

Генезис и география почв

Н. Б. Хитров, Е. И. Кравченко, Д. И. Рухович, П. В. Королева Эрозионно-аккумулятивная структура почвенного покрова сухостепного агроландшафта, Ростовская область // Почвоведение. 2024. № 9. С. 1147-1173. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24090018>

N. B. Khitrov, E. I. Kravchenko, D. I. Rukhovich, and P. V. Koroleva "Erosion–Accumulative Soil Cover Patterns of Dry-Steppe Agrolandscape, Rostov Region," Eurasian Soil Science, 57 (9), 1409-1432 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601045>

Представлены результаты наземного исследования эрозионно-аккумулятивной структуры почвенного покрова ключевого участка и проведена оценка информативности мультिवременных данных дистанционного зондирования открытой поверхности почв для ее выявления и картографирования в зоне распространения темно-каштановых почв. Участок расположен на Миллерово-Морозовской наклонной равнине в пределах Доно-Донецкой холмисто-грядовой равнины, Обливский район Ростовской области. Почвенный покров ключевого участка представлен сочетанием разных вариаций малоконтрастных почв на выпуклых и вогнутых поверхностях в пределах вытянутой гряды и ее склонов, включающих агротемно-каштановые солонцеватые и несолонцеватые почвы, агроземы (смытые почвы, потерявшие ксерометаморфический горизонт), стратоземы (сильнонамытые почвы). Формирование структуры почвенного покрова обусловлено сочетанием форм мезорельефа и двух видов почвообразующих пород. Карта коэффициента *C* мультिवременной линии почв выявляет неоднородность почвенного покрова, обусловленную проявлением эрозионно-аккумулятивных процессов. На исследуемом ключевом участке существенно отличаются три контрастные почвенные комбинации в виде разных вариаций и сочетания-вариаций, образующие своеобразный каркас структуры почвенного покрова. Почвенные комбинации смытых и намытых почв, расположенные между указанными выше тремя группами почвенных комбинаций, значимо отличаются от соседей, но их интерпретация имеет повышенную неопределенность.

Ключевые слова: темно-каштановые почвы, стратоземы, смытые почвы, слитизированные почвы, *Na*plic Kastanozems, открытая поверхность почв, спектральная окрестность линии почв, мультिवременная линия почв

Химия почв

Е. В. Ванчикова, Е. В. Шамрикова, Е. В. Кызьюрова, Е. В. Жангуров Влияние различных факторов на оценку общей щелочности почв на карбонатных породах // Почвоведение. 2024. № 9. С. 1174-1190. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24090026>

E. V. Vanchikova, E. V. Shamrikova, E. V. Kizyurova, and E. V. Zhangurov "Effects of Different Factors on the Assessment of Total Alkalinity of Soils on Calcareous Rocks," Eurasian Soil Science, 57 (9), 14433-1446 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601057>

Динамизм пулов и потоков углерода в ландшафтах требует особого внимания к методам и средствам измерения всех углеродсодержащих компонентов. Важной составной частью бюджета

углерода карбонатных геосистем является растворенный неорганический углерод, часть которого выносится поверхностными и латеральными потоками в водные объекты, что актуализирует внимание к оценке общей щелочности (ОЩ) почв, сформированных на карбонатных породах. Анализ образцов почв и почвообразующей породы Полярного Урала с содержанием CaCO_3 от 0 до 100% выявил факторы, влияющие на значение их ОЩ: а) способ подготовки почвы и водной вытяжки (отношение массы почвы и объема дистиллированной воды $m_{\text{п}} : \text{VH}_2\text{O}$, качество разделения твердой и жидкой фаз); б) вариант фиксации точки конца титрования вытяжек кислотой; в) присутствие органических кислот с pK_a менее 4.4. Последние снижают содержание гидрокарбонат-иона посредством его перевода в угольную кислоту, не измеряемую титриметрически. Данный механизм подтвержден: а) анализом модельных растворов гидрокарбоната натрия и муравьиной ($\text{pK}_a = 3.75$), винной ($\text{pK}_a1 = 3.04$, $\text{pK}_a2 = 4.37$), яблочной ($\text{pK}_a1 = 3.46$) кислот; б) катионно-анионным балансом водных вытяжек из почв; в) отрицательным смещением результатов титриметрического измерения ОЩ (суммы карбонатной и органической щелочности) относительно количества эквивалентов растворенного неорганического углерода, определенного высокотемпературным каталитическим окислением при одинаковом $m_{\text{п}} : \text{VH}_2\text{O}$ в обоих методах. Сопоставление результатов измерений ОЩ почв, полученных в разных лабораториях, возможно лишь при строгом соблюдении всех условий, которые можно экспериментально осуществить. Для разделения твердой и жидкой фаз карбонатных почв рекомендовано использование центрифуги, для фиксации точки конца титрования – рН-метр или титратор.

