

УДК 502.3:630*11:630*182
doi: 10.21685/2307-9150-2025-3-4

Проблемы создания новых ландшафтов и воссоздания биогеоценозов при рекультивации нарушенных земель: организационные пробелы, их последствия и пути решения

С. Н. Сорокин¹, А. В. Клименок²

^{1,2}Санкт-Петербургский научно-исследовательский
институт лесного хозяйства, Санкт-Петербург, Россия

¹ssn1007@mail.ru, ²Klimenok_av@spb-niilh.ru

Аннотация. *Актуальность и цели.* Дается краткий литературный обзор достижений науки и практики в вопросах изученности составляющих ландшафтоведения: климата, геологической основы, поверхностных и грунтовых вод, рельефа, формирующихся почв и биоценозов, влияния антропогенных факторов – в создании новых ландшафтов, восстановлении биогеоценозов нарушенных земель в России. Отмечается, что наряду с богатой наработанной практикой рекультивации нарушенных земель различного генезиса общая площадь техногенно измененных территорий не уменьшается, а темпы рекультивации сильно отстают от насущных потребностей в стране. *Материалы и методы.* Из причин, мешающих планомерной и эффективной работе порекультивации техноземов и прочих нарушенных земель, выделены следующие: отсутствие государственной программы по рекультивации накопленных и образующихся в результате текущей человеческой деятельности нарушенных земель с включением таких работ в планы развития административных территорий с необходимым финансированием; отсутствие государственного органа, который бы занимался решением данной проблемы по всей вертикали власти, начиная с учета нарушенных земель и до выполнения планов по созданию новых ландшафтов в соответствии с природно-климатическими условиями в регионе и намечаемым конечным результатом по видам рекультивации (сельское, лесное, водохозяйственное или иное); отсутствие рабочего документа для исполнителя работ, где четко прописан порядок его действий. *Результаты и выводы.* Обращается внимание на крайнюю недостаточность и слабую проработку нормативных документов в вопросах рекультивации нарушенных земель – ГОСТов, чему во многом способствовало слабое или полное отсутствие междисциплинарного взаимодействия в управлении отраслевой наукой, распыление государственных средств по различным фондам, неэффективная система управления, финансирования и содержания научных учреждений, что привело к вымыванию профессиональных кадров из научных учреждений, к незаинтересованности молодых специалистов в научной работе.

Ключевые слова: экология, ландшафт, нарушенные земли, рекультивация, государственное управление, ГОСТ, лесоразведение

Для цитирования: Сорокин С. Н., Клименок А. В. Проблемы создания новых ландшафтов и воссоздания биогеоценозов при рекультивации нарушенных земель: организационные пробелы, их последствия и пути решения // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2025. № 3. С. 68–99. doi: 10.21685/2307-9150-2025-3-4

Issues of creating new landscapes and reconstructing biogeocenoses during the reclamation of disturbed lands: organizational gaps, their consequences, and possible solutions

S.N. Sorokin¹, A.V. Klimenok²

^{1,2}Saint-Petersburg Forestry Research Institute, Saint-Petersburg, Russia

¹ssn1007@mail.ru, ²Klimenok_av@spb-niilh.ru

Abstract. *Background.* The article provides a brief literature review of scientific and practical achievements in the study of key components of landscape science: climate, geological structure, surface and groundwater, relief, soil formation processes, biocenoses, and the influence of anthropogenic factors in the formation of new landscapes in Russia. It is noted that despite the extensive accumulated experience in the reclamation of disturbed lands of various origins, the total area of technogenically altered territories continues to grow, while the pace of reclamation significantly lags behind the country's urgent needs. *Materials and methods.* The article highlights several reasons hindering systematic and effective reclamation of technogenic soils and other disturbed lands. These include: the absence of a national program for the reclamation of both accumulated and newly generated disturbed lands resulting from ongoing human activity, including integration of such works into administrative territorial development plans with appropriate funding; the lack of a dedicated governmental body across all levels of authority to address this issue – from land disturbance inventory to the implementation of landscape creation plans tailored to the natural and climatic conditions of each region and the intended type of reclamation (agricultural, forestry, water management, or other); the absence of a standard operational document for contractors, clearly defining the step-by-step procedure for their work. *Results and conclusions.* Attention is drawn to the critical shortage and poor development of regulatory documentation on the reclamation of disturbed lands – particularly GOST standards (State Standards). This situation has largely resulted from decentralization, weak or absent interdisciplinary coordination in sectoral science management, the fragmentation of state funding across multiple foundations, and a distorted, inefficient system for financing and maintaining scientific institutions. These factors have led to a drain of professional researchers from scientific institutions, a lack of interest among young professionals in scientific careers, and a steady decline in the educational level of graduates from specialized universities.

Keywords: ecology, landscape, disturbed lands, reclamation, public administration, GOST standards, afforestation

For citation: Sorokin S.N., Klimenok A.V. Issues of creating new landscapes and reconstructing biogeocenoses during the reclamation of disturbed lands: organizational gaps, their consequences, and possible solutions. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki = University proceedings. Volga region. Natural sciences.* 2025;(3): 68–99. (In Russ.). doi: 10.21685/2307-9150-2025-3-4

Введение

Таяние ледников. Повышение температуры океана. Парниковый эффект. Бездумная вырубка лесов. Опустынивание земель. Загрязнение окружающей среды... Жизнь человека и всего живого... Экология. На фоне увеличивающегося числа событий и масштабов природных катаклизмов, происходящих на земле, эти *понятия*, как ни странно, все чаще воспринимаются людьми как некий (расхожий) набор слов на фоне дорожающей жизни, безработицы, военных конфликтов. Словно не было предыдущего, более чем столетнего, глубоко научного осознания единства Человека и Природы в работах, в том

числе российских и советских ученых-естествоиспытателей и мыслителей – В. И. Вернадского, Н. В. Тимофеева-Ресовского, Ю. А. Израэля и др.¹ Вымывание понятий из сознания – результат «плодотворной деятельности» правительственных чиновников и олигархических структур как в развитых, так и не очень странах, когда параллельно с написанием и принятием многотомных конвенций, деклараций, протоколов, кодексов и т.п. с большим энтузиазмом продолжается по всему миру слабо- или неконтролируемая вырубка лесов с разрастающимися метастазами мегаполисов, образованием огромных пустошей от горных разработок и т.п. [1, 2]. Оставив в стороне загрязнение воздушного и водного пространства – важнейших составляющих общей экологии (как и оставив «в покое» весь мир), попробуем разобраться с другой проблемой у себя дома: с проблемой накопленных и пополняемых в результате хозяйственной деятельности площадей нарушенных земель (НЗ), ведь наша страна, занимая почти шестую часть света, естественным образом играет огромную роль в общих процессах формирования климата, сохранения экосистем, биологического разнообразия, самой жизни на Земле.

Рекультивация нарушенных земель как государственная задача

Уже к середине 60-х гг. XX в. наша страна, в определенной мере, оправилась от потерь, понесенных за годы Великой Отечественной войны, и помимо решений сугубо утилитарных проблем, в том числе «добыть любой ценой и обеспечить», на повестке дня стали появляться вопросы, относящиеся к перспективному развитию общества, к созданию нормальных условий жизни советского человека, где не в последнюю очередь рассматривались проблемы обеспечения здоровых и комфортных условий их проживания, снижения и ликвидации накопленных негативных факторов в окружающей среде, восстановления природных ландшафтов. Свое место на данном направлении работы занял вопрос РекНЗ. В результате минувших промышленных революций, срочных потребностей страны в минеральных и топливных ресурсах в напряженные военные и послевоенные годы, сельскохозяйственных «новаций» были образованы и накоплены огромные площади нарушенных земель в виде дражных и отвалов горноразработок различного морфогенеза, химического состава, в том числе с наличием фитотоксичных пород, золоотвалов котельных и тепловых станций, эродированных участков природного, техногенного или иного происхождения – практически во всех регионах огромной страны, прогнозируемым увеличением накопленных площадей НЗ уже к 1990-м гг. до 3 млн га [3]. К 1950-м гг. сформировалось понимание, что основными факторами, влияющими на образование новых ландшафтов, являются в первую очередь климат, геологическая основа, поверхностные и грунтовые воды, рельеф, формирующиеся почвы и биоценозы, антропогенные

¹ Здесь и далее: перед авторами статьи не стоит задача подробного анализа вклада того или иного ученого, его работ в развитие направления науки – их имена, как и труды широко известны и уже не требуют постоянного цитирования; задача – показать, что благодаря их деятельности, как и последующих поколений ученых, достигнут высокий уровень развития направления или раздела данной науки, уже достаточный (но не конечный, безусловно) для широкого применения на практике, в частности, в вопросах рекультивации нарушенных земель (РекНЗ), восстановления биогеоценозов, экологии регионов в целом.

факторы. Стало ясно, что проблема РекНЗ многогранна, требует стадийного подхода, начиная с самого определения НЗ, с разработки терминологии, классификации в зависимости от происхождения НЗ, конечного состава грунтов, образовавшихся на поверхности в результате техногенного или природного воздействия, степени их изменчивости, самоорганизации в дискретный период времени, формы вновь образованного рельефа – измененного ландшафта. Необходимо было параллельно изучить развитие эрозионных процессов, влияние НЗ на окружающую среду, ее санитарное состояние, воздействие на человеческий организм в зависимости от удаленности от мест массового проживания населения, принять решение оставить «как есть» на самовосстановление или проводить РекНЗ (в отдельных случаях, например, радиоактивные или токсичные отходы – консервацию, создание могильников), но с главной конечной задачей – вернуть земли в хозяйственный оборот с использованием в сельском или лесном хозяйстве, созданием мест отдыха (рекреация) или для иных нужд [4]. Учитывая масштабы бедствия, широкий спектр необходимых исследований, советским правительством к работе были подключены различные ведомственные институты, профильные специалисты смежных областей науки. По всей обозначенной проблематике был проведен огромный объем научных, опытных и практических работ. Благодаря работам выдающихся ученых-климатологов – А. И. Воейкова, Е. Е. Федорова, Б. Л. Дзердзеевского, Ю. А. Израэля¹ и целой плеяды замечательных советских ученых, самоотверженных работников Гидрометеорологической службы страны – создана огромная информационная база, которая регулярно пополняется новой подробной информацией о движении воздушных масс, температурных и влажностных режимах, химическом составе атмосферных осадков и прочего, в пределах не только климатических зон, но каждого региона в стране, как на макро-, так и микроклиматическом уровне [5, 6]. Трудami основателей и признанных мастеров ландшафтного искусства, таких как (французов) Андрэ Ленотр и Эдуард Франсуа Андрэ, (немца) Отто Виттенберга, (англичанина) Чарльза Камерона, славной российской плеяды: (от) Николая Львова, династии (Николая) Бенуа¹, (до) ландшафтных архитекторов советской школы – М. П. Коржева, Т. Б. Дубяго, И. А. Косарецкого и других [7–9], в чьих работах ландшафт родился с пейзажем, участком местности с характерным рельефом и растительностью – были заложены основы ландшафтоведения. Знаменитыми русскими учеными Л. С. Бергом, Л. Г. Раменским¹, а затем и советскими учеными А. Г. Исаченко, Д. Л. Арманд, М. А. Глазовской, В. Б. Сочава создавалась и получила мощное развитие в последующих работах ученых-географов, почвоведов, климатологов, биологов *наука о ландшафтах* [10, 11]. Была проведена классификация естественно-природных ландшафтов на классы, типы, подтипы до микроландшафтов, выявлены межландшафтные и межзональные связи, установлена горизонтальная и высотная расчлененность [12]. Одним из главных свойств ландшафта была названа его способность производить органическое вещество с важным показателем (хоть и не универсальным) – «биологическая продуктивность» [12, 13]. В прикладном плане, заложены основы районирования территорий на ландшафтно-геохимической и индикатной основе [12, 14–17], определены критерии и этапы прогнозного картографирования возможных изменений среды с техногенным воздействием, выделением отдельной группы – антропогенных (техногенных) ландшафтов [18–20]. Пожалуй, одним из главных

выводов в проделанной работе было признание необходимости сохранения ландшафтов во всем многообразии [21], а при его нарушении потребность «экологической оптимизации ландшафта», воссоздание геосистемы или биогеоценоза [10, 13], саморегулирующихся экосистем, гармонизации взаимоотношения между живыми организмами и средой их обитания [22]. Вполне закономерно, что в стране с ее огромной территорией и количеством различных видов водных объектов, разных природно-климатических условий получило мощное развитие еще одно направление – гидрология. Признанные ученые с мировым именем: В. Г. Глушков, М. А. Великанов, В. С. Вуглинский, Н. И. Маккавеев¹ и многие другие – заложили прочные основы данной науки, определили разные направления: гидрография, гидрометрия с прогнозированием гидрологических режимов, с изучением русловых процессов, включая процессы водной эрозии и селевых потоков, расчет стоков, а также общего водного и водохозяйственного баланса страны, составления Государственного водного реестра. В продолжение работ Д. Н. Анучина, Л. С. Берга, А. П. Андреева, Г. Ю. Верещагина¹ и многих других, с созданием лимнологических станций в советские времена активно развивалась наука *лимнология* с прогнозом развития водоемов, изучением гидробионтов [23]. Большое практическое значение для целей РекНЗ имело изучение процессов образования грунтовых вод, их связь с поверхностными и напорными водами, характеристика по условиям залегания, отработка методов исследований подземных стоков, картирование водных ресурсов [24–26]. Сложно где-либо в мире найти сопоставимые по объему и глубине изучения труды в области геологии и петрографии, строения и свойств горных пород, условий залегания их в земной коре, отношения между различными породами, минералогического и химического состава, а также изменения их в течение времени с работами великих русских (А. П. Карпинского, Е. С. Федорова, Ф. Ю. Левинсон-Лессинга, М. С. Швецова, В. И. Вернадского), а позднее, целой плеяды советских ученых (Д. С. Коржинского, В. С. Соболева, Л. В. Пустовалова, Д. В. Наливкина, В. В. Ривердатто, В. В. Щербины, А. Е. Ферсмана и др.¹). Были составлены тектонические и литолого-петрографические карты СССР, подробно изучался минералогический и химический состав магматических, осадочных и метаморфических горных пород, продуктов их эрозии. Накопленный пласт знаний послужил в том числе основой развития другой науки – почвоведения, формирования плодородного слоя почвы. К решению поставленных задач (в изучении НЗ) наиболее активно подключились почвоведы, что не удивительно, сказала *школа*, основа которой заложена корифеями российской науки В. В. Докучаевым, К. Д. Глинкой, Н. М. Сибирцевым, Д. Н. Прянишниковым, А. Н. Сабаниным, В. В. Геммерлингом, С. С. Неуструевым, Н. П. Ремизовым и многими другими: были выявлены закономерности формирования почвы в разных климатических условиях, в зависимости от рельефа и состава материнской породы, сформулировано понятие генезиса почв, формирования и изменчивости во времени почвенных горизонтов, их физических и химических свойств, биологического круговорота основных элементов наряду с поглотительной способностью и иными свойствами, давалась оценка плодородия. Исследования были продолжены трудами известных советских ученых-почвоведов Л. И. Прасоловым, И. В. Тюриным, Е. Н. Ивановой, Б. Д. Зайцевым, Н. А. Качинским, Б. А. Ягодиными и других в области почвенно-географических исследований, уточнения типов

