

## РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВЕННО-ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© 2023 С. Я. Кудряшова , А. С. Чумбаев 

ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, проспект Академика Лаврентьева, 8/2,  
г. Новосибирск, 630090, Россия. E-mail: [kudryashova@issa-siberia.ru](mailto:kudryashova@issa-siberia.ru); [chumbaev@issa-siberia.ru](mailto:chumbaev@issa-siberia.ru)

Представлены основные результаты теоретических и экспериментальных исследований лаборатории почвенно-физических процессов ИПА СО РАН, полученные на основе выполнения государственных программ по изучению и освоению земельного фонда Сибири. Отмечены новые направления деятельности лаборатории, в том числе выполнение теоретических и экспериментальных работ в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ», который предполагает учёт данных о бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах.

**Ключевые слова:** физика почв в Сибири; лаборатория почвенно-физических процессов; исторические аспекты; современные направления деятельности.

**Цитирование:** Кудряшова С.Я., Чумбаев А.С. Развитие теоретических и экспериментальных исследований почвенно-физических процессов в Западной Сибири // Почвы и окружающая среда. 2023. Том 6. № 4. e221. DOI: [10.31251/pos.v6i4.221](https://doi.org/10.31251/pos.v6i4.221)

Как показывают многочисленные теоретические наработки и практический опыт освоения почв в различных биоклиматических зонах страны, почвенно-физические свойства и режимы являются важными составляющими почвенного плодородия, которые в значительной степени определяют условия роста и развития растений, производительность труда в земледелии и объём получаемой сельскохозяйственной продукции. Для таких регионов как Западная Сибирь, почвенный покров которой представлен сложным сочетанием типов почв, различающихся по агрономической ценности и мелиоративным свойствам, физические основы почвенного плодородия являются необходимым, а в некоторых случаях, главным фактором эффективного землепользования и охраны почв.

Подчёркивая важность агрофизических свойств для решения принципиальных вопросов использования сельскохозяйственных территорий, К.П. Горшенин (1955) в первом и единственном на тот период времени обобщении, освещающем основные географические закономерности распределения и свойства главнейших типов почв Сибири от Урала до Байкала, с сожалением отмечает: «...при выполнении настоящей работы выявлена недостаточность данных для характеристики почв в отношении их физических свойств, водного режима и структуры, особенно динамики этих свойств». Поэтому в числе первых подразделений Отдела почвоведения Биологического института СО АН СССР, доктор сельскохозяйственных наук Р.В. Ковалев организовал лабораторию физики, мелиорации и эрозии почв. Руководителем объединённой лаборатории был назначен кандидат сельскохозяйственных наук В.П. Панфилов. Целевые исследования Отдела почвоведения в 1950–1960 гг. были сосредоточены в горных районах юга Сибири, на территории которых маршрутными и стационарными методами получен большой объём фактического материала, ставший основой для создания первой целостной и глубокой характеристики почвенного покрова Горного Алтая (Панфилов, 1956; 1964).

Наряду с географо-генетическим направлением почвенных исследований значительные успехи были достигнуты при изучении агрофизических свойств почв, которые имели большое практическое значение для их агромелиоративной оценки и теоретического обоснования комплекса зональных систем земледелия. Для территорий обширного горного обрамления юга Сибири одной из первых представлена оценка мелиоративных особенностей почв сухостепных котловин, составляющих основной фонд сельскохозяйственных земель Горно-Алтайской автономной области (рис. 1).

Специализированная лаборатория физики почв была выделена как самостоятельное подразделение из объединённой лаборатории физики, мелиорации и эрозии почв в 1968 г.,

одновременно с созданием Института почвоведения и агрохимии (ИПА) СО АН СССР – научного центра по изучению почв Сибири. Основные направления научных исследований Института были связаны с решением государственных программ по изучению и освоению земельного фонда Сибири. Планы тематических заданий по рациональному использованию земельных ресурсов в ближайшей и отдалённых перспективах включали широкий спектр задач по вовлечению резервных территорий в хозяйственное использование, созданию зональных систем земледелия, разработке и применению агромелиоративных мероприятий, а также вопросы прогнозирования воздействия мелиораций на свойства почв и состояние почвенного покрова.



**Рисунок 1.** Панфилов В.П. и Ковалев Р.В. (фото 1); Хмелев В.А. (крайний слева), Мальгин М.А. (второй слева), Панфилов В.П. (крайний справа) (фото 2) в период исследования почвенного покрова Горно-Алтайской автономной области (1964–1965 гг.).