Ключевые слова: водные вытяжки, гидрокарбонат-анионы, органические кислоты, потенциометрический метод, высокотемпературное каталитическое окисление, Полярный Урал

Физика почв

А. В. Смагин Физически обоснованная термодинамическая модель основной гидрофизической характеристики почв для всего диапазона влажности // Почвоведение. 2024. № 9. С. 1191-1206. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24090034>

A. V. Smagin "Physically Based Thermodynamic Model of the Water Retention Curve of Soils for the Entire Water Range," Eurasian Soil Science, 57 (9), 1447-1460 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324600234>

Количественное описание основной гидрофизической характеристики (ОГХ) почв остается одной из наиболее актуальных задач гидрофизики в связи с ее значением для компьютерного моделирования транспорта почвенной влаги и растворенных веществ, а также для развития термодинамической концепции физического качества почвы. Представлена новая модель ОГХ как функциональная зависимость термодинамического потенциала (давления) влаги и ее содержания в почве во всем возможном диапазоне от условно нулевой влажности до полной влагоемкости. В отличие от известных эмпирических аналогов, модель базируется на фундаментальных физических механизмах водоудерживания, комбинирующих капиллярный эффект и расклинивающее давление воды (по Дерягину). Ограничения пористостью (полной влагоемкостью), высотой предельного капиллярного подъема и стандартным термодинамическим потенциалом условно нулевого содержания воды при температуре 105°C используются для обоснования области определения ОГХ, ее точки перегиба и скейлинга. Аналитическое выражение новой модели в форме комбинации экспоненциальной и гиперболической функций с аргументом влажности почвы легко дифференцируется и позволяет рассчитывать по ОГХ дифференциальную влагоемкость, переменную поверхность раздела фаз и распределение пор по размерам с максимумом в точке наименьшей (полевой) влагоемкости, оценивать удельную поверхность твердой фазы. Валидация модели с использованием среднестатистических ОГХ

основных генетических типов и текстурных классов некоторых почв Евразии подтверждает ее хорошее соответствие экспериментальным данным при более адекватном описании ОГХ в окрестности условно нулевой влажности почв по сравнению со стандартной эмпирической моделью ван-Генухтена при таком же числе параметров. Фундаментальный характер новой модели и хорошая аппроксимирующая способность для всего диапазона ОГХ создают перспективу ее разнообразного использования для оценки физического качества почвы и процессного моделирования влагопереноса, особенно в тонкодисперсных и сильноиссушаемых аридных почвах, где аппроксимирующие возможности модели превышают известные эмпирические аналоги.

Ключевые слова: термодинамика почвенной влаги, капиллярность, расклинивающее давление, удельная поверхность, процессное моделирование

Минералогия и микроморфология почв

В.В. Малышев, А. О. Алексеев Соединения железа в степных почвах Восточно-Европейской равнины, связь с почвенными процессами и палеоклиматические аспекты // Почвоведение. 2024. № 9. С. 1207-1221. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24090048>

V. V. Malyshev and A. O. Alekseev "Iron Compounds in Steppe Soils of the East-European Plain: Association with Soil Processes, Paleoclimatic Aspects," Eurasian Soil Science, 57 (9), 1461-1474 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601070>