почв в разных регионах страны; составления почвенных карт разного масштаба на основании полевых карт конкретных территорий [27–29]; изучались роль и географические закономерности гумусообразования, механический и микроагрегатный состав почв [30], роль органических и минеральных веществ [31–34], а также микробиоты [18, 35], протозоя и мезофауны в плодородии [36–39]; развитие эрозионных процессов [40–43], расширялось понятие экологии почв [44, 45], в изучении лесных почв во всем их разнообразии в зависимости от лесорастительных зон [38, 46–48]. Как особое направление можно выделить изучение и классификацию почв техногенного происхождения, урбоземов [18, 49–51]. Нисколько не уступая масштабам почвенных исследований, но в тесном взаимодействии развивалась ботаника. Не углубляясь в далекие времена, но не отделяясь от учений Теофраста, К. Линнея и Ч. Дарвина, как не вспомнить классические труды русских флористов, систематиков, геоботаников от Ф. И. Рупрехта, А. А. Гроссгейма, А. Н. Бекетова, В. Л. Комарова, Н. И. Вавилова¹ до работ советского периода А. Л. Тахтаджана, Н. Н. Цвелева, А. Г. Воронова, как и многих других [52–54]. На основе изучения растительных ассоциаций трудами А. А. Крюденера, Г. Ф. Морозова¹ создавалась и развивалась русская лесоводственная школа, закладывались основы биоценологии, вводилось понятие фитоиндикации с последующим развитием лесной типологии в фундаментальных работах В. Н. Сукачева и Б. П. Колесникова, Д. В. Воробьева и П. С. Погребняка [55–57]. Изучение ценозов шло не только в комплексе «ботанических составляющих» [58], но и включая микологию [59–62], альгологию [63–66], микробиологию [32, 67–70], взаимное влияние растений в природе [71, 72]: применялся системный подход в изучении живой и неорганической ее частей – в неотрывной связи с морфологией географического ландшафта – биогеоценозов, со времен Л. Г. Раменского¹, который продолжился в комплексных экспедициях под руководством В. Н. Сукачева, А. Г. Воронова и др. Обладая столь обширным научным и практическим материалом, опираясь на мощный фундамент знаний в вопросах формирования природных ландшафтов, интенсивно развивалось направление изучения антропогенного воздействия на ландшафты с практическим применением к РекНЗ. Нельзя не отметить здесь организующую роль Сибирского отделения академии наук, которая дополнялась работами ученых-исследователей и в других регионах России: закладывались экологические основы *комплексного подхода* в оценке, оптимизации и рекультивации техногенных ландшафтов [18, 73–77]. Проводилась их классификация по видам предыдущей хозяйственной деятельности, определялись факторы формирования новых рельефов, выделялись наиболее сложные элементы (терриконы, отвалы, гидроотвалы, карьерные выемки и проч.) [78–80], составлялись карты и легенды техногенного рельефа [3], устанавливались степени его перестройки по площадям разработок, типам горных выработок и т.д. [3, 81–83]. Глубоко прорабатывались вопросы образования, диагностики, классификации техноземов (в том числе чурбоземов) по породному и химическому составу, токсичности пород [50, 51, 77, 84, 85], изучались процессы самоорганизации посттехногенных территорий, формирования почв [86–90] в совокупности с образованием естественных фито- [91–95] и микробиоценозов [96, 97]. На основании изученности форм рельефа, почвенных условий, с подбором почвопокровной и/или древесно-кустарниковой растительности, с учетом изменений почв во времени

[98–100] в тех или иных лесорастительных (природно-климатических) условиях локации того или иного вида НЗ, стала достаточно активно нарабатываться *практика* РекНЗ: отвалов вскрышных и вмещающих пород при добыче угля [80, 101–103], фосфоритов [104–107], сланцев [108], железных руд [109] и полиметаллов [93, 110–112]; на дражных [113] и золоотвалах [85, 94, 114]; карьерах песчаных и иных нерудных материалов [85, 115–120], в том числе хризолит-асбестов [110, 120]; после торфоразработок [122, 123]; биоремедиации нефте- [96, 101, 124, 125] или загрязненных почв иными фитотоксинами: тяжелыми металлами [127], пиритом [127], сернистыми соединениями [128, 129], линданом [130], гептилом [131], дибутилфталатом [132] и проч. В орбиту внимания вошли полигоны складирования и утилизации бытовых и промышленных отходов [101, 133], пруды иловых осадков сточных вод [134], брошенные сельхозугодья [135], земли после сильных лесных пожаров [136]. Не остались без внимания вопросы водохозяйственной рекультивации нарушенных земель – обводненных карьерных выемок как лимнических систем [23], загрязнения их шахтными водами [135] или отходами химической промышленности, например, пиридином [136] и проч. Одним из важных сделанных выводов было понимание необходимости (антропогенного) создания нового плодородного слоя почвы (разной мощности) [84, 101] на рекультивируемых техноземах в зависимости от местных природно-климатических условий и характеристик рельефа вновь созданного ландшафта, использования для этих целей не только вскрышных пород, но с учетом плохой селективности отвалов, применения различных органо-минеральных субстратов с использованием отходов лесо- и деревообработки, различных видов перегной растительной и органики животного происхождения, осадков коммунальных и смешанных сточных вод, речных и озерных иловых осадков [85, 101, 121, 139–141] с использованием, в том числе, методов вермикулирования, применением биопрепаратов (на основе мицелия грибов-симбиотов, азот-, фосфор-, кремнийфиксирующих бактерий) [101, 142–144], превентивного внесения важных представителей протозоя, мезо- и энтомофауны для скорейшего восстановления геобиоценозов [49, 145], использования влагоудерживающих мелиорантов или полимеров [146–148] при работе в аридных условиях. Разрабатывались технологии горного этапа рекультивации отвалов [103, 149], апробировались способы биологической рекультивации НЗ [82, 148, 150, 151], выпускались рекомендации по РекНЗ, в которых еще не все вопросы были проработаны досконально, но это были вполне уже рабочие инструменты [152–154], из которых наиболее проработанными смотрятся «Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в Кузбассе» [155]. По всем перечисленным направлениям издавались десятки и сотни статей в научных журналах, выпускались монографии, самые последние результаты научно-практических работ освещались на тематических конференциях, размещались в соответствующих сборниках [18, 85, 102, 156, 157], защищались кандидатские и докторские диссертации, привлечены огромные государственные средства (что не означает, безусловно, окончание познавательного процесса [158]).

Логическим *итогом* всей проделанной работы с обобщением результатов и их закреплением в нормативных документах *должна была родиться некая государственная программа* по ликвидации накопленной и текущей

работе по рекультивации вновь образующихся площадей НЗ по регионам с включением таких работ в планы развития административных территорий. Этого не произошло – объявленные «стратегии», «программы и подпрограммы», различные постановления, наличие Лесного кодекса с «Правилами...» как лесовосстановления, так и лесоразведения вкупе с иными документами мало что дали на практике – на сегодня *нет* государственно-административного всеобъемлющего решения проблемы РекНЗ, хотя еще в 1976 г. вышло отдельное Постановление Совета министров СССР, где отмечалось: «...многие предприятия, организации и учреждения при разработке полезных ископаемых и торфа, проведении геологоразведочных, строительных и других работ, связанных с нарушением почвенного покрова, *не выполняют требований...* по проведению рекультивации земель, сохранению плодородного слоя почвы и использованию его для рекультивации земель или нанесения на малопродуктивные угодья...» [159]. Сборники статистической информации современной России из года в год отчитываются почти не меняющейся цифрой: в стране всего около 1,2 млн га нарушенных земель [160, 161], во что верится с трудом. Не учитываются *все* площади бесчисленных брошенных после развала СССР промышленных и транспортных предприятий, хранилищ «хвостов» обогатительных фабрик и перерабатывающих предприятий («спрятанных» под будущей востребованностью) [162], опустевших населенных пунктов разного «масштаба», бывших полигонов воинских частей, санаториев и заброшенных по разным причинам сельхозугодий и проч. [163]. Что же было не сделано, где остались «лакуны», крупные «пробелы», не позволившие достигнуть требуемого?

Организационные «пробелы» и их последствия

1. Нормативная база

С середины прошлого столетия стали появляться нормативные документы, относящиеся к ландшафтам и РекНЗ. Если сильно не углубляться в историю, отметим вышедший взамен предшественника не очень удачный в подборе терминов ГОСТ 17.8.1.01–86 «Охрана природы. Ландшафты. Термины и определения», разработанный Академией наук СССР (что странно, учитывая, что практически в это же время – *как хороший пример* из тех же стен – вышел очень не плохой по содержанию толковый словарь «Охрана ландшафтов» [164]). Изданный на его замену терминологический ГОСТ Р 70284–2022 несколько расширил перечень понятий, но недостаточно, и тогда, например, термин «рекультивация ландшафта» как отдельный «сегмент ГОСТа» должен бы включать в себя целое «подсемейство» рабочих терминов, таких как: откос, угол откоса, терраса, плато... и до «тип ландшафта» (открытый, закрытый) и проч. Конечно, при проектировании ландшафтов можно пользоваться терминологией и понятиями разных ГОСТов, например, ГОСТ 57719–2017 «Горное дело. Выработки горные. Термины и определения» или ГОСТ 17.5.1.01–83 «Рекультивация земель. Термины и определения», ГОСТ 27593–88 «Почвы. Термины и определения» и выборочно из других, что крайне неудобно. Практика выпуска терминологических ГОСТов как таковых, особенно в последние годы, смотрится странно, тем более, что на первых этапах развития того или иного направления науки, они носили *обязательный* характер в применении, а позднее – только *рекомендательный*. На данном примере напрашивается

общее замечание: ГОСТ – это «нормативно-правовой документ, в соответствии с требованиями которого производится стандартизация производственных процессов и оказания услуг», с помощью которого *профильный специалист* (естественным образом, обязанный владеть профессиональной терминологией) разрабатывает проекты или лабораторных исследований, или проведения опытно-промышленных испытаний, или перечня мероприятий, работ с последующим натурным исполнением, и ни к чему создавать «информационный шум»: примеров, к сожалению, предостаточно. Оставив в стороне терминологические опусы, отметим, что накопленные знания (в составляющих ландшафтоведения) нашли отражение в документах практического назначения к вопросам РекНЗ. Это и СанПиНы, относящиеся к качеству почв и местам складирования отходов производства, дополненные гигиеническими нормативами к предельно и ориентировочно допустимым концентрациям разных составляющих, а также во многом дублирующих их, некоторыми иными ГОСТами. Появился вполне рабочий ГОСТ 17.4.2.03–86, как и ГОСТ 17.5.3.05–84 – особенно, если объединить его с ГОСТ 17.4.2.02–83 и с ГОСТ 17.5.3.06–85, а также с ГОСТ 17.4.3.02–85; ГОСТ 17.5.1.03–86. Как говорилось выше, благодаря накопленному опыту и пониманию необходимости создания нового плодородного слоя почвы различного органогенного происхождения на НЗ, благодаря вниманию со стороны Минсельхоза и Минздрава появились нормативные документы в отношении осадков коммунальных сточных вод (ОСВ) и близких по смыслу – органических удобрений: СанПиН 2.1.7.573–96, ГОСТ Р 17.4.3.07–2001, ГОСТ Р 54651–2011, ГОСТ Р 54534–2011, ГОСТ Р 55570–2013, ГОСТ Р 54249–2010, ГОСТ Р 33830–2016, ГОСТ 33380–2015, ГОСТ Р 53117–2008: к сожалению, все они не лишены недостатков [142]. Из лучших можно назвать ГОСТ Р 53381–2009 и только недавно появившийся ГОСТ Р 70718–2023. Все перечисленные выше документы можно (условно) отнести к «обслуживающим» в вопросах РекНЗ. А на что опереться организациям при необходимости проводить *работы* по РекНЗ, каков порядок действий, что и как конкретно делать? На смену довольно слабому (по понятным причинам) ГОСТ 17.5.1.02–85 только относительно недавно появился значительно улучшенный ГОСТ Р 59060–2020 «Классификация нарушенных земель в целях рекультивации», а не менее неудачному ГОСТ 17.5.3.04–83 последовал весьма слабый, неконкретный ГОСТ Р 59057–2020 «Общие требования к рекультивации нарушенных земель». На примере двух последних нельзя не остановиться на следующем моменте: странным образом измененным за последние 15–20 лет *подходом* к понятию и, как следствие, содержанию важнейшего нормативного документа – ГОСТ (о чем уже упоминалось выше). Взамен конкретных норм предлагаются некие (научные) статьи на «заданную тему» с пространными введениями, преамбулами, терминами, раздроблением на части и созданием нескольких взамен одного документа и т.п. XXI в. ознаменовался выходом большого количества такого рода документов, чему поддержкой были Постановления Правительства РФ: № 2178-р от 31.10.14 с наказом создания отраслевых справочников наилучших доступных технологий (НДТ); № 665 от 31.03.2015 «Методические рекомендации по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии»; № 800 от 10.07.2018 «О проведении рекультивации и консервации земель» и иных – документов общедекларативных, но повлекших за собой целый «шлейф» себе подобных в области экологии (ГОСТ Р 17.0.0.06–2000;