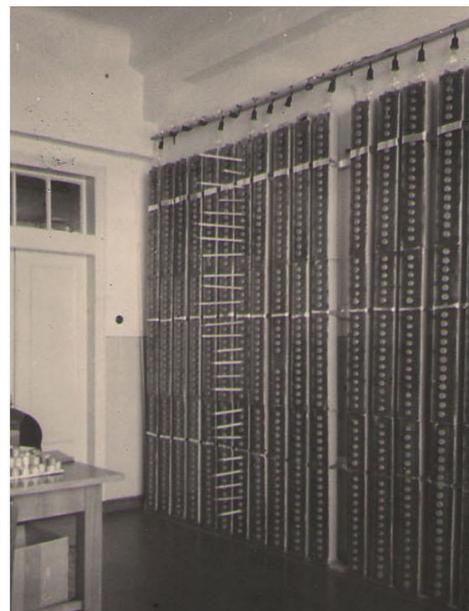
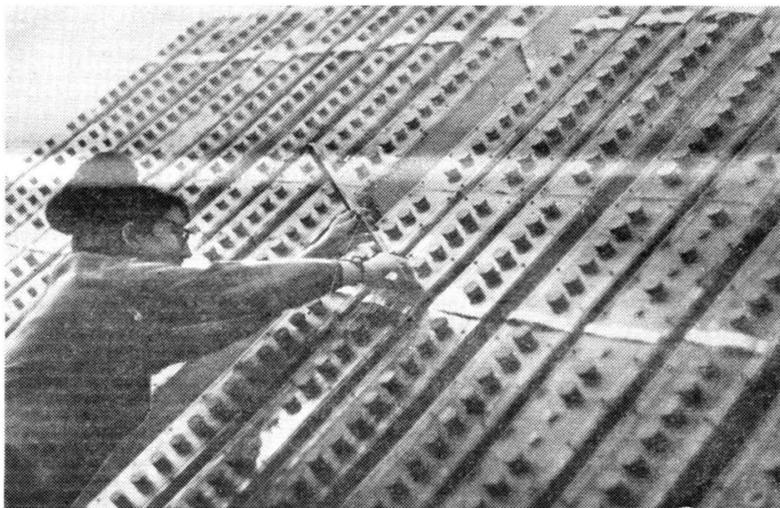
В развитие почвенно-мелиоративного направления, имевшего большое значение для определения земельно-ресурсного потенциала региона, в числе ведущих подразделений Института существенный вклад внесли исследования лаборатории физики почв, в результате которых были получены показатели агрофизических свойств почв и параметры их водно-физического и температурного режимов в различных природно-климатических зонах Сибири.

Программа научной деятельности лаборатории физики почв и профессиональный рост её сотрудников формировались в процессе выполнения научно-производственных программ. К числу наиболее значимых можно отнести этап, связанный с выполнением программы по изучению физики, водного режима и водного баланса почв Кулундинской степи, который способствовал сплочению лаборатории как научного коллектива. Другой важный период связан с выполнением большого объёма работ по разделам государственной целевой научно-исследовательской программы «Сибирь», по результатам которых лаборатория физики почв получила статус ведущей организации в области исследования фундаментальных почвенно-физических процессов и количественной оценки физических свойств почв.

*Комплексная программа Сибирского отделения АН СССР, Министерства мелиорации и водного хозяйства РСФСР и Министерства сельского хозяйства РСФСР «Орошение и обводнение Кулундинской степи».* Развитие агропромышленного комплекса на территории Сибири в 1960–1970 годы являлось необходимой основой для реализации проектов по освоению её природных ресурсов. Тематическими планами научных учреждений и проектных организаций было предусмотрено проведение исследований для обеспечения высоких темпов сельскохозяйственного производства на основе его интенсификации. В системе мер, направленных на интенсификацию сельского хозяйства в засушливых зонах страны, решающая роль была отведена орошению, защите почв от ветровой эрозии и улучшению их водного баланса.

Молодой коллектив лаборатории физики почв проводил разноплановые полевые и лабораторные исследования физических свойств, водного режима и водного баланса почв Кулундинской степи, следуя шутливому лозунгу: «*Наш девиз, как заклинание, трудиться до влажности устойчивого завядания!*». В течение сравнительно короткого периода сотрудниками лаборатории были изучены региональные особенности водно-физических и мелиоративных свойств почв степной зоны Западной Сибири (рис. 2). По данным детального исследования элементов водного баланса почв и их гидротермического режима было показано, что чернозёмы и каштановые почвы Кулундинской степи, в отличие от их европейских аналогов, характеризуются пониженной влагоёмкостью и значительно меньшей мощностью слоя активного влагооборота. Впервые для почв

Сибири в модельных полевых опытах были установлены закономерности передвижения и доступности растениям различных форм почвенной влаги.



**Рисунок 2.** Аспирантка лаборатории физики почв Чащина Н.И. за изучением процессов передвижения влаги в почвенных моделях.

Итогом этого цикла работ стала фундаментальная монография В.П. Панфилова «*Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи*» (Панфилов, 1973), в которой была дана агрометрическая оценка водно-физических свойств почв, определены закономерности их изменений в связи с условиями почвообразования, обоснованы теоретические подходы и практические рекомендации, направленные на повышение плодородия пахотных и орошаемых земель крупнейшего сельскохозяйственного района Западной Сибири.

*Государственная целевая научно-исследовательская программа «Сибирь», подпрограмма «Земельные ресурсы».* В связи с перспективой широкого осуществления грандиозных по масштабам проектов на базе сырьевых и энергетических ресурсов Сибири, по заданию ГКНТ СССР была сформирована одна из самых крупных научно-практических программ с целью интенсификации использования природного потенциала почвенного покрова – «*Разработка научных основ рационального использования, охраны и воспроизводства земельных ресурсов Сибири (1970–1986 гг.)*». В выполнении проекта приняли участие практически все специализированные подразделения научно-исследовательских и проектных институтов СО АН СССР, СО ВАСХНИЛ, МВХ РСФСР, СибНИИГМа, Минсельхоза СССР, Минвуза СССР, Запсибгипрозема. Научно-производственным объединением под руководством Р.В. Ковалева был выполнен значительный объём работ, позволяющий успешно решать задачи научного и прикладного характера, связанные с использованием земельных ресурсов, как отдельных регионов, так и крупных природно-техногенных комплексов. Итоги выполнения заданий и этапов проведения научно-исследовательских работ, а также законченных разработок организаций соисполнителей широко обсуждались на рабочих и отчётных совещаниях.

