естественный состав микроорганизмов (во всем многообразии: бактерии, протозоа) и хищных насекомых, естественным путем нивелирует ситуацию к естественно-биологическим условиям; в отличие от предыдущих документов, нет ограничения в *технологии* производства грунтов (п. 4.4), сказано, что они «должны соответствовать требованиям безопасности настоящего стандарта и документам изготовителя (технологической инструкции и рецептуре) на конкретные наименования». На наш взгляд, в ГОСТе не хватает двух вещей: разрешения к использованию коммунальных и смешанных ОСВ и отходов ЦБК в качестве основы ОМК (или почвогрунта) и разработанных составов для разных условий применения, поскольку в современных административных условиях сложно будет доказывать всевозможным надзорным органам, что добавка в тексте (п. 4.6) – «и пр.» – при производстве питательных грунтов относится в т. ч. к ОСВ. Отдавая должное проделанной работе и постоянному вниманию к вопросу улучшения качества почв со стороны Министерства сельского хозяйства и подведомственных

НИИ, в т. ч. в области медицины и ветеринарии, чего откровенно не хватает чиновникам Минприроды и коммунального хозяйства (в разных ипостасях), приходится констатировать, что недоработанность, неконкретность ряда положений существующих стандартов не в полной мере отвечает требованиям современности, зачастую является тормозом в вопросах использования ОСВ в качестве ПСП при рекультивации НЗ, в т. ч. в составе лесного фонда.

**Ситуация с ОСВ в Северо-Западном Федеральном округе.** Происхождение ОСВ на очистных сооружениях крупных промышленных центров региона представлено в табл. 1, составленной по данным опроса профильных специалистов служб городских водоканалов (ГВК) и промышленных предприятий (в том случае, если они принимают на свои ОС городские стоки) летом 2022 г.

Таблица 1

**Происхождение и ежегодные объемы образования осадков сточных вод по наиболее крупным промышленным центрам Северо-Запада РФ**

№ п/п	Место образования	Объем, т/год*	Состав ОСВ (по происхождению**)	Способ утилизации	Наличие проблем
1	Мурманск: ГВК	765	коммунальные, промышленные	вывоз на полигон	лимит площадей полигонов
2	Мончегорск: ГВК	1930	коммунальные	вывоз на полигон	лимит площадей полигонов
3	Сегежа: ЦБК + ГВК	35 000	коммунальные, промышленные	Заводские отстойники	нет резервов накопления
4	Сыктывкар: ЦБК + ГВК	144 000	коммунальные, промышленные	сжигание	утилизация золы
5	Светогорск: ЦБК + ГВК	7 680	коммунальные, промышленные	сжигание, вывоз на полигон	утилизация золы, лимит площадей полигонов
6	Новодвинск: ЦБК + ГВК	121 000	коммунальные, промышленные	сжигание	утилизация золы
7	Вологда: ГВК	40 000	коммунальные, промышленные	вывоз на полигон	лимит площадей полигонов
8	Псков: ГВК	330	коммунальные	вывоз на полигон	лимит площадей полигонов
9	Великие Луки: ГВК	9 130	коммунальные, промышленные	вывоз на полигон	нет резервов накопления
10	Санкт-Петербург: ГВК	400 000	коммунальные, промышленные	сжигание (95 %), вывоз на полигон (5 %)	утилизация золы
11	Кингисепп: ГВК	50 800	коммунальные, промышленные	вывоз на полигон	нет резервов накопления
12	Сясьстрой: ЦБК + ГВК	3 270 осв 1930 кора	коммунальные, промышленные	вывоз на полигон	лимит площадей полигонов
13	Петрозаводск: ГВК	24 000 плюс кора	коммунальные, промышленные	вывоз на полигон	
14	Архангельск: ГВК	3 000	коммунальные	вывоз на полигон	
15	Котлас: ЦБК + ГВК	200 000	коммунальные, промышленные	вывоз на полигон	
	Всего:	1 038 210 1930 кора			

*Примечание:* \* – подсушенных до влажности ок.70 %; \*\* – в ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 «производственные»

Виды ОСВ четко делятся на три категории по составу: коммунальные, коммунальные и промышленные, отходы целлюлозно-бумажных комбинатов (ЦБК) вместе с городскими стоками, а по существу на две, поскольку практически без исключений коммунальные ОС принимают и очищенные, в той или иной мере, на локальных ОС стоки промышленных предприятий, расположенных в черте города. Из

полученной информации следует, что на всех предприятиях ГВК, а также ЦБК иловые осадки, поступающие со вторичных отстойников, подсушиваются до влажности 70 % (исключение составляет Сегежский ЦБК, где ОСВ пульпопроводами сливаются в илонакопители и естественным путем проходят стадию длительного обезвоживания). Способов утилизации подсушенных ОСВ тоже не много: первый – сжигание, второй – вывоз на иловые поля. Но именно с этого этапа – утилизации – появляются вопросы эффективности использования, хозяйственной применимости, экологичности.