ГОСТ Р 14.01–2005, ГОСТ Р 54003–2010 и т.д.), удивительно слабых, вышедших в период с 2016 по 2022 г. ВНИИЛМовских ГОСТов, подкрепленных, в свою очередь, бесполезным в практическом применении Приказом МПРиЭ РФ № 978 от 20.12.2021 «Об утверждении Правил лесоразведения, формы, состава, порядка согласования проекта лесоразведения, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесоразведения» [165], многообещающими НДТ от ГОСТ Р 57007–2016 и далее «по широкому списку», хотя в это же время выходили отлично составленные, например, ГОСТ 25100–2020, ГОСТ Р 57011–2016 и ряд других нормативов. Нужна новая «гильотина» в ликвидации ненужных, объединении половинчатых ГОСТов, строгом подходе к самому их содержанию, четкому структурированию: в настоящее время производителю (ГОСТы создаются в первую очередь для них) разобраться в гостовском «изобилии» крайне сложно, но это отдельная тема. Счастливым исключением в длинной череде НДТ являются два документа, напрямую относящихся к РекНЗ (разработаны ФГУП «ВНИИ СМТ» и ООО «ИНЭКО»). Оба ГОСТа не без недостатков. Первый из них, ГОСТ Р 57446–2017 «Реконструкция нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия» перегружен ненужными «введением», п. 3 «Термины и определения» и приложением «А», крайне «размытыми» пп. 7.5 и 7.6, предложением в п. 8.1 проводить проектирование РекНЗ на основе «...*лесохозяйственных*...стандартов ...(?)» и категорическим (нашим) несогласием с п. 8.4 (проекты РекНЗ *не должны* разрабатываться и утверждаться собственниками земельных участков, но только за их счет и силами государственных НИИ), отсутствием в п. 9.1 важного подпункта соответствия параметров нового ландшафта (рельефа) нормативным (которых, в разрезе природно-климатических условий по регионам сегодня, к сожалению, не существует), целого ряда замечаний к п. 11, его слабой конкретике, что странно, при наличии «Методических рекомендаций по лесной РекНЗ... в Кузбассе» [155]. Второй – ГОСТ Р 57447–2017 «Наилучшие доступные технологии. Реконструкция земельных участков, загрязненных нефтью. Основные положения», составленный по типу первого, более конкретен, тем не менее главный его недостаток – РекНЗ «везде», в то время как в разных природно-климатических условиях, не только в технической, но более в части биологической рекультивации, воссоздании биоценозов, приемы РекНЗ во многом будут отличаться. И та же общая проблема последних лет: ГОСТ не должен рассуждать «кто» и «почему» (это удел приказов и кодексов), а отвечать на вопрос «как». Вместе с тем нельзя не отдать должное: данные ГОСТы являются примерами и серьезным практическим шагом к созданию *рабочих* нормативов по РекНЗ. Требуется выпуск «серии» ГОСТов по вновь создаваемым ландшафтам (в пределах каждого Федерального округа отдельно) с дополнительной проработкой основных параметров и характеристик (по ГОСТ Р 59060–2020) в соответствии с *природно-климатическими условиями* и намечаемым *конечным* результатом РекНЗ, в том числе:

– к рельефам: максимальные (разрешенные) высотные отметки и минимальный размер верхнего плато, углы откосов, ширины террас и перепад высот между ними на терриконах, внешних и внутренних отвалах; параметры не обводненных выемок разного вида и происхождения с учетом возникновения эрозионных процессов (по перечню ГОСТ Р 57719–2017);

– к составу и толщине (мощности) необходимого плодородного слоя почвы при биологической рекультивации (в зависимости от подстилающих техногрунтов, их характеристик) и не только с вскрыш, но с разработанным новым составом ПСП на основе органо-минеральных композиций (коммунальных или смешанных – например, с отходами целлюлозно-бумажного или деревообрабатывающего производства, сельскохозяйственной деятельности – осадков сточных вод и проч.), в составе с местными, наиболее доступными мелиорантами, биопрепаратами [141];

– к карьерам и выемкам различной глубины, предназначенным к обводнению: ограничение по крутизне склонов, наличию и ширине подводных террас и проч., степень и виды очистки, с нормативами к качеству воды, составу насаждаемого фито- и зоопланктона, ихтиофауны;

– к разработке или обновлению технологических карт для целей лесоразведения в пределах *разных* лесорастительных зон и новых типов условий местопроизрастания (ТУМ), к составам почвопокровной и древесно-кустарниковой растительности в зависимости от конечной цели проводимых мероприятий на НЗ;

– к изучению природного состава микробиоты, протозоя и мезофауны (в первую очередь, червей, фито- и хищных членистоногих) в разных ТУМ в пределах разных лесорастительных зон; восстановить/расширить сеть биолaborаторий по производству биоматериала для последующего его применения при РекНЗ, скорейшему восстановлению биогеоценозов.

2. Порядок действий

На региональном уровне у организаций, решивших приступить к РекНЗ, нет четкого понимания «с чего начать и как делать». Требуется отдельное постановление Правительства РФ (или отдельный ГОСТ без многословных преамбул), в котором будет прописан необходимый и достаточный порядок действий (примерно в такой последовательности):

– провести съемку фактических границ участка, предназначенного к рекультивации (в установленном масштабе) с привязкой к существующей системе координат;

– обратиться в региональный центр (Комитет или ФГУП при Администрации региона) по контролю за РекНЗ, получить указание, в каком направлении и для каких целей работа *должна* быть произведена;

– провести топографическую съемку (натурную или с применением современных средств [166]) всего участка с установленной точностью (соответствующем масштабе), а также получить описание состава пород, гранулометрию, наличие/отсутствие токсичных элементов в верхних слоях технозема в сертифицированных (лучше – государственных) организациях;

– заказать в *государственной проектной организации* Проект рекультивации (в соответствии с региональным ГОСТом на формирование ландшафта, варианта биологической рекультивации с применением соответствующего ПСП, биопрепаратов и видов растительности); в случае, если на рекультивируемом участке есть два направления, например лесохозяйственное и водохозяйственное, то делается два проекта или более;

– после выполнения и приемки работ (по профилю: если земли передаются в сельхозпользование – Комитетом по с/х, в лесные земли – соответствующим лесничеством и т.д.) земли передаются следующему собственнику (государству или иному).

3. Структура государственного управления (вопросами) РекНЗ

Для того, чтобы требования пп. 1 и 2 выполнялись на практике, необходимо создание соответствующей государственной структуры управления процессом.

3.1. На уровне субъектов РФ:

– в пределах каждого административно-территориального образования (область, край, республика), в каждом муниципальном районе должна быть (объективно и честно) собрана и собираться в текущем режиме информация по наличию (вид, площадь) и состоянию как накопленных в предыдущие периоды (отвалы и карьеры, просадки после добычи полезных ископаемых, «хвосты» обогатительных фабрик, золо- и шлакоотвалы, брошенные заводские и территории населенных пунктов разного масштаба, полигоны, бывшие оздоровительные сооружения, брошенные сельхозугодья вследствие эрозионных или иных причин и т.д.), так и образующихся (в ближайшие 3–5 лет) НЗ в результате промышленного и сельскохозяйственного производства, административных «оптимизаций» территорий;

– на уровне субъекта РФ, в ее администрации, назначается ответственное (юридическое) лицо в статусе Комитета или регионального ФГУ, в функции которого входит:

а) сбор всей информации по нарушенным землям (в регионе), анализ ситуации;

б) контроль (отслеживание) план-графика выхода из производства (эксплуатации) вновь образующихся нарушенных земель в процессе горных работ различных компаниями (или иное, например, расформирование воинской части и т.д.);

в) на основании собранных данных составление (по годам на ближайшее десятилетие) плана по объемам и видам рекультивации этих земель с назначением последующего хозяйственного использования: природоохранное, рекреационное, сельскохозяйственное (по видам использования), лесохозяйственное, водохозяйственное, строительство и (особый случай) возведение могильников;

г) внесение данного плана в Территориальный (и лесной) план развития административно-территориального образования, на основании чего будет формироваться соответствующий региональный бюджет (собственный или с помощью федеральных субвенций); материалы отправляются в вышестоящий федеральный орган.

3.2. На федеральном уровне:

назначается единый *ответственный оператор* направления работы по РекНЗ в Российской Федерации с функциями:

– сбор информации из регионов по видам, площади, состоянию нарушенных земель;

– разработка и согласование с Минфином Программы по РекНЗ, согласование объемов работ по каждому субъекту отдельно;

– софинансирование работ в регионах;

– контроль исполнения работ по РекНЗ через свои отделения в федеральных округах¹.

¹ Казалось бы, эти функции должно исполнять Минприроды РФ, но этот госорган показал незаинтересованность в проведении такой работы, неумение собрать

Заключение

В России накоплен огромный запас знаний и практического опыта в ландшафтоведении, в том числе в создании новых ландшафтов при рекультивации нарушенных земель.

В стране так и не создана *государственная программа, отсутствует отдельная структура* для решения застарелой проблемы ликвидации накопленной и планомерной текущей работе по рекультивации вновь образующихся площадей нарушенных земель, как на федеральном, так и на региональном уровне с включением таких работ в планы развития административных территорий с необходимым финансированием.

Отдельным постановлением Правительства РФ (или отдельным ГОСТом) должен быть четко и кратко прописан порядок действий для организаций, приступающих к работам по рекультивации нарушенных земель.

В значительной степени запущена и требуется интенсификация работ по созданию *рабочих* нормативных документов – ГОСТов по разным направлениям: от создания новых почвенных субстратов с внесением необходимых представителей биоты для скорейшего воссоздания биогеоценозов, четких требований к элементам нового рельефа в зависимости от природно-климатических условий региона и конечного назначения вновь создаваемого ландшафта до *практических* технологических приемов рекультивации, включая вопросы лесоразведения.

Проекты по рекультивации нарушенных земель должны разрабатываться силами государственных НИИ, утверждаться соответствующими местными государственными органами. Натурные работы по рекультивации нарушенных земель должны проводить собственники земельных участков за свой счет (а земли, нарушенные до начала перестройки – за счет госбюджета) и в соответствии с разработанным проектом – региональным ГОСТом.

Одна из видимых причин слабого нормотворчества – в плохом (чаще – отсутствующем) межотраслевом взаимодействии, в распылении государственных средств по различным фондам и прочее; не эффективная система управления, финансирования и содержания научных учреждений, что привело к вымыванию профессиональных кадров, к незаинтересованности молодых специалистов в научной работе.

Отставание в темпах и объемах работ на поприще создания новых ландшафтов, рекультивации нарушенных земель, в том числе ускоренного лесовосстановления пустошей в стране огромно, требует незамедлительных действий и именно в этот процесс можно вплетать решение иных вопросов, в частности, создание карбоновых полигонов и проч.

Список литературы

1. Science.mail.ru. URL: <https://share.google/HJsgytCLXbxuk2tGy> (дата обращения: 27.06.2025).

воедино все «силы», грамотно управлять имеющимся научным потенциалом, организовать межотраслевое сотрудничество, вследствие чего смотрится возложение руководства программой на Российскую академию наук, с передачей соответствующих функций, ресурсов, всех необходимых и вовлеченных в процесс рекультивации нарушенных земель научных институтов с соответствующим финансированием.

2. Материалы : офиц. сайт. Горно-Алтайск. URL: <https://pavel-pashkov.com/articles/ru/mountain-forests> (дата обращения: 25.03.2025).
3. Зайцев Г. А. Геоморфологические проблемы рекультивации нарушенных земель // Ученые записки Тартуского государственного университета. Тарту, 1989. С. 50–56.
4. Кайрюкшгис Л. Оптимизация землепользования в рамках программы «ЧИБ» и специализация лесовыращивания в Литовской ССР. Вильнюс : Институт ботаники АН ЛитССР, 1979. С. 20–27.
5. Микроклимат СССР / под ред. И. А. Гольцберг. Л. : Гидрометеиздат, 1967. 286 с.
6. Национальный атлас России. Климат. Климатическое районирование. Т. 2. URL: <https://nationalatlas.ru/tom2/146-150.html> (дата обращения: 22.03.2025).
7. Озеленение советских городов : пособие по проектированию / спец. ред. канд. арх. Л. С. Залеская ; ред. совет. проф. В. Н. Семенов [и др.]. М. : Гос. изд-во лит. по стр-ву и архитектуре, 1954. 186 с.
8. Косаревский И. А. Искусство паркового пейзажа. М. : Стройиздат, 1977. 246 с.
9. Дубяго Т. Б. Русские регулярные сады и парки. Л. : Госстройиздат, 1963. 344 с.
10. Исаченко А. Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. М. : Высш. шк., 1965. 327 с.
11. Арманд Д. Л. Наука о ландшафте (основы теории и логико-математические модели). М. : Мысль, 1976. 286 с.
12. Толстихин О. Н., Викторов С. В., Кузьмина И. В., Островская Л. М. Меняющиеся ландшафты. М. : Агропромиздат, 1986. 111 с.
13. Сочава Б. В. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск : Наука, 1978. 318 с.
14. Дончева А. В., Казакова Л. К., Калущков В. Н. Ландшафтная индикация загрязнения природной среды. М. : Экология, 1992. 256 с.
15. Добровольский В. В., Цветкова Г. А. Ландшафтно-геохимическое районирование Карелии. М. : Мысль, 1983. С. 154–168.
16. Глазовская М. А. Прикладное и общее (базовое) ландшафтно-геохимическое районирование. М. : Мысль, 1983. С. 11–18.
17. Викторов С. В., Чикишев А. Г. Ландшафтная индикация. М. : Наука, 1985. 96 с.
18. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / под ред. В. М. Курачева. Новосибирск : Наука, 1992. 304 с.
19. Саушкин Ю. Г. К изучению ландшафтов СССР, измененных в процессе производства. М. : Изд-во Географ. лит., 1951. № 24. С. 276–299.
20. Мильков Ф. Н. Человек и ландшафты. М. : Мысль, 1973. 224 с.
21. Федоренко Н. П., Реймерс Н. Ф. Природа и экономика. М. : Наука, 1978. С. 23–40.
22. Одум Ю. Основы экологии / под ред. Н. П. Наумова. М. : Мир, 1975. 740 с.
23. Хомич С. А. Лимнологический аспект водохозяйственной рекультивации нарушенных земель. Тарту : Институт геохимии и геофизики АН БССР, 1989. С. 108–112.
24. Подземный сток на территории СССР / под ред. проф. Б. И. Куделина. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1966. 303 с.
25. Михайлов Л. Е. Грунтовые воды. Л. : Изд-во ЛПИ, 1982. 40 с.
26. Куделин Б. И., Ольгиви Н. А. Подземный сток и методы его исследования. М. : Институт водных проблем АН СССР, 1972. 139 с.
27. Шарый П. А. Факторы среды в предсказательном картографировании почв // Почвоведение. 2023. № 3. С. 285–299.
28. Почвенно-климатический атлас Новосибирской области / под ред. проф. А. П. Сляднева. Новосибирск : Наука, 1978. 122 с.
29. Аветов Н. А., Александровский А. Л., Алябина И. О. [и др.] Национальный атлас почв Российской Федерации. М. : Астрель, 2011. 632 с.
30. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы изучения. М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1958. 192 с.
31. Тюрин И. В. Органическое вещество и его роль в плодородии. М. : Наука, 1965. 320 с.

