

Генезис и география почв

Н.Б. Хитров, Д.А. Никитин, Е.А. Иванова, М.В. Семенов Пространственно-временная изменчивость содержания и запаса органического вещества почвы: аналитический обзор // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1493-1521. <https://doi.org/10.31857/S0032180X23600841>

Цель аналитического обзора – систематизировать сведения о количественных характеристиках изменчивости содержания и запаса органического углерода (Сорг) в почвах. Рассмотрены оценки правильности и воспроизводимости определения содержания Сорг, пространственной вариабельности и неоднородности Сорг на разных уровнях строения почвенного покрова, изменения во времени. Показано, что пространственная составляющая является самым мощным фактором изменчивости Сорг в почвах. Выявлен тренд увеличения абсолютного стандартного отклонения и коэффициента вариации содержания и запаса Сорг в почве по мере увеличения логарифма площади исследуемого участка. Он проявляется на фоне широкого разброса значений показателей пространственного варьирования в каждом узком диапазоне изменения площади участка. Это приводит к высокой неопределенности оценок по мере увеличения охвата территории. Среди используемых методов определения содержания Сорг предпочтительным считается прямой метод сухого сжигания. Он позволяет получать правильные (т.е. с наименьшими систематическими отклонениями) и хорошо воспроизводимые данные. Косвенные методы Тюрина и Walkley-Black систематически занижают содержание Сорг и имеют воспроизводимость, сопоставимую с амплитудой сезонной динамики и с минимальными значениями характеристик пространственного варьирования в пределах элементарного почвенного ареала. Для получения оценок многолетнего тренда изменения Сорг требуется строгое соблюдение жестких условий мониторинга на интервалах времени более 15 лет. Запас Сорг варьирует в пространстве сильнее, чем содержание Сорг, что еще больше повышает требования к мониторингу.

Ключевые слова: органический углерод почвы, аналитическая воспроизводимость результатов, пространственное варьирование, сезонная динамика, многолетний тренд

Н. С. Мергелов, С. В. Горячкин, Э. П. Зазовская, Д. В. Карелина, Д. А. Никитин, С. С. Кутузов Супрагляциальные почвы и почвоподобные тела: разнообразие, генезис, функционирование (обзор) // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1522-1561. <https://doi.org/10.31857/S0032180X23601494>

В XXI в. ледники стали рассматривать как отдельный биом, который приобрел особое значение в современном мире отступающего льда. В обзоре систематизированы результаты последних исследований органо-минеральных образований на ледниках, их разнообразия, генезиса, функционирования и биосферной роли. Ставится вопрос о возможности вовлечения супрагляциальных (наледниковых) органо-минеральных образований в круг объектов почвоведения, а супрагляциальная зона рассматривается как область формирования почвенных и почвоподобных тел, биогеохимические процессы в которых влияют на ледниковый биом и окружающие его ландшафты. Типизация супрагляциальных органо-минеральных образований с позиции почвоведения выявила в них признаки почвенных процессов: аккумуляции и стабилизации органического вещества (ОВ), его гетеротрофной трансформации, образования темноцветного гумифицированного ОВ и накопления остаточных твердофазных продуктов функционирования *in situ*, агрегации мелкозема и его биогенного оструктурирования, биохимического выветривания. Среди супрагляциальных образований предложено выделять предпочвы, в том числе эфемерные образования, почвоподобные тела и почвы во льду и снеге, метастабильные почвоподобные тела на криоконите и почвы с микропрофилями под моховыми сообществами на льду, а также относительно стабильные почвы с макропрофилями на мелкоземисто-обломочных отложениях с подстиланием ледников и льда, уже прекратившего движение. Легкодоступное водорастворимое ОВ, накопившееся и трансформировавшееся, в том числе в супрагляциальных почвах и почвоподобных телах, оказывает существенное влияние на перигляциальную зону, приводя к резервуарному и прайминг эффектам. Фундаментальное значение исследований

супрагляциальных органо-минеральных систем велико для понимания эволюции экосистем на Земле и для построения моделей поверхностных образований внеземных тел с обширной криосферой. Супрагляциальное почвообразование – это также модельный объект для исследования формирования почв вне ледников в условиях постоянного поступления внешних органических и минеральных компонентов, вклад которых вне ледников не менее значителен, но замаскирован полиминеральным субстратом самих почв и почвообразующих пород.