Таблица 2

### Варианты составов ОМК на основе ОСВ, применяемые при рекультивации НЗ в СЗФО

ОС городов	Цель рекультивации	Класс опасности	№ ОМК	рН ОМК	Мелиорант		Минерал. удобрения		Бактерии	Грибы симбиоты <sup>11</sup>	Грибы сапрофиты	Раскислитель	Доза
					Вид	% содерж.	Вид	Доза					
ОСВ коммунально-промышленные: Псков, Великие Луки и т. д.	лесная	(III)IV-V <sup>1</sup>	1 <sup>2</sup>	4-7	xx	xx	-	-	xx	xx	xx	xx	xx
			2 <sup>3</sup>	4-7	xx	xx	xx	xx	xx	(xx)	-	(x)	(x)
	рекреация	IV-V	3 <sup>4</sup>	5-8	xx	xx	-	-	xx	(xx)	xx	(x)	(x)
			4 <sup>5</sup>	5,5-8,5	xx	xx	(x)	(x)	xx	xx	(xx)	-	-
	Озеленение урбоземов	IV-V	5 <sup>6</sup>	6-8	xx	xx	-	-	(x)	-	(x)	-	-
			6 <sup>7</sup>	6-8	xx	xx	-	-	xx	xx	(xx)	-	-
	с\х	(IV) V	7 <sup>8</sup>	6-9	xx	xx	-	-	(x)	-	x	-	-
		V	8 <sup>9</sup>	6-10	xx	xx	xx	xx	(x)	-	-	-	-
ОСВ коммунальные и ЦБК: Светогорск, Сегежа	лесная	(III)IV-V	9	4-6	xx	xx	-	-	xx	xx	xx	xx	xx
			10	4-6	xx	xx	xx	xx	xx	(xx)	(xx)	(x)	(x)
	рекреация	IV-V	11	5-8	xx	xx	-	-	xx	xx	xx	(x)	(x)
			12	5,5-8,5	xx	xx	(x)	(x)	xx	(xx)	xx	-	-
Озеленение урбоземов	IV-V	13	6-8	xx	xx	(x)	(x)	xx	xx	xx	-	-	
Лигнин <sup>10</sup> кора, щепа с ЦБК: Сыктывкар, Сясьстрой, Архангельск	лесная	(III)IV-V	14	4-7	xx	xx	-	-	xx	(xx)	-	-	-

(<sup>1</sup>) – при лесной рекультивации участков НЗ, располагающихся на удалении 5–10 км и более от населенных пунктов, допускается превышение одного показателя на 10–15 %, а по степени эпидемической опасности – до «умеренно опасная».

(<sup>2</sup>) – рекомендуемый состав ОМК при посадках ДКР с ЗКС.

(<sup>3</sup>) – рекомендуемый состав ОМК при посадках ДКР с ОКС.

(<sup>4</sup>) – находящиеся или планируемые к передаче в ГЛФ участки земли в категориях защитности.

(<sup>5</sup>) – находящиеся или планируемые к передаче в состав городских лесов, лесопарков вокруг населенных пунктов.

(<sup>6</sup>) – при создании газонов с отсутствием или редкими посадками ДКР.

(<sup>7</sup>) – при создании газонов с посадками ДКР.

(<sup>8</sup>) – при создании пастбищ для выпаса скота.

(<sup>9</sup>) – для растениеводства.

(<sup>10</sup>) – подготовка ОМК методом вермипереработки.

(<sup>11</sup>) – если планируется при рекультивации НЗ посадка сеянцами (саженцами) с ЗКС, внесение мицелия грибов-симбиотом в ОМК не производится в том случае, если инокуляция посадочного материала проводилась в питомнике.

ОСВ с ГВК, даже с учетом добавки очищенных промышленных стоков, пройдя стандартные процедуры очистки до стадии центрифугирования, по составу довольно схожи и не превышают IV класс опасности; подсушенный ил вывозится на полигоны – исключение составляет Санкт-Петербург, где в последние годы на них поступают только 5 % от общего объема ОСВ, остальной объем сжигается, а также ГВК Пскова, много лет вывозящий относительно небольшой объем образующихся ОСВ в овраг, который является, по сути, естественным илонакопителем. В 90-е годы обычной практикой, например, в Великих Луках и Санкт-Петербурге, был завоз на иловые поля

опилка с местных пилорам с последующим перепахиванием, обеззараживанием хлористым железом и, после вылеживания смеси в течение нескольких (2–5) лет, продажей «кека» садоводам для выкладки субстрата на газоны приусадебных участков: уже на второй-третий год частник получал хорошо сформированный газон с развитой дерниной; осуществляли частичные отгрузки отлежавшегося «кека» и другие ГVK. В последние годы данная практика практически исчерпала себя и не в последнюю очередь за счет задействования опилка в качестве основного сырья при производстве древесных топливных гранул (пеллет). Что хочется отметить еще из общей информации: специалисты компаний ведут постоянный контроль за ОСВ на предмет соответствия классу опасности, но не производят лабораторных исследований агрохимических показателей, а также не пытаются самостоятельно разработать почвогрунты на их основе с последующей реализацией, поскольку это не соответствует деятельности данных государственных предприятий и в бюджет (гос. органами) подобные расходы не закладываются; лишь ГVK Петрозаводска продолжает завозить и смешивать отходы лесопереработки (кора) с ОСВ, с последующим отпуском отлежавшегося субстрата населению и городским службам озеленения. Вместе с тем, рефреном звучала от всех адресатов необходимость стандартизации состава готовых субстратов (ОМК на основе ОСВ), придания им статуса готового продукта (почвогрунта) для широкого применения в качестве ПСП на нарушенных землях различных категорий, поскольку существующие полигоны складирования практически исчерпали свои возможности, а новых мест и объемов складирования иловых осадков практически нет, и разместить их трудно в связи с тем, что городские застройки уже вплотную подступили к ОС. Создание отдельного стандарта или, что скорее всего, добавление к существующим стандартам (например, ГОСТ Р 53381-2009) узаконенных составов почвогрунтов на основе ОСВ (разного генезиса, для различных лесорастительных условий применения и конечной цели, назначения рекультивации НЗ) должно сопровождаться соответствующим описанием (в качестве примера – табл. 2).