32. Дудкин Ю. И., Тихонова Е. Н., Щеглов Д. И. Введение в генезис почв : монография. Воронеж : ФГБОУ ВО «ВГЛУ», 2022. 624 с.
33. Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И. Агрохимия. М. : Колос, 2002. 584 с.
34. Самофалова И. А. Химический состав почв и почвообразующих пород : учеб. пособие. Пермь : Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА», 2009. 132 с.
35. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. М. : Изд-во МГУ, 1987. 256 с.
36. Мордкович В. Г. Зооиндикация почв и почвенных процессов // Почвоведение. 1991. Т. 8. С. 40–47.
37. Ким-Кашменская М. Н. Влияние ландшафта и климата на численность дождевых червей в лесной экосистеме Юго-Востока Западной Сибири // Лесоведение. 2024. № 4. С. 366–383.
38. Ермолов С. А. Сообщества дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) хвойных и мелколиственных лесов лесостепного Приобья // Вопросы лесной науки. 2020. Т. 3, № 2. 24 с.
39. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. М. : Наука, 1965. 278 с.
40. Шикла Н. К., Рожков А. Г., Трегубов П. С. К вопросу картирования территории по интенсивности эрозионных процессов. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1973. С. 30–34.
41. Полуэктов Е. В. Эрозии почв и плодородие. Новочеркасск : Лик, 2020. 229 с.
42. Орлов А. Д. Некоторые теоретические вопросы защиты почв от эрозии // Проблемы сибирского почвоведения. Новосибирск, 1977. С. 158–177.
43. Методические указания по определению опасного уровня водной и ветровой эрозии. Новочеркасск : ФГБНУ «РосНИИПМ», 2015. 23 с.
44. Хазиев Ф. Х. Почва и экология // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2017. № 3 (87). С. 29–38.
45. Карпачевский Л. О. Экологическое почвоведение. М. : ГЕОС, 2005. 335 с.
46. Орлов А. Я., Кошельков С. П. Об оценке плодородия лесных почв // Почвоведение. 1965. № 3. С. 62–71.
47. Зайцев Б. Д. Лес и почва. М. : Лесная промышленность, 1964. 159 с.
48. Абакумов Е. В., Лойко С. В., Истечев Г. И. [и др.] Почвы черневой тайги Западной Сибири – морфология, агрохимические особенности, микробиота // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55, № 5. С. 1018–1039.
49. Сизова М. Г., Вальков В. Ф., Евсюков А. П. Мезофауна как показатель степени нарушенности почв урбанизированных территорий // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2011. № 2. С. 64–68.
50. Прокофьева Т. В., Герасимова М. И., Безуглова О. С. [и др.] Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. 2014. № 10. С. 1155–1164.
51. Бурыкин А. М. Темпы почвообразования в техногенных ландшафтах в связи с их рекультивацией // Почвоведение. 1985. № 2. С. 81–93.
52. Цвелев Н. Н. Злаки СССР. Л. : Наука, 1976. 788 с.
53. Тахтаджян А. Л. Система и филогения цветковых растений. Л. : Наука, 1966. 611 с.
54. Воронов А. Г. Геоботаника. М. : Наука, 1973. 383 с.
55. Сукачев В. Н., Зонн С. В. Методические указания к изучению типов леса. М. : АН СССР, 1961. 60 с.
56. Сукачев В. Н. Биогеоценоз как выражение взаимодействия живой и неживой природы на поверхности Земли: соотношение понятий «биогеоценоз», «экосистема», «географический ландшафт» и «фация» // Основы лесной биогеоценологии / под ред. В. Н. Сукачева. М. : Наука, 1964. С. 5–49.
57. Погребняк П. С. Основы лесной типологии. Киев : Изд-во АН УССР, 1955. 456 с.
58. Гарибова Л. В., Дундин Ю. К., Коптяева Т. Ф., Филин В. Р. Водоросли, лишайники и мохообразные. М. : Мысль, 1978. 366 с.
59. Шубин В. И. Микотрофность древесных пород, ее значение при разведении леса в таежной зоне. Л. : Наука, 1973. 264 с.

60. Власов А. А. Значение микориз древесных пород и приемов по их стимулированию // Труды конференции по микотрофии растений. М. : АН СССР, 1955. С. 102–117.
61. Виноградова Ю. А., Ковалева В. А., Пристова Т. А. Комплекс почвенных микромицетов в лесной подстилке лиственных насаждений при естественном лесовозобновлении среднетаежных лесов Республики Коми // Лесной Вестник. 2024. Т. 28, № 4. С. 19–30.
62. Брындина Л. В., Арнаут Ю. И., Алыкова О. И. Микоризообразующие грибы в формировании биогеоценозов : аналитический обзор // Лесотехнический журнал. 2022. Т. 12, № 1. С. 4–20.
63. Кухаренко Л. А. Значение водорослей в лесных биогеоценозах // Классификация и динамика лесов Дальнего Востока : материалы Междунар. конф. (5–7 сентября 2001 г.). Владивосток : Дальнаука, 2001. С. 248–250.
64. Егорова И. Н., Тупикова Г. С., Шергина О. В. Почвенные водоросли лесных насаждений г. Усолье-Сибирское и его окрестностей (Иркутская область) // Сибирский лесной журнал. 2022. № 6. С. 66–77.
65. Голлербах М. М., Штина Э. А. Почвенные водоросли. Л. : Наука, 1969. 228 с.
66. Большев Н. Н. Водоросли и их роль в образовании почв. М. : Изд-во МГУ, 1968. 83 с.
67. Мишустин Е. Н., Емцев В. Т. Микробиология. М. : Агропромиздат, 1987. 368 с.
68. Стольникова Е. В., Ананьева Н. Д., Чернова О. В. Микробная биомасса, ее активность и структура в почвах старовозрастных лесов европейской части России // Почвоведение. 2011. № 4. С. 479–494.
69. Масленникова С. Н., Шургин А. И., Чеботарь В. К. [и др.]. Биоразнообразие ризосферных микроорганизмов древесных пород // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 4. С. 193–197.
70. Евдокимов И. В., Семенов М. В., Быховец С. С. Ризосферный эффект и структура бактериального сообщества в горизонтах подзолистой почвы под растениями ели обыкновенной (*Picea abies* L.) // Почвоведение. 2023. № 1. С. 35–45.
71. Токин Б. П. Целебные яды растений. Л. : Лениздат, 1974. 344 с.
72. Райс Э. Аллелопатия. М. : Мысль, 1978. 392 с.
73. Моторина Л. В., Овчинников В. А. Промышленность и рекультивация земель. М. : Мысль, 1975. 238 с.
74. Моторина Л. В., Савич С. И. Экологические основы рекультивации земель. М. : Наука, 1985. 183 с.
75. Крупская Л. Т., Мамаев Ю. А., Саксин Б. Г. Оценка трансформации экосистем под воздействием горного производства на юге Дальнего Востока. Хабаровск : Хабаровск. гос. техн. ун-т, 2001. 193 с.
76. Капелькина Л. П. Экологические аспекты оптимизации техногенных ландшафтов. СПб. : Наука, 1993. 191 с.
77. Андроханов В. А., Курачев В. М. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2010. 220 с.
78. Тарчевский В. В. Классификация промышленных отвалов // Растительность и промышленные загрязнения. Охрана природы на Урале. Свердловск : УФАН СССР, 1970. Вып. 7. С. 84–89.
79. Касимов А. К. Оценка состояния и перспективы оптимизации ландшафтов отработанных россыпей в тасжном Прикамье // Биологическая рекультивация нарушенных земель : материалы Междунар. совещания (3–7 июня 2002 г.). Екатеринбург : УрО РАН, 2003. С. 160–167.
80. Зубова Л. Г., Зубов А. Р., Зубов А. А. Терриконы и их лесная рекультивация. Волгоград : ФНЦ агроэкологии РАН, 2022. 372 с.
81. Меньшиков Г. И., Андроханов В. А., Баранник Л. П. [и др.] Технологические аспекты рекультивации нарушенных земель в Кузбассе // Экологическая безопасность ТЭЖов: проблемы, пути решения : тез. докл. межотраслевой науч.-техн. конф. (г. Пермь, 22–24 ноября 1994 г.). Пермь : ВНИИОСуголь, 1994. 60 с.

82. Меньшиков Г. И., Меньшиков Г. Г. Результаты экспериментальных работ по рекультивации нарушенных земель после разработки месторождений полезных ископаемых // Биологическая рекультивация нарушенных земель : материалы Междунар. совещ. (3–7 июня 2002 г.). Екатеринбург : УрО РАН, 2003. С. 331–343.
83. Колесников Б. П., Пикалова Г. Н. К вопросу о классификации промышленных отвалов как элементов техногенных ландшафтов. Свердловск : Изд-во Урал. ун-та, 1974. С. 3–29.
84. Етеревская Л. В., Донченко М. Т., Лехциер Л. В. Систематика и классификация техногенных почв // Растения и промышленная среда. Свердловск : УрГУ, 1984. С. 14–22.
85. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель : материалы Междунар. науч. конф. (г. Екатеринбург, 4–8 июня 2007 г.) / ред. совет С. А. Мамаев [и др.]. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2007. 926 с.
86. Трофимов С. С., Таранов С. А., Рагим-Заде Ф. К. [и др.]. Рекультивация и почвообразование // Проблемы сибирского почвоведения. Новосибирск : Наука, 1977. С. 52–73.
87. Трофимов С. С., Наплекова Н. Н., Кандрашин Е. Г. [и др.] Гумусообразование в техногенных системах. Новосибирск : Наука, 1986. 163 с.
88. Митракова Н. В., Хайрулина Е. А., Порошина Н. В. [и др.] Классификация и свойства почв, образовавшихся на рекультивированных угольных отвалах Кизеловского угольного бассейна // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 4. С. 180–187.
89. Махонина Г. И. Экологические аспекты почвообразования в техногенных экосистемах Урала. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2003. 356 с.
90. Курачев В. М., Андроханов В. А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский экологический журнал. 2002. № 3. С. 255–261.
91. Шушуева М. Г. Распространение азотфиксирующих сине-зеленых водорослей на отвалах угольных разработок в Кузбассе // Восстановление техногенных ландшафтов Сибири (теория и технология). Новосибирск : Наука, 1977. С. 56–64.
92. Бушуева Ю. О., Егошина Т. Л., Гудовских Ю. В. [и др.] Особенности восстановления нарушенных фитоценозов на севере Республики Коми // Лесной вестник. 2022. Т. 26, № 6. С. 24–32.
93. Исаева Л. Г., Лукина Н. В. Восстановление растительности на техногенных пустошах вокруг комбинатов медно-никелевого производства // Инновации и технологии в лесном хозяйстве : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 22–24 мая 2013 г.) : в 2 ч. СПб. : СПбНИИЛХ, 2013. Ч. 1. С. 259–262.
94. Лукина Н. В. Восстановление фиторазнообразия на золоотвалах в разных зонально-климатических условиях // Биологическая рекультивация нарушенных земель : материалы Междунар. совещ. (3–7 июня 2002 г.). Екатеринбург : УрО РАН, 2003. С. 267–276.
95. Чибрик Т. С., Елькин Ю. А. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях. Свердловск : Изд-во Урал. ун-та, 1991. 219 с.
96. Бухарина И. Л., Исупова А. А., Лямзин В. И., Лебедева М. А. Перспективы использования консорциумов микроорганизмов и высших растений в восстановлении нефтезагрязненных почв // Лесной вестник. 2022. Т. 26, № 6. С. 14–23.
97. Клевенская И. Л., Трофимов С. С., Таранов С. А., Кандрашин Е. Р. Сукцессии и функционирование микробиоценозов в молодых почвах техногенных экосистем Кузбасса. Новосибирск : Наука, 1985. С. 3–21.
98. Артамонова В. С., Бортникова С. Б., Андроханов В. А. Об экосистемных функциях гумусогенного слоя техноземов в отдаленный период землевания отвалов угледобычи в Сибири // Вестник Пермского университета. 2024. № 1. С. 92–106.
99. Жуков А. А., Жукова Е. Ю. Динамика продуктивности восстановленной растительности угольного разреза «Черногорский» по спутниковым данным Terra/MODIS // Лесной вестник. 2023. Т. 27, № 2. С. 96–103.

100. Колмогорова Е. Ю., Уфимцев В. И., Касимов А. К., Шумилова Ю. Н. Почвенные характеристики эмбриоземов под покровом сосновых насаждений на техногенных элювиях Кузбасса // Лесной журнал. 2022. № 2. С. 118–131.
101. Биологическая рекультивация нарушенных земель : материалы Междунар. совещ. (г. Екатеринбург, 3–7 июня 2002 г.) / под ред. С. А. Мамаева, Т. С. Чибрик. Екатеринбург : УрО РАН, 2003. 615 с.
102. Ковалевский А. В., Тарасова И. В., Лучникова Е. М. [и др.] Лесная рекультивация угольных отвалов с позиции сохранения фаунистического разнообразия Кузбасса // Лесоведение. 2021. № 5. С. 509–522.
103. Лавриненко А. Т., Моршнев Е. А. Инновационные методы рекультивации отвалов угледобывающих предприятий в криоаридных условиях Средней Сибири // Уголь. 2018. № 10. С. 94–97.
104. 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.
105. Капелькина Л. П. Некоторые проблемы лесной рекультивации нарушенных земель в Ленинградской области // Технология создания и экологические аспекты выращивания высокопродуктивных лесных культур. СПб. : ЛенНИИЛХ, 1992. С. 131–134.
106. Стифеев А. И. Опыт рекультивации земель на Щигровском фосфаритном руднике // Научные труды Воронежского сельскохозяйственного института. 1972. Т. 8, № 4. С. 5–18.
107. Чернышенко О. В., Васильев С. Б. Особенности минерального питания хвойных древесных растений на промышленных отвалах Егорьевского месторождения фосфоритов // Лесной вестник. 2019. Т. 23, № 5. С. 46–53.
108. Каар Э. В. Рациональное природопользование и уход в ландшафтах в районах горных разработок // Лесохозяйственная рекультивация в сланцевом бассейне Эстонской ССР : сб. науч. тр. по охране природы. Тарту : Тартуский гос. ун-т, 1989. Т. 10. С. 22–29.
109. Трещевская Э. И., Тихонова Е. Н., Голядкина И. В., Трещевская С. В. [и др.]. Рост, состояние и продуктивность кустарниковых пород в условиях отвалов железорудных месторождений // Лесотехнический журнал. 2022. Т. 12, № 4. С. 60–76.
110. Залесов С. В., Зарипов Ю. В., Осипенко Р. А. Опыт лесохозяйственного направления рекультивации нарушенных земель при разведке месторождений глины, хризолит-асбеста и редкоземельных руд. Екатеринбург : Уральский гос. лесотехн. ун-т, 2022. 282 с.
111. Крупская Л. Т., Орлов А. М., Зверева В. П., Голубев Д. А., Гуль Л. П. Инновационный подход при выращивании посадочного материала на токсичных отходах переработки оловорудного сырья // Инновации и технологии в лесном хозяйстве : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 22–24 мая 2013 г.) : в 2 ч. СПб. : СПбНИИЛХ, 2013. Ч. 2. С. 64–69.
112. Цветков И. В. Рекультивация техногенно нарушенных земель в зоне влияния медно-никелевого комбината // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель : материалы Междунар. науч. конф. (г. Екатеринбург, 4–8 июня 2007 г.). Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2007. С. 707–719.
113. Петров А. И., Залесов С. В., Котова В. С. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной на дражных отвалах // Сибирский лесной журнал. 2023. № 3. С. 15–20.
114. Банщикова Е. А., Желибо Т. В., Макаров В. П., Ларин В. С. Результаты приживаемости лесных полос в районе золошлакоотвала ТЭЦ-1 в г. Чита // Вестник РУДН. 2021. Т. 16, № 3. С. 264–274.
115. Казаков Л. А., Вишняков Г. В. Технологические приемы создания лесных культур на эродированных землях побережья Белого моря // Инновации и технологии