Ключевые слова: органо-минеральные взаимодействия, предпочвы, криокониты, перигляциальная зона, эмиссия парниковых газов, радиоуглерод

Д. А. Каверин, С. В. Денева, А. В. Пастухов, С. В. Якубенко Особенности почвообразования в дренированных озерных котловинах Большеземельской тундры // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1562-1579. <https://doi.org/10.31857/S0032180X2360083X>

Охарактеризованы особенности строения, свойств и температурных режимов почв, функционирующих в двух различных осушенных озерных котловинах Большеземельской тундры. Котловины значительно различаются особенностями ландшафтного развития, составом почвообразующих пород в виде донных отложений и характером почвенно-растительного покрова. В естественно-дренированной котловине, сложенной минеральными (песчаными и глинистыми) донными отложениями, развиты почвы, принадлежащие к отделам глеевые и слаборазвитые, которые характерны для водораздельных ландшафтов региона. Почвы функционируют как мерзлотные экосистемно-модифицированные, частично защищены от протаивания. Профиль почв кислый, ненасыщен основаниями, с умеренным содержанием углерода в минеральных горизонтах. В искусственно-осушенной котловине, покрытой толщей заиленного торфа, сформировались преимущественно торфяные мерзлотные почвы, в том числе уникальные для ландшафтов Большеземельской тундры – торфоземы тундровых луговин. Торфяные мерзлотные почвы котловины являются экосистемно-защищенными, т.е. защищены от протаивания, отличаются высокой зольностью и слабокислой реакцией. Выявлена значительная дифференциация исследуемых параметров почв по котловинам, определяемых составом почвообразующих пород, спецификой развития ландшафтов и проявлениями современных криогенных процессов.

Ключевые слова: осушенные озерные котловины, тундровые почвы, температурные режимы почв, многолетнемерзлые породы

В. И. Убугунова, Л. Л. Убугунов, А. Д. Жамбалова, Т. А. Аюшина, В. Л. Убугунов Почвы приозерных понижений пульсирующих хлоридных озер области внутреннего стока Центральной Азии: морфология, физико-химические и геохимические особенности // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1580-1595. <https://doi.org/10.31857/S0032180X23600737>

Впервые получены данные по засоленным почвам бессточных приозерных понижений, формирующихся в районах экстраконтинентального климата с циклическим 25–30-летним изменением уровня озер в аридную и гумидную климатические фазы. Установлено, что в ландшафтах, прилегающих к высокоминерализованным хлоридным озерам юго-восточного Забайкалья, формируются различные почвы: на супераквально-субаквальных позициях – солончаки глеевые (Gleyic Solonchak (Loamic, Chloridic)); на супераквальных – гумусово-глеевые засоленные почвы (Calcaric Mollic Gleysol (Arenic, Endosalic, Sodic)); на элювиально-супераквальных – светлогумусовые засоленные (Fluvic Kastanozem (Epiarenic, Amphiloamic, Sodic)). Степень засоления изученных почв различная. Химизм засоления по катионам натриевый, по анионам в солончаках и верхнем горизонте гумусово-глеевой почвы – хлоридный, а в остальных почвах – содово-хлоридный и хлоридно-содовый. Солончаки глеевые имеют сильнощелочную реакцию среды, высокое содержание карбонатов, резкое доминирование в составе обменных катионов Na⁺. В солончаковом горизонте концентрируются многие химические элементы (Sr, S, Li, Mg, Ca), региональной особенностью является высокое содержание As. Гумусово-глеевая засоленная почва по физико-химическим показателям близка к светлогумусовой засоленной почве, а по

гранулометрическому и элементному составам – к солончакам. Это связано с тем, что гумусово-глеевая почва в аридную фазу функционирует в полугидроморфном режиме, а в гумидную – в гидроморфном. Близкое залегание грунтовых вод способствует обогащению почв типоморфными для озерных вод элементами. Установлено, что в нижних горизонтах светлогумусовой засоленной почвы фиксируется палеогидроморфная стадия развития в виде высокого содержания легкорастворимых солей и карбонатов. Геохимическая особенность почвообразующих пород заключается в высоком содержании As, а также повышенной концентрации Li, Ba, Pb, низком соотношении Ca/Sr. Использование кластерного анализа показателей свойств изученных почв показало, что гумусово-глеевая почва отражает как динамические, так и устойчивые почвенные параметры и рекомендуется для мониторинговых наблюдений за динамикой бессточных приозерных экосистем Центральной Азии с циклическими климатическими фазами.