Ситуация с ОСВ в населенных пунктах, где предприятия ЦБК являются градообразующими, также достаточно одинакова: заводские ОС принимают городские стоки и после доработки и подсушивания (до 70 % влажности) сжигают в котельных, исключение составляет Сясьский ЦБК, где иловые осадки вывозятся на полигон и на месте смешиваются с корой и отходами лесопиления (с частных пилорам). Учитывая определенные различия в технологии переработки балансовой древесины и производства целлюлозы на действующих ЦБК (одна из крупнейших фабрик на Северо-Западе РФ в советские времена – Соломбальская – в г. Архангельск признана банкротом и городские службы самостоятельно приступили к работе с ОСВ), заметного преобладания объема ОСВ промышленных над городскими стоками, физико-химические «формулы» ОСВ до сжигания несколько отличаются, как и состав золы после сжигания ОСВ: она достаточно богата калием, натрием, магнием, фосфатами, имеет относительно не высокое содержание диоксида кремния, но содержит сульфаты и хлориды и, тем не менее, по полученной информации, их совокупный состав не превышает IV класс опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду. Несколько отличается по химическому составу зола с котельной ГVK Санкт-Петербурга с заметным преобладанием в ней диоксида кремния и далее, по убыванию – соединений железа, алюминия, кальция, натрия, цинка, меди, марганца, калия и углерода, серо-содержащими соединениями, а также в микродозах содержит хром, бор, никель, кадмий, но общие химические показатели также укладываются в IV класс опасности. Существующий способ избавления от ОСВ вполне устраивает на сегодняшний день как сами ЦБК, так и связанные с ними в технологической цепочке ГVK, хотя проблемы с утилизацией самой золы толком не решены, а производственные и финансовые затраты на сжигание ОСВ растут год от года, что особенно беспокоит, в частности, ГVK СПб, где ресурс печей-утилизаторов иностранного производства подходит к концу, а равноценного импортозамещения на запасные части пока не настало. Однако, с экологической точки зрения, данная технология смотрится крайне неэффективной, и дело даже не в выбросах в атмосферу: в печах уничтожается огромное количество органики с достаточно богатым содержанием минеральных веществ, которой остро не хватает для восстановления плодородия нарушенных земель, если, конечно, этим заниматься «всерьез и надолго». Справедливости ради надо сказать, что попытки применять ОСВ в качестве ПСП были и есть сегодня и не только в Петрозаводске: ГVK Санкт-Петербурга, с согласования властей, в порядке эксперимента выложил подсушенные ОСВ вдоль автомагистрали и произвел посадку укоренившимися черенками *Salix viminalis* L. – достаточно устойчивого вида, успешно произрастающего на влажных аллювиальных почвах с высоким содержанием иловой составляющей, но потерпел неудачу; не намного лучше смотрится опыт выкладки на городские газоны не подготовленного «кека» с



иловых полей Сегежского ЦБК местными озеленителями: в условиях даже непродолжительного сухого летнего периода он спекается в комки, корни растений «повисают» с понятным итогом (см. рисунок). Но при этом есть целый ряд добротных работ, посвященных доведению до состояния ОМК не только иловых осадков с ЦБК, но и более сложной составляющей – скопы и лигнина, например, методом вермикультивирования [41].



Рис. Неподготовленный ОМК (кек): газон г. Сегежа, Карелия (слева) и газон Санкт-Петербург (справа) (фото автора)

В СЗФО ежегодно образуется более миллиона тонн ОСВ (если «добавить» ОСВ с ОС районных центров, цифра приближается к 1,2 млн. т), накопленных площадей НЗ, требующих рекультивации (не считая брошенных промплощадок, рабочих и жилых поселков и т. п.) – сотни тысяч гектар, и они прирастают из года в год новыми площадями, и это особенно проблематично для Республик Карелии и Коми. При правильном использовании ОСВ с доработкой их до состояния ОМК (или почвогрунтов), этих объемов более чем достаточно для проведения рекультивационных работ с созданием нового плодородного слоя почвы, воссоздания биогеоценозов [37]. Конечно, широкое применение ОМК на основе ОСВ начнется не одновременно и с наиболее проблемных участков – иловых полей ГВК с постепенным вовлечением отходов ЦБК, оно должно идти «рука об руку» с наращиванием объемов рекультивации НЗ, но начало процесса сильно запоздало и само движение протекает удручающе медленно, не сообразно имеющейся проблеме.

## Заключение

В настоящее время необходимо разработать стандартные составы ОМК (почвогрунтов) на основе ОСВ с использованием мелиорантов из наиболее доступных и дешевых в конкретном регионе, отдельно для каждого лесорастительных условий в зависимости от целей рекультивации НЗ, в разрезе Федеральных округов силами существующих в регионах НИИ, придать им официальный статус и закрепить состав в соответствующем ГОСТе.