- в лесном хозяйстве : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 22–24 мая 2013 г.) : в 2 ч. СПб. : СПбНИИЛХ, 2013. Ч. 1. С. 267–272.
116. Осипенко Р. А., Зарипов Ю. В., Белов Л. А., Морозов А. Е. Опыт рекультивации песчаных карьеров в северной подзоне тайги // Леса России и хозяйство в них. 2020. № 4 (75). С. 12–19.
 117. Осипенко Р. А., Осипенко А. Е., Зарипов Ю. В., Залесов С. В. Формирование естественных фитоценозов на выработанном карьере кирпичной глины как начальный этап дальнейшего лесоразведения // Вестник БГСХА. 2020. № 3. С. 111–117.
 118. Седых В. Н. Возобновление леса на раздувах // Сибирский лесной журнал. 2022. № 6. С. 87–92.
 119. Чмыр А. Ф., Казаков Л. А., Чередниченко В. П. [и др.]. Лесомелиорация приморских песков Запада и севера России. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. 212 с.
 120. Тихоновский А. Н., Моторин А. С., Игловиков А. В., Денисов А. А. Биологическая рекультивация песчаных карьеров Крайнего Севера. М. : Перо, 2022. 248 с.
 121. Зарипов Ю. В., Залесов С. В., Залесова Е. С., Попов А. С. [и др.] Подрост сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на отвалах месторождения хризолит-асбеста // Лесной журнал. 2021. № 5. С. 22–33.
 122. Касимов А. К., Моличева Т. О. Лесная рекультивация выработанных торфяников Удмуртской Республики // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель : материалы Междунар. науч. конф. (4–8 июня 2007 г.). Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2007. С. 328–345.
 123. Морозов А. Е., Холкин С. В., Строганов Е. А. Эффективность лесной рекультивации земель, нарушенных при добыче торфа (на примере Басьяновского месторождения) // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 1. С. 12–22.
 124. Еремченко О. З., Сапцын Р. В., Ложкина Е. А., Тыршу Е. В. Оценка эффективности рекультивации нефтезагрязненных почв // Вестник Пермского университета. 2022. № 1. С. 64–72.
 125. Лямзин В. И., Бухарина И. Л., Здобяхина О. В. [и др.]. Исследование эффективности совместного применения биопрепарата – нефтедеструктора и эндотрофных грибов на этапе биологического восстановления нефтезагрязненных земель // Астраханский вестник экологического образования. 2018. № 3 (45). С. 94–98.
 126. Пат. 2795705 Российская Федерация, МПК В09С 1/00, А01В 79/02. Способ ремедиации техногенно-нарушенной почвы, загрязненной тяжелыми металлами / Иванова Т. К., Кременецкая И. П., Мосендз И. А., Слуковская М. В. № 2022127201/10 ; заявл. 18.10.2022 ; опубл. 11.05.2023, Бюл. № 14. 7 с.
 127. Григорьева С. О., Иванов А. П., Голубева О. И., Андреева Л. А. Оценка пригодности нарушенных земель для лесоразведения при их рекультивации // Инновации и технологии в лесном хозяйстве : тез. докл. V Междунар. науч.-практ. конф., 31 мая – 2 июня 2016 г., Санкт-Петербург. СПб. : СПбНИИЛХ, 2016. 51 с.
 128. Костенко И. В. Рекультивация отвалов сульфидных шахтных пород и реанимация промышленных пустошей в рурском каменноугольном бассейне ФРГ // Биологическая рекультивация нарушенных земель : материалы Междунар. совещ. (3–7 июня 2002 г.). Екатеринбург : УрО РАН, 2003. С. 227–230.
 129. Олиферчук В. П., Лукьянчук Н. Г., Назаровец У. Р. [и др.]. Инновационные методы создания фитомелиоративных лесонасаждений на территориях, загрязненных серой // Инновации и технологии в лесном хозяйстве : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 22–24 мая 2013 г.) : в 2 ч. СПб. : СПбНИИЛХ, 2013. Ч. 2. С. 141–146.
 130. Назарова Э. А., Первова М. Г., Егорова Д. О. Разнообразие культивируемых аэробных бактерий, выделенных из линдан-загрязненных почв // Вестник Пермского университета. 2021. № 2. С. 93–99.
 131. Королева Т. В., Семенов И. Н., Леднев С. А., Солдатова О. С. Гептил и продукты его трансформации в почвах: источники поступления, диагностика, поведение,

- токсичность и ремедиация загрязненных территорий // Почвоведение. 2023. № 2. С. 240–258.
132. Пьянкова А. А., Краева А. В., Нечаева Ю. И., Плотников Е. Г. Выделение и характеристика штамма-деструктора дибutilфталата *Rhodococcus* sp. 5A-K4 // Вестник Пермского университета. 2024. № 3. С. 309–317.
 133. Теплякова Т. Е., Малюхин Д. М., Бакина Л. Г. Особенности формирования растительного покрова на новых видах органогенных субстратов при рекультивации полигона твердых бытовых отходов // Биосфера. 2014. Т. 6, № 2. С. 134–145.
 134. Юренин А. В., Якимов Н. И., Соколовский И. В., Веремейчик Л. А. Приживаемость древесных и кустарниковых пород в санитарно-защитной зоне илового хозяйства УП «МИНСКВОДОКАНАЛ» // Труды БГТУ. 2021. № 1. С. 74–78.
 135. Данилов Д. А., Яковлев А. А., Крылов И. А. Формирование естественных растительных ассоциаций на постагrogenных землях // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2023. № 242. С. 60–81.
 136. Калинин Р. К., Ивашнев М. В., Васильев А. С., Суханов Ю. В. К вопросу восстановления поврежденных пожарами лесных площадей // Лесотехнический журнал. 2024. Т. 14, № 1. С. 54–80.
 137. Блинов С. М., Каменщикова В. И. Исследование фитотоксичности отходов угледобычи Кизеловского бассейна // Вестник Пермского университета. 2004. № 2. С. 139–141.
 138. Поклонов В. А. Изучение токсического эффекта пиридина на трех видах высших водных растений в условиях пресноводных микросомов // Вестник ВГУ. 2017. № 3. С. 91–94.
 139. Куклина Н. А., Нуреева Т. В., Мухортов Д. И. Перспективы использования нетрадиционных органических удобрений при выращивании культур сосны обыкновенной на нарушенных землях // Инновации и технологии в лесном хозяйстве : тез. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 31 мая – 2 июня 2016 г.). СПб. : СПбНИИЛХ, 2016. 88 с.
 140. Пендюрин Е. А., Святченко А. В., Кирюшина Н. Ю. Использование искусственной почвосмеси для восстановления нарушенных территорий // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2022. № 2. С. 130–136.
 141. Сорокин С. Н., Недбаев И. С. Проблемы и перспективы утилизации осадков сточных вод и рекультивации нарушенных земель на Северо-Западе России и пути их совместного решения // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2023. Т. 33, № 1. С. 58–71.
 142. Ананьева Н. Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М. : Наука, 2003. 222 с.
 143. Сорокин С. Н., Вайшла О. Б., Недбаев И. С. Создание городских биогеоценозов на нарушенных землях: проблемы и пути решения // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2023. Т. 8, № 2. С. 1–15.
 144. Филимонова Е. И., Лукина Н. В., Глазырина М. А., Чибрик Т. С. Опыт применения микробиологических препаратов при создании посевов на малопродуктивных глинистых субстратах // Вестник Башкирского университета. 2014. Т. 19, № 3. С. 862–866.
 145. Рахлеева А. А. Роль зоогенных структур крупных почвенных беспозвоночных в создании и поддержании неоднородности почвенных свойств // Вестник Московского университета. Серия 17, Почвоведение. 2022. № 3. С. 30–35.
 146. Маштаков Д. А., Прахов А. В., Арестова Е. А. Приживаемость и рост сосны обыкновенной в условиях применения полимеров для условия степи и лесостепи // Научная жизнь. 2022. Т. 17, № 6. С. 916–923.
 147. Наумов П. В., Щербакова Л. Ф., Околелова А. А. Оптимизация влагообеспеченности почв с помощью полимерных гидрогелей // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2011. № 4 (24). С. 1–5.

148. Прищепенко Е. А., Дегтярева И. А., Рахманова Г. Ф. [и др.] Рекультивация нарушенных земель. Казань : Логос-Пресс, 2022. 252 с.
149. Мурзакматов Р. Т. Мелкобугристая технология горного этапа рекультивации отвалов // Наука и технологии Сибири. 2021. № 1. С. 59–61.
150. Переверзев В. Н., Подлесная Н. И. Биологическая рекультивация промышленных отвалов на Крайнем Севере. Апатиты : Кольский филиал АН СССР, 1986. 104 с.
151. Чибрик Т. С., Баутрин Г. И. Биологическая рекультивация промышленных земель. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2003. 36 с.
152. Бекаревич Н. Е., Масюк Н. Т., Узбек И. Х. Рекомендации по биологической рекультивации земель в Днепропетровской области. Днепропетровск : Проминь, 1969. 42 с.
153. Моторина Л. В., Зайцев Г. А., Савич А. И. [и др.] Рекомендации по рекультивации земель, нарушенных горными работами. М. : Наука, 1969. 42 с.
154. Полищук А. К., Михайлов А. М., Заудальский И. И. [и др.] Техника и технология рекультивации на открытых разработках. М. : Недра, 1977. 215 с.
155. Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в Кузбассе / под общ. ред. Ю. А. Манаква. Кемерово : КРЭОО «Ирбис», 2017. 44 с.
156. Инновации и технологии в лесном хозяйстве : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 22–24 мая 2013 г.). СПб. : СПбНИИЛХ, 2013. Ч. 1. 308 с. ; Ч. 2. 314 с.
157. Инновации и технологии в лесном хозяйстве – ITF–2016 : тез. докл. V Междунар. науч.-практ. конф. (г. Санкт-Петербург, 31 мая – 2 июня 2016 г.). СПб. : СПбНИИЛХ, 2016. 161 с.
158. Воробейчик Е. Л. Естественное восстановление наземных экосистем после прекращения промышленного загрязнения. Обзор современного состояния исследований // Экология. 2022. № 1. С. 3–41.
159. О рекультивации земель, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы при разработке месторождений полезных ископаемых и торфа, проведении геолого-разведочных, строительных и других работ : постановление СМ СССР от 2 июня 1976 г. № 407 // СП СССР. 1976. № 11. 52 с.
160. Охрана окружающей среды в России : стат. сб. / редкол.: К. Э. Лайкам (пред.). М. : Росстат, 2020. 113 с. ISBN 978-5-89476-495-5.
161. Охрана окружающей среды в России : стат. сб. / редкол.: И. В. Васильев (пред.). М. : Росстат, 2024. 118 с.
162. Сетевое издание Ведомости (Vedomosti). Экология : офиц. сайт / ред. сайта – Москва. URL: <https://www.vedomosti.ru/esg/ecology/articles/2024/08/23/1057624-othodi-rossiiskoi-promishlennosti-previsili-istoricheskii-maksimum> (дата обращения: 22.03.2025).
163. Dzen.ru. URL: <https://dzen.ru/a/ZAy3bboHH2gVRx9x> (дата обращения: 22.03.2025).
164. Охрана ландшафтов : толковый словарь / под ред. Т. А. Ольсевич ; сост. М. Даниева, К. Мишев, Х. Барш [и др.]. М. : Прогресс, 1982. 272 с.
165. Сорокин С. Н. Технологии лесовосстановления и лесоразведения: вчера и сегодня // Инновации и технологии в лесном хозяйстве : материалы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства (16–17 мая 2024 г.). СПб. : ФБУ «СПбНИИЛХ», 2024. С. 322–335.
166. Усманов Б. М., Гафуров А. М., Кожевникова М. В., Тишин Д. В. Оценка биомассы лесной растительности на территории полигона «Карбон-Поволжье» по данным ВЛС // Материалы 1 Белорусского географического конгресса: к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества (г. Минск, 8–13 апреля 2024). Ч. 4: Почвенные и геохимические исследования. Геоинформационные технологии. Минск, 2024. С. 260–264.