В.П. Панфилов стал координатором почвенно-мелиоративного направления программы «Сибирь» и ответственным исполнителем нескольких тематических заданий Госагропрома СССР и ГКНТ СССР.

*Координационная программа по разделу «Исследовать изменение агрофизических свойств и режимов почв под воздействием интенсификации земледелия и обосновать их оптимальные параметры».* В современной концепции устойчивого развития сельского хозяйства достижения агрофизики рассматриваются в качестве основной теоретической и информационно-технической базы для создания новейших высоких аграрных технологий, направленных на эффективное использование земель, воспроизводство плодородия почв и повышение урожаев сельскохозяйственных культур. Высоко оценивая значение агрофизики в современном земледелии, необходимо отметить, что ещё 40–50 лет назад почвенный покров огромной территории Сибири,

которая начиная с 1940–1950 гг. являлась объектом реализации крупных научно-производственных проектов, был практически не изучен в отношении его агрофизических характеристик.

В рамках научно-исследовательской программы «Сибирь» для многих природно-климатических областей и районов впервые были проведены комплексные исследования физических основ почвенного плодородия земель пахотного фонда и земель, перспективных для мелиоративного освоения и сельскохозяйственного использования. В выполнении работ принимали участие многие коллективы академических и ведомственных институтов республик, краёв и областей страны. Разработка научно-методического обеспечения и координация работ осуществлялась лабораторией физики почв ИПА под руководством *В.П. Панфилова*. Успешное решение такой масштабной научно-практической проблемы стало возможным благодаря хорошо организованному взаимодействию всех участников проекта. В результате творческого сотрудничества разных организаций за сравнительно короткий срок были изучены агрофизические свойства и режимы основных типов почв земельного фонда Сибири, их региональные особенности и сезонная динамика.

В решении общих задач подпрограммы по конструктивной мобилизации почвенного покрова «Земельные ресурсы» большое внимание было уделено изучению агрофизических свойств почв Западно-Сибирского региона. Территория Западной Сибири, почвенный покров которой характеризуется четко выраженной широтной зональностью на равнинах и высотной поясностью в горных областях, была выбрана в качестве модельного полигона для отработки приёмов интенсивных технологий земледелия и типовых зональных, региональных и ландшафтных систем мелиорации и химизации, направленных на получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Изучение агрофизических свойств почв Западной Сибири, которое выполняли сотрудники лаборатории физики почв, проведено с использованием новых полевых и лабораторных методов, с привлечением точной аппаратуры и измерительной техники. Для всех почвенно-климатических зон Западной Сибири и ее горного обрамления получены характеристики твёрдой фазы основных типов почв и их водно-физических свойств, установлены особенности гидротермического и воздушного режимов, радиационные параметры приземного слоя воздуха, определены приёмы и средства регулирования внешних условий жизни растений.

Материалы почвенно-физических исследований, полученные сотрудниками лаборатории – *М.М. Ландиной*, *А.П. Трубецкой*, *Н.И. Чащиной* и данные, накопленные в литературе, систематизированы и обобщены *В.П. Панфиловым* в коллективной монографии «*Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири*», которая и в настоящее время является фундаментальным изданием для специалистов в области почвоведения, современного земледелия и экологии (Агрофизическая характеристика..., 1976).

Выполненные *М.М. Ландиной* (1986; 1992) многолетние исследования почвенного газообмена, имели новое теоретическое и прикладное значение, как результаты, характеризующие биологическую активность почвы и представляющие важный процесс в глобальном цикле углерода.

Обширные материалы глубокого изучения свойств, режимов и плодородия сибирских чернозёмов при орошении, их ирригационного освоения, рационального использования и охраны обобщены в коллективной монографии «*Чернозёмы: свойства и особенности орошения*» (1988), которая отражает широкий спектр научно-практических проблем исследования региональных и провинциальных особенностей генетических и мелиоративных свойств чернозёмов Западной Сибири. В рамках данной программы выполнен большой цикл работ по изучению структуры порового пространства, энергетики почвенной влаги, тепловых и воздушных свойств различных типов почв. Впервые в условиях сибирского региона рассмотрены сущность взаимосвязи физических свойств почв и главных показателей их биологической активности. Особое внимание уделено исследованию и агро-мелиоративной оценке водно-тепловых свойств и режимов сибирских чернозёмов в целях обоснования перспектив развития на их основе оросительной мелиорации. Новые обширные материалы глубокого изучения этих почв способствовали решению проблемы их ирригационного освоения, рационального использования и охраны.