Требуется доработка существующих стандартов по использованию ОСВ в качестве не только удобрений, но основы ОМК (почвогрунта) для создания ПСП при рекультивации НЗ или создание (объединенного) нового ГОСТа для каждого направления рекультивации НЗ (лесное, сельскохозяйственное и т. д.), т. к. ГОСТ – это «нормативно-правовой документ, в соответствии с требованиями которого производится стандартизация производственных процессов и оказания услуг», и он не терпит двусмысленностей, разночтений.

Решение проблемы получения доступного и дешевого материала для создания ПСП теряет смысл, если нет четко прописанной на несколько десятилетий вперед Государственной программы рекультивации НЗ по Федеральным округам, а внутри них по каждой области отдельно, в территори-

альных и лесных планах, куда должны войти не только накопленные и ежегодно освобождаемые участки после добычи полезных ископаемых, «хвосты» обогатительных фабрик, золо- и шлакоотвалов и т. п., но и бесчисленные брошенные заводские и территории населенных пунктов разного масштаба, полигоны, бывшие оздоровительные сооружения и проч.

Необходимо определение (назначение) единого *ответственного* оператора этого направления работы, каким должен быть, по всем понятиям, Министерство природных ресурсов, т. к. отставание на данном поприще от насущных потребностей в Стране – огромно, причины разные и требуют отдельного рассмотрения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андроханов В.А., Курачев В.М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2010. 224 с.
2. Меньшиков Г.И. Технологические аспекты рекультивации нарушенных земель в Кузбассе / Меньшиков Г.И., Андроханов В.А., Баранник Л.П., Бирюков А.С., Захаров А.П. // Тезисы докладов межотраслевой научно-технической конференции «Экологическая безопасность ТЭК: проблемы, пути решения». Пермь: ВНИИО-Суголь, Минтопэнерго РФ, 1994. 60 с.
3. Чибрик Т.С., Елькин Ю.А. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях (биологическая рекультивация). Свердловск: Изд. Уральского университета, 1991. 219 с.
4. Еремченко О.З., Сапцын Р.В., Ложкина Е.А., Тыршу Е.В. Оценка эффективности рекультивации нефтезагрязненных почв // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2022. Вып. 1. С. 64–72.
5. Региональный географический прогноз. Вып.1. Современное состояние и некоторые тенденции изменения природной среды. Центр Русской равнины / Под ред. Т.В. Звонковой, Ю.Г. Слушкина, Е.Д. Смирновой. М.: Изд-во Московского университета, 1977. 215 с.
6. Бурькин А.М. Темпы почвообразования в техногенных ландшафтах в связи с их рекультивацией // Почвоведение. 1985. № 2. С. 81–93.
7. Капелькина Л.П. Некоторые проблемы в лесной рекультивации нарушенных земель в Ленинградской области // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур: сборник трудов. СПб: НИИЛХ, 1992. С.131–134.
8. Ковалевский А.В. Лесная рекультивация угольных отвалов с позиции сохранения фаунистического разнообразия Кузбасса / Ковалевский А.В., Тарасова И.В., Лучникова Е.М., Филиппова А.В., Воронина Л.А., Гашков С.И., Ильяшенко В.Б., Зубко К.С., Сметанин А.В., Ефимов Д.А. // Лесоведение. 2021. № 5. С. 509–518.
9. Трофимов С.С. Рекультивация и почвообразование / Трофимов С.С., Таранов С.А., Рагим-заде Ф.К., Фаткулин Ф.А., Кандрашин Е.Р. // Проблемы сибирского почвоведения. 1977. С. 52–73.
10. Мурзакматов Р.Т. Мелкобугристая технология горного этапа рекультивации отвалов // Наука и Технологии. 2021. №1. С. 59–61.
11. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: материалы Международной научной конференции (Екатеринбург, 4-8 июня 2007 г.). Екатеринбург: Изд. Уральского университета, 2007. 928 с.
12. Инновации и технологии в лесном хозяйстве: материалы Международной научно-практической конференции (Санкт-Петербург, 22-24 мая 2013 г.). СПб: СПбНИИЛХ, 2013. 309 с.
13. Биологическая рекультивация нарушенных земель: материалы Международного совещания (3-7 июня 2002, Екатеринбург). Екатеринбург, 2003. 616 с.
14. Чибрик Т.С., Батулин Г.И. Биологическая рекультивация нарушенных промышленных земель. Екатеринбург: Изд. Уральского университета, 2003. 36 с.
15. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов. Новосибирск: Наука, 1992. 305 с.
16. Чмыр А.Ф. Лесомелиорация приморских песков Запада и севера России / Чмыр А.Ф., Казаков Л.А., Чердынченко В.П., Дорошин А.В., Тепляков Г.Н., Свинцов И.П. СПб.: Изд. Политехнического университета, 2009. 212 с.
17. Голушов П.В. Самоорганизация и экологическая реабилитация антропогенно нарушенных геосистем в районах интенсивного использования земель: дисс. ... доктора геогр. наук. Белгород, 2012. 447 с.
18. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году: государственный доклад. Минприроды РФ, 2021. 866 с.
19. Крупская Л.Т. Инновационный подход при выращивании посадочного материала на токсичных отходах переработки оловорудного сырья / Л.Т. Крупская, А.М. Орлов, В.П. Зверева, Д.А. Голубев, Л.П. Гуль // Инновации и технологии в лесном хозяйстве – 2013: Материалы III Международной научно-практической конференции, (Санкт-Петербург, 22–24 мая 2013 г.). Санкт-Петербург: Федеральное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 2013. С. 64–69.
20. Манакон Ю.А., Куприянов А.Н. Нарушенные земли: рекультивация, реставрация, реконструкция // Наука и технологии Сибири. 2021. №2. С. 24–26.

21. Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. 293 с.
22. Бурмистрова Т.И. Использование торфяных мелиорантов для реабилитации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами / Т.И. Бурмистрова, Т.П. Алексеева, Н.Н. Терещенко, В.Д. Перфильева // Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья: Материалы Всероссийского семинара. Барнаул, 2002. С. 303-304.
23. Абакумов Е.В., Гагарина Э.И., Лисицына О.В. Восстановление почв и рекультивация земель в районе Кингисеппского месторождения фосфоритов // Почвоведение. 2005. №6. С. 731–740.
24. Зайцева М.И., Посудневский А.Ю. Использование измельченных порубочных остатков в лесном хозяйстве // Resources and Technology. 2016. Т. 13, № 4. С. 45–50.
25. Робонен Е.В. Опыт разработки и использования контейнерных субстратов для лесных питомников. Альтернативы торфу / Е.В. Робонен, М.И. Зайцева, Н.П. Чернобровкина, О.В. Чернышенко, С.Б. Васильев // Resources and Technology. 2015. Т. 12, № 1. С. 47–76.
26. Демидова Н.А., Буткина М.Л. Совершенствование технологии приготовления компостов на основе древесных отходов // Инновации и технологии в лесном хозяйстве – 2013: материалы III Международной научно-практической конференции. Ч.1. 2013. С. 193–196.
27. Антонов Г.И. Влияние опилочно-почвенных субстратов на рост саженцев сосны и ели в лесопитомнике экспериментального хозяйства «Погорельский бор» / Г.И. Антонов, А.П. Барченков, Н.В. Пашенова, О.Э. Кондакова, И.Д. Гродницкая // Лесоведение. 2021. №3. С. 303–317.
28. Казаков Л.А., Вишняков Г.В. Технологические приемы создания лесных культур на эродированных землях побережья Белого моря // Инновации и технологии в лесном хозяйстве – 2013: Материалы III Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург: Федеральное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 2013. С. 267–272.
29. Луганцева М.В. Утилизация осиновой коры в качестве удобрительной композиции // Инновации и технологии в лесном хозяйстве: Тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции. 2014. С. 74.
30. Пастухова А.М., Третьякова Н.А. Выращивание семян лиственницы сибирской на различных субстратах // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: материалы 24 Международной научной конференции. Красноярск, 2021. С. 99–102.
31. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрехимия. М.: Колос, 2002. 584 с.
32. Солонцов О.Н., Помогаева В.А. Опыт выращивания семян дуба черешчатого подкормкой сапропелем в питомнике опытного лесничества БГИТА // Лесной вестник МГУЛ. 2011. №5. С. 20–22.
33. Мухортов Д.И., Романов Е.М. Утилизация органических отходов при искусственном лесовосстановлении // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2013. № 3(19). С. 20–35.
34. Бракш Н.А. Сапропелевые отложения и пути их использования. Рига, 1971. 187 с.
35. Сырчина Н.В., Терентьев Ю.Н., Мельникова А.Н. Использование золы подсолнечника для производства комплексного органоминерального удобрения и монофосфата калия // Экология родного края: проблемы и пути решения: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Киров, 28–29 апреля 2016). Книга 2. Киров: ООО «Радуга-ПРЕСС», 2016. С. 32–34.
36. Зарипов Ю.В. Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризотил-асбеста / Зарипов Ю.В., Залесов С.В., Залесова Е.С., Попов А.С., Платонов Е.П., Стародубцева Н.И. // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. №5 (383). С.22–33.
37. Водолев А.С., Степанов А.А., Кудашкина С.А. Результаты комплексной оценки биологической рекультивации техногенных ландшафтов с использованием осадков сточных вод // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Материалы Международного совещания (3–7 июня 2002). Екатеринбург, 2003. С. 41–53.
38. Юренин А.В. Приживаемость древесных и кустарниковых пород в санитарно-защитной зоне илового хозяйства УП «Минскводоканал» / Юренин А.В., Якимов Н.И., Соколовский И.В., Веремейчик Л.А. // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2021. №1. С. 74–78.
39. Применение отходов ЦБП в лесных питомниках: сборник статей / Под ред. Н. Г. Федорец, В. И. Крутов. Петрозаводск: Карел. науч. центр АН СССР, 1990. 86 с.
40. Денисов Е.П., Солодовников А.П. Эффективность комплексных фитомелиораций в Поволжье. Саратов: Саратовский ГАУ, 2007. 200 с.
41. Патент на изобретение № 2562526. Способ биотехнологической переработки твердых отходов целлюлозно-бумажной промышленности для получения биогумуса, включающий стадию обработки грибами и стадию вермикпереработки. Рег. 12.08.2015.

