

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ЭРОЗИОВЕДЕНИЯ А.С. КОЗМЕНКО – Г.П. СУРМАЧА

*Посвящается 110-летию со дня рождения
доктора с.-х. наук, профессора
Георгия Пантелеймоновича Сурмача*

**А.Т. Барабанов^{1*}, В.И. Панов², А.В. Выпова³, А.В. Кулик¹, О.А. Гордиенко¹,
А.Д. Митрофанова¹, С.В. Петров¹**

¹ ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), лаборатория защиты почв от эрозии, г. Волгоград, Россия

² Поволжская агролесомелиоративная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (Поволжская АГЛОС – филиал ФНЦ агроэкологии РАН), п. Новоберезовский, Самарская обл., Россия

³Новосильская зональная агролесомелиоративная опытная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (Новосильская ЗАГЛОС – филиал ФНЦ агроэкологии РАН), г. Мценск, Орловская обл., Россия

*barabanov-a@vifanc.ru

Поступила в редакцию 04.12.2025

После доработки 16.12.2025

Принята к публикации 17.12.2025

Аннотация. В настоящем обзоре приведены основные результаты многолетней работы научной школы эрозиоведения Козменко – Сурмача. Достижениями школы можно считать всестороннее глубокое изучение эрозионно-гидрологического процесса, создание основ отечественной противоэрозионной мелиорации, которые стали фундаментом для современных адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Одним из первых в нашей стране ученых, занимавшихся систематическими исследованиями в области изучения эрозионно-гидрологического процесса, а также разработками мер по его регулированию, является А.С. Козменко. Им была разработана оригинальная теория рельефообразования. В дальнейшем его работу продолжил его ученик Г.П. Сурмач, который провел обширные почвенно-эрозионные исследования, дополнил разработанную ранее теорию рельефообразования, обосновал теорию формирования серых лесных почв и черноземов в лесостепной зоне, предложил классификацию почв по степени смывости, разработал прогноз стока талых вод. Развитие идей школы было продолжено Е.А. Гаршиным, В.П. Борцом, А.Т. Барабановым, В.И. Пановым, А.И. Петелько и др. На основе теории рельефообразования получили научное обоснование методы адаптивно-ландшафтного обустройства территории водосборов и размещения на них стокорегулирующих лесополос и других рубежей на расчетной основе; созданы новые приемы, технологии и система управления эрозионно-гидрологическим процессом; разработана методика высокоточного прогноза поверхностного стока талых вод. Таким образом, вековые важнейшие исследования в области защиты почв от эрозии и совершенствования противоэрозионной мелиорации получили достойное развитие. В настоящее время накопленный опыт и теоретические и прикладные разработки являются базой для устойчивого агроприродопользования на основе адаптивно-ландшафтного обустройства территории и создания агролесомелиоративного экологического каркаса в условиях возрастания антропогенного прессинга и изменения климата.

Ключевые слова: рельефообразование, поверхностный сток, эрозионно-гидрологический процесс, эрозия почв, противоэрозионная мелиорация, адаптивно-ландшафтное земледелие

DOI: <https://doi.org/10.71367/3034-4638-2025-4-4-40-57>

ВВЕДЕНИЕ

В начале XX в. наша страна столкнулась с чередой негативных климатических явлений (засух), которые привели как к экономическому, так и к продовольственному кризису. Перед учеными и практиками остро встал вопрос о ликвидации последствий катастрофических засух, а также о недопущении подобных негативных явлений вновь. В связи с этим 29 апреля 1921 г. было принято Постановление Совета Труда и Оборона «О борьбе с засухой», в котором Центральному лесному отделу предписали укрепить овраги с использованием древесных насаждений, создать снегосборные полосы, облесить безлесные засушливые территории страны, а Народному комиссариату земледелия — организовать научно-исследовательскую работу по данным направлениям (Постановление Совета Труда..., 1921). В том же году для научной разработки вопросов борьбы с эрозией почв в районах лесостепи была создана Новосильская опытно-овражная станция (Новосильская зональная агролесомелиоративная опытная станция — филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»). Директором ее был назначен Алексей Семенович Козменко. Для решения проблем защитного лесоразведения в степях Поволжья в 1930 г. в г. Самаре (тогда — центр Средневолжского края, с 1935 по 1991 г. — г. Куйбышев) была создана Средневолжская лесокультурная и агролесомелиоративная опытная станция. Позже, в 1931 г., для теоретического обоснования мероприятий по облесению территорий и развития прикладных разработок в области противоэрозионной мелиорации и защитного лесоразведения в целом был создан Всесоюзный научно-исследовательский агролесомелиоративный институт (ВНИАЛМИ, ныне ФНЦ агроэкологии РАН) (Зюзь, 2005). Для изучения процессов водной эрозии почв, разработки приемов закрепления, облесения, выполаживания и залужения оврагов в 1932 г. в системе ВНИАЛМИ по инициативе проф. Н.И. Суся в станции Клетской Сталинградской обл. (ныне Волгоградской обл.) организован Клетский опытно-овражный опорный пункт. В 1936 г. опытная станция в Куйбышевской области была переименована в Поволжскую агролесомелиоративную опытную станцию и передана в подчинение ВНИАЛМИ. Таким образом, сформировалась большая опытная сеть.



Алексей Семенович Козменко
Alexey Semenovich Kozmenko

СТАНОВЛЕНИЕ И НАЧАЛО РАЗВИТИЯ ШКОЛЫ ЭРОЗИОВЕДЕНИЯ

Создание Новосильской опытной станции под руководством А.С. Козменко можно считать началом формирования научной школы эрозиоведения. Алексей Семенович Козменко (1878–1965) считается основателем этой школы в нашей стране (Козменко, 1937а). После окончания Московского университета, в котором он приобрел профессии геолога и почвовода, и Московского сельскохозяйственного института (агроном и инженер) он участвовал в многолетних почвенно-эрозионных, гидрологических и геоморфологических экспедициях. Фундаментальные теоретические и практические знания он получил от выдающихся ученых того времени В.И. Вернадского, А.П. Павлова, К.А. Тимирязева, В.Р. Вильямса, Д.Н. Прянишникова. В ходе последующих работ в Тульской губернии в пределах бассейнов рек Зуши и Красивой Мечи (притоки Оки) им был собран обширный материал о гидрологических особенностях региона, строении сухоходольной и речной сети, формах и структуре эрозионного рельефа, распределении почв по степени смытости и распространении современных линейных форм эрозии.

В тот период при изучении рельефа большое внимание уделялось процессу оврагообразования. Были разработаны классификации размывов по их положению на водосборе (донные, береговые, склоновые) и стадиям развития во времени (водороины, промоины, овраги). Генезисом эрозионно-аккумулятивного рельефа часто занимались преимущественно геоморфологи и геологи. Однако, по мнению Г.П. Сурмача, такой подход к решению этого сложного вопроса был недостаточен. А.С. Козменко

обладал знаниями не только геолога, но и почвовед-а, лесомелиоратора, агронома, что позволило ему всесторонне подойти к изучению рельефообразования. Разработанная им теория основывается на разделении древних и современных эрозионных образований, что послужило основой для разработок противоэрозионных мероприятий. Им научно обосновано формирование покровных отложений вследствие единого эрозионно-аккумулятивного процесса в четвертичное время, а также впервые в стране разработаны основы противоэрозионной мелиорации как целостной системы противоэрозионных мероприятий: организационно-хозяйственных (организация территории, планирование севооборотов, размещение полей, лесополос, дорог, прудов и водохранилищ на местном стоке), агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических и лугомелиоративных (Козменко, 1937а). При организации территории производится типизация земель, выделяются контуры по однородным агроэкологическим условиям, а также определяется характер использования земель с применением на них необходимых технологий, приемов и мероприятий. Эти идеи использовались и используются по сей день учеными и практиками при разработке систем адаптивно-ландшафтного земледелия. Приверженцами данного направления были известные ученые Г.А. Харитонов, И.Д. Брауде, Т.Ф. Антропов, И.Г. Герасимов, Д.Л. Арманд, М.Н. Заславский, А.Н. Каштанов, Е.С. Павловский, Г.И. Швецс, Н.И. Бобровицкая, Н.П. Калининченко и др.

В 1936 г. на первом Всесоюзном совещании по борьбе с эрозией почв в СССР (Постановления первого..., 1938) высоко оценили многолетнюю и комплексную работу Новосильской опытно-опражной станции под руководством А.С. Козменко, отметив ее уникальность и правильность выбранных принципов борьбы с эрозией в лесостепи. Было подчеркнуто значение комплексного подхода к регулированию стока и борьбе с эрозией, включение агрономических вопросов в ее программу, рекомендовано начать издание трудов станции и признано, что при планировании противоэрозионных мероприятий следует опираться на учение В.Р. Вильямса и методы Новосильской станции.

В 1938 г. во ВНИАЛМИ был организован отдел борьбы с эрозией почв, который возглавил А.С. Козменко, оставаясь научным руководителем Новосильской опытной станции, являющейся структурным подразделением института.

Теория рельефообразования А.С. Козменко стала основой для понимания эрозионно-аккумулятивного и гидрологического процесса и базой для создания современных систем почвозащит-

ного адаптивно-ландшафтного земледелия. Она заключается в том, что в четвертичный период чередование ледниковых и межледниковых эпох вызывало мощные потоки талых вод, которые формировали крупные размывы, переносили и переотлагали породы. Из-за смены климата и стока эрозионно-аккумулятивный процесс развивался циклично; по мнению А.С. Козменко, было 3 цикла (Козменко, 1937а). Каждый новый цикл повторял характер прежних, но создавал новые формы рельефа на уже существующих. Формирование склонов и гидрографической сети происходило сначала без растительности, которая восстанавливалась лишь после того, как ледник отступил. Каждый цикл включал три стадии: 1) формирование глубокого размыва, углубления и расширение гидрографической сети; 2) появление бокового смыва, в результате которого происходит формирование склонов различной формы; 3) образование покровных отложений за счет переноса рыхлых материалов на более пологие участки склонов (рис. 1) (Козменко, 1937а). В последнюю стадию происходит образование лёссовидных суглинков и глин. Такой подход к пониманию генезиса рельефа объединяет процессы разрушения (эрозии) и формирования покровных отложений (аккумуляцию) в единый эрозионно-аккумулятивный процесс. С распространением растительного покрова и усилением процессов почвообразования интенсивность эрозионно-аккумулятивного процесса ослабевает, а при образовании прочной дернины прекращается полностью.

Таким образом, А.С. Козменко обосновал единство происхождения суходольной и речной гидрографической сети. Им впервые эрозионные формы рельефа по происхождению разделены на древние, связанные с ледниковыми эпохами, и современные — с антропогенной деятельностью (Козменко, 1954а).

Продолжая говорить о теории рельефообразования, стоит указать, что помимо очевидной фундаментальной ценности, она также является базисом противоэрозионной мелиорации, идеи которой используются и современниками. А.С. Козменко одним из первых подчеркнул, что основной вред исходит не от оврагообразования, как было принято считать ранее, а от смыва почвы. Поэтому он предлагал прежде всего бороться не с результатом (оврагами), а с первопричиной — эрозионными процессами на всей водосборной площади, посредством регулирования поверхностного стока комплексом противоэрозионных мероприятий. Этот подход изменил понимание предпосылок снижения плодородия почв и стал фундаментом для будущих

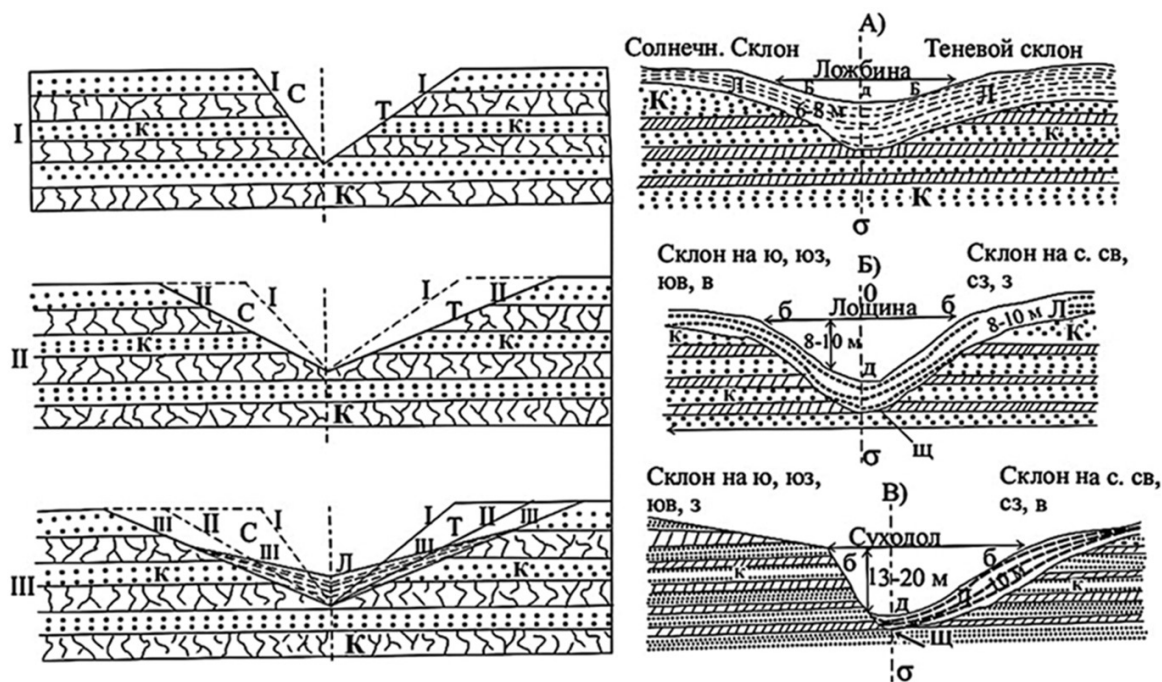


Рис. 1. Стадии эрозионного цикла согласно теории рельефообразования А.С. Козменко (Козменко, 1937а): А – ложбина; Б – лощина; В – суходол; I, II, III – профили соответствующих стадий: К – коренная порода; Л – покровная (лёссовая, лёссовидная) порода; Т – теневой склон; С – солнечный склон; Щ – нанос щебня; Д – дно; о-σ – ось поперечного профиля; б – берег

Fig. 1. Stages of the erosion cycle according to the relief formation theory of A.S. Kozmenko (Kozmenko, 1937а): А – Hollow; Б – Dry stream bed; В – Dry Valley; I, II, III – profiles of the corresponding stages: К – bedrock; Л – cover (loess, loess-like) rock; Т – shady slope; С – sunny slope; Щ – crushed stone deposit; Д – bottom; о-σ – cross-section axis; б – bank

систем защиты почв от эрозии. А.С. Козменко также создал одну из первых классификаций оврагов и смытых почв (Козменко, 1963).

Долгие годы Козменко разрабатывал и совершенствовал классификацию склоновых земель, где в пределах всего водосбора выделил три земельных фонда: приводораздельный, присетевой и гидрографический. Использование всех этих земель возможно только исходя из агроэкологических и социально-экономических особенностей, степени смытости и соответствия требованиям к возделыванию культур (Козменко, 1937а). Приводораздельный фонд характеризуется преобладанием относительно ровных участков и пологих склонов, крутизна которых не превышает 3°. Это арена формирования поверхностного стока. Почвы здесь слабосмытые или вовсе несмытые. Земли этого фонда активно используются в сельскохозяйственном обороте в зерно-паро-пропашном севообороте для выращивания зерновых (яровых, озимых) и пропашных культур (Козменко, 1937, 1937а, 1954, 1954а). Присетевые участки (крутизной свыше 3°) в связи с поступлением воды сверху характеризуются средне- и сильносмытыми почвами, менее пло-

родными и малоустойчивыми к эрозии. Земли этого фонда отводят под почвозащитные севообороты с преобладанием многолетних трав. Гидрографический фонд представлен берегами и крутыми склонами, днищами лощин, суходолов (балок) и речных долин. В пределах гидрографического фонда земли подвержены сильному смыву и размыву вплоть до образования оврагов. Его земли экономичнее использовать под сенокосы, пастбища и лесные насаждения.

С учетом научного вклада А.С. Козменко его по праву можно считать основоположником отечественного эрозиоведения. Хотя такого термина на то время не существовало, его работы послужили основой и фундаментом этого раздела в почвоведении. Уже в публикациях 1920–1930-х гг. заметно его глубокое и целостное познание эрозионных процессов на всей европейской части СССР. Ученики и последователи Козменко справедливо считают его ученым высокого уровня, сопоставимым с Докучаевым, Павловым, Дэвисом, Пенком и другими. Его учение об эрозионно-гидрологическом процессе, генезисе равнинного рельефа и противоэрозионных мелиорациях не только со-



Георгий Пантелеймонович Сурмач
Georgy Panteleimonovich Surmach

хранило актуальность, но и было подтверждено и развито многими исследователями (Маккавеев, 1955; Сильверстов, 1955; Арманд, 1961; Швебс, 1974; Заславский, 1983; Сурмач, 1992; Гаршинев, 1999; Панов, 2011; Барабанов, 2017; Ландшафтное земледелие, 1999).

Наряду с ВНИАЛМИ идеи противоэрозионной мелиорации А.С. Козменко развивались и в других научных учреждениях: ВНИИЗиЗПЭ (Здоровцов, 2012), Почвенный институт им. В.В. Докучаева (Каштанов, 2012), РГАУ—МСХА имени К.А. Тимирязева (Кирюшин, 1993), Воронежский ГАУ (Лопырев, 2017), НИИСХ Юго-Востока (Шабаев, 2009) и многих других. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и методология проектирования наукоемких аграрных технологий академика РАН В.И. Кирюшина, адаптированные к различным агроэкологическим условиям, построены с учетом основ противоэрозионной мелиорации А.С. Козменко (Агроэкологическая оценка земель..., 2005).

Заложенные А.С. Козменко основы эрозиоведения и противоэрозионной мелиорации развиты его учеником Георгием Пантелеймоновичем Сурмачем (1915–1986).

Он в разные годы работал в ведущих научных учреждениях страны: в Почвенном институте им. В.В. Докучаева, во ВНИАЛМИ (1959–1974 гг.) и во ВНИИЗиЗПЭ (1974–1986 гг.). После многолетних научных исследований и на основе материалов ряда почвенно-эрозионных экспедиций он развил теорию рельефообразования и формирования лёссов А.С. Козменко, создал логико-графическую модель формирования склонов и покровных отложений (рис. 2), по-новому обосновал условия формирования лёссов, связал распространение лесной, травянистой растительности с почвообразованием в лесостепи и литологией толщи четвертичных

покровных отложений, обосновал генезис серых лесных почв и черноземов в лесостепи и доказал возможность существования водораздельных и байрачных лесов в степной зоне (Сурмач, 1992). Он впервые показал, что распределение лесов в лесостепи определяется не климатом, а литологическим строением пород, сформировавшимся в ходе циклического эрозионно-аккумулятивного процесса четвертичного периода. Лес занимал участки с маломощными, слоистыми и литологически неоднородными отложениями, обладающими высокой влагоемкостью и способностью удерживать продуктивную влагу, что обеспечивало формирование серых лесных почв. Степь развивалась там, где лёсс был мощным и однородным, хуже удерживающим влагу, что приводило к формированию черноземов. Литологическая неоднородность и как следствие разные гидрологические условия определили мозаичное распределение растительности. Таким образом, Г.П. Сурмач доказал, что понимание формирования рельефа и лёссов как единого процесса — ключ к объяснению происхождения серых лесных почв, черноземов и распределения лесов и степей (Сурмач, 1992).

Г.П. Сурмачем была дополнена и усовершенствована классификация склоновых земель А.С. Козменко для почв лесостепной зоны. При выделении земельных фондов наравне с крутизной склона он учитывал также его длину и степень смытости почвы. К отнесению земель к приводораздельному фонду Г.П. Сурмач подходит дифференцированно в зависимости от типа почвенного покрова: на серых лесных почвах это склоны с крутизной до 2.5–3.5°, на черноземах до 3.5–4.0°. На более длинных склонах нижнюю границу он проводил выше — в зоне с меньшей крутизной, а на коротких — ниже, по более крутой части склона. При этом обязательно учитывается степень смытости почв (Сурмач, 1961, 1976).

Им была создана новая классификация почв по степени смытости, выполнены масштабные экспериментальные исследования характеристик эрозионно-гидрологического процесса. Он разработал методику инженерного расчета противоэрозионных мероприятий и новые способы защиты почв от эрозии. Г.П. Сурмач разработал способ прогнозирования поверхностного стока талых вод, основанного на определении до момента наступления весеннего снеготаяния величин снеготаяния, глубины промерзания почвы и влажности почвы на глубину ее промерзания. При этом в расчетах учитывается тип почвенного покрова и степень уплотнения почвы. Под его непосредственным руководством во ВНИИЗиЗПЭ впервые была создана методика проектирования систем противоэрозионных меропри-

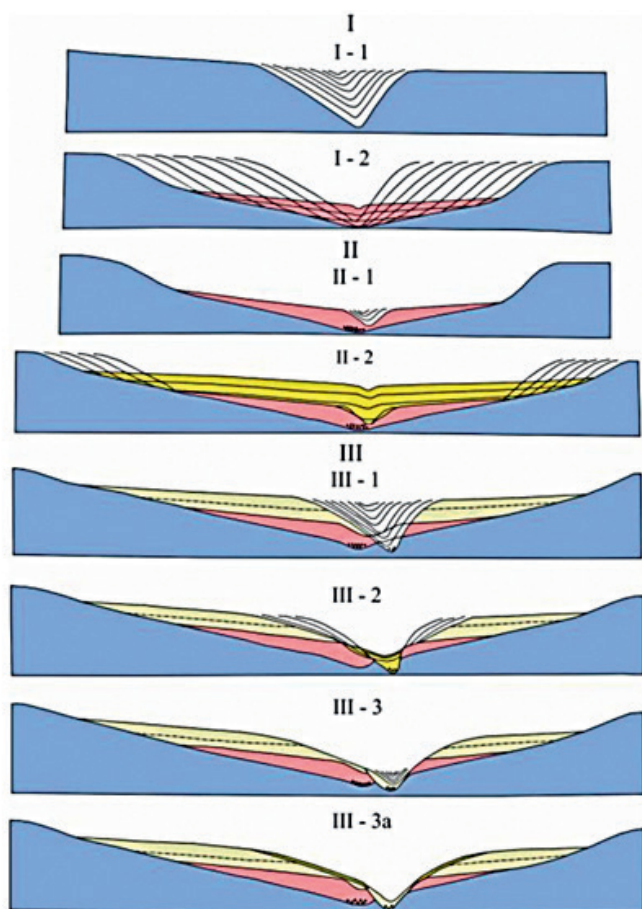


Рис. 2. Схема формирования склонов и покровных отложений в результате единого эрозионно-аккумулятивного процесса (Сурмач, 1992)

Fig. 2. Scheme of slope formation and cover deposits as a result of a single erosion–accumulation process

ятий на расчетной основе, разработана программа и методика крупномасштабного эксперимента на бассейнах малых рек Курской области.

Значительным вкладом Г.П. Сурмача в развитие эрозиоведения является создание под его руководством опытной научной сети. Благодаря ей были апробированы новые способы противоэрозионной лесомелиорации земель, отработаны агротехнологии, осуществлен подбор древесных и кустарниковых пород для защитного лесоразведения и пр. На опытных станциях велись и ведутся до настоящего времени наблюдения за природными и антропогенными факторами формирования поверхностного стока талых вод, что позволяет определить лимитирующие их значения для условий лесостепи, степи и сухой степи.

Г.П. Сурмач был наставником ряда исследователей. Так, под его руководством В.И. Королев выявил влияние лесных полос и кулис на урожайность многолетних трав при залужении эродированных склонов в Тамбовской области. Был исследован вопрос создания высокопродуктивных кормовых

угодий на землях овражно-балочного фонда с применением луго- и лесомелиоративных мероприятий. Евгений Яковлевич Тубольцев, работавший под руководством Г.П. Сурмача и А.Т. Барабанова, занимался изучением противоэрозионной эффективности агрономических и лесомелиоративных приемов на серых лесных почвах Орловской области. Им усовершенствованы принципы размещения на склонах стокорегулирующих лесных полос, усиленных гидротехническими сооружениями, получены закономерности распределения снега, его таяния. Евгений Иванович Куницкий посвятил свою научную деятельность изучению мелиоративной и противоэрозионной роли садозащитных лесных полос на склонах правобережья Нижней Волги. Им определены зоны мелиоративного влияния садозащитных лесных полос на урожайность плодовых культур, а полученные данные по снегоотложению, промерзанию почвы, стоку талых вод и эрозии почв легли в основу использования на практике проектирования садозащитных лесных полос в агроландшафтах подзоны сухих степей.

Условные обозначения

I – нижнечетвертичный цикл эрозии:

- I-1 – стадия углубления русла;
- I-2 – стадия сглаживания склона и образования лёссовых пород;

II – среднечетвертичный цикл эрозии:

- II-1 – стадия размыва и подмыва инсолируемого берега;
- II-2 – стадия сглаживания склонов и образования лёссов;

III – верхнечетвертичный цикл эрозии:

- III-1 – стадия размыва и подмыва инсолируемого берега
- III-2 – стадия сглаживания и отложения делювиальных суглинков;
- III-3 – размыв суходольной гидрографической сети (до формирования почв);
- III-3а – современный рельеф: а – новейшие делювиальные суглинки



Евгений Александрович Гаршинев
Evgeniy Alexandrovich Garshinev

Глубокое и всестороннее развитие идей А.С. Козменко и Г.П. Сурмача продолжил ученик Г.П. Сурмача — доктор сельскохозяйственных наук Евгений Александрович Гаршинев (1939–2008).

Он проработал многие годы на Новосильской ЗАГЛОС им. А.С. Козменко, во ВНИАЛМИ и ВНИИЗиЗПЭ. Евгений Александрович провел большой комплекс исследований, результаты которых обобщил в своих трудах (Гаршинев, 1995, 1999, 2002). Им уточнены условия формирования эрозионно-аккумулятивных форм рельефа и создана логико-графическая схема эволюции склонов (рис. 3). Он доказал, что промоинно-овражный размыв развивается последовательно — от крутых обрывистых стенок к осыпным и далее к делювиальным склонам смыва и накопления. Им впервые показано, что форма склона напрямую отражает ход эрозионно-аккумулятивного процесса, и предложено описывать ее с помощью логистического уравнения, что в свою очередь позволило получить универсальную математическую модель выпукловогнутых склонов, полностью согласующуюся с представлениями Д.Л. Арманда (Арманд, 1961) и Л. Кинга (Кинг, 1967) о закономерностях формирования склонов на земной поверхности.

Е.А. Гаршинев сделал важный вклад в понимание гидрологического процесса и роли защитных лесных насаждений. Он оценил влияние лесных полос на поглощение талых вод мерзлой почвой и формирование стока, а также предложил и обосновал концепцию «ледяного экрана». Суть концепции заключается в том, что при оттаивании верхнего слоя почвы на границе с мерзлым слоем поры заполняются льдом (кроме макрокапиллярных), и обычная инфильтрация заменяется термоинфильтрацией — протаиванием почвы за счет теплообмена. Верхний слой насыщается влагой до полной влагоемкости, а мерзлый слой сохраняет естественный уровень увлажнения. Ледяной экран

создает условия для формирования стока талых вод даже при недостаточной увлажненности мерзлого слоя (Гаршинев, 1999). Е.А. Гаршинев также показал, что летом формируется слой со сплошной менисковой пленкой, который обеспечивает дождевой сток даже при низкой исходной влажности почвы.

Полученные результаты позволяют применять логистическую функцию для решения широкого круга задач в прикладной геоморфологии, ландшафтоведении и почвоводоохранном земледелии, включая расчет геологического строения зоны аэрации и положения уровней грунтовых вод, комплексное ландшафтное районирование, прогнозирование естественной и антропогенной эволюции ландшафтов, аналитическое определение границ ландшафтных поясов, а также выполнение геоморфологического картографирования и расчета смыва почв. На ее основе Е.А. Гаршинев разработал уравнение для расчета смыва, использование которого и его первых четырех производных позволяет определять геоморфологические характеристики рельефа, строить карты текущих значений уклонов и смыва почв, рассчитывать противозерозионные рубежи, включая стокорегулирующие лесополосы, и определять границы почвозащитных земельных фондов и ландшафтных полос. Таким образом, логистическая функция стала универсальным инструментом для инженерного и научного анализа рельефа и земельных ресурсов.

Сделанные Е.А. Гаршиневым важнейшие разработки нашли свое отражение в созданной в лаборатории защиты почв от эрозии технологии управления эрозионно-гидрологическим процессом и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

С 1975 по 2010 г. отдел борьбы с эрозией почв ВНИАЛМИ возглавлял доктор сельскохозяйственных наук, профессор Иван Григорьевич Зыков (1937–2020).



Иван Григорьевич Зыков
Ivan Grigorievich Zykov

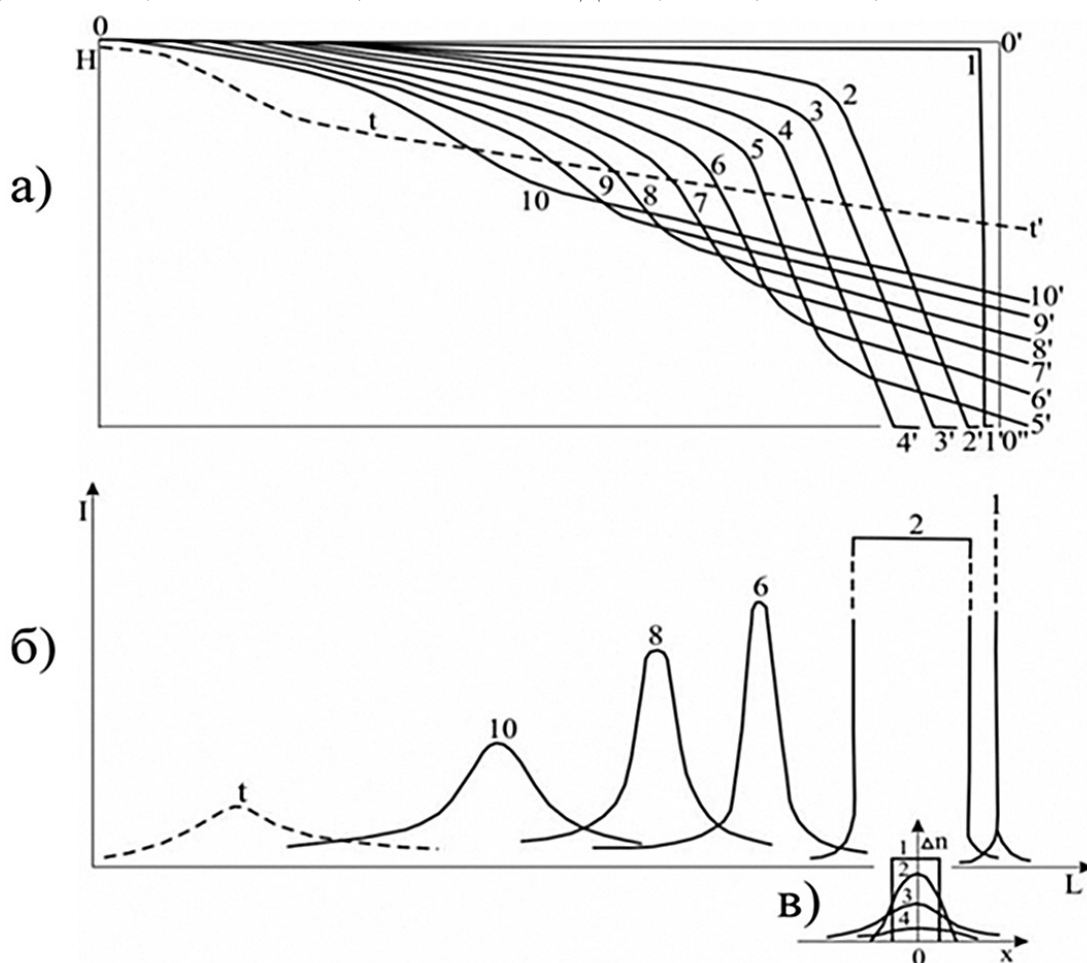


Рис. 3. Логико-графическая схема эволюции отметок H (а) и уклонов I (б) поверхности склона в ходе эрозионно-аккумулятивного процесса. Диффузия избыточных носителей с поверхности субстрата (в): 0-1-1'...0-t-t' – временные этапы эволюции

Fig. 3. Logical-graphic scheme of the evolution of elevations H (a) and slopes I (б) of the slope surface during the erosion-accumulative process. Diffusion of excess carriers from the substrate surface (в): 0-1-1'...0-t-t' – time stages of evolution

Научная работа И.Г. Зыкова была направлена на изучение закономерностей оврагообразования и создание научных основ и технологий лесной мелиорации гидрографической сети и эродированных склонов. Под его руководством разработана система противоэрозионных мероприятий и подходы к оптимизации лесоаграрных ландшафтов при разных формах землепользования. Он являлся автором более 25 авторских свидетельств и патентов. Им разработаны различные способы имитации процесса оврагообразования, облесения оврагов, борьбы со смывом почв; устройства и способы для закрепления оврагов; принципиально новые способы обработки смытых почв под многолетние насаждения. Данные разработки позволили расширить возможности применения лесомелиорации, значительно повысить эффективность защитных лесных насаждений и стали важным вкладом в развитие методов защиты почв от эрозии.



Валентин Павлович Борец
Valentin Pavlovich Borets

С 1979 по 1996 г. Новосильской опытной станцией руководил ученик Г.П. Сурмача Валентин Павлович Борец (1937–1996).

Им были определены и исследованы: влияние природных факторов на формирование поверхностного стока талых вод и эффективность противоэрозионных мероприятий, лесорастительные условия на эродированных землях, тепловой баланс и энергетический режим лесомелиорируемых территорий; изменения агрохимических свойств смытых лесных почв в травянистых фитоценозах; экономическая эффективность лесомелиорации; влияние защитных лесонасаждений на перераспределение радионуклидов на склоновых землях; разработаны и апробированы лесоводственные уходы разной интенсивности и лесовозобновительные рубки в насаждениях. Прделанная Валентином Павловичем большая комплексная работа показала, что защитные лесные насаждения обладают многофункциональной (мелиоративной, рекреационной, социальной) ролью в обеспечении высокой продуктивности лесоаграрных ландшафтов.

ШКОЛА А.С. КОЗМЕНКО – Г.П. СУРМАЧА В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

Современное поколение исследователей продолжают дело учителей, А.С. Козменко и Г.П. Сурмача, и многих их последователей. С 1996 по 2024 г. научные работы на Новосильской ЗАГЛОС проводились под руководством ученика Г.П. Сурмача Анатолия Ивановича Петелько (1938–2024).

Анатолий Иванович внес значительный вклад в развитие и популяризацию агролесомелиорации и противоэрозионной защиты склоновых земель. Основными направлениями его исследований являлись изучение эффективности противоэрозионных мероприятий в садах на склонах и разработка технологий оптимальных агролесомелиоративных комплексов для управления эрозионно-гидрологическим процессом; изучение лесной мелиорации овражно-балочных земель и рационального использования присетевых земель; исследование влияния стокорегулирующих лесополос разной конструкции на природные факторы поверхностного стока талых вод и интенсивность эрозионно-гидрологического процесса (Петелько, Новиков, 1999). Он активно сотрудничал с российскими эрозиоведами Почвенного института им. В.В. Докучаева, МГУ им. М.В. Ломоносова, Орловского государственного университета им. И.С. Тургенева, Санкт-Петербургского государственного университета и др. (Трофимец и др., 2023; Голосов и др., 2022, 2024).

Учеником Г.П. Сурмача был Валерий Витальевич Демидов – доктор биологических наук, профессор кафедры эрозии и охраны почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова.

Он посвятил свою научную деятельность исследованию воздействия агротехнических приемов, лесных полос и природных факторов на устойчивость почв к смыву, позже сосредоточившись на закономерностях формирования эрозионных процессов в период снеготаяния, поверхностном стоке и переносе веществ. Его работы легли в основу научно обоснованных систем почвозащитных мероприятий, а более ста публикаций и монографий отражают значительный вклад в понимание механизмов эрозии и разработку подходов к охране почв (Демидов, 2016; Федотов и др., 2024).

Учеником А.Т. Барабанова был Максим Михайлович Кочкарь. Он сосредоточился на изучении проблемы эрозии почв и эрозионной устойчивости склоновых земель.

Им изучены факторы, влияющие на формирование поверхностного стока талых вод, и разработаны меры по противодействию эрозии. В ходе дальнейшей работы он уделял значительное внимание агролесомелиорации, а именно созданию и использованию защитных лесных полос, противоэрозионных насаждений и других биологических способов стабилизации агроландшафтов. Им в соавторстве с другими учеными ВНИАЛМИ был получен патент на способ регулирования снегоотложения, который обеспечивает предохранение почвы от промерзания, повышение снегозапасов в поле, увеличение водопроницаемости почв, уменьшение стока и эрозии.

Сотрудники лаборатории защиты почв от эрозии ФНЦ агроэкологии РАН В.И. Панов, А.В. Кулик, О.А. Гордиенко, С.В. Петров, А.Д. Митрофанова под руководством Анатолия Тимофеевича Барабанова продолжили развитие теории рельефообразования, исследования закономерностей эрозионно-гидрологического процесса и разработку системы противоэрозионных мероприятий.

Используя наработки учителей, результаты собственных исследований, а также обобщения данных ВНИАЛМИ и литературных источников, они получили новые знания, которые способствовали созданию системы управления эрозионно-гидрологическим процессом (Барабанов, 2025): концепция эрозионной самоорганизации равнинного рельефа, научные основы современного синергетического эрозиоландшафтоведения; теория взаимодействия талой воды с мерзлой почвой и формирования стока талых вод, позволившая по-новому подойти к характеристике эрозионно-гидрологического процесса; закон лимитирующих факторов поверхностного стока талых вод, открывший новое направление поиска путей, принципов и подходов к решению проблемы защиты почв от эрозии; математические

модели формирования поверхностного стока талых вод, указывающие на новый подход к совершенствованию метода прогнозирования стока; концептуальные положения, пути и принципы разработки системы управления эрозионно-гидрологическим процессом, определившие направление создания адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

В развитие теории рельефообразования большой вклад внес ученик Г.П. Сурмача Валерий Иванович Панов, кандидат географических наук, по образованию инженер лесного хозяйства.

Он с 1963 г. по настоящее время работает на Поволжской агролесомелиоративной опытной станции (п. Новоберезовский Самарской обл.). Опираясь на фундаментальные идеи А.С. Козменко, он продвинул развитие противоэрозионной мелиорации (Панов, 2021): разработал схему эрозионной самоорганизации равнинного рельефа и заложил научные основы современного синергетического эрозиоландшафтоведения. Панов вычислил оптимальные пропорции угодий (пашня: степь: лес: водные объекты: поселения) для эталонных балочных и речных агроландшафтов (Панов, 2021а). Используя синергетический подход и концепцию открытых самоорганизующихся систем, сформированную Козменко — Сурмачем, он раскрыл принципы самоорганизации склоново-бассейновых элементов рельефа и предложил классификацию самоорганизованной гидрографической сети (Панов, Кулик, 2021). Изучение им эрозионных процессов, протекающих естественно в природной среде, с позиций открытых нелинейных сложных взаимодействующих систем открывает новые возможности их более глубокого познания и положительного решения стоящих перед учеными проблем сохранения плодородия почв и земельных ресурсов. Эрозия как явление и процесс, с позиции самоорганизации открытых взаимодействующих систем (синергетической парадигмы), порядка и хаоса, принадлежит к научным категориям всеобщего понятия. В.И. Панов экспериментально установил численные величины потерь влаги из-за ветрометельной сублимации и переноса снега в степных агроценозах. Он доказал, что лесные насаждения существенно ослабляют аэрогидродинамические потоки, уменьшают их разрушительное действие, укрепляют полезные элементы водного баланса и снижают физическое испарение и транспирацию на 15–20%, тем самым уменьшая эрозию и повышая устойчивость агроландшафтов.

Кроме разработок по вопросам рельефообразования, важную роль в решении проблемы защиты почв от эрозии играют гидрологические процессы. На созданных в 1958 г. Г.П. Сурмачем стоково-

эрозионных стационарах в разных природных зонах были проведены многолетние исследования эрозионно-гидрологического процесса. Это позволило уточнить представления о закономерностях этого процесса, охарактеризовать процесс взаимодействия талой воды с мерзлой почвой, усовершенствовать существующие и разработать новые противоэрозионные приемы и комплексы.

По полученным многолетним (свыше 60 лет) данным были рассчитаны и построены теоретические кривые вероятности превышения склонового стока, определены показатели среднего и разной вероятности превышения поверхностного стока талых вод с уплотненной и рыхлой пашни, установлена динамика весеннего стока (рис. 4) (Барабанов, 2017).

Разработана теория формирования склонового стока с теплофизической позиции водопоглощения в мерзлую почву и концепции формирования ледяного экрана. Она основывается на следующих разработанных нами фундаментальных положениях (Барабанов, 2025): впитывание талой воды в мерзлую почву происходит путем ее просачивания в свободные поры в верхнем оттаивающем слое мощностью *не более 30 см* — в процессе впитывания снеговой воды в почву между мерзлым нижним и оттаявшим верхним слоями образуется ледяной экран, прекращающий процесс впитывания; в мерзлую почву может просочиться количество воды, равное объему свободных пор в оттаявшем сверху слое почвы; на величину склонового стока талых вод влияют снеготпасы и влажность верхнего (до 30 см) слоя почвы, от которой зависит объем свободных пор.

Обобщение многолетних данных ВНИАЛМИ и других исследователей показало, что поверхностный сток талых вод зависит от трех факторов: снеготпасы, влажность почвы и глубина ее промерзания, при этом их влияние взаимосвязанно. На основе теоретических и экспериментальных исследований А.Т. Барабанов сформулировал закон лимитирующих факторов поверхностного стока и разработал методику его высокоточного (80–100%) и заблаговременного (1.5–2 месяца) прогнозирования (Барабанов, 2017). Суть закона заключается в том, что, если хотя бы один из трех факторов находится ниже лимитирующего уровня, сток не формируется, независимо от остальных. Например, при талой почве или промерзании до ≤ 50 см стока нет, независимо от увлажнения и снеготпасов; увеличение промерзания выше лимита не изменяет сток. При достаточной глубине промерзания решающими становятся влажность почвы и снеготпасы. Если верхний слой почвы

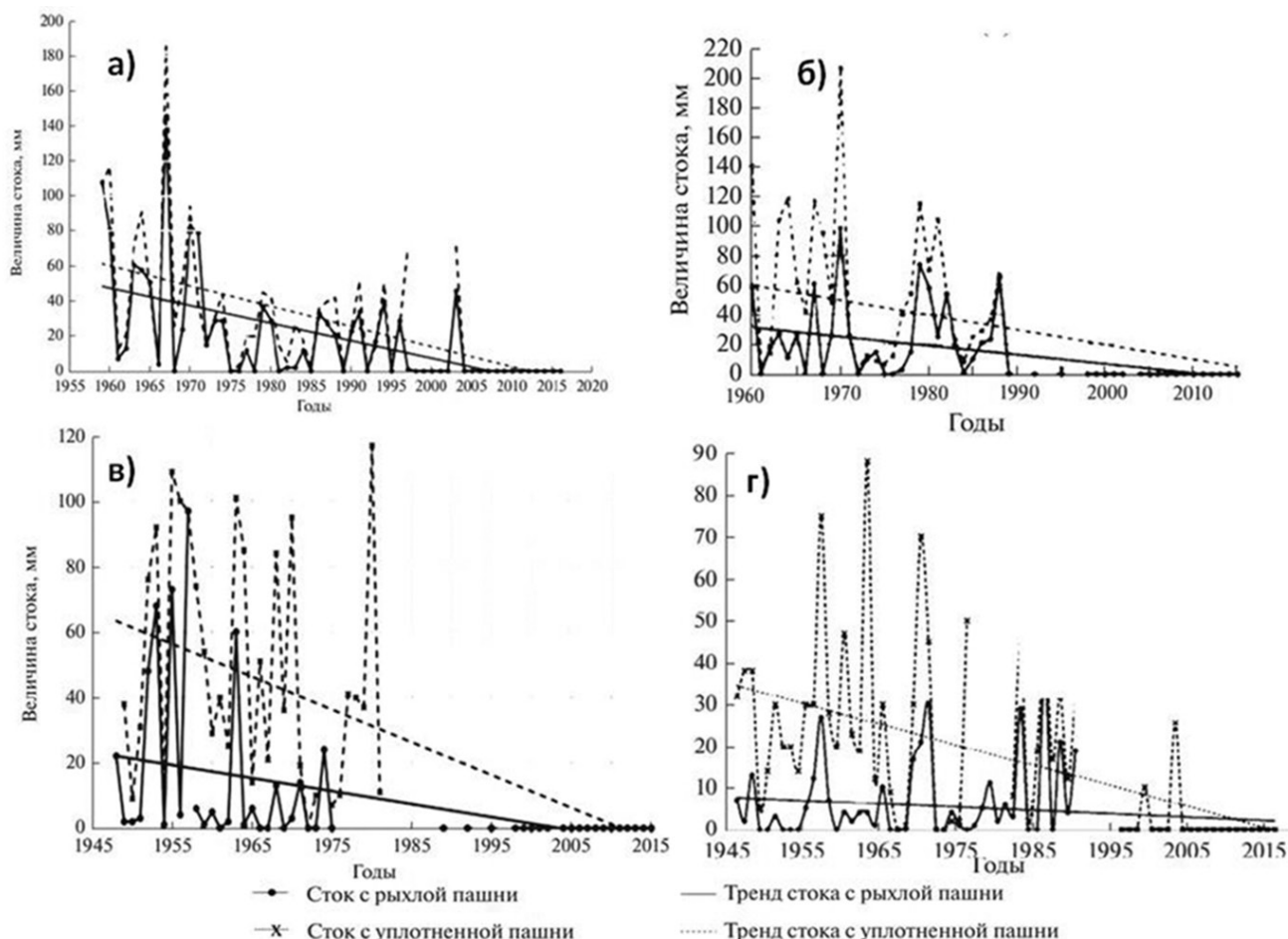


Рис. 4. Динамика стока талых вод на серых лесных почвах лесостепи (а), выщелоченных (б) и обыкновенных черноземах (в), светло-каштановых почвах (г) (Барабанов, 2017)

Fig. 4. Dynamics of meltwater runoff on gray forest soils of the forest-steppe (a), leached chernozems (б), typical chernozems (в), and light chestnut soils (г)

(0–50 см) увлажнен более 70–130 мм (по зонам), сток формируется независимо от промерзания и снеготалых запасов — здесь лимитирующим фактором является влажность.

Закон лимитирующих факторов стока позволяет подходить к разработке новых противоэрозионных приемов, ориентируясь на их влияние на конкретные факторы. Если тот или иной прием не воздействует ни на один из трех лимитирующих факторов, он не влияет на поверхностный сток. Например, традиционные противоэрозионные агротехнические меры (искусственный микрорельеф, вспашка поперек склона и щелевание почвы) оказывают лишь незначительное регулирование стока, так как мало влияют на природные факторы, обуславливающие водопроницаемость почвы (Барабанов, 2023). На основе этих положений был разработан ряд новых методов регулирования стока, включающих: крупнополосное размещение культур в межполос-

ном пространстве стокорегулирующих лесополос, где в зонах снежных шлейфов размещают яровые культуры или пары, а между ними многолетние травы и мульча; прогнозирование поверхностного стока талых вод по глубине промерзания, запасам влаги в почве, снеге и ледяной корке; создание систем лесополос с изменяющейся по склону ветропроницаемостью от продуваемой к плотной.

Разработан новый способ расчета поверхностного стока талых вод на сельскохозяйственных угодьях (Барабанов, 2025). Отличительная новизна этого подхода заключается в том, что для его расчета достаточно учитывать только верхний слой почвы до 30 см, поскольку именно в нем происходит впитывание талой воды (термоинфильтрация). Для прогнозирования используются показатели только этого слоя: глубина промерзания, запасы воды в снеге и почве, общая и свободная порозность, плотность почв и плотность твердой фазы.

Важнейшим механизмом регулирования стока является предотвращение промерзания почвы или максимальное его снижение. Это достигается двумя основными путями: формированием мощного снежного покрова на ранних этапах зимы для слабого промерзания почвы, и второй путь — устройство канав глубиной 1–1.5 м, доходящих до незамерзшей почвы. Это особенно эффективно в сочетании с лесополосами. На основе первого положения была разработана комбинированная конструкция лесополосы с низкорослым кустарником, характеризующаяся разной степенью ажурности по профилю. Нижняя часть плотная, средняя — продуваемая, а верхняя — плотная или ажурная. Для оптимального снегоотложения на склонах разработан способ предотвращения смыва почв за счет сохранения полосно стерни разной высоты по склону.

В лаборатории защиты почв от эрозии разработана технология управления эрозионно-гидрологическим процессом и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия (рис. 5). Строится она на основе положения о функции формы склона как функции эрозии и аккумуляции, обоснованного Е.А. Гаршиным (Гаршинев, 1999). Им разработаны методика расчета текущего смыва в любой точке склона и определение места стокорегулирующих лесных полос. Суть разработки заключается в комплексном геоморфологическом анализе с созданием картографического материала и полевым обследованием территории, определении величины поверхностного стока (по картам стока, разработанным А.Т. Барабановым (Барабанов, 2017)) и расчете смыва почв по уравнению Е.А. Гаршина (Гаршинев, 1999), организации землепользования с размещением полей севооборотов, стокорегулирующих лесополос на пахотных землях и лесонасаждений на гидрографической сети, включая прибалочные и приовражные лесополосы, насаждения на балках и оврагах, а также в лесомелиоративном адаптивно-ландшафтном обустройстве территории с расчетом расстояний между рубежами, определением их местоположения на местности и подбором параметров, таких как конструкция, виды пород, количество рядов, ширина между рядов и другие (Гаршинев, 2002).

В настоящее время сотрудники лаборатории защиты почв от эрозии под руководством А.Т. Барабанова на основе полученных новых знаний и преемственности поколений ученых работают над совершенствованием теоретических основ взаимодействия талой воды с мерзлой почвой, математическим моделированием формирования

поверхностного стока талых вод; усовершенствованием концепции образования ледяного экрана и методики высокоточного прогнозирования стока талых вод. В полевом опыте изучаются особенности формирования факторов эрозионно-гидрологического процесса под влиянием лесополос комбинированной конструкции при разном размещении в них низкорослого кустарника и их снегорегулирующая роль; динамика порозности почвы за зимний период и ее влияние на поверхностный сток талых вод и пр. (Петелько и др., 2023; Кулик, Гордиенко, 2022; Кулик и др., 2022).

В 2023 г. сотрудниками лаборатории защиты почвы от эрозии были подготовлены и изданы избранные труды школы эрозиоведения Козменко — Сурмача в четырех томах (<https://vfanc.ru/innovacii/gazrabotki/#1703141948776-74c26193-568f>). В эти тома вошли ранее опубликованные работы ученых школы. Особая ценность этих избранных трудов заключается, помимо прочего, и в том, что в них впервые собраны ранее неизданные статьи, монографии и книги таких выдающихся ученых, как Г.П. Сурмач и Е.А. Гаршинев, а также редкие книги и монографии А.С. Козменко, написанные по русской дореформенной орфографии. Часть материалов оставалась малоизвестной, многие из них публиковались локально, в Волгограде, и не имели широкого распространения в других регионах России, а ряд книг выходил в те годы, когда возможности передачи научной информации были значительно ограничены.

Создание избранных трудов стало важным событием для научного сообщества. Теперь уникальные исследования по эрозии почв и смежным областям доступны широкому кругу специалистов — эрозиоведам, почвоводам, географам, земледельцам, агролесомелиораторам и др. Это позволяет не только сохранить научное наследие предыдущих поколений, но и сделать его доступным для изучения, анализа и использования в современных исследованиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заложенные сто лет назад основы противоэрозионной мелиорации А.С. Козменко в результате преемственности нескольких поколений ученых получили последовательное развитие и сегодня служат фундаментом эрозионнобезопасного, высокопродуктивного земледелия, основанного на адаптивно-ландшафтном обустройстве территории и формировании агролесомелиоративного экологического каркаса.

Основоположник школы эрозиоведения А.С. Козменко, обладавший большим научным



Рис. 5. Технология создания систем управления эрозионно-гидрологическим процессом и разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия

Fig. 5. Technology for developing systems to manage erosion–hydrological processes and for designing adaptive landscape-based farming systems

и практическим опытом, заложил основы теории рельефообразования, которая позднее была дополнена Г.П. Сурмачем и усовершенствована Е.А. Гаршиным. Им также были разработаны научные основы противоэрозионной мелиорации, которые стали фундаментом современных систем адаптивно-ландшафтного земледелия.

Благодаря основам, заложенным А.С. Козменко и Г.П. Сурмачем, их ученики и последователи продолжали совершенствовать их разработки и получать новые знания. Были разработаны новые методические подходы к изучению процессов эрозии на основе исследования закономерностей формирования поверхностного стока; получили научное обоснование методы адаптивно-ландшафтного обустройства территории водосборов и размещения на них стокорегулирующих лесополос и других рубежей на расчетной основе; созданы новые приемы, технологии и система управления эрозионно-гидрологическим процессом.

Сейчас научные исследования направлены на изучение физики эрозионно-гидрологического процесса, совершенствование прогноза поверхностного стока талых вод, апробирование новых способов борьбы с эрозией почв.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания ФНЦ агроэкологии РАН № FNFE-2025-0005.

ЛИТЕРАТУРА

Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство / Под ред. В.И. Кирюшина, А.Л. Иванова. М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005. 784 с.

Арманд Д.Л. Физико-географические основы проектирования сети полезащитных лесных полос. М.: АН СССР, 1961. 367 с.

Барабанов А.Т. Обоснование роли и места стокорегулирующих мероприятий в борьбе с деградацией почв и опустыниванием земель // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2023. № 1(69). С. 36–46.

DOI: 10.32786/2071-9485-2023-01-03.

Барабанов А.Т. Основы управления эрозионно-гидрологическим процессом на склоновых землях путем формирования почвозащитных систем адаптивно-ландшафтного земледелия // Почвоведение.

дение. 2025. № 10. С. 1367–1377.
DOI: 10.7868/S3034561825100108.

Барабанов А.Т. Формирование весеннего склонового стока на сельскохозяйственных землях лесостепной и степной зон европейской части России // География и природные ресурсы. 2024. № 3. С. 113–119. DOI: 10.15372/GIPR.20240311.

Барабанов А.Т. Эрозионно-гидрологическая оценка взаимодействия природных и антропогенных факторов формирования поверхностного стока талых вод и адаптивно-ландшафтное земледелие. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2017. 188 с.

Гаршинев Е.А. Противоэрозионная лесомелиорация и эволюция эрозионно-гидрологического процесса: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Волгоград, 1995. 48 с.

Гаршинев Е.А. Эрозионно-гидрологический процесс и лесомелиорация. Экспериментальная оценка, расчет, проектирование. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2002. 220 с.

Гаршинев Е.А. Эрозионно-гидрологический процесс. Теория и модели. Волгоград: ВНИАЛМИ, 1999. 196 с.

Голосов В.Н., Жидкин А.П., Петелько А.И. и др. Полевая верификация эрозионных моделей на основе исследований малого водосбора в бассейне р. Воробжи (Курская область) // Почвоведение. 2022. № 10. С. 1321–1338.

Голосов В.Н., Шамшурина Е.Н., Колос Г.И., Петелько А.И., Жидкин А.П. Пространственно-временные изменения эрозионно-аккумулятивных процессов на малом водосборе в северной части Среднерусской возвышенности // Почвоведение. 2024. № 5. DOI: 10.1134/S1064229323603682.

Демидов В.В. Закономерности формирования эрозионных процессов при снеготаянии в лесостепной зоне центральной России: теория и экспериментальные исследования: монография. Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью «Центр развития научного сотрудничества», 2016. 62 с.

Заславский М.Н. Эрозиоведение. М.: Высшая школа, 1983. 320 с.

Здоровцов И.П. Влияние почвоводоохранного земледелия на эрозионно-гидрологические процессы и продуктивность агроландшафтов в ЦЧР // Известия Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 7. С. 53–54.

Зюзь Н.С. Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации (ВНИАЛМИ). Краткая история. ВНИАЛМИ. Волгоград, 2005. 116 с.

Каштанов А.Н. Почвы России, их состояние и системы земледелия (к 120-летию Докучаевского

комплекса в Каменной Степи и 100-летию Воронежского государственного аграрного университета имени императора Петра I) // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2012. № 3(34). С. 36–40.

Кинг Л. Морфология земли. М.: Прогресс, 1967. 560 с.

Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. Пушкино, 1993. 64 с.

Козменко А.С. Борьба с эрозией почв на сельскохозяйственных угодьях. М.: Изд-во с.-х. литературы, 1963. 208 с.

Козменко А.С. Борьба с эрозией почв. М.: Сельхозгиз, 1954. 229 с.

Козменко А.С. Основы противоэрозионной мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1954а. 424 с.

Козменко А.С. Работы Новосильской опытно-овражной станции по изучению приемов борьбы с эрозией // Эрозия почв. М.Л.: АН СССР, 1937. С. 155–185.

Козменко А.С. Теоретические основы борьбы с эрозией почв // Эрозия почв. М.-Л.: АН СССР, 1937а. С. 67–99.

Кулик А.В., Гордиенко О.А. Условия формирования поверхностного стока талых вод на склоновых землях юга Приволжской возвышенности // Почвоведение. 2022. № 1. С. 44–54.
DOI: 10.31857/S0032180X22010099.

Кулик А.В., Гордиенко О.А., Шайфуллин М.Р. Динамика промерзания и оттаивания почвы в агролесоландшафте // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2022. № 112. С. 160–180.
DOI: 10.19047/0136-1694-2022-112-160-180.

Ландшафтное земледелие / А.Н. Каштанов [и др.]; под общ. ред. А.Н. Каштанова, А.П. Щербакова // Концепция формирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроландшафтов и совершенствования систем земледелия на ландшафтной основе. Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 1999. Ч. 1. 98 с.

Лопырев М.И., Стекольников К.Е. Опыт планирования и внедрения эколого-ландшафтных систем земледелия в Центральном Черноземье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4(66). С. 8–10.

Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: АН СССР, 1955. 346 с.

Панов В.И. Ландшафтный гидромелиоративно-гидротехнический кластер в ландшафтно-синергетическом агроэкологическом природопользовании степного засушливого пояса России // Научно-агрономический журнал. 2021. № 1(112). С. 6–18.
DOI: 10.34736/FNC.2021.112.1.001.

Панов В.И. Оптимизация соотношения основных ландшафтных угодий (кластеров) в бассей-

новом агроэколандшафте степного засушливого пояса России // Научно-агрономический журнал. 2021а. № 2(113). С. 6–17.

DOI: 10.34736/FNC.2021.113.2.001.

Панов В.И. Синергетическое эрозиоландшафтоведение: теория и практика самоорганизации гидрологических и эрозионных процессов, рельефа и ландшафтов // Защитное лесоразведение в Российской Федерации: материалы науч.-практ. конф., Волгоград, 17–19 окт. 2011 г. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2011. С. 231–240.

Панов В.И., Кулик А.В. Древнеэрозионная и современная самоорганизация равнинного рельефа суши степного пояса Евразии // Научно-агрономический журнал. 2021. № 3(114). С. 20–31.

DOI: 10.34736/FNC.2021.114.3.002.

Петелько А.И., Барабанов А.Т., Выпова А.В. Влияние низкорослого кустарника в стокорегулирующей лесополосе комбинированной конструкции на факторы стока и элементы водного баланса в лесостепи бассейнов Центрального Нечерноземья // Природообустройство. 2023. № 4. С. 28–34. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-28-34.

Петелько А.И., Новиков Н.Е. Предложения по защите почв от водной эрозии в Центральном районе Нечерноземья. Орёл, 1999. 32 с.

Постановление Совета Труда и Оборона от 29 апреля 1921 г. «О борьбе с засухой» // Электронная библиотека исторических документов. <https://docs.historyrussia.org/ru/nodes/354768> (Дата обращения: 24.11.2025).

Постановления первого Всесоюзного совещания по борьбе с эрозией почв в СССР 4–7 марта 1936 г. Москва // Борьба с эрозией почв в СССР. Материалы первого Всесоюзного совещания по борьбе с эрозией почв. Изд-во Академии наук СССР. М., Л., 1938. С. 13–22.

Сильверстов С.И. Рельеф и земледелие. М.: Сельхозгиз, 1955. 288 с.

Система адаптивно-ландшафтного земледелия Волгоградской области на период до 2015 года / А.Л. Иванов [и др.]. Волгоград: ИПК Волгоградской ГСХА «Нива», 2009. 304 с.

Сурмач Г.П. Водная эрозия и борьба с ней. Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. 254 с.

Сурмач Г.П. Пути борьбы с эрозией почв в СССР // Итоги работы института, опытных станций и пунктов (ВНИАЛМИ). Волгоград, 1961. Т. 1. Вып. 35. С. 45–66.

Сурмач Г.П. Рельефообразование, формирование лесостепи, современная эрозия и противоэрозионные мероприятия. Волгоград, 1992. 175 с.

Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Кочуров Б.И., Чадаева Н.Н., Тяпкина А.П., Сараева А.М., Тарасов А.В., Баркалов А.О., Петелько А.И. Количественная оценка эрозионных потерь почвы на различных участках распаханного склона (бассейн Верхней Оки). ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационная поддержка устойчивого развития регионов в условиях кризиса: Материалы Международной конференции. М.: Географический факультет МГУ, 2023. Т. 29. Ч. 1. С. 361–377.

DOI: 10.35595/2414-9179-2023-1-29-361-377.

Федотов Г.Н. и др. Взаимосвязь механизмов формирования эрозионной стойкости и водостойчивости почв / Г.Н. Федотов, Д.А. Тарасенко, В.В. Демидов, И.В. Горепекин, М.Н. Егорова, А.И. Сухарев // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2024. Т. 79. № 3. С. 80–87.

Шабаяев А.И. Почвоводоохранная мелиорация и ресурсосбережение в адаптивно-ландшафтном земледелии // Земледелие. 2009. № 1. С. 610.

Швебс Г.И. Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 184 с.

ОБ АВТОРАХ

Анатолий Тимофеевич Барабанов, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник — заведующий лабораторией защиты почв от эрозии ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград.

Валерий Иванович Панов, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник Поволжской АГЛОС — филиала ФНЦ агроэкологии РАН, п. Новоберезовский, Самарская обл.

Анастасия Витальевна Выпова, директор Новосильской ЗАГЛОС — филиала ФНЦ агроэкологии РАН, г. Мценск, Орловская обл.

Анастасия Владимировна Кулик, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории защиты почв от эрозии ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград.

Олег Андреевич Гордиенко, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории защиты почв от эрозии ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград.

Анна Дмитриевна Митрофанова, лаборант-исследователь лаборатории защиты почв от эрозии ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград.

Станислав Викторович Петров, лаборант-исследователь лаборатории защиты почв от эрозии ФНЦ агроэкологии РАН, Волгоград.

THE DEVELOPMENT HISTORY OF KOZMENKO-SURMACH SCIENTIFIC EROSION STUDIES SCHOOL

A.T. Barabanov^{1*}, V.I. Panov², A.V. Vyрova³, A.V. Kulik¹, O.A. Gordienko¹,
A.D. Mitrofanova¹, S.V. Petrov¹

¹*Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (FSC of Agroecology of the RAS), Volgograd, Russia*

²*Volga Agroforestry Experimental Station – branch of the FSBSI “Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences” (Volga Agroforestry Experimental Station – branch of the FSC of Agroecology of the RAS), Samara region, Russia*

³*Novosil'skaya Zonal Agroforestry Experimental Station – branch of the FSBSI “Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences” (Novosil'skaya Zonal Agroforestry Experimental Station – branch of the FSC of Agroecology of the RAS), Oryol region, Russia*

*barabanov-a@vfanc.ru

Abstract. The review presents the key results of many years of research conducted by the Kozmenko–Surmach scientific school of erosion studies. This school has made a significant contribution to the development of national science on the erosion–hydrological process (EHP) and to the formation of the foundations of anti-erosion reclamation, which have become the basis for modern adaptive–landscape farming systems. A.S. Kozmenko was one of the first researchers in Russia to carry out systematic studies of the EHP and to develop measures for its regulation, proposing an original theory of relief formation. His student, G.P. Surmach, expanded and deepened these ideas, conducted large-scale soil–erosion studies, improved the theory of relief formation, substantiated the theory of the formation of grey forest soils and chernozems in the forest-steppe zone, proposed a classification of soils by the degree of erosion, and developed a method for forecasting snowmelt runoff. The development of the school's concepts was continued by E.A. Garshinev, V.P. Borets, A.T. Barabanov, V.I. Panov, A.I. Petelko, and other researchers. Based on the theory of relief formation, scientific foundations were established for adaptive–landscape organization of catchments and for the placement of runoff-regulating shelterbelts and other protective barriers; new techniques, technologies, and a system for managing the erosion–hydrological process were developed; and a methodology for high-precision forecasting of surface snowmelt runoff was created. The long-term research in the field of soil erosion control and anti-erosion reclamation has continued to evolve and today serves as a scientific basis for sustainable agro-environmental management. The accumulated experience, theoretical principles, and applied developments are becoming increasingly relevant under growing anthropogenic pressure and climate change.

Keywords: relief formation, surface runoff, erosion-hydrological process, soil erosion, soil conservation measures, adaptive landscape agriculture

ACKNOWLEDGMENTS

The research was carried out as part of the state assignment of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences No. FNFE-2025-0005.

REFERENCES

- Adaptive-Landscape Farming System of the Volgograd Region for the Period up to 2015 / A.L. Ivanov et al. Volgograd: IPK Volgogradskoy GSKhA “Niva”, 2009. 304 p. (In Russ.)
- Agroecological Assessment of Lands, Design of Adaptive-Landscape Farming Systems and Agro-technologies: Methodological Guidelines / Ed. by V.I. Kiryushin, A.L. Ivanov. Moscow: FGNU Rosinformagrotekh, 2005. 784 p. (In Russ.)
- Armand D.L. Physical-Geographical Foundations for Designing Shelterbelt Networks. Moscow: AN SSSR, 1961. 367 p. (In Russ.)
- Barabanov A.T. Erosion–Hydrological Assessment of the Interaction of Natural and Anthropogenic Factors in the Formation of Meltwater Surface Runoff and Adaptive-Landscape Agriculture. Volgograd: FNTs Agroekologii RAN, 2017. 188 p. (In Russ.)
- Barabanov A.T. Formation of Spring Slope Runoff on Agricultural Lands of the Forest-Steppe and Steppe Zones of the European Part of Russia // *Geografiya i Prirodnye Resursy*. 2024. No. 3. P. 113–119. DOI: 10.15372/GIPR20240311. (In Russ.)
- Barabanov A.T. Fundamentals of Managing the Erosion–Hydrological Process on Sloping Lands through the Formation of Soil-Protective Systems of Adaptive-Landscape Agriculture // *Pochvovedenie*.

2025. No. 10. P. 1367–1377.
DOI: 10.7868/S3034561825100108. (In Russ.)
- Barabanov A.T. Substantiation of the Role and Place of Runoff-Regulating Measures in Combating Soil Degradation and Land Desertification. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo Agro-Universitetskogo Kompleksa: Nauka i Vysshee Professional'noe Obrazovanie*. 2023. No. 1(69). P. 36–46.
DOI: 10.32786/2071-9485-2023-01-03. (In Russ.)
- Demidov V.V. Patterns of Erosion Process Formation during Snowmelt in the Forest-Steppe Zone of Central Russia: Theory and Experimental Studies. Novosibirsk: Tsentrazvitiya Nauchnogo Sotrudnichestva, 2016. 62 p. (In Russ.)
- Fedotov G.N., Tarasenko D.A., Demidov V.V., Gorepekin I.V., Egorova M.N., Sukharev A.I. Relationships between Mechanisms of Erosion Resistance and Water Stability Formation in Soils // *Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 17. Pochvovedenie*. 2024. Vol. 79. No. 3. P. 80–87. (In Russ.)
- Garshinev E.A. Anti-Erosion Forest Reclamation and the Evolution of the Erosion–Hydrological Process. Extended Abstract of Doctoral Dissertation. Volgograd, 1995. 48 p. (In Russ.)
- Garshinev E.A. Erosion–Hydrological Process and Forest Reclamation: Experimental Assessment, Calculation, Design. Volgograd: VNIALMI, 2002. 220 p. (In Russ.)
- Garshinev E.A. Erosion–Hydrological Process: Theory and Models. Volgograd: VNIALMI, 1999. 196 p. (In Russ.)
- Golosov V.N., Shamshurina E.N., Kolos G.I., Petelko A.I., Zhidkin A.P. Spatiotemporal Changes in Erosion–Accumulation Processes in a Small Catchment in the Northern Part of the Central Russian Upland // *Pochvovedenie*. 2024. No. 5.
DOI: 10.1134/S1064229323603682. (In Russ.)
- Golosov V.N., Zhidkin A.P., Petelko A.I., et al. Field Verification of Erosion Models Based on Studies of a Small Catchment in the Vorobzha River Basin (Kursk Oblast) // *Pochvovedenie*. 2022. No. 10. P. 1321–1338. (In Russ.)
- Kashtanov A.N. Soils of Russia, Their Condition and Farming Systems (to the 120th Anniversary of the Dokuchaev Complex in Kamennaya Steppe and the 100th Anniversary of Voronezh State Agrarian University) // *Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*. 2012. No. 3(34). P. 36–40. (In Russ.)
- King L. The Morphology of the Earth. Moscow: Progress, 1967. 560 p. (In Russ.)
- Kiryushin V.I. The Concept of Adaptive-Landscape Agriculture. Pushchino, 1993. 64 p. (In Russ.)
- Kozmenko A.S. Combating Soil Erosion on Agricultural Lands. Moscow: Izd-vo Sel'skokhozyaystvennoy Literatury, 1963. 208 p. (In Russ.)
- Kozmenko A.S. Combating Soil Erosion. Moscow: Sel'khozgiz, 1954. 229 p. (In Russ.)
- Kozmenko A.S. Fundamentals of Anti-Erosion Reclamation. Moscow: Sel'khozgiz, 1954a. 424 p. (In Russ.)
- Kozmenko A.S. Theoretical Foundations of Combating Soil Erosion. In: *Eroziya Pochv*. Moscow–Leningrad: AN SSSR, 1937a. P. 67–99. (In Russ.)
- Kozmenko A.S. Works of the Novosil Experimental Gully Station on Studying Methods of Combating Erosion. In: *Eroziya Pochv*. Moscow–Leningrad: AN SSSR, 1937. P. 155–185. (In Russ.)
- Kulik A.V., Gordienko O.A. Conditions for the Formation of Meltwater Surface Runoff on Sloping Lands of the Southern Volga Upland. *Pochvovedenie*. 2022. No. 1. P. 44–54.
DOI: 10.31857/S0032180X22010099. (In Russ.)
- Kulik A.V., Gordienko O.A., Shaifullin M.R. Dynamics of Soil Freezing and Thawing in an Agroforestry Landscape. *Byulleten' Pochvennogo Instituta im. V.V. Dokuchaeva*. 2022. No. 112. P. 160–180.
DOI: 10.19047/0136-1694-2022-112-160-180. (In Russ.)
- Landscape Farming / A.N. Kashtanov et al.; ed. by A.N. Kashtanov, A.P. Shcherbakov. In: *Kontseptsiya Formirovaniya Vysokoproduktivnykh Ekologicheskii Ustoychivyykh Agrolandshaftov i Sovershenstvovaniya Sistem Zemledeliya na Landshaftnoy Osnove*. Kursk: VNIIZiZPE, 1999. Pt. 1. 98 p. (In Russ.)
- Lopyrev M.I., Stekolnikov K.E. Experience in Planning and Implementing Ecological-Landscape Farming Systems in the Central Black Earth Region // *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta*. 2017. No. 4(66). P. 8–10. (In Russ.)
- Makkaveev N.I. River Channel and Erosion in Its Basin. Moscow: AN SSSR, 1955. 346 p. (In Russ.)
- Panov V.I. Landscape Hydromeliorative–Hydrotechnical Cluster in Landscape-Synergetic Agroecological Nature Management of the Steppe Arid Belt of Russia // *Nauchno-Agronomicheskii Zhurnal*. 2021. No. 1(112). P. 6–18.
DOI: 10.34736/FNC.2021.112.1.001. (In Russ.)
- Panov V.I. Optimization of the Ratio of Main Landscape Lands (Clusters) in a Basin Agroecolandscape of the Steppe Arid Belt of Russia // *Nauchno-Agronomicheskii Zhurnal*. 2021a. No. 2(113). P. 6–17.
DOI: 10.34736/FNC.2021.113.2.001. (In Russ.)
- Panov V.I. Synergetic Erosiolandscape Science: Theory and Practice of Self-Organization of Hydrological and Erosion Processes, Relief and Landscapes. In:

Zashchitnoe Lesorazvedenie v Rossiyskoy Federatsii. Volgograd: VNIALMI, 2011. P. 231–240. (In Russ.)

Panov V.I., Kulik A.V. Ancient Erosional and Modern Self-Organization of the Plain Land Relief of the Eurasian Steppe Belt // Nauchno-Agronomicheskii Zhurnal. 2021. No. 3(114). P. 20–31.

DOI: 10.34736/FNC.2021.114.3.002. (In Russ.)

Petelko A.I., Barabanov A.T., Vypova A.V. Influence of Low-Growing Shrubs in a Runoff-Regulating Forest Belt of Combined Design on Runoff Factors and Water Balance Elements in the Forest-Steppe of Central Non-Chernozem Basins // Prirodoobustroystvo. 2023. No. 4. P. 28–34.

DOI: 10.26897/1997-6011-2023-4-28-34. (In Russ.)

Petelko A.I., Novikov N.E. Proposals for Soil Protection against Water Erosion in the Central Regions of the Non-Chernozem Zone. Orel, 1999. 32 p. (In Russ.)

Resolution of the Council of Labor and Defense of April 29, 1921 “On Combating Drought”. Elektron-naya Biblioteka Istoricheskikh Dokumentov. Accessed 24.11.2025. (In Russ.)

Resolutions of the First All-Union Conference on Combating Soil Erosion in the USSR (March 4–7, 1936, Moscow). In: Bor’ba s Eroziyey Pochv v SSSR. Moscow–Leningrad: Izd-vo Akademii Nauk SSSR, 1938. P. 13–22. (In Russ.)

Shabaev A.I. Soil- and Water-Protective Reclamation and Resource Saving in Adaptive-Landscape Agriculture // Zemledelie. 2009. No. 1. P. 6–10. (In Russ.)

Shvebs G.I. Formation of Water Erosion, Sediment Runoff and Their Assessment. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1974. 184 p. (In Russ.)

Sil’verstov S.I. Relief and Agriculture. Moscow: Sel’khozgiz, 1955. 288 p. (In Russ.)

Surmach G.P. Relief Formation, Forest-Steppe Development, Modern Erosion and Anti-Erosion Measures. Volgograd, 1992. 175 p. (In Russ.)

Surmach G.