References

1. *Science.mail.ru*. Available at: <https://share.google/HJsgytCLXbxuk2tGy> (accessed 27.06.2025).
2. *Materialy: ofits. sayt*. Gorno-Altaysk. Available at: <https://pavel-pashkov.com/articles/ru/mountain-forests> (accessed 25.03.2025).
3. Zaytsev G.A. Geomorphological problems of reclamation of disturbed lands. *Uchenyye zapiski Tartuskogo gosudarstvennogo universiteta* = Proceedings of Tartusk State University. Tartu, 1989:50–56. (In Russ.)
4. Kayryukshtis L. *Optimizatsiya zemlepol'zovaniya v ramkakh programmy «CHIB» i spetsializatsiya lesovyrashchivaniya v Litovskoy SSR* = Optimization of land use within the framework of the “CHIB” program and specialization of forest cultivation in the Lithuanian SSR. Vil'nyus: Institut botaniki AN LitSSR, 1979:20–27.
5. Gol'tsberg I.A. (ed.). *Mikroklimat SSSR* = Microclimate of the USSR. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1967:286. (In Russ.)
6. *Natsional'nyy atlas Rossii. Klimat. Klimaticheskoye rayonirovaniye. T. 2* = National Atlas of Russia. Climate. Climatic zoning. Volume 2. (In Russ.). Available at: <https://nationalatlas.ru/tom2/146-150.html> (accessed 22.03.2025).
7. *Ozeleneniye sovetskikh gorodov: posobiye po proyektirovaniyu* = Greening Soviet Cities: design guide. Special ed. by candidate of architecture L.S. Zalesskaya; ed. advice. professor V.N. Semenov et al. Moscow: Gos. izd-vo lit. po str-vu i arkhitekture, 1954:186. (In Russ.)
8. Kosarevskiy I.A. *Iskusstvo parkovogo peyzazha* = The art of park landscape. Moscow: Stroyizdat, 1977:246. (In Russ.)
9. Dubyago T.B. *Russkiye regul'yarnyye sady i parki* = Russian formal gardens and parks. Leningrad: Gosstroyizdat, 1963:344. (In Russ.)
10. Isachenko A.G. *Osnovy landshaftovedeniya i fiziko-geograficheskoye rayonirovaniye* = Fundamentals of landscape science and physical-geographical zoning. Moscow: Vyssh. shk., 1965:327. (In Russ.)
11. Armand D.L. *Nauka o landshafte (osnovy teorii i logiko-matematicheskoye modeli)* = Landscape science (basics of theory and logical-mathematical models). Moscow: Mysl', 1976:286. (In Russ.)
12. Tolstikhin O.N., Viktorov S.V., Kuz'mina I.V., Ostrovskaya L.M. *Menyayushchiyesya landshafty* = Changing landscapes. Moscow: Agropromizdat, 1986:111. (In Russ.)
13. Sochava B.V. *Vvedeniye v ucheniye o geosistemakh* = Introduction to the doctrine of geosystems. Novosibirsk: Nauka, 1978:318. (In Russ.)
14. Doncheva A.V., Kazakova L.K., Kalutskov V.N. *Landshaftnaya indikatsiya zagryazneniya prirodnoy sredy* = Landscape indication of environmental pollution. Moscow: Ekologiya, 1992:256. (In Russ.)
15. Dobrovol'skiy V.V., Tsvetkova G.A. *Landshaftno-geokhimicheskoye rayonirovaniye Karelii* = Landscape-geochemical zoning of Karelia. Moscow: Mysl', 1983:154–168. (In Russ.)
16. Glazovskaya M.A. *Prikladnoye i obshcheye (bazovoye) landshaftno-geokhimicheskoye rayonirovaniye* = Applied and general (basic) landscape-geochemical zoning. Moscow: Mysl', 1983:11–18. (In Russ.)
17. Viktorov S.V., Chikishev A.G. *Landshaftnaya indikatsiya* = Landscape indication. Moscow: Nauka, 1985:96. (In Russ.)
18. Kurachev V.M. (ed.). *Ekologiya i rekul'tivatsiya tekhnogennykh landshaftov* = Ecology and reclamation of man-made landscapes. Novosibirsk: Nauka, 1992:304. (In Russ.)
19. Saushkin Yu.G. *K izucheniyu landshaftov SSSR, izmenennykh v protsesse proizvodstva* = Towards the study of the landscapes of the USSR, changed during the production process. Moscow: Izd-vo Geogr. lit., 1951;(24):276–299. (In Russ.)
20. Mil'kov F.N. *Chelovek i landshafty* = Man and landscapes. Moscow: Mysl', 1973:224. (In Russ.)

21. Fedorenko N.P., Reymers N.F. *Priroda i ekonomika* = Nature and economy. Moscow: Nauka, 1978:23–40. (In Russ.)
22. Odum Yu. *Osnovy ekologii* = Basics of ecology. Moscow: Mir, 1975:740. (In Russ.)
23. Khomich S.A. *Limnologicheskiy aspekt vodokhozyaystvennoy rekul'tivatsii narushennykh zemel'* = Limnological aspect of water management reclamation of disturbed lands. Tartu: Institut geokhimii i geofiziki AN BSSR, 1989:108–112. (In Russ.)
24. Kudelin B.I. (ed.). *Podzemnyy stok na territorii SSSR* = Underground drainage in the USSR. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1966:303. (In Russ.)
25. Mikhaylov L.E. *Gruntovyye vody* = Groundwater. Leningrad: Izd-vo LPI, 1982:40. (In Russ.)
26. Kudelin B.I., Ol'givi N.A. *Podzemnyy stok i metody yego issledovaniya* = Underground flow and methods of its study. Moscow: Institut vodnykh problem AN SSSR, 1972:139. (In Russ.)
27. Sharyy P.A. Environmental factors in predictive soil mapping. *Pochvovedeniye* = Soil science. 2023;(3):285–299. (In Russ.)
28. Slyadnev A.P. *Pochvenno-klimaticheskiy atlas Novosibirskoy oblasti* = Soil and climate atlas of Novosibirsk region. Novosibirsk: Nauka, 1978:122. (In Russ.)
29. Avetov N.A., Aleksandrovskiy A.L., Alyabina I.O. et al. *Natsional'nyy atlas pochv Rossiyskoy Federatsii* = National Soil Atlas of the Russian Federation. Moscow: Astrel', 2011:632. (In Russ.)
30. Kachinskiy N.A. *Mekhanicheskiy i mikroagregatnyy sostav pochvy, metody izucheniya* = Mechanical and microaggregate composition of soil, methods of study. Moscow: Izd-vo Akad. nauk SSSR, 1958:192. (In Russ.)
31. Tyurin I.V. *Organicheskoye veshchestvo i yego rol' v plodorodii* = Organic matter and its role in fertility. Moscow: Nauka, 1965:320. (In Russ.)
32. Dudkin Yu.I., Tikhonova E.N., Shcheglov D.I. *Vvedeniye v genezis pochv: monografiya* = Introduction to soil genesis: monograph. Voronezh: FGBOU VO «VGLTU», 2022:624. (In Russ.)
33. Yagodin B.A., Zhukov Yu.P., Kobzarenko V.I. *Agrokimiya* = Agrochemistry. Moscow: Kolos, 2002:584. (In Russ.)
34. Samofalova I.A. *Khimicheskiy sostav pochv i pochvoobrazuyushchikh porod: ucheb. posobiye* = Chemical composition of soils and parent rocks: textbook. Perm: Izd-vo FGOU VPO «Permskaya GSKHA», 2009:132. (In Russ.)
35. Zvyagintsev D.G. *Pochva i mikroorganizmy* = Soil and microorganisms. Moscow: Izd-vo MGU, 1987:256. (In Russ.)
36. Mordkovich V.G. Zooindication of soils and soil processes. *Pochvovedeniye* = Soil science. 1991;8:40–47. (In Russ.)
37. Kim-Kashmenskaya M.N. The influence of landscape and climate on the abundance of earthworms in the forest ecosystem of the south-east of Western Siberia. *Lesovedeniye* = Forestry. 2024;(4):366–383. (In Russ.)
38. Yermolov S.A. Earthworm communities (Oligochaeta, Lumbricidae) of coniferous and small-leaved forests of the Priobye forest-steppe. *Voprosy lesnoy nauki* = Issues of forest science. 2020;3(2):24. (In Russ.)
39. Gilyarov M.S. *Zoologicheskiy metod diagnostiki pochv* = Zoological method of soil diagnostics. Moscow: Nauka, 1965:278. (In Russ.)
40. Shikula N.K., Rozhkov A.G., Tregubov P.S. *K voprosu kartirovaniya territorii po intensivnosti erozionnykh protsessov* = On the issue of mapping the territory by the intensity of erosion processes. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 1973:30–34. (In Russ.)
41. Poluektov E.V. *Erozii pochv i plodorodiye* = Soil erosion and fertility. Novochebassk: Lik, 2020:229. (In Russ.)
42. Orlov A.D. Some theoretical issues of soil protection from erosion. *Problemy sibirskogo pochvovedeniya* = Issues of Siberian soil science. Novosibirsk, 1977:158–177. (In Russ.)

43. *Metodicheskiye ukazaniya po opredeleniyu opasnogo urovnya vodnoy i vetrovoy erozii* = Guidelines for determining the dangerous level of water and wind erosion. Novocherkassk: FGBNU «RosNIIPM», 2015:23. (In Russ.)
44. Khaziye F.Kh. Soil and ecology. *Vestnik Akademii nauk Respubliki Bashkortostan* = Bulletin of the Academy of Sciences of Bashkortostan. 2017;(3):29–38. (In Russ.)
45. Karpachevskiy L.O. *Ekologicheskoye pochvovedeniye* = Ecological soil science. Moscow: GEOS, 2005:335. (In Russ.)
46. Orlov A.Ya., Koshel'kov S.P. On the assessment of forest soil fertility. *Pochvovedeniye* = Soil sciences. 1965;(3):62–71. (In Russ.)
47. Zaytsev B.D. *Les i pochva* = Forest and soil. Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1964:159. (In Russ.)
48. Abakumov E.V., Loyko S.V., Istechev G.I. et al. Soils of the black taiga of the Western Siberia – morphology, agrochemical characteristics, microbiota. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural biology. 2020;55(5):1018–1039. (In Russ.)
49. Sizova M.G., Val'kov V.F., Yevsyukov A.P. Mesofauna as an indicator of the degree of soil disturbance in urbanized areas. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Yestestvennyye nauki* = University proceedings. North Caucasus region. Natural sciences. 2011;(2):64–68. (In Russ.)
50. Prokof'yeva T.V., Gerasimova M.I., Bezuglova O.S. et al. Introduction of soils and soil-like formations of urban areas into the soil classification of Russia. *Pochvovedeniye* = Soil science. 2014;(10):1155–1164. (In Russ.)
51. Burykin A.M. Rates of soil formation in man-made landscapes in connection with their reclamation. *Pochvovedeniye* = Soil science. 1985;(2):81–93. (In Russ.)
52. Tsvelev N.N. *Zlaki SSSR* = Cereals of the USSR. Leningrad: Nauka, 1976:788. (In Russ.)
53. Takhtadzhyan A.L. *Sistema i filogeniya tsvetkovykh rasteniy* = System and phylogeny of angiosperms. Leningrad: Nauka, 1966:611. (In Russ.)
54. Voronov A.G. *Geobotanika* = Geobotany. Moscow: Nauka, 1973:383. (In Russ.)
55. Sukachev V.N., Zonn S.V. *Metodicheskiye ukazaniya k izucheniyu tipov lesa* = Methodological guidelines for the study of forest types. Moscow: AN SSSR, 1961:60. (In Russ.)
56. Sukachev V.N. Biogeochemical interaction as an expression of the interaction of living and nonliving nature on the Earth's surface: the relationship between the concepts of "biogeochemical", "ecosystem", "geographical landscape" and "facies". *Osnovy lesnoy biogeotsenologii* = Fundamentals of forest biogeocenology. Moscow: Nauka, 1964: 5–49. (In Russ.)
57. Pogrebnyak P.S. *Osnovy lesnoy tipologii* = Fundamentals of forest typology. Kiev: Izd-vo AN USSR, 1955:456.
58. Garibova L.V., Dundin Yu.K., Koptayeva T.F., Filin V.R. *Vodorosli, lichayniki i mokhoobraznyye* = Algae, lichens and bryophytes. Moscow: Mysl', 1978:366. (In Russ.)
59. Shubin V.I. *Mikotrofnost' drevesnykh porod, yeye znachenie pri razvedenii lesa v taezhnoy zone* = Mycotrophy of tree species and its importance in afforestation in the taiga zone. Leningrad: Nauka, 1973:264. (In Russ.)
60. Vlasov A.A. The importance of mycorrhiza in tree species and methods for stimulating it. *Trudy konferentsii po mikotrofii rasteniy* = Proceedings of the Conference on Plant Mycotrophy. Moscow: AN SSSR, 1955:102–117. (In Russ.)
61. Vinogradova Yu.A., Kovaleva V.A., Pristova T.A. Complex of soil micromycetes in the forest litter of deciduous stands during natural reforestation of middle taiga forests of the Komi Republic. *Lesnoy Vestnik* = Forest bulletin. 2024;28(4):19–30. (In Russ.)
62. Bryndina L.V., Arnaut Yu.I., Alykova O.I. Mycorrhizal fungi in the formation of biogeocenoses: an analytical review. *Lesotekhnicheskij zhurnal* = Forestry journal. 2022;12(1):4–20. (In Russ.)

63. Kukhareno L.A. The importance of algae in forest biogeocenoses. *Klassifikatsiya i dinamika lesov Dal'nego Vostoka: materialy Mezhdunar. konf. (5–7 sentyabrya 2001 g.)* = Classification and dynamics of forests of the Far East: proceedings of the International conference (September 5–7, 2001). Vladivostok: Dal'nauka, 2001: 248–250. (In Russ.)
64. Yegorova I.N., Tupikova G.S., Shergina O.V. Soil algae of forest plantations of the city of Ussolye-Sibirskoye and its environs (Irkutsk region). *Sibirskiy lesnoy zhurnal* = Siberian Forestry Journal. 2022;(6):66–77. (In Russ.)
65. Gollerbach M.M., Shtina E.A. *Pochvennyye vodorosli* = Soil algae. Leningrad: Nauka, 1969:228. (In Russ.)
66. Bolyshev N.N. *Vodorosli i ikh rol' v obrazovanii pochv* = Algae and their role in soil formation. Moscow: Izd-vo MGU, 1968:83. (In Russ.)
67. Mishustin E.N., Yemtsev V.T. *Mikrobiologiya* = Microbiology. Moscow: Agropromizdat, 1987:368. (In Russ.)
68. Stol'nikova E.V., Anan'yeva N.D., Chernova O.V. Microbial biomass, its activity and structure in soils of old-growth forests of the European part of Russia. *Pochvovedeniye* = Soil science. 2011;(4):479–494. (In Russ.)
69. Maslennikova S.N., Shurgin A.I., Chebotar' V.K. et al. Biodiversity of rhizosphere microorganisms of woody species. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* = Bulletin of Kazan Technological University. 2014;17(4):193–197. (In Russ.)
70. Yevdokimov I.V., Semenov M.V., Bykhovets S.S. Rhizosphere effect and structure of bacterial community in podzolic soil horizons under Norway spruce plants (*Picea abies* L.). *Pochvovedeniye* = Soil science. 2023;(1):35–45. (In Russ.)
71. Tokin B.P. *Tselebnyye yady rasteniy* = Medicinal plant poisons. Leningrad: Lenizdat, 1974:344. (In Russ.)
72. Rays E. *Allelopatiya*. Moscow: Mysl', 1978:392. (In Russ.)
73. Motorina L.V., Ovchinnikov V.A. *Promyshlennost' i rekul'tivatsiya zemel'* = Industry and land reclamation. Moscow: Mysl', 1975:238. (In Russ.)
74. Motorina L.V., Savich S.I. *Ekologicheskiye osnovy rekul'tivatsii zemel'* = Ecological foundations of land reclamation. Moscow: Nauka, 1985:183. (In Russ.)
75. Krupskaya L.T., Mamayev Yu.A., Saksin B.G. *Otsenka transformatsii ekosistem pod vozdeystviyem gornogo proizvodstva na yuge Dal'nego Vostoka* = Assessment of ecosystem transformation under the impact of mining in the southern Far East. Khabarovsk: Khabarovsk. gos. tekhn. un-t, 2001:193. (In Russ.)
76. Kapel'kina L.P. *Ekologicheskiye aspekty optimizatsii tekhnogennykh landshaftov* = Environmental aspects of optimization of man-made landscapes. Saint Petersburg: Nauka, 1993:191. (In Russ.)
77. Androkhonov V.A., Kurachev V.M. *Pochvenno-ekologicheskoye sostoyaniye tekhnogennykh landshaftov: dinamika i otsenka* = Soil and ecological state of man-made landscapes: dynamics and assessment. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2010:220. (In Russ.)
78. Tarchevskiy V.V. Classification of industrial waste dumps. *Rastitel'nost' i promyshlennyye zagryazneniya. Okhrana prirody na Urale* = Vegetation and Industrial Pollution. Nature Conservation in the Urals. Sverdlovsk: UFAN SSSR, 1970;7:84–89. (In Russ.)
79. Kasimov A.K. Assessment of the state and prospects for optimization of landscapes of exhausted placers in the taiga Kama region. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel': materialy Mezhdunar. soveshchaniya (3–7 iyunya 2002 g.)* = Biological reclamation of disturbed lands: proceedings of the International meetings (June 3–7, 2002). Yekaterinburg: UrO RAN, 2003:160–167. (In Russ.)
80. Zubova L.G., Zubov A.R., Zubov A.A. *Terrikony i ikh lesnaya rekul'tivatsiya* = Slag heaps and their forest reclamation. Volgograd: FNTS agroekologii RAN, 2022:372. (In Russ.)
81. Men'shikov G.I., Androkhonov V.A., Barannik L.P. et al. Technological aspects of reclamation of disturbed lands in Kuzbass. *Ekologicheskaya bezopasnost' TEKov: problemy, puti resheniya: tez. dokl. mezhotraslevoy nauch.-tekhn. konf. (g. Perm', 22–24*