Сорокин Сергей Николаевич, кандидат биологических наук, Начальник отдела лесного проектирования  
E-mail: ssn1007@mail.ru

Недбаев Иван Сергеевич, младший научный сотрудник  
E-mail: i.nedbaev@spb-niilh.ru

ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»  
194021, Россия, Санкт-Петербург, Институтский пр., 21

*S.N. Sorokin, I.S. Nedbaev*

## THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF UTILIZATION OF SEWAGE SLUDGE AND RECLAMATION OF DISTURBED LANDS IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA AND WAYS TO SOLVE THEM JOINTLY

DOI: 10.35634/2412-9518-2023-33-1-58-71

This review article raises the related issue of disturbed land reclamation and sewage sludge disposal. One of the components of disturbed land reclamation is considered – the problem of obtaining the most accessible and cheap fertile soil layer in sufficient quantity, options are listed: natural humus horizon; substrates based on peat of varying degrees of decomposition, based on wood waste from logging and woodworking, based on composts (leaf litter, agricultural waste, other). The main emphasis is placed on substrates based on municipal sewage sludge and pulp and paper mill waste, on the basis of which, during processing, organo-mineral compositions can be obtained with their further use as fertile soil layer. Gaps are noted in the modern regulatory framework, especially in relation to the use of sewage sludge as a fertile soil layer for the reclamation of disturbed land, including on forest fund lands. As an example, the situation with the use and disposal of sewage sludge in the Northwestern Federal District was considered based on data on the volume of waste production at existing wastewater treatment plants. Three categories of sewage sludge are distinguished by composition and two main methods of disposal currently used (incineration and removal to municipal service waste landfills). Separately, attention is focused on the situation with the accumulation of sewage sludge at wastewater treatment plants in settlements, including those with a pulp and paper mill as a city-forming enterprise. In conclusion, conclusions are drawn about the need to improve the existing regulatory framework in terms of the use of sewage sludge for the purposes of reclamation, about the priority of developing organo-mineral compositions that meet the tasks of reclamation, giving them an official status, and about the advisability of developing a strategic state document aimed at regulating the issues of reclamation of disturbed lands: the relevance of which is confirmed by the annual increasing areas, passing into the category of disturbed land.

*Keywords:* reclamation, disturbed lands, sewage sludge, pulp and paper mill waste.

### REFERENCES

1. Androhanov V.A., Kurachev V.M. *Pochvenno-ekologicheskoe sostoyanie tekhnogennykh landshaftov: dinami i otsenka* [Soil-ecological state of technogenic landscapes: dynamics and assessment], Novosibirsk: Sibirskoe otdelenie RAN, 2010, 224 p. (in Russ.).
2. Men'shikov G.I., Androkanov V.A., Barannik L.P., Biryukov A.C., Zakharov A.P. *Tekhnologicheskie aspekty rekul'tivatsii narushennykh zemel' v Kuzbasse* [Technological aspects of reclamation of disturbed lands in Kuzbass], Perm': VNIOSugol', Mintopenergo RF, 1994, 60 p. (in Russ.).
3. Chibrik T.S., El'kin Yu.A. *Formirovanie fitotsenozov na narushennykh promyshlennost'yu zemlyakh (biologicheskaya rekul'tivatsiya)* [Formation of phytocenoses on lands disturbed by industry (biological reclamation)], Sverdlovsk: Ural. Univ., 1991, 219 p. (in Russ.).
4. Eremchenko O.Z., Sapsyn R.V., Lozhkina E.A., Tyrshu E.V. [Assessment of performance of oil-contaminated soil reclamation], in *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya*, 2022, pp. 64-72 (in Russ.).
5. *Regional'nyy geograficheskiy prognoz. Vyp.1. Sovremennoe sostoyanie i nekotorye tendentsii izmeneniya prirodnoy sredy. Tsentri Russkoy ravniny* [Regional geographical forecast. Vol.1. The current state and some trends in the natural environment. The center of the Russian Plain], Zvonkova T.V., Slushkin Yu.G., Smirnova E.D. (ed), Moscow: Mosk. Univ., 1977, 215 p. (in Russ.).
6. Burykin A.M. *Tempy pochvoobrazovaniya v tekhnogennykh landshaftakh v svyazi s ikh rekul'tivatsiyey* [Soil formation rates in technogenic landscapes in connection with their reclamation], in *Pochvovedenie*, 1985, no. 2, pp. 81-93 (in Russ.).
7. Kapel'kina L.P. *Nekotorye problemy v lesnoy rekul'tivatsii narushennykh zemel' v Leningradskoy oblasti* [Some problems in the forest reclamation of disturbed lands in the Leningrad region], in *Sb. tr. "Tehnologiya sozdaniya i ekologicheskie aspekty vyrashhivaniya vysokoproduktivnykh lesnykh kul'tur"*, Leningrad: LenNIILKh Publ., 1992, pp.131-134 (in Russ.).