Ключевые слова: высокоминерализованные хлоридные озера, цикличность функционирования почв, приозерные почвы, засоление

А. Ю. Овчинников, О. И. Худяков, О. С. Хохлова, А. М. Макшанов Палеокриолитопедогенез и эволюция дерново-подзолистых почв таежной зоны севера Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1596-1511. <https://doi.org/10.31857/S0032180X23600506>

Представлены результаты почвенно-генетических исследований, проведенных на дерново-подзолистых почвах (Albic Retisols), сформированных на суглинистых палеокриогенно-преобразованных почвообразующих породах, в Грязовецком районе Вологодской области. Предлагается концепция о роли криолитогенных процессов в позднем плейстоцене, определивших формирование и эволюцию современных дерново-подзолистых почв северо-востока Восточно-Европейской равнины. Рассматриваемая совокупность криолитопедогенных процессов и палеопризнаков, сформированных в результате этих процессов в современных зональных дерново-подзолистых почвах, позволила реконструировать условия формирования почв, расположенных в перигляциальной области валдайского оледенения. Полученные результаты расширили представления о влиянии процессов позднплейстоценового криогенеза и литогенеза на эволюцию современных дерново-подзолистых почв севера Восточно-Европейской равнины. Предлагается выделять палеокриолитогенные почвенные комбинации в структуре почвенного покрова как результат действия совокупного природного процесса – криолитопедогенеза позднего плейстоцена и голоцена.

Ключевые слова: почвообразование, палеопочвоведение, поздний плейстоцен, голоцен, Retisols, Stagnosols

Химия почв

Д. А. Соколов, И. С. Иванова, Т. И. Сиромля Содержание и подвижность металлов в олиготрофных торфяных почвах криолитозоны Западной Сибирь // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1612-1627.

<https://doi.org/10.31857/S0032180X23600786>

Происходящие климатические изменения оказывают наибольшее влияние на природные экосистемы северных широт, поскольку потепление климата, а также возрастающая антропогенная нагрузка, связанная с освоением арктических территорий, способствуют деградации мерзлых торфов и увеличению мощности сезонного-талого слоя почв. Актуальность исследования торфяных олиготрофных почв (Cryic Histosols) северных территорий Западной Сибири связана с тем, что их деградация обогащает природные воды органо-минеральными веществами, содержащими большой набор химических элементов, в том числе тяжелые металлы, способствуя изменению гидрогеохимического облика природных вод Севера. Описаны основные свойства торфов, отобранных из разных горизонтов почвенных профилей, заложенных на ключевых участках, охватывающих территорию ЯНАО с севера на юг и с запада на восток. Химический состав почв определяли в ИПА СО РАН стандартными методами. Содержания валовых и подвижных форм металлов (Fe, Ca, K, Na, Mg, Cd, Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn)

исследовали методом оптической атомно-эмиссионной спектрометрии и пламенной атомно-абсорбционной спектрометрии соответственно. Установлено, что характерной особенностью распределения концентраций исследуемых химических элементов в торфяных олиготрофных почвах северной части Западной Сибири является наличие двух максимумов в пределах почвенного профиля. Первый приурочен к верхним горизонтам, имеющим признаки деградации, второй – к верхней части многолетнемерзлых пород. Статистический анализ с использованием метода главных компонент показал, что низкая зольность, рН и широкое отношение C/N связаны с высокой подвижностью K, Cu, Zn и Mg. С увеличением зольности, рН и N_{общ} в верхней части многолетнемерзлых органогенных пород повышается подвижность Fe, Mn, Pb, Cd и Cr.