- noyabrya 1994 g.*) = Environmental safety of TECs: problems and solutions: proceedings of the scientific and engineering conference (Perm, November 22-24, 1994). Perm: VNIOSugol', 1994:60. (In Russ.)
82. Men'shikov G.I., Men'shikov G.G. Results of experimental work on the reclamation of disturbed lands after the development of mineral deposits. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel': materialy Mezhdunar. soveshch. (3-7 iyunya 2002 g.)* = Biological reclamation of disturbed lands: proceedings of the International meetings (June 3-7, 2002). Yekaterinburg: UrO RAN, 2003:331-343. (In Russ.)
 83. Kolesnikov B.P., Pikalova G.N. *K voprosu o klassifikatsii promyshlennykh otvalov kak elementov tekhnogennykh landshaftov* = On the classification of industrial waste dumps as elements of man-made landscapes. Sverdlovsk: Izd-vo Ural. un-ta, 1974:3-29. (In Russ.)
 84. Yeterevskaya L.V., Donchenko M.T., Lekhtsiyer L.V. Systematics and classification of technogenic soils. *Rasteniya i promyshlennaya sreda* = Plants and the industrial environment. Sverdlovsk: UrGU, 1984:14-22. (In Russ.)
 85. Mamayev S.A. et al. (eds.). *Biologicheskaya rekul'tivatsiya i monitoring narushennykh zemel': materialy Mezhdunar. nauch. konf. (g. Yekaterinburg, 4-8 iyunya 2007 g.)* = Biological reclamation and monitoring of disturbed lands: proceedings of the International scientific conference (Yekaterinburg, June 4-8, 2007). Yekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2007:926. (In Russ.)
 86. Trofimov S.S., Taranov S.A., Ragim-Zade F.K. et al. Reclamation and soil formation. *Problemy sibirskogo pochvovedeniya* = Issues of Siberian soil science. Novosibirsk: Nauka, 1977:52-73. (In Russ.)
 87. Trofimov S.S., Naplekova N.N., Kandrashin E.G. et al. *Gumusoobrazovaniye v tekhnogennykh sistemakh* = Humus formation in technogenic systems. Novosibirsk: Nauka, 1986:163. (In Russ.)
 88. Mitrakova N.V., Khayrulina E.A., Poroshina N.V. et al. Classification and properties of soils formed on reclaimed coal dumps of the Kizelovsky coal basin. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya* = Theoretical and applied ecology. 2022;(4):180-187. (In Russ.)
 89. Makhonina G.I. *Ekologicheskiye aspekty pochvoobrazovaniya v tekhnogennykh ekosistemakh Urala* = Ecological aspects of soil formation in technogenic ecosystems of the Urals. Yekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2003:356. (In Russ.)
 90. Kurachev V.M., Androkhanov V.A. Classification of soils of technogenic landscapes. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal* = Siberian ecological journal. 2002;(3):255-261. (In Russ.)
 91. Shushuyeva M.G. Spread of nitrogen-fixing blue-green algae on coal mining dumps in Kuzbass. *Vosstanovleniye tekhnogennykh landshaftov Sibiri (teoriya i tekhnologiya)* = Restoration of man-made landscapes of Siberia (theory and technology). Novosibirsk: Nauka, 1977:56-64. (In Russ.)
 92. Bushuyeva Yu.O., Yegoshina T.L., Gudovskikh Yu.V. et al. Features of restoration of damaged phytocenoses in the north of the Komi Republic. *Lesnoy vestnik* = Forest bulletin. 2022;26(6):24-32. (In Russ.)
 93. Isayeva L.G., Lukina N.V. Restoring vegetation on man-made wastelands around copper-nickel production plants. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve: materialy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Sankt-Peterburg, 22-24 maya 2013 g.): v 2 ch.* = Innovations and technologies in forestry: proceedings of the 3rd International scientific and practical conference (Saint Petersburg, May 22-24, 2013). Saint Petersburg: SPbNIILKH, 2013;(part 1):259-262. (In Russ.)
 94. Lukina N.V. Restoration of phytodiversity in ash dumps in different zonal and climatic conditions. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel': materialy Mezhdunar. soveshch. (3-7 iyunya 2002 g.)* = Biological reclamation of disturbed lands: proceedings of the International meetings (June 3-7, 2002). Yekaterinburg: UrO RAN, 2003:267-276. (In Russ.)

95. Chibrik T.S., Yel'kin Yu.A. *Formirovaniye fitotsenozov na narushennykh promyshlennost'yu zemlyakh* = Formation of phytocenoses on industrially disturbed lands. Sverdlovsk: Izd-vo Ural. un-ta, 1991:219. (In Russ.)
96. Bukharina I.L., Isupova A.A., Lyamzin V.I., Lebedeva M.A. Prospects for the use of consortia of microorganisms and higher plants in the restoration of oil-contaminated soils. *Lesnoy vestnik* = Forest bulletin. 2022;26(6):14–23. (In Russ.)
97. Klevenkaya I.L., Trofimov S.S., Taranov S.A., Kandrashin E.R. *Suktsessii i funktsionirovaniye mikrobiotsenozov v molodykh pochvakh tekhnogennykh ekosistem Kuzbassa* = Successions and functioning of microbiocenoses in young soils of technogenic ecosystems of Kuzbass. Novosibirsk: Nauka, 1985:3–21. (In Russ.)
98. Artamonova V.S., Bortnikova S.B., Androkhonov V.A. On the ecosystem functions of the humus layer of technosols in the remote period of landfilling of coal mining dumps in Siberia. *Vestnik Permskogo universiteta* = Bulletin of Perm University. 2024;(1): 92–106. (In Russ.)
99. Zhukov A.A., Zhukova E.Yu. Dynamics of productivity of restored vegetation of the Khernogorsky open-pit coal mine based on Terra/MODIS satellite data. *Lesnoy vestnik* = Forest bulletin. 2023;27(2):96–103. (In Russ.)
100. Kolmogorova E.Yu., Ufimtsev V.I., Kasimov A.K., Shumilova Yu.N. Soil characteristics of embryozems under the cover of pine plantations on technogenic eluviums of Kuzbass. *Lesnoy zhurnal* = Forest bulletin. 2022;(2):118–131. (In Russ.)
101. Mamayev S.A., Chibrik T.S. (eds.). *Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel' : materialy Mezhdunar. soveshch. (g. Yekaterinburg, 3–7 iyunya 2002 g.)* = Biological reclamation of disturbed lands: proceedings of the International meetings (Yekaterinburg, June 3–7, 2002). Yekaterinburg: UrO RAN, 2003:615. (In Russ.)
102. Kovalevskiy A.V., Tarasova I.V., Luchnikova E.M. et al. Forest reclamation of coal dumps from the perspective of preserving the faunal diversity of Kuzbass. *Lesovedeniye* = Forest science. 2021;(5):509–522. (In Russ.)
103. Lavrinenko A.T., Morshnev E.A. Innovative methods for reclamation of coal mining waste dumps in the cryoarid conditions of Central Siberia. *Ugol'* = Coal. 2018;(10): 94–97. (In Russ.)
104. Abakumov E.V., Gagarina E.I., Lisitsyna O.V. Soil restoration and land reclamation in the area of the Kingisepp phosphorite deposit. *Pochvovedeniye* = Soil science. 2005;(6):731–740. (In Russ.)
105. Kapel'kina L.P. Some problems of forest reclamation of disturbed lands in the Leningrad region. *Tekhnologiya sozdaniya i ekologicheskiye aspekty vyrashchivaniya vysokoproduktivnykh lesnykh kul'tur* = Technology of creation and environmental aspects of growing highly productive forest crops. Saint Petersburg: LenNIILKH, 1992:131–134. (In Russ.)
106. Stifeyev A.I. Land reclamation experience at the Shchigrovsky phosphate mine. *Nauchnyye trudy Voronezhskogo sel'skokhozyaystvennogo instituta* = Scientific works of Voronezh Agricultural Institute. 1972;8(4):5–18. (In Russ.)
107. Chernyshenko O.V., Vasil'yev S.B. Features of mineral nutrition of coniferous trees on industrial dumps of the Yegorevsky phosphorite deposit. *Lesnoy vestnik* = Forest bulletin. 2019;23(5):46–53. (In Russ.)
108. Kaar E.V. Rational nature management and care in landscapes in mining areas. *Lesokhozyaystvennaya rekul'tivatsiya v slantsevom bassejne Estonskoy SSR: sb. nauch. tr. po okhrane prirody* = Forestry reclamation in the oil shale basin of the Estonian SSR: collection of scientific papers on nature conservation. Tartu: Tartuskiy gos. un-t, 1989;10:22–29. (In Russ.)
109. Treshchevskaya E.I., Tikhonova E.N., Golyadkina I.V., Treshchevskaya S.V. et al. Growth, condition and productivity of shrub species in the conditions of iron ore deposit dumps. *Lesotekhnicheskii zhurnal* = Forestry journal. 2022;12(4):60–76. (In Russ.)
110. Zalesov S.V., Zaripov Yu.V., Osipenko R.A. *Opyt lesokhozyaystvennogo napravleniya rekul'tivatsii narushennykh zemel' pri razvedke mestorozhdeniy gliny, khrizolit-asbesta*

- i redkozemel'nykh rud* = Experience of forestry direction of reclamation of disturbed lands during exploration of deposits of clay, chrysolite-asbestos and rare earth ores. Yekaterinburg: Ural'skiy gos. lesotekhn. un-t, 2022:282. (In Russ.)
111. Krupskaya L.T., Orlov A.M., Zvereva V.P., Golubev D.A., Gul' L.P. An innovative approach to growing planting material on toxic waste from tin ore processing. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve: materialy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Sankt-Peterburg, 22–24 maya 2013 g.): v 2 ch.* = Innovations and technologies in forestry: proceedings of the 3rd International scientific and practical conference (Saint-Petersburg, May 22–24, 2013). Saint Petersburg: SPbNIILKH, 2013;(part 2):64–69. (In Russ.)
 112. Tsvetkov I.V. Reclamation of man-made disturbed lands in the zone of influence of the copper-nickel plant. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya i monitoring narushennykh zemel': materialy Mezhdunar. nauch. konf. (g. Yekaterinburg, 4–8 iyunya 2007 g.)* = Biological reclamation and monitoring of disturbed lands: proceedings of the International scientific conference (Yekaterinburg, June 4–8, 2007). Yekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2007:707–719. (In Russ.)
 113. Petrov A.I., Zalesov S.V., Kotova V.S. Efficiency of creating Scots pine forest crops on dredging waste dumps. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* = Siberian forest journal. 2023;(3): 15–20. (In Russ.)
 114. Bانشchikova E.A., Zhelibo T.V., Makarov V.P., Larin V.S. Results of survival of forest belts in the area of the ash dump of CHP-1 in the city of Chita. *Vestnik RUDN* = Bulletin of RUDN. 2021;16(3):264–274. (In Russ.)
 115. Kazakov L.A., Vishnyakov G.V. Technological methods for creating forest crops on eroded lands of the White Sea coast. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve: materialy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Sankt-Peterburg, 22–24 maya 2013 g.): v 2 ch.* = Innovations and technologies in forestry: proceedings of the 3rd International scientific and practical conference (Saint-Petersburg, May 22–24, 2013): in 2 parts. Saint Petersburg: SPbNIILKH, 2013;(part 1):267–272. (In Russ.)
 116. Osipenko R.A., Zaripov Yu.V., Belov L.A., Morozov A.E. Experience of reclamation of sand quarries in the northern taiga subzone. *Les Rossii i khozyaystvo v nikh* = Forests of Russia and their management. 2020;(4):12–19. (In Russ.)
 117. Osipenko R.A., Osipenko A.E., Zaripov Yu.V., Zalesov S.V. Formation of natural phytocenoses in a developed quarry of brick clay as an initial stage of further afforestation. *Vestnik BGSKHA* = Bulletin of BSACA. 2020;(3):111–117. (In Russ.)
 118. Sedykh V.N. Forest regeneration on windswept areas. *Sibirskiy lesnoy zhurnal* = Siberian forest journal. 2022;(6):87–92. (In Russ.)
 119. Chmyr A.F., Kazakov L.A., Cherednichenko V.P. et al. *Lesomelioratsiya primorskikh peskov Zapada i severa Rossii* = Forest reclamation of coastal sands in the West and North of Russia. Saint Petersburg: Izd-vo Politekh. un-ta, 2009:212. (In Russ.)
 120. Tikhonovskiy A.N., Motorin A.S., Iglovikov A.V., Denisov A.A. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya peschanykh kar'yerov Kraynego Severa* = Biological reclamation of sand quarries in the Far North. Moscow: Pero, 2022:248. (In Russ.)
 121. Zaripov Yu.V., Zalesov S.V., Zalesova E.S., Popov A.S. et al. Young growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on the waste heaps of a chrysolite-asbestos deposit. *Lesnoy zhurnal* = Forest journal. 2021;(5):22–33. (In Russ.)
 122. Kasimov A.K., Molicheva T.O. Forest reclamation of depleted peatlands in the Udmurt Republic. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya i monitoring narushennykh zemel': materialy Mezhdunar. nauch. konf. (4–8 iyunya 2007 g.)* = Biological reclamation and monitoring of disturbed lands: proceedings of the International scientific conference (June 4–8, 2007). Yekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2007:328–345. (In Russ.)
 123. Morozov A.E., Kholkin S.V., Stroganov E.A. The effectiveness of forest reclamation of lands disturbed by peat extraction (by the example of the Vasyanovskoye deposit). *Les Rossii i khozyaystvo v nikh* = Forests of Russia and their management. 2021;(1):12–22. (In Russ.)