8. Kovalevskiy A.V., Tarasova I.V., Luchnikova E.M., Filippova A.V., Voronina L.A., Gashkov S.I., Il'yashenko V.B., Zubko K.S., Smetanin A.V., Yefimov D.A. [Forest reclamation of the coal dumps from the perspective of preserving the fauna diversity on the example of the Kuznetsk coal basin], in *Lesovedenie*, 2021, no. 5, pp. 509-518 (in Russ.).
9. Trofimov S.S., Taranov S.A., Ragim-zade F.K., Fatkulin F.A., Kandrashin E.R. *Rekul'tivatsiya i pochvoobrazovanie* [Recultivation and soil formation], in *Problemy sibirskogo pochvovedeniya*, 1977, pp. 52-73 (in Russ.).
10. Murzakmatov R.T. [Small hilly technology of the mining stage of dump reclamation], in *Nauka i Tehnologii*, 2021, no. 1, pp. 59-61 (in Russ.).
11. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya i monitoring narushennykh zemel': materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii* [Biological reclamation and monitoring of disturbed lands: proceedings of the International Scientific Conference], Ekaterinburg: Ural. Univ., 2007, 928 p. (in Russ.).
12. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovations and technologies in forestry: materials of the International Scientific and Practical Conference], St. Petersburg: SPbNIIH, 2013, 309 p. (in Russ.).
13. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel': materialy Mezhdunarodnogo soveshchaniya* [Biological reclamation of disturbed lands: proceedings of the International Meeting], Ekaterinburg, 2003, 616 p. (in Russ.).
14. Chibrik T.S., Baturin G.I. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh promyshlennykh zemel'* [Biological reclamation of disturbed industrial lands], Ekaterinburg: Ural. Univ., 2003, 36 p. (in Russ.).
15. *Ekologiya i rekul'tivatsiya tekhnogennykh landshaftov* [Ecology and reclamation of technogenic landscapes], Novosibirsk: Nauka Publ., 1992, 305 p. (in Russ.).
16. Chmyr A.F., Kazakov L.A., Cherednichenko V.P., Doroshin A.V., Teplyakov G.N., Svintsov I.P. *Lesomelioratsiya primorskikh peskov Zapada i severa Rossii* [Forest reclamation of coastal sands of the West and North of Russia], St. Petersburg: Politehnich. Univ., 2009, 212 p. (in Russ.).
17. Goleusov P.V. [Self-organization and ecological rehabilitation of anthropogenically disturbed geosystems in areas of intensive land use], Dr. Biol. sci. diss., Belgorod, 2012, 447 p. (in Russ.).
18. *O sostoyanii i ob okhrane okruzhayushchey sredy Rossiyskoy Federatsii v 2020 godu: gosudarstvennyy doklad* [On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2020: state report], Minprirody RF, 2021, 886 p. (in Russ.).
19. Krupskaya L.T., Orlov A.M., Zvereva V.P., Golubev D.A., Gul L.P. [Innovative approach for creating planting material on toxic waste recycling material TIN], in *Mater. III Mezhd. nauch.-prakt. konf. "Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve – 2013"*, 2013, pp. 64-69 (in Russ.).
20. Manakov Yu.A., Kupriyanov A.N. *Narushennye zemli: rekul'tivatsiya, restavratsiya, rekonstruktsiya* [Disturbed lands: reclamation, restoration, reconstruction], in *Nauka i tekhnologii Sibiri*, 2021, no. 2, pp. 24-26 (in Russ.).
21. Zhigunov A.V. *Teoriya i praktika vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoy kornevoy sistemoy* [Theory and practice of growing planting material with a closed root system], St. Petersburg.: SPbNIIH, 2000, 293 p. (in Russ.).
22. Burmistrova T.I., Alekseeva T.P., Tereshchenko N.N., Perfil'eva V.D. *Ispol'zovanie torfyanykh meliorantov dlya reabilitatsii pochv, zagryaznennykh nef'tyu i nefteproduktami* [The use of peat meliorants for the rehabilitation of soils contaminated with oil and petroleum products], in *Mater. Vseross. seminara "Novye dostizheniya v khimii i khimicheskoy tekhnologii rastitel'nogo syr'ya"*, 2002, pp. 303-304 (in Russ.).
23. Abakumov E.V., Gagarina E.I., Lisicyna O.V. [Restoration of soils and land reclamation in the area Kingisepp deposit phospho-ferrites], in *Pochvovedenie [Eurasian Soil Science]*, 2005, no. 6, pp. 731-740 (in Russ.).
24. Zaitseva M.I., Posudnevskii A.Yu. [Use shredded wood residuals in forestry], in *Resources and Technology*, 2016, vol. 13, no. 4, pp. 45-50 (in Russ.).
25. Robonen E.V., Zaitseva M.I., Chernobrovkina N.P., Tshernychenko O.V., Vasil'ev S.B. [An experience of designing and applying non-peat substrates for forest nursery containers. Peat alternatives], in *Resources and Technology*, 2015, vol. 12, no. 1, pp. 47-76 (in Russ.).
26. Demidova N.A., Buntina M.L. [Perfection of woodwaste-based composts preparation technology], in *Mater. III Mezhd. nauch.-prakt. konf. "Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve"*, 2013, pp. 193-196 (in Russ.).
27. Antonov G.I., Barchenkov A.P., Pashenova N.V., Kondakova O.E., Grodnitskaya I.D. [Sawdust-soil substrates affecting pine and spruce seedlings growth in a forest nursery of the experimental farm "Pogorelsky bor"], in *Lesovedenie [Russian Journal of Forest Science]*, 2021, no.3, pp. 303-317 (in Russ.).
28. Kazakov L.A., Vishnyakov G.V. [Technological methods of creating forest plantations on the eroded lands of the White Sea coast], in *Mater. III Mezhd. nauch.-prakt. konf. "Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve"*, 2013, pp. 267-272 (in Russ.).
29. Lugantseva M.V. *Utilizatsiya osinovoy kory v kachestve udobritel'noy kompozitsii* [Utilization of aspen bark as a fertilizer composition], in *Tezisy dokladov IV Mezhd. nauch.-prakt. konf. "Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve"*, 2014, p. 74 (in Russ.).
30. Pastukhova A.M., Tret'yakova N.A. *Vyrashchivanie seyantsev listvennitsy sibirskoy na razlichnykh substratakh* [Growing seedlings of Siberian larch on various substrates], in *Mater. XXIV Mezhd. nauch. konf. "Plodovodstvo, semenovodstvo, introduktsiya drevesnykh rasteniy"*, 2021, pp. 99-102 (in Russ.).