Ключевые слова: торф, Арктика, макро- и микроэлементы, тяжелые металлы, подвижность элементов в почвах, миграция, Cryic Histosols, многолетняя мерзлота, остаточная эутрофность

Т. Г. Елумеева, М. И. Макаров, М. С. Кадулин, К. Н. Замалетдинова, Т. И. Малышева, Д. М. Гулов, А. А. Ахметжанова, В. Г. Онипченко Содержание органического вещества и скорость разложения стандартного материала в почвах высокогорных фитоценозов Тебердинского национального парка // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1628-1643. <https://doi.org/10.31857/S0032180X23600701>

Высокогорные почвы очень разнообразны по содержанию органического вещества (ПОВ), но факторы, определяющие такое разнообразие, все еще полностью не выявлены. В 16 субальпийских, альпийских и субнивальных фитоценозах Тебердинского национального парка (северо-западный Кавказ) исследовали физико-химические и микробиологические характеристики почв, а также оценили параметры разложения стандартного материала на основе “индекса чайных пакетиков” (tea bag index, TBI): показатель стабилизации (STBI) и константу скорости разложения (kTBI). Проверяли следующие гипотезы: (1) ПОВ – один из предикторов STBI и kTBI в высокогорьях наряду с другими физико-химическими свойствами почвы; (2) больше ПОВ содержится при высоких значениях STBI и низких kTBI; (3) содержание ПОВ скоррелировано с подземной продукцией растений. Ведущими градиентами в изученных почвах являются: содержание влаги (автоморфные–гидроморфные почвы) и сопутствующее накопление ПОВ, а также высотный градиент, вверх по которому снижалось базальное дыхание почвы. Степень насыщения азотом (т.е. качество ПОВ) экстрагируемой фракции оказалась лучшим предиктором скорости разложения. STBI снижался при увеличении содержания общего углерода и потерь при прокаливании, а положительная связь kTBI с ПОВ отмечена только на автоморфных почвах. Таким образом, для богатых органическим веществом почв характерны низкий показатель стабилизации и относительно высокая скорость разложения. В фитоценозах с травянистыми доминантами содержание ПОВ было положительно скоррелировано с продукцией тонких корней, что подчеркивает важную роль продуктивности в накоплении органического вещества.

Ключевые слова: разложение органического вещества, стабилизация органического вещества, литозем, петрозем, продуктивность корней, tea bag index

Физика почв

А.Н. Салугин, Р.Н. Балкушкин Исследование вертикального переноса влаги на лизиметрах с учетом гранулометрической неоднородности субстратов // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1644-1653. <https://doi.org/10.31857/S0032180X23600257>

Рассмотрены вопросы почвенно-гидрофизического обеспечения математических моделей передвижения влаги, учитывающих неоднородность почвы, обусловленную пространственным изменением гранулометрического состава. Изучены процессы вертикального движения влаги на крупногабаритных лизиметрах ФНЦ агроэкологии РАН (Волгоград). Влияние статистической неоднородности гидрофизических параметров субстратов лизиметров исследовано на моделях динамики влагопереноса и

формирования гравитационного стока, разработанных в среде программного пакета HYDRUS-1D. Учитывалось изменение гранулометрического состава по вертикали профиля лизиметров и связанная с ним изменчивость основной гидрофизической характеристики (ОГХ). Гранулометрическая неоднородность субстратов оценивалась методом масштабирования по масштабным коэффициентам параметров ОГХ в предположении о нормальном распределении вероятностей логарифмов радиусов капилляров порового пространства между почвенными частицами. Изучалось влияние гранулометрического состава на водоудерживающую способность, граничные и начальные условия, интенсивность гравитационного стока и кумулятивное накопление влаги.

Ключевые слова: масштабирование гидрофизических характеристик, влагоперенос в почве, ОГХ, лизиметры

А.В. Смагин, Н.Б. Садовникова, Е.А. Беляева, К.В. Корчагина, А.А. Кокорева, В.Н. Кривцова
Кинетическая оценка способности к биодegradации гельформирующих почвенных кондиционеров в инкубационных экспериментах с инструментальным мониторингом диоксида углерода // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1654-1670. <https://doi.org/10.31857/S0032180X23600932>