124. Yeremchenko O.Z., Saptsyn R.V., Lozhkina E.A., Tyrshu E.V. Evaluation of the effectiveness of reclamation of oil-contaminated soils. *Vestnik Permskogo universiteta* = Bulletin of Perm University. 2022;(1):64–72. (In Russ.)
125. Lyamzin V.I., Bukharina I.L., Zdobyakhina O.V. et al. Studying the effectiveness of the combined use of a biological product – oil-disturbing agent and endotrophic fungi at the stage of biological restoration of oil-contaminated lands. *Astrakhanskiy vestnik ekologicheskogo obrazovaniya* = Astrakhan Bulletin of Environmental Education. 2018;(3):94–98. (In Russ.)
126. Pat. 2795705 Russian Federation, MPK B09C 1/00, A01B 79/02. A method for remediation of man-made soil contaminated with heavy metals. Ivanova T.K., Kremenetskaya I.P., Mosendz I.A., Slukovskaya M.V. № 2022127201/10; appl. 18.10.2022; publ. 11.05.2023, Bull. № 14. 7 p. (In Russ.)
127. Grigor'yeva S.O., Ivanov A.P., Golubeva O.I., Andreyeva L.A. Assessment of the suitability of disturbed lands for afforestation during their reclamation. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve: tez. dokl. V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 31 maya – 2 iyunya 2016 g., Sankt-Peterburg* = Innovations and technologies in forestry: proceedings of the 5th International scientific and practical conference, May 31 – June 2, 2016, Saint-Petersburg. Saint Petersburg: SPbNIILKH, 2016:51. (In Russ.)
128. Kostenko I.V. Reclamation of silt mine waste dumps and resuscitation of industrial wastelands in the Ruhr coal basin of Germany. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya narushennykh zemel': materialy Mezhdunar. soveshch. (3–7 iyunya 2002 g.)* = Biological reclamation of disturbed lands: proceedings of the International meetings (June 3–7, 2002). Yekaterinburg: UrO RAN, 2003:227–230. (In Russ.)
129. Oliferchuk V.P., Luk'yanchuk N.G., Nazarovets U.R. et al. Innovative methods for creating phytomeliorative forest plantations in areas polluted with sulfur. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve: materialy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Sankt-Peterburg, 22–24 maya 2013 g.): v 2 ch.* = Innovations and technologies in forestry: proceedings of the 3rd International scientific and practical conference (Saint-Petersburg, May 22–24, 2013): in 2 parts. Saint Petersburg: SPbNIILKH, 2013;(part 2):141–146. (In Russ.)
130. Nazarova E.A., Pervova M.G., Yegorova D.O. Diversity of culturable aerobic bacteria isolated from lindane-contaminated soils. *Vestnik Permskogo universiteta* = Bulletin of Perm University. 2021;(2):93–99. (In Russ.)
131. Koroleva T.V., Semenov I.N., Lednev S.A., Soldatova O.S. Heptyl and its transformation products in soils: sources of entry, diagnostics, behavior, toxicity and remediation of contaminated areas. *Pochvovedeniye* = Soil science. 2023;(2):240–258. (In Russ.)
132. P'yankova A.A., Krayeva A.V., Nechayeva Yu.I., Plotnikov E.G. Isolation and characterization of the dibutyl phthalate-degrading strain *Rhodococcus* sp. 5A-K4. *Vestnik Permskogo universiteta* = Bulletin of Perm University. 2024;(3):309–317. (In Russ.)
133. Teplyakova T.E., Malyukhin D.M., Bakina L.G. Features of the formation of vegetation cover on new types of organogenic substrates during the reclamation of a solid municipal waste landfill. *Biosfera*. 2014;6(2):134–145. (In Russ.)
134. Yurenaya A.V., Yakimov N.I., Sokolovskiy I.V., Veremeychik L.A. Survival rate of tree and shrub species in the sanitary protection zone of silt “MINSK Vodokanal”. *Trudy BGTU* = Proceedings of BSTU. 2021;(1):74–78. (In Russ.)
135. Danilov D.A., Yakovlev A.A., Krylov I.A. Formation of natural plant associations on post-agrogenic lands. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii* = Proceedings of Saint Petersburg Forest Engineering Academy. 2023;(242):60–81. (In Russ.)
136. Kalinin R.K., Ivashnev M.V., Vasil'yev A.S., Sukhanov Yu.V. On the issue of restoring forest areas damaged by fires. *Lesotekhnicheskij zhurnal* = Forestry journal. 2024;14(1):54–80. (In Russ.)
137. Blinov S.M., Kamenshchikova V.I. A study of the phytotoxicity of coal mining waste from the Kizelovsky basin. *Vestnik Permskogo universiteta* = Bulletin of Perm University. 2004;(2):139–141. (In Russ.)

138. Poklonov V.A. Studying the toxic effect of pyridine on three species of higher aquatic plants in freshwater microsomes. *Vestnik VGU* = Bulletin of VSU. 2017;(3):91–94. (In Russ.)
139. Kuklina N.A., Nureyeva T.V., Mukhortov D.I. Prospects for the use of non-traditional organic fertilizers in growing Scots pine crops on disturbed lands. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve: tez. dokl. V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Sankt-Peterburg, 31 maya – 2 iyunya 2016 g.)* = Innovations and technologies in forestry: proceedings of the 5th International scientific and practical conference (Saint-Petersburg, May 31 – June 2, 2016). Saint Petersburg: SPbNIILKH, 2016:88. (In Russ.)
140. Pendyurin E.A., Svyatchenko A.V., Kiryushina N.Yu. Using artificial soil mixture to restore disturbed areas. *Innovatsii v APK: problemy i perspektivy* = Innovations in the agro-industrial complex: issues and prospects. 2022;(2):130–136. (In Russ.)
141. Sorokin S.N., Nedbayev I.S. Issues and prospects of wastewater sludge disposal and reclamation of disturbed lands in the North-West of Russia and ways to solve them together. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Ser.: Biologiya. Nauki o Zemle* = Bulletin of Udmurt University. Series: Biology. Geosciences. 2023;33(1):58–71. (In Russ.)
142. Anan'yeva N.D. *Mikrobiologicheskiye aspekty samoochishcheniya i ustoychivosti pochv* = Microbiological aspects of soil self-purification and sustainability. Moscow: Nauka, 2003:222. (In Russ.)
143. Sorokin S.N., Vayshlya O.B., Nedbayev I.S. Creating urban biogeocenoses on disturbed lands: problems and solutions. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2023;8(2):1–15. (In Russ.)
144. Filimonova E.I., Lukina N.V., Glazyrina M.A., Chibrik T.S. Experience of using microbiological preparations when creating crops on unsuitable clay substrates. *Vestnik Bashkirskogo universiteta* = Bulletin of Bashkit University. 2014;19(3):862–866. (In Russ.)
145. Rakhleyeva A.A. The role of zoogenic structures of large soil invertebrates in the creation and maintenance of heterogeneity of soil properties. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 17, Pochvovedeniye* = Bulletin of Moscow University. Series 17, Soil science. 2022;(3):30–35. (In Russ.)
146. Mashtakov D.A., Prakhov A.V., Arestova E.A. Survival and growth of Scots pine under conditions of polymer application in steppe and forest-steppe conditions. *Nauchnaya zhizn'* = Scientific life. 2022;17(6):916–923. (In Russ.)
147. Naumov P.V., Shcherbakova L.F., Okolelova A.A. Optimization of soil moisture supply using polymer hydrogels. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa* = Proceedings of Nizhny Novgorod Agrarian University Complex. 2011;(4):1–5. (In Russ.)
148. Prishchepenko E.A., Degtyareva I.A., Rakhmanova G.F. et al. *Rekul'tivatsiya narushennykh zemel'* = Reclamation of disturbed lands. Kazan: Logos-Press, 2022:252. (In Russ.)
149. Murzakmatov R.T. Fine-hill technology of the mining stage of waste reclamation. *Nauka i tekhnologii Sibiri* = Science and technologies of Siberia. 2021;(1):59–61. (In Russ.)
150. Pereverzev V.N., Podlesnaya N.I. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya promyshlennykh otvalov na Kraynem Severe* = Biological reclamation of industrial waste in the Far North. Apatity: Kol'skiy filial AN SSSR, 1986:104. (In Russ.)
151. Chibrik T.S., Bautrin G.I. *Biologicheskaya rekul'tivatsiya promyshlennykh zemel'* = Biological reclamation of industrial lands. Yekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2003:36. (In Russ.)
152. Bekarevich N.E., Masyuk N.T., Uzbek I.Kh. *Rekomendatsii po biologicheskoy rekul'tivatsii zemel' v Dnepropetrovskoy oblasti* = Recommendations for biological reclamation of land in Dnepropetrovsk region. Dnepropetrovsk: Promin', 1969:42. (In Russ.)
153. Motorina L.V., Zaytsev G.A., Savich A.I. et al. *Rekomendatsii po rekul'tivatsii zemel', narushennykh gornymi rabotami* = Recommendations for the reclamation of lands disturbed by mining operations. Moscow: Nauka, 1969:42. (In Russ.)

154. Polishchuk A.K., Mikhaylov A.M., Zaudal'skiy I.I. et al. *Tekhnika i tekhnologiya rekul'tivatsii na otkrytykh razrabotkakh* = Equipment and technology for reclamation of open-pit mines. Moscow: Nedra, 1977:215. (In Russ.)
155. Manakov Yu.A. (ed.). *Metodicheskiye rekomendatsii po lesnoy rekul'tivatsii narushennykh zemel' na predpriyatiyakh ugol'noy promyshlennosti v Kuzbasse* = Methodological recommendations for forest reclamation of disturbed lands at coal industry enterprises in Kuzbass. Kemerovo: KREOO «Irbis», 2017:44. (In Russ.)
156. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve: materialy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Sankt-Peterburg, 22–24 maya 2013 g.)* = Innovations and technologies in forestry: proceedings of the 3rd International scientific and practical conference (Saint-Petersburg, May 22-24, 2013). Saint Petersburg: SPbNIILKH, 2013:(part 1):308; (part 2):314. (In Russ.)
157. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve – ITF–2016: tez. dokl. V Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Sankt-Peterburg, 31 maya – 2 iyunya 2016 g.)* = Innovations and Technologies in Forestry – ITF-2016: proceedings of the 5th International scientific and practical conference (Saint-Petersburg, 31 May – June 2, 2016). Saint Petersburg: SPbNIILKH, 2016:161. (In Russ.)
158. Vorobeychik E.L. Natural restoration of terrestrial ecosystems after industrial pollution: A review of the current state of research. *Ekologiya* = Ecology. 2022;(1):3–41. (In Russ.)
159. On land reclamation, conservation and rational use of the fertile soil layer during the development of mineral and peat deposits, and the implementation of geological exploration, construction and other works: Resolution of the USSR Council of Ministers of June 2, 1976, No. 407. *SP SSSR*. 1976;(11):52. (In Russ.)
160. *Okhrana okruzhayushchey sredy v Rossii: stat. sb.* = Environmental protection in Russia: statistical collection. Moscow: Rosstat, 2020:113. (In Russ.). ISBN 978-5-89476-495-5.
161. *Okhrana okruzhayushchey sredy v Rossii: stat. sb.* = Environmental protection in Russia: statistical collection. Moscow: Rosstat, 2024:118. (In Russ.)
162. *Setevoye izdaniye Vedomosti (Vedomosti). Ekologiya: ofits. sayt* = Online publication Vedomosti (Vedomosti). Ecology: official website. (In Russ.). Available at: <https://www.vedomosti.ru/esg/ecology/articles/2024/08/23/1057624-othodi-rossiiskoi-promishlennosti-previsili-istoricheskii-maksimum> (accessed 22.03.2025).
163. *Dzen.ru*. Available at: <https://dzen.ru/a/ZAY3bboHH2gVRx9x> (accessed 22.03.2025).
164. Ol'sevich T.A. (ed.). *Okhrana landshaftov: tolkovyy slovar'* = Landscape conservation: dictionary. Moscow: Progress, 1982:272. (In Russ.)
165. Sorokin S.N. Reforestation and afforestation technologies: yesterday and today. *Innovatsii i tekhnologii v lesnom khozyaystve: materialy Vseros. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 95-letiyu Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo khozyaystva (16–17 maya 2024 g.)* = Innovations and technologies in forestry: proceedings of the All-Russian scientific and practical conference, dedicated to the 95th anniversary of the Saint-Petersburg Scientific and Research Institute of Forestry (May 16-17, 2024). Saint Petersburg: FBU «SPbNIILKH», 2024:322–335. (In Russ.)
166. Usmanov B.M., Gafurov A.M., Kozhevnikova M.V., Tishin D.V. Estimation of forest vegetation biomass on the territory of the Karbon-Povolzhye test site based on VLS data. *Materialy I Belorusskogo geograficheskogo kongressa: k 90-letiyu fakul'teta geografii i geoinformatiki Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta i 70-letiyu Belorusskogo geograficheskogo obshchestva (g. Minsk, 8–13 aprelya 2024). CH. 4: Pochvennyye i geokhimicheskiye issledovaniya. Geoinformatsionnyye tekhnologii* = Proceedings of the 1st Belrus geographical congress: dedicated to the 90th anniversary of faculty of geography and geoinformatics of Belarusian State University and the 70th anniversary of Belarusian Geographical Society (Minsk, April 8–13, 2024). Chapter 4: Soil and Geochemical Research. Geoinformatization Technologies. Minsk, 2024: 260–264. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Сергей Николаевич Сорокин

кандидат биологических наук,
начальник отдела лесовосстановления
и лесоразведения,
Санкт-Петербургский
научно-исследовательский
институт лесного хозяйства
(Россия, г. Санкт-Петербург,
Институтский пр-кт, 21)
E-mail: ssn1007@mail.ru

Sergei N. Sorokin

Candidate of biological sciences,
head of the research department
of reforestation and afforestation,
Saint-Petersburg Forestry
Research Institute,
(21 Institutskiy avenue,
Saint-Petersburg, Russia)

Анастасия Валерьевна Клименок

специалист отдела лесовосстановления
и лесоразведения,
Санкт-Петербургский
научно-исследовательский
институт лесного хозяйства
(Россия, г. Санкт-Петербург,
Институтский пр-кт, 21)
E-mail: Klimenok_av@spb-niilh.ru

Anastasia V. Klimenok

Specialist of the research department
of reforestation and afforestation,
Saint-Petersburg Forestry
Research Institute,
(21 Institutskiy avenue,
Saint-Petersburg, Russia)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов /

The authors declare no conflicts of interests.

Поступила в редакцию / Received 17.10.2025

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 09.11.2025

Принята к публикации / Accepted 21.11.2025