В монографии «*Чернозёмы: свойства и особенности орошения*» (1988) дана оценка воздействия на свойства и режимы чернозёмов ненормированного орошения; исследованы закономерности нисходящего и восходящего передвижения почвенной влаги, её доступность растениям в диапазоне естественного и дополнительного увлажнения. С учётом полученных данных теоретически и экспериментально обоснованы допустимые пределы (степень, глубина,

диапазон) увлажнения автоморфных почв Западной Сибири при поливах, рекомендованные в качестве обязательных элементов водного режима, свойств почв и, в целом, экологоохранной технологии орошения. Несомненным достижением необходимо признать разработку концепции использования и охраны сибирских чернозёмов в орошаемом земледелии, что послужило началом разработки научных основ орошения и охраны почв Западно-Сибирского региона.

По проблеме орошения чернозёмов Приобья представлена сравнительная оценка свойств и режимов неорошаемых и орошаемых чернозёмов и выявлены характер, направленность и интенсивность трансформации этих свойств в условиях орошения (Панфилов и др., 1989; Панфилов, Шапорина, 1990; Шапорина, Танасиенко, 2014). Изучены особенности строения почвенно-грунтовых толщ Приобья, влияющие на процессы миграции влаги, как вертикальной, так и горизонтальной – поверхностной и внутрипочвенной. Теоретически и экспериментально обоснованы пути экологически безопасного регулирования влагообмена в орошаемых чернозёмах.

Необходимость развития обобщающих концепций в почвенной физике явилась основой для анализа экспериментального материала с точки зрения структурно-функционального подхода. На примере процессов внутрипочвенного теплообмена рассмотрены методические вопросы использования термодинамических и кибернетических представлений при описании процессов почвообразования. Эти вопросы объединены в рамках структурно-генетической модели, в теоретических построениях которой использовано понятие обратной связи, реализующей принцип гомеостатического равновесия почвы при воздействии на неё внешних возмущений (Чичулин, 1991).

С использованием современных подходов к изучению гидрофизических свойств почв и категорий почвенной влаги установлено, что во всем интервале увлажнения от наименьшей влагоёмкости и ниже, влага в иллювиальных горизонтах подтипов серых лесных почв находится в основном в ультрапорах диаметром менее 3 мкм, под преимущественным действием сорбционных сил и характеризуется высоким потенциалом давления, очень слабой подвижностью и доступностью для растений. В процессе испарения и восходящего движения влаги к испаряющему слою в этих почвах не выражены: стадия с постоянной высокой интенсивностью испарения и граница резкого изменения подвижности почвенной влаги, соответствующая влажности разрыва капилляров (Панфилов и др., 1984; Слесарев, Кудряшова, 1988).

Необходимо подчеркнуть значительный вклад в выполнении государственной целевой программы «Сибирь», сотрудников лаборатории эрозии почв ИПА СО АН СССР, научно-производственный потенциал которой в связи с реорганизацией Института в 1996 г. был объединён с лабораторией физики почв и сформировано новое структурное подразделение – *лаборатория почвенно-физических процессов*. Основоположником эрозионных исследований в Сибири является А.Д. Орлов, под руководством которого выполнено почвенно-эрозионное районирование юга Западной Сибири и разработаны системы противоэрозионных мероприятий с целью интенсификации использования разной степени эродированных земель. Итогом исследований стала монография А.Д. Орлова «Водная эрозия почв Новосибирского Приобья» (Орлов, 1971) – первая сводная работа, посвященная распространению эрозии почв в Сибири. Одной из наиболее значимых программ того времени, в выполнении которой принимали участие сотрудники лаборатории, было изучение современных эрозионных и геохимических процессов в горно-таёжных ландшафтах с целью выяснения их устойчивости к различным хозяйственным воздействиям человека (С.Р. Ковалева, В.В. Реймхе), которая осуществлялась на Байкальском стационаре АН СССР в рамках проекта Верховного Совета СССР «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов» (1972).

Новое, ландшафтное направление развития почвенно-эрозионных процессов сформулировано А.Д. Орловым на основе комплексного анализа большого объёма фактических данных, полученных в результате изучения эрозионных процессов в специфических природно-климатических условиях Западной Сибири. Материалы, имеющие высокую степень научной и практической значимости, обобщены в монографии А.Д. Орлова «Эрозия и эрозионно-опасные земли Западной Сибири» (Орлов, 1983), которая была представлена им в качестве докторской диссертации и успешно защищена в 1984 г.

В 1985 г. А.Д. Орлов возглавил Бурятский институт биологии СО АН СССР, в связи с его отъездом, заведующим лабораторией стал кандидат биологических наук В.В. Реймхе, под руководством которого значительное внимание уделялось изучению оврагообразования, одного из наиболее интенсивных современных процессов преобразования естественных природных

ландшафтов в разных по биоклиматическим и геолого-геоморфологическим условиям регионам Сибири (Реймхе, 1986). Большой объём фактического материала по генезису основных типов оврагов Западной Сибири, формированию ежегодного поверхностного стока талых вод и его влиянию на динамику роста оврагов, их морфометрических показателей, обоснованию противоовражных мероприятий обобщён А.Ф. Путиным в монографии «*Эрозия почв в лесостепи Западной Сибири*» (Путилин, 2002), которая в дальнейшем была положена в основу его докторской диссертации. Единственным специалистом, изучавшим поверхностный и внутрисочвенный сток талых вод на серых лесных почвах Присалаирья была С.Р. Ковалева. Основой её монографии «*Эрозионная деформация почвенного покрова*» (Ковалева, 1992) стал материал многолетнего изучения структуры почвенного покрова, природного и антропогенного характера проявления эрозионных процессов, приводящих к деформации почвенного покрова лесостепи Западной Сибири.