Изучены общее содержание, формы и минералогический состав соединений железа почв лесостепной, степной и полупустынной зон от центрально-черноземных районов до Прикаспийской низменности и от Южного Урала до Керченского пролива. В исследование включены черноземы ($n = 40$) (Chernozems), каштановые ($n = 15$) (Kastanozems), солонцы ($n = 7$) (Solonetz), бурые полупустынные ($n = 7$) (Calcisols). На основании результатов выявлены характерные особенности распределения общего содержания железа, масс-баланса (tFe, Zr), форм соединений железа, его магнитной восприимчивости (χ) и минералогии в профилях почв. Распределение tFe, Zr в исследуемых почвах отражает процессы и условия почвообразования, а также литологические особенности. Для более детального понимания процесса преобразований соединений железа в степных почвах изучены гранулометрические фракции (<2, 2–5, 5–10, 10–50 мкм) методом мессбауэровской спектроскопии и магнитной восприимчивости на примере чернозема выщелоченного, темно-каштановой, светло-каштановой солонцеватой и бурой полупустынной почвы. Показано, что большая доля Fe^{3+} в составе илистой фракции содержится в высокодисперсных оксидах и гидроксидах в суперпарамагнитном состоянии. В гумусово-аккумулятивных горизонтах степных почв фиксируется сокращение доли Fe^{2+} в алюмосиликатах в связи с процессами выветривания. Выявленная взаимосвязь отношения гетит/(гематит + гетит) в гумусово-аккумулятивных горизонтах почв с климатическими параметрами позволяет использовать его в дальнейшем при палеоклиматических реконструкциях. Мессбауэровской спектроскопией фиксируется значительное увеличение содержания несиликатного железа в гумусово-аккумулятивных горизонтах степных почв по сравнению с почвообразующей породой, что является важным подтверждением процесса формирования оксидов железа в ходе почвообразования. При сравнении методов определения несиликатного железа в почвах (мессбауэровская спектроскопия и вытяжка Мера–Джексона) отмечены существенные различия в результатах, что указывает на недооценку количества свободных форм железа химическим методом.

Ключевые слова: гетит, гематит, магнитная восприимчивость, мессбауэровская спектроскопия

Эрозия почв

Ю.Р. Фарходов, Д.А. Никитин, Н.В. Ярославцева, С.В. Максимович, А.Р. Зиганшина, И.В. Данилин, В.А. Холодов, М.В. Семенов, А.П. Жидкин Состав органического вещества и биологические показатели почв разной степени смытости и намытости на малом водосборе в центральной лесостепи Среднерусской возвышенности // Почвоведение. 2024. № 9. С. 1222-1236. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24090059>

Yu. R. Farkhodov, D. A. Nikitin, N. V. Yaroslavtseva, S. V. Maksimovich, A. R. Ziganshina, I. V. Danilin, V. A. Kholodov, M. V. Semenov, and A. P. Zhidkin "Composition of Organic Matter and Biological Properties of Eroded and Aggraded Soils of a Small Catchment in the Forest-Steppe Zone of the Central Russian Upland," Eurasian Soil Science, 57 (9), 1474-1487 (2024). <https://doi.org/10.1134/S106422932460115X>

Проанализировано влияние землепользования и эрозионно-аккумулятивных процессов на некоторые физические, химические и биологические свойства почв малого водосбора в Курской области. Исследованы распахиваемые черноземы (Haplic Chernozems) и стратоземы (Fluvic Chernic Phaeosems (Loamic, Pachic)), а также нераспахиваемые стратоземы днища балки. Агрегатный состав (сухое просеивание) отличался высокой долей частиц >10 мм на пашне и низкой – в нераспахиваемом днище балки. Различия в содержании углерода, азота и показателя C/N не выявлены. По данным аналитического пиролиза, идентифицировано 26 пиролизатов, отражающих состав почвенного органического вещества. Относительные содержания пиррола, пиридина, толуола и индана были выше в составе пиролизатов органического вещества пашни, чем днища балки. Высокие доли фурфурола и метилфурфурола наблюдались среди пиролизатов днища балки по сравнению с пашней. Различия по содержанию алканов и фенола не выявлены. Биомасса микроорганизмов представлена преимущественно грибами (от 97 до 99%), высокое обилие которых характерно для непахотных почв днища балки. Различия в дыхательной активности исследуемых почв не выявлены. Показано значительное влияние эрозионно-аккумулятивных процессов и обработки почвы на пространственную неоднородность состава органического вещества и микробиологические показатели. Пахотные почвы характеризуются высоким содержанием азотсодержащих компонентов почвенного органического вещества, формирование почв днища балки происходит в условиях относительно высокого содержания углеводных компонентов зрелого органического вещества. Высокий коэффициент структурности почв днища балки в условиях накопления грибной биомассы свидетельствует об активном участии намытого материала в образовании агрегатов.
Ключевые слова: эрозия почвы, коэффициент структурности, аналитический пиролиз, биомасса микроорганизмов, люминесцентная микроскопия, биологическая активность почвы, базальное дыхание почвы, субстрат-индуцированное дыхание почвы