31. Yagodin B.A., Zhukov Yu.P., Kobzarenko V.I. *Agrokimiya* [Agrochemistry], Moscow: Kolos Publ., 2002, 584 p. (in Russ.).
32. Solontsov O.N., Pomogaeva V.A. *Opyt vyrashchivaniya seyantsev duba chereshchatogo podkormkoy sapropelem v pitomnike opytnogo lesnichestva BGITA* [Experience in growing seedlings of English oak by feeding with sapropel in the nursery of experimental forestry BGITA], in *Lesnoy vestnik MGUL*, 2011, no. 5, pp. 20-22 (in Russ.).
33. Mukhortov D.I., Romanov E.M. [Organic recycling in artificial forest regeneration], in *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie*, 2013, no. 3(19), pp. 20-35 (in Russ.).
34. Braksh N.A. *Sapropelevye otlozheniya i puti ikh ispol'zovaniya* [Sapropel deposits and ways of their use], Riga: 1971, 187 p. (in Russ.).
35. Syrchina N.V., Terent'ev Yu.N., Mel'nikova A.N. *Ispol'zovanie zoly podsolnechnika dlya proizvodstva kompleksnogo organomineral'nogo udobreniya i monofosfata kaliya* [The use of sunflower ash for the production of complex organomineral fertilizer and potassium monophosphate], in *Sborn. mater. Vseross. nauch.-prakt. konf. s mezhd. uchastiem "Ekologiya rodnogo kraja: problemy i puti resheniya"*, 2016, pp. 32-34 (in Russ.).
36. Zaripov Yu.V., Zalesov S.V., Zalesova E.S., Popov A.S., Platonov E.P., Starodubtseva N.I [Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) undergrowth on the dumps of the chrysotile asbestos deposit], in *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal*, 2021, no. 5 (383), pp. 22-33 (in Russ.).
37. Vodoleev A.S., Stepanov A.A., Kudashkina S.A. *Rezultaty kompleksnoy otsenki biologicheskoy rekul'tivatsii tekhnogennykh landshaftov s ispol'zovaniem osadkov stochnykh vod* [The results of a comprehensive assessment of the biological reclamation of technogenic landscapes using sewage sludge], in *Mater. Mezhd. soveshchaniya "Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel"*, 2003, pp. 41-53 (in Russ.).
38. Yurenaya A.V., Yakimov N.I., Sokolovskiy I.V., Veremeichyk L.A. [Survival of wood and shrubs in sanitary protection area of the silter facility UE "Minskvodokanal"], in *Trudy BGTU. Seriya 1: Lesnoe khozyaystvo, prirodopol'zovanie i pererabotka vozobnovlyаемых ресурсов*, 2021, no.1, pp. 74-78 (in Russ.).
39. *Primenenie otkhodov TsBP v lesnykh pitomnikakh: sbornik statey* [Application of pulp and paper waste in forest nurseries: collection of articles], Fedorets N.G., Krutov V.I. (ed), Petrozavodsk, Karel. nauch. centr AN SSSR, 1990, 86 p. (in Russ.).
40. Denisov E.P., Solodovnikov A.P. *Effektivnost' kompleksnykh fitomelioratsiy v Povolzh'e* [The effectiveness of complex phytomeliorations in the Volga region], Saratov: Saratov. GAU, 2007, 200 p. (in Russ.).
41. *Patent na izobretenie № 2562526. Sposob biotekhnologicheskoy pererabotki tverdykh otkhodov tsellyulozno-bumazhnoy promyshlennosti dlya polucheniya biogumusa, vklyuchayushchiy stadiyu obrabotki gribami i stadiyu vermipererabotki* [Patent for invention No. 2562526. Method for biotechnological processing of solid waste from the pulp and paper industry to obtain biohumus, including the stage of processing with mushrooms and the stage of vermi processing]. Reg. 12.08.2015 (in Russ.).

Received 06.02.2023

Sorokin S.N., Candidate of Biology, Head of the Department of Forest Design

E-mail: ssn1007@mail.ru

Nedbaev I.S., Junior Researcher

E-mail: i.nedbaev@spb-niilh.ru

Saint-Petersburg Forestry Research Institute

Institutskiy pr., 21, St. Petersburg, Russia, 194021