Количественное изучение способности полимерных почвенных кондиционеров к биодegradации необходимо для обоснованного прогноза их устойчивости и функционирования в почвах. Предложен новый методологический подход на базе инструментального оборудования PASCO (США), позволяющего регистрировать непрерывные кинетические кривые эмиссии CO₂ в лабораторных экспериментах по инкубации композитных гельформирующих почвенных кондиционеров. Выявлены несколько характерных типов респирационных кривых и предложены новые физически обоснованные модели для их описания с последующим расчетом периодов полураспада композитных гидрогелей. Впервые показана возможность быстрой биодegradации почвенных кондиционеров – суперабсорбентов влаги на основе полимерной акриловой матрицы, традиционно считающихся не биодegradабельными, при введении в их жидкую фазу биологически активного компостного экстракта. При такой обработке, приближающей лабораторные эксперименты к реальным почвенным условиям, периоды полураспада как известных европейских суперабсорбентов Aquasorb, Zeba, так и российских гидрогелей Aquarastus снижались на порядок от исходных значений 2–6 лет до 0.1–0.3 года. На практике это может негативно сказываться на рентабельности применения таких материалов для кондиционирования почв из-за их быстрого разрушения и потери функциональности. Внедрение ионов серебра в инновационные композитные суперабсорбенты Aquarastus в дозе 0.1% или 10 ppm в набухших гелевых структурах эффективно снижает их биодegradацию, пролонгируя период полураспада до 10 лет и более, что вдвое превышает немецкий стандарт DüMV 05.12.12 к устойчивости полимерных мелиорантов.

Ключевые слова: эмиссия CO₂, гелевые суперабсорбенты, период полураспада, процессное моделирование

Биология почв

C. S. Li, Y. F. Zhang, G. Q. Li, N. M. Aspec, R. F. Cui, and Y. Zhang "Earthworm Diversity and Related Environmental Factors in Three Habitat Types in Northern China," Eurasian Soil Science, (), - ().
<https://doi.org/10.1134/S1064229323600781>

In the present study, we analyzed quantitative aspects of earthworms alongside soil and climate factors in three habitats, which include corn farms, vegetable fields, and grassland, in North China. Eighteen earthworm species belonging to seven genera and three families were found across habitat types in 57 plots. *Amyntas modiglianii* and *Aporrectodea caliginosa trapezoides* were the dominant species across the three habitat types. The average density of earthworms among the habitat types was 74.39 individuals/m² with the vegetable fields having the highest density. The highest number of earthworm species was found on the corn farms. The vegetable fields were found to have the highest Shannon–Wiener ($H' = 1.64$) and Margalef ($D = 1.06$) indices. Species composition was similar among the vegetable fields but differed significantly in the corn farms. Most soil samples from collection sites

were alkaline. Temperature and vapor pressure were positively correlated with earthworm species diversity and abundance, but negatively correlated with species dominance. Elevation was negatively correlated with species diversity and abundance, but positively correlated with dominance. Some soil and precipitation factors showed non-significant correlations with species diversity. In addition, there was no significant correlation between the distribution ratio of juveniles and environmental factors.

Keywords: species diversity, quantitative analysis, vegetable fields, corn farms, grassland, Megascolecidae

Агрохимия и плодородие почв

С. В. Лукин Динамика агроэкологического состояния почв Белгородской области при длительном сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1671-1685.

<https://doi.org/10.31857/S0032180X23600890>

Проанализированы результаты одиннадцати циклов обследования пахотных почв, проводимых с 1964 по 2022 гг. в юго-западной части Центрально-Черноземного района на территории Белгородской области. В степной зоне области преобладают черноземы обыкновенные, в лесостепной – черноземы типичные и выщелоченные. В течение одиннадцатого цикла обследования (2019–2022 гг.) средний уровень внесения минеральных удобрений составил 114.4 кг д.в./га, органических – 9.6 т/га, известкования кислых почв – 43.8 тыс. га в год. В результате средняя урожайность озимой пшеницы увеличилась до 5.09, сахарной свеклы – до 45.6, кукурузы на зерно – до 7.15 т/га. При этом в почвах пашни зафиксировано максимальное за весь период наблюдений значение средневзвешенного содержания органического вещества (5.3%). Доля кислых почв снизилась до 28.6%, в том числе среднекислых – до 3.0%. Величина гидролитической кислотности уменьшилась до 2.7 смоль(экв)/кг. Средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора (139 мг/кг) и калия (161 мг/кг) является самым высоким в регионе. К категории низкообеспеченных по содержанию подвижных форм серы относится 85.7% обследованных почв, цинка – 97.2, меди – 92.5, кобальта – 98.8, марганца – 40.1, молибдена – 21.3%. По содержанию подвижных форм бора 98.2% почв относится к категории высокообеспеченных.