А.П. Жидкин, А. В. Хирк, В. Н. Щепотьев, Д.В. Фомичева, Д. В. Жуйков Противоэрозионные мероприятия на сельскохозяйственных угодьях в России (обзор) // Почвоведение. 2024. № 9. С. 1237-1250. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24090063>

A. P. Zhidkin, A. V. Khirk, V. N. Shchepotiev, D. V. Fomicheva, and D. V. Zhuikov "Erosion Control Measures on Agricultural Land in Russia: A Review," Eurasian Soil Science, 57 (9), 1487-1498 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601173>

Одним из важных направлений эрозиоведения является разработка противоэрозионных мероприятий. Проведенный анализ специальной литературы показал, что в России большая часть приемов и способов по борьбе с эрозией почв была разработана в 1960–1980-х гг., а в последние десятилетия отмечается значительный спад интереса к научно-практическим разработкам по борьбе с эрозией почв. Имеющаяся в литературе информация по данному вопросу слабо систематизирована и не имеет общепринятой классификации. Предложенная авторская типизация позволила систематизировать все найденные в литературе противоэрозионные мероприятия и создать их реестр. Информация об эффективности

применения противоэрозионных мероприятий малочисленна и в значительной степени противоречива. Лучше всего изучена эффективность агротехнических мероприятий. Наиболее эффективным среди агротехнических мероприятий следует признать безотвальную вспашку, которая, согласно литературным данным, способствует снижению эрозии почв на 70–90%, в то время как остальные агротехнические мероприятия в среднем снижают темпы эрозии почв вдвое или меньше. В последние десятилетия в России происходят значительные изменения темпов и характера протекания эрозии почв под влиянием климатических изменений и социально-экономических преобразований в аграрно-промышленном комплексе. Однако анализ выявил дефицит работ, описывающих адаптацию имеющихся противоэрозионных мероприятий и разработку новых мероприятий, учитывающих современные изменения эрозионно-аккумулятивных процессов.

Ключевые слова: эрозия почв, вспашка, обработка почв, севооборот, лесополоса, залужение, снегозадержание

Деградация, восстановление и охрана почв

М.М. Иванов, Н.Н. Иванова, В.Н. Голосов, А.А. Усачева, Н.Г. Дымчук, Г.А. Смолина, Д.В. Фомичева
Оценка изменений чернобыльского загрязнения и темпов смыва пахотных почв путем повторного обследования // Почвоведение. 2024. № 9. С. 1251-1262. <https://doi.org/10.31857/S0032180X24090078>

M. M. Ivanov, N. N. Ivanova, V. N. Golosov, A. A. Usacheva, G. A. Smolina, and D. V. Fomicheva
"Assessment of Changes in Chernobyl Contamination and Erosion Rates for Arable Soils Using Resampling Method," Eurasian Soil Science, 57 (9), 1499-1508 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601112>