В период 1996–2008 гг. лабораторию почвенно-физических процессов, сформированную из лабораторий эрозии почв и физики почв, возглавлял доктор биологических наук А.А. Танасиенко. К числу основных достижений лаборатории, безусловно, следует отнести научные результаты, обобщённые А.А. Танасиенко в монографии «*Специфика эрозии почв в Сибири*» (Танасиенко, 2003), в которой впервые для обширного региона рассмотрена специфика эрозионных процессов в условиях резко континентального климата, выявлены закономерности стока талых вод и смыва почв в зональном аспекте; детально охарактеризован сезонно-мерзлотный режим эродированных почв и выявлено влияние глубины промерзания профиля тёмно-серых лесных и чернозёмных почв на величину и интенсивность поверхностного стока талых вод, качество отчуждаемого почвенного материала; рассмотрены экологические аспекты эрозии почв и обоснована эрозионная стойкость пахотных чернозёмов Сибири с учётом их генетических свойств.

Совместно с А.С. Чумбаевым впервые охарактеризован гидротермический режим склоновых почв Предсалаирья в холодный период гидрологического года как один из ведущих факторов весенней эрозии почв, при этом особое внимание уделено вопросам развития эрозионных процессов в зависимости от гидротермических условий почв (Чумбаев, 2005; Tanasienko et al., 2009; 2011).

На основе обобщения литературных и собственных материалов В.А. Хмелевым и А.А. Танасиенко подготовлена фундаментальная монография «*Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования*» (Хмелев, Танасиенко, 2009), в которой представлены данные об использовании и качественном состоянии чернозёмных почв Предалтайской и Западно-Сибирской лесостепных провинций, представляющих основной фонд пахотных земель Западной Сибири.

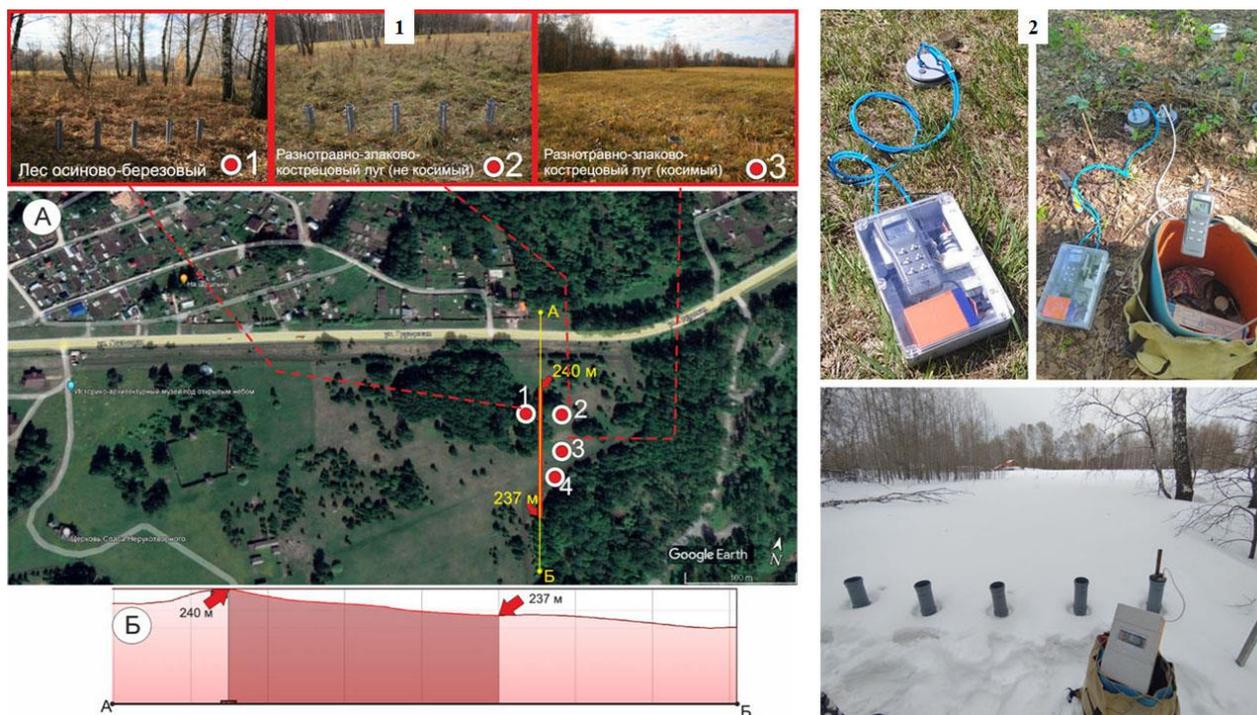
Почвы Кузбасса, наиболее промышленно развитого региона Западной Сибири, детально проанализированы в совместной монографии В.А. Хмелева и А.А. Танасиенко «*Почвенные ресурсы Кемеровской области и пути их рационального использования*» (Хмелев, Танасиенко, 2013), значительная часть которой посвящена анализу проблемы по охране и рациональному использованию почв, в особенности, наиболее ценных для земледелия, чернозёмов. Даны рекомендации по защите этих почв от процессов дефляции и эрозии, контролю за их отводом для несельскохозяйственных нужд, в первую очередь, для открытой (карьерной) добычи каменного угля. Подчёркнута важность рационального использования и сохранения чернозёмов для будущих поколений и для народного хозяйства Кузбасса.

Новым направлением деятельности лаборатории почвенно-физических процессов является участие в выполнении теоретических и экспериментальных работ в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «*Разработка системы наземного и дистанционного мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов на территории Российской Федерации, обеспечение создания системы учёта данных о потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах и других наземных экологических системах*» (рег. № 123030300031-6).

Для достижения цели проекта выполнен анализ имеющейся инфраструктуры пробных площадей по оценке пулов углерода и эмиссии CO<sub>2</sub> из почв естественных экосистем, а также постагрогенных территорий лесостепной зоны Западной Сибири. Получены аналитические данные определения запасов CO<sub>2</sub> в почвах ранее изучавшихся хронорядов в лесных и травяных экосистемах Новосибирской области в рамках экстенсивного мониторинга.

На основе архивных и современных материалов проведены инвентаризация имеющихся в ИПА СО РАН пробных площадей и оценка пула почвенного углерода в различных типах наземных экосистем (леса, степи, луга и залежи) Западной Сибири.

Сформированы цифровые многопараметрические базы данных по запасам  $C_{орг}$  в почвах естественных экосистем и залежей лесостепной и степной зон Западной Сибири. На основе данных многолетних полевых исследований сотрудников ИПА СО РАН составлено описание 69 пробных площадей, в том числе 67 на территории Западной Сибири. На основе ретроспективного анализа литературных данных дана оценка полноты исследований пула почвенного углерода и эмиссии  $CO_2$  из почв различных типов наземных экосистем Западной Сибири. С учётом репрезентативности рельефа, почвенно-растительного покрова и климатических особенностей региона разработан проект создания сети измерительных площадок для мониторинга потоков  $CO_2$  из почвы (рис. 3).



**Рисунок 3.** Круглогодичный интенсивный мониторинг эмиссии  $CO_2$  из почв репрезентативных экосистем (фото 1) с помощью инфракрасного газоанализатора VentPro (Россия) (фото 2).

С ноября 2022 года ведется регулярные (еженедельно), круглогодичные измерения эмиссии  $CO_2$  из почв на территории Историко-архитектурного музея под открытым небом Института археологии и этнографии СО РАН ( $54,85117^\circ$  с.ш.,  $83,18309^\circ$  в.д.) в осиново-березовом лесу и на двух вариантах луга – косимый и некосимый. Все площадки расположены на тёмно-серой лесной почве (Luvic Greyzemic Phaeozem (Siltic)). Измерения производятся камерным методом с помощью инфракрасного газоанализатора VentPro (производство Россия).

В полевой сезон 2023 г. сотрудниками ИПА СО РАН – участниками проекта ВИП ГЗ проведён полевой этап наземных исследований для определения пула углерода в естественных луговых экосистемах лесостепной зоны Западной Сибири. Выполнена закладка 5 пробных площадей на участках естественных луговых сообществ, характеризующих один из доминирующих компонентов лесостепного ландшафта (рис. 4). Работы на пробных площадях включали геоботанические, почвенные, почвенно-зоологические, почвенно-микробиологические и биогеоценологические исследования. Базой размещения сотрудников и первичной камеральной обработки полученных образцов служил полевой стационар ИПА СО РАН, расположенный в селе Усть-Каменка Тогучинского района Новосибирской области.



**Рисунок 4.** Участники полевого этапа наземных исследований пула углерода в естественных луговых экосистемах лесостепной зоны Западной Сибири.

Таким образом, более полувека назад основатели Сибирских научных школ физики и эрозии почв начали вести научные изыскания теоретических и экспериментальных основ почвенно-физических факторов продукционного процесса, а их ученики – современный научный коллектив лаборатории почвенно-физических процессов ИПА СО РАН – продолжают начатое дело и ведут работы как фундаментального, так и прикладного значения.

Сегодня по-прежнему сохраняется актуальность исследования физических свойств и режимов почв, тем более в условиях глобальных и региональных изменений климата. Учитывая тот факт, что хозяйственная деятельность человека и его влияние на экосистемы за последнее столетиекратно увеличилось по сравнению с более ранними периодами освоения Сибири, особо важными становятся мониторинговые исследования различных почвенно-физических параметров естественных и антропогенно-преобразованных территорий.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири / В.П. Панфилов (отв. ред.). Новосибирск: Наука, 1976. 544 с.
- Горшенин К.П. Почвы южной части Сибири (от Урала до Байкала). Москва: Изд-во АН СССР, 1955. 591 с.
- Ковалева С.Р. Эрозионная деформация почвенного покрова. Новосибирск: Наука, 1992. 160 с.
- Ландина М.М. Физические свойства и биологическая активность почв. Новосибирск: Наука, 1986. 141 с.
- Ландина М.М. Почвенный воздух. Новосибирск: Наука, 1992. 167 с.
- Орлов А.Д. Водная эрозия почв Новосибирского Приобья. Новосибирск: Наука, 1971. 176 с.
- Орлов А.Д. Эрозия и эрозионно-опасные земли Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. 243 с.
- Панфилов В.П. Краткая характеристика почвенного покрова Горно-Алтайской автономной области // Естественная кормовая база Горно-Алтайской автономной области (Труды Биол. ин-та СО АН СССР. Выпуск 2). Новосибирск, 1956. С. 126–135.
- Панфилов В.П. Мелиоративные особенности почв сухих котловин Горного Алтая // Труды конференции почвоведов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1964. С. 423–427.
- Панфилов В.П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. Новосибирск: Наука, 1973. 260 с.

Панфилов В.П., Кудряшова С.Я., Харламов И.С. Гидротеплофизические свойства серых лесных почв Западной Сибири и их агрономическая оценка // Проблемы использования и охраны почв Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Изд-во Наука. 1984. С. 21–26.

Панфилов В.П., Шапорина Н.А., Сенькова Л.А., Чичулин А.В., Слесарев И.В., Пономарев А.П. Изменение агрофизических свойств черноземов Приобья и Северной Кулунды при орошении // Мелиорация и водное хозяйство. 1989. № 11. С. 20–21.

Панфилов В.П., Шапорина Н.А. Допустимые уровни увлажнения почв Западной Сибири при орошении // Почвоведение. 1990. № 5. С. 76–86.

Путилин А.Ф. Эрозия почв в лесостепи Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2002. 184 с.

Реймхе В.В. Эрозионные процессы в лесостепных ландшафтах Забайкалья (на примере бассейна р. Куйтунки). Новосибирск: Наука, 1986. 120 с.

Слесарев И.В., Кудряшова С.Я. О поведении влаги в черноземах южных тяжелосуглинистых // Черноземы: свойства и особенности орошения. Новосибирск: Изд-во Наука, 1988. С. 232–236.

Танасиенко А.А. Специфика эрозии почв в Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. 176 с.

Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Земельные ресурсы Новосибирской области и пути их рационального использования. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 349 с.

Хмелев В.А., Танасиенко А.А. Почвенные ресурсы Кемеровской области и пути их рационального использования. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. 477 с.

Черноземы: свойства и особенности орошения / В.П. Панфилов (отв. ред.). Новосибирск: Наука, 1988. 128 с.

Чичулин А.В. Термодинамические особенности и кибернетические аспекты почвообразования в связи с внутрипочвенным теплообменом // Почвообразование и антропогенез: структурно-функциональные аспекты. Новосибирск: Наука, 1991. С. 5–29.

Чумбаев А.С. Внутрипочвенный мерзлотный экран как фактор формирования поверхностного стока талых вод // Сибирский экологический журнал. 2005. № 5. С. 865–869.

Шапорина Н.А., Танасиенко А.А. Проблемы орошения черноземов Приобья. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. 137 с.

Tanasienko A.A., Yakutina O.P., Chumbaev A.S. Snowmelt runoff parameters and geochemical migration of elements in the dissected forest-steppe of West Siberia // Catena. 2009. Vol. 78. Iss. 2. P. 122–128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2009.03.008>.

Tanasienko A.A., Yakutina O.P., Chumbaev A.S. Effect of snow amount on runoff, soil loss and suspended sediment during periods of snowmelt in southern West Siberia // Catena. 2011. Vol. 87. Iss. 1. P. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.05.004>.

*Поступила в редакцию 13.10.2023*

*Принята 20.10.2023*

*Опубликована 26.12.2023*

#### **Сведения об авторах:**

**Кудряшова Светлана Яковлевна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия); [kudryashova@issa-siberia.ru](mailto:kudryashova@issa-siberia.ru)

**Чумбаев Александр Сергеевич** – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией почвенно-физических процессов ФГБУН Институт почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, Россия); [chumbaev@issa-siberia.ru](mailto:chumbaev@issa-siberia.ru)

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## DEVELOPMENT OF THEORETICAL FOUNDATIONS AND EXPERIMENTAL STUDIES OF SOIL PHYSICAL PROCESSES IN WEST SIBERIA

© 2023 S. Ya. Kudryashva , A. S. Chumbaev 

*Institute of Soil Science and Agrochemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Lavrentieva 8/2, Novosibirsk, Russia. E-mail: [kudryashova@issa-siberia.ru](mailto:kudryashova@issa-siberia.ru), [chumbaev@issa-siberia.ru](mailto:chumbaev@issa-siberia.ru)*

*The article presents the main results of theoretical and experimental studies of soil physical processes, obtained during working on state programs aimed at studying and developing the land fund of Siberia. New research areas are described as well, including theoretical and experimental work within the framework of the innovative project of the Russian Federation “Unified National System for Monitoring Climate-Active Substances”, involving recording data on the carbon budget in forests and other terrestrial ecosystems.*

**Key words:** soil physics in Siberia; laboratory of soil-physical processes; historical aspects; current areas of research.

**How to cite:** Kudryashva S.Ya., Chumbaev A.S. Development of theoretical foundations and experimental studies of soil physical processes in West Siberia // *The Journal of Soils and Environment*. 2023. 6(4). e221. DOI: [10.31251/pos.v6i4.221](https://doi.org/10.31251/pos.v6i4.221) (in Russian with English abstract).

### REFERENCES

- Agrophysical characterisation of soils of West Siberia / V.P. Panfilov (ed.). Novosibirsk: Nauka Publ., 1976. 544 p. (in Russian).
- Gorshenin K.P. Soils of the southern part of Siberia (from the Urals to Baikal). Moscow: Publ. House of the Academy of Sciences of the USSR, 1955. 591 p. (in Russian).
- Kovaleva S.R. Erosion deformation of the soil cover. Novosibirsk: Nauka Publ., 1992. 160 p. (in Russian).
- Landina M.M. Physical properties and biological activity of soils. Novosibirsk: Nauka Publ., 1986. 141 p. (in Russian).
- Landina M.M. Soil air. Novosibirsk: Nauka Publ., 1992. 167 p. (in Russian).
- Orlov A.D. Water erosion of soils of the Novosibirsk Priobie. Novosibirsk: Nauka Publ., 1971. 176 p. (in Russian).
- Orlov A.D. Erosion and erosion-hazardous lands of West Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 1983. 243 p. (in Russian).
- Panfilov V.P. Brief characteristics of the soil cover of the Gorno-Altai Autonomous Region. Natural food supply of the Gorno-Altai Autonomous Region (Proceedings of Biological Institute SB AN USSR. Iss. 2). Novosibirsk, 1956. P. 126–135. (in Russian).
- Panfilov V.P. Ameliorative features of soils of dry hollows of the Altai Mountains. Proceedings of the Conference of Soil Scientists of Siberia and the Far East. Novosibirsk, 1964. P. 423–427. (in Russian).
- Panfilov V.P. Physical properties and water regime of soils of Kulunda steppe. Novosibirsk: Nauka Publ., 1973. 260 p. (in Russian).
- Panfilov V.P., Kudryashova S.Ya., Kharlamov I.S. Hydrothermophysical properties of gray forest soils in West Siberia and their agronomic assessment. In book: Problems of use and protection of soils in Siberia and the Far East. Novosibirsk: Nauka Publ., 1984. P. 21–26. (in Russian).
- Panfilov V.P., Shaporina N.A. Senkova L.A., Chichulin A.V., Slesarev I.V., Ponomarev A.P. Change of agrophysical properties of chernozems of Priobie and Northern Kulunda under irrigation. Melioration and Water Management. 1989. No. 11. P. 20–21. (in Russian).
- Panfilov V.P., Shaporina N.A. Permissible soil moistening levels by irrigation in West Siberia. Pochvovedenie. 1990. No. 5. P. 76–86. (in Russian).
- Putilin A.F. Soil erosion in the forest-steppe of West Siberia. Novosibirsk: Nauka Publ., 2002. 184 p. (in Russian).
- Reimkhe V.V. Erosion processes in forest-steppe landscapes of Transbaikalia (on the example of the Kuitunka River basin). Novosibirsk: Nauka Publ., 1986. 120 p. (in Russian).
- Slesarev I.V., Kudryashova S.Ya. On the behavior of moisture in southern heavy loamy chernozems. In book: Chernozems: properties and features of irrigation. Novosibirsk: Nauka Publ., 1988. P. 232–236. (in Russian).
- Tanasienko A.A. Specifics of soil erosion in Siberia. Novosibirsk: Publishing house SB RAS, 2003. 176 p. (in Russian).
- Khmelev V.A., Tanasienko A.A. Soil resources of the Novosibirsk region and ways of their rational use. Novosibirsk: Publishing house SB RAS, 2009. 349 p. (in Russian).

Khmelev V.A., Tanasienko A.A. Soil resources of the Kemerovo region and ways of their rational use. Novosibirsk: Publishing house SB RAS, 2013. 477 p. (in Russian).

Chernozems: properties and features of irrigation / V.P. Panfilov (ed.). Novosibirsk: Nauka Publ., 1988. 128 p. (in Russian).

Chichulin A.V. Thermodynamic features and cybernetic aspects of soil formation in connection with intrasoil heat exchange. In book: Soil formation and anthropogenesis: structural and functional aspects. Novosibirsk: Nauka Publ., 1991. P. 5–29. (in Russian).

Chumbaev A.S. Intrasoil frozen screen as a factor in the formation of surface meltwater runoff. Sibirskij ekologicheskij zhurnal. 2005. No. 5. P. 865–869. (in Russian).

Shaporina N.A., Tanasienko A.A. Problems of irrigation of chernozems of the Ob region. Novosibirsk: Publishing house SB RAS, 2014. 137 p. (in Russian).

Tanasienko A.A., Yakutina O.P., Chumbaev A.S. Snowmelt runoff parameters and geochemical migration of elements in the dissected forest-steppe of West Siberia. Catena. 2009. Vol. 78. Iss. 2. P. 122–128. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2009.03.008>.

Tanasienko A.A., Yakutina O.P., Chumbaev A.S. Effect of snow amount on runoff, soil loss and suspended sediment during periods of snowmelt in southern West Siberia. Catena. 2011. Vol. 87. Iss. 1. P. 45–51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2011.05.004>.

*Received 13 October 2023*

*Accepted 20 October 2023*

*Published 26 December 2023*

#### **About the authors:**

**Kudryashova Svetlana Yakovlevna** – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher in the Laboratory of Soil Physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); [kudryashova@issa-siberia.ru](mailto:kudryashova@issa-siberia.ru)

**Chumbaev Alexander Sergeevich** – Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Soil Physical Processes in the Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia); [chumbaev@issa-siberia.ru](mailto:chumbaev@issa-siberia.ru)

*The authors read and approved the final manuscript*



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)