Ключевые слова: известкование, кислотность почв, микроэлементы, органическое вещество почв, удобрения, урожайность, подвижные формы фосфора и калия, сера, чернозем

Деградация, восстановление и охрана почв

Kai Luo, Yuqi L, Xingyu Guan, and Xiaofang Zhang "Effects of Biochar with Different Particle Sizes on Soil Physicochemical Properties and Vertical Transport of Selenium and Cadmium," Eurasian Soil Science, (), - ().

<https://doi.org/10.1134/S1064229323601270>

In order to explore the effects of biochar addition on soil physical and chemical properties and vertical migration of cadmium (Cd) and Selenium (Se), and to some extent to help agricultural production practice. In this experiment, 5.0% biochar with different particle sizes was added to the soil (Burozem), and the soil was kept 70% of its field water capacity for one month. Then, pH, organic matter content, electrical conductivity, specific surface area, element potassium (K), calcium (Ca), sodium (Na), magnesium (Mg), Cd and Se contents were measured in soil samples with a depth of 5.0, 10, 15 and 20 cm. The effects of biochar with different particle sizes on soil physical and chemical properties, elements K, Ca, Na, Mg, Cd and Se contents were analyzed. The results showed that biochar could significantly reduce the vertical transport of metal elements ($P < 0.05$), enrichment Cd and Se in soil, reduce soil pH and conductivity, and increase the content of organic matter in soil. Because biochar has a loose porous physical structure, the addition of biochar changed the physicochemical properties of the soil, and adsorbed a certain amount of metal elements, thereby reducing the vertical migration of metal elements. This effect was more obvious when powdery biochar was added. This study provided reference for soil environmental protection, resource utilization and agricultural production.

Keywords: soil science, soil physicochemical properties, granular biochar, powdery biochar, metal

behavior

Г. Н. Копчик, С. В. Копчик, Ю. В. Куприянова, М. С. Кадулин, И. Е. Смирнова Оценка запасов углерода в почвах лесных экосистем как основа мониторинга климатически активных веществ // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1686-1702. <https://doi.org/10.31857/S0032180X23601329>

Характерные для почвенного покрова Звенигородской биостанции МГУ элювоземы и дерново-элювоземы на двучленных отложениях содержат в подстилке и метровом слое минеральной толщи в среднем 65–83 т/га органического углерода. Запасы углерода минимальны в дерново-элювоземе сложного ельника (59–68 т/га), отличающемся облегченным гранулометрическим составом, и достигают 76–92 т/га в почвах березово-елового и сложного сосново-елового лесов. При этом в подстилке сосредоточено 3.3–5.8 т С/га или 4–9% общих запасов органического углерода, а в верхнем минеральном слое (0–20 см) – 64–69%. Разные уровни и профильное распределение запасов органического углерода в почвах обусловлены литолого-гранулометрическими особенностями и характером растительности. Вклад экстрагируемых водой органических соединений углерода в их общее содержание в верхних минеральных горизонтах почв не превышает 1.3–1.8%, микробного углерода – 1.7–2.4%. В кислых легкосуглинистых почвах обогащенность кальцием и калием, емкость катионного обмена, содержание обменных оснований и степень насыщенности могут служить индикаторами содержания и запасов органического углерода на экосистемном уровне. Связь с содержанием тонкодисперсных фракций и оксалаторастворимых Al и Fe проявляется в меньшей степени вследствие близкого происхождения и свойств почв. Изменчивость запасов органического углерода в почвах в наибольшей степени определяется его содержанием, влияние которого снижается с глубиной. Учет пространственной неоднородности, полевые измерения плотности и доли мелкозема, корректные аналитические определения являются необходимыми составляющими оценки запасов углерода в почвах лесных экосистем в рамках создаваемой национальной системы мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов.

Ключевые слова: экологические функции, секвестрация углерода, органический углерод, водорастворимые соединения, микробная биомасса, изменчивость, подстилка, Dystric Cambisol