Трансформация радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных земель изотопом ^{137}Cs служит одним из свидетельств проявления эрозии почвы. Количественная оценка изменения запасов радионуклида и соответствующих им темпов потери почвы может быть осуществлена методом повторного отбора интегральных образцов почвы на ключевых участках через продолжительные интервалы времени. Такие исследования сравнительно немногочисленны и в зоне интенсивного чернобыльского загрязнения в Центральной России ранее не проводились. Метод повторного пробоотбора был использован в 2023 г. в пределах распахиваемых склонов малого водосбора в южной части Тульской области через 26 лет после проведения аналогичной процедуры в 1997 г. Произошедшие за этот период изменения запасов ^{137}Cs оказались статистически значимыми, в среднем сокращение составило более 10%. Согласно пропорциональной конверсионной модели эрозии, использующей относительные изменения запасов ^{137}Cs , среднегогодечный темп смыва был оценен в 11.7 т/га в год. Такие величины потерь почвы в целом сопоставимы с опубликованными ранее результатами независимого математического моделирования для этой территории. Таким образом, использование метода повторного пробоотбора, в том числе на новых объектах, является перспективным для оценки темпов потерь почвы и дает возможность верифицировать существующие модели эрозии, а также отслеживать долгосрочные тенденции пространственной трансформации радиоактивного загрязнения.

Ключевые слова: водная эрозия, радиоцезиевый метод, радионуклиды, Chernic Phaeozems

А. П. Хаустов, М. М. Редина Оценка загрязнения городской почвенно-растительной системы с применением интегральных показателей // Почвоведение. 2024. № 9. С. 1263-1274.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X24090084>

A. P. Khaustov and M. M. Redina "Assessment of the Urban Soil-Plant System Based on Integral Indicators of Environment Pollution," Eurasian Soil Science, 57 (9), 1509-1518 (2024).
<https://doi.org/10.1134/S1064229324601161>

Рассмотрено распределение интегральных показателей загрязнения компонентов почвенно-растительной системы полициклическими ароматическими углеводородами на городской территории. Объект изучения – антропогенно-измененный природный комплекс кампуса РУДН и прилегающего Юго-западного лесопарка (г. Москва), включая почвы (Albic Retisols (Ochric)) и местные растительные виды. Основной источник загрязнений – автотранспортная нагрузка. Воздействие от пяти участков автодорог, окружающих и пересекающих территорию, формируют специфическую картину распространения загрязнителей, что демонстрируется на примере маркерных соединений – полициклических ароматических углеводородов. В качестве ориентировочно безопасного уровня загрязненности почв и растительности рассчитаны фоновые концентрации индивидуальных полиаренов в средах, определяемые методом динамических фазовых портретов. Выявлено локальное перераспределение зон загрязнения при миграции полиаренов из снежного покрова в почвы, затем в корневые системы и надземные части растительности. Предложенный методический подход, основанный на применении интегральных показателей, позволяет оценивать степень пораженности экосистем комплексом приоритетных загрязнителей.

Ключевые слова: суммарный индекс загрязнения, полициклические ароматические углеводороды, Albic Retisols (Ochric), автотранспорт

Т. В. Королева, И. Н. Семенов, С.А. Леднев, О. С. Солдатова Керосиновое топливо как источник загрязнения почвы (обзор) // Почвоведение. 2024. № 9. С. 1275-1282.
<https://doi.org/10.31857/S0032180X24090095>

T. V. Koroleva, I. N. Semenov, S. A. Lednev, and O. S. Soldatova "Jet Fuel as a Source of Soil Pollution: A Review," Eurasian Soil Science, 57 (9), 1519-1524 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324601264>

Керосин широко используется в различных видах антропогенной деятельности. Вопрос его экологической безопасности наиболее часто поднимается в связи с использованием реактивного топлива самолетами и ракетами-носителями. На всех этапах жизненного цикла авиация и ракетно-космическая техника воздействуют на окружающую среду. В авиации загрязнение атмосферного воздуха и наземных экосистем обусловлено в первую очередь керосином и продуктами его неполного сгорания и технологически предусмотрено при сливе топлива в воздухе в случае аварийной посадки у ряда моделей. При эксплуатации ракетно-космической техники керосин поступает в наземные экосистемы в результате проливов топлива из двигателей и баков горючего на местах падения отработавших первых ступеней ракет-носителей. Из вторых и третьих ступеней ракет-носителей керосин не поступает в наземные экосистемы. Компонентный состав аэрозольных эмиссий из двигателей самолетов и ракет-носителей изучен достаточно детально. При этом в отношении почв практически отсутствуют публикации с репрезентативными выборками и их статистической обработкой не только по содержанию керосина, но и суммарному содержанию нефтепродуктов в почвах зон воздействия авиационно-космической техники. Тем не менее, имеющиеся данные и результаты математического моделирования позволяют утверждать, что при штатном режиме эксплуатации авиационной и ракетно-космической техники наблюдается приемлемый уровень поступления углеводородов в наземные экосистемы, не превышающий ассимиляционный потенциал. То есть поступающее количество керосина достаточно быстро исчезает, не нанося необратимого урона.

Ключевые слова: авиационное топливо, дерново-подзолистые почвы (Albic Retisols), бурые аридные почвы (Calcisols), ракетно-космическая деятельность, суммарное содержание нефтяных углеводородов, летучие органические соединения

Zhongzheng Ren, Wei Hu, Yuan Chen, Guihui Ding, Xu Fan, and Xingyi Zhang "Evaluation of Snowmelt and Rainfall Erosion in the Total Soil Losses in a Typical Small Watershed in Black Soil Region of Northeast China," *Eurasian Soil Science*, 57 (9), 1525-1538 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324600477>

Snowmelt erosion and rainfall erosion are important components of soil erosion in Northeast China. Studying how snowmelt and rainfall affect runoff and sediment yield is essential to control soil erosion in this region. Based on the soil and water loss observation data in small watershed during snowmelt and rainfall periods, snowmelt and rainfall erosion processes were studied. The runoff–sediment relationship was analyzed. The results indicate that 13 snowmelt runoff events and 14 rainfall runoff events were recorded. During the snowmelt period, runoff depth (RD) and sediment yield (SY) exhibited a slow increase (early stage), rapid increase (middle stage), and then rapid decrease (late stage) trend. RD and SY in the middle stage were higher than those in the early and late stages. Moreover, during the rainfall period, soil erosion mainly occurred from July to August; during these two months, the rainfall and rainfall erosivity accounted for 66.0 and 91.1% of the total rainfall and rainfall erosivity, respectively; and the RD and SY in this period accounted for 88.4 and 89.8% of total amounts in the whole rainfall period, respectively. In addition, the contributions of snowmelt and rainfall to RD and SY were 18.6 and 81.4%, and 3.8 and 96.2%, respectively. Hysteresis analysis suggested that clockwise hysteresis loop was the dominant pattern, followed by eight-shaped anticlockwise loop, and complex anticlockwise loop.

Keywords: runoff depth, sediment yield, snowmelt period, rainfall period, runoff–sediment relationship, hysteresis loop, black soil region

R. Al-Khoury, A. A. K. Jaafar, S. Salim, S. Mandzhieva, A. Barakhov, L. Perelomov, and V. D. Rajput "Chronical Soil Pollution with Chromium in the Tanneries Area: a Case Study in Damascus, Syria," *Eurasian Soil Science*, 57 (9), 1538-1550 (2024). <https://doi.org/10.1134/S1064229324600465>

The present work was conducted to evaluate the chromium contamination and its relationship with soil components of the Eastern Ghouta of Damascus, Syria. Various areas were chosen in the terms of chromium content analysis. Soil samples were collected from these areas to a depth of 60 cm from the three layers, at intervals of 20 cm. The results showed that the levels of total and CrVI were within the normal limits in Al-Maamouniye (uncontaminated with chromium), Jobar (agricultural land), and Ein Tarma (agricultural land). While it exceeded the maximum permissible limit (MPL) as per FAO and WHO on the area of Tanneries (Dabagat). The soil content of CrIII (536.99, 474.34, 415.77 mg kg⁻¹) and CrVI (0.12, 0.51, 0.75 mg kg⁻¹) were determined in the layers of 0–20, 20–40, 40–60 cm, respectively. The results also showed that 80% of chromium was associated with organic matter in the soil of Al-Dabagat region. In contrast, approximately 85% of chromium was available in the remaining part of the Mamounia soil. It was noted the content of chromium, which is associated with iron and manganese oxides, were high. Although chromium was exchangeable and bounded to CaCO₃, however, its quantity was negligible. The results showed that the concentration of CrVI increased with depth at all the selected areas, in contrast to CrIII which decreased with the depth of soils.

Keywords: heavy metals, Cr, ecological indicators, soil pollution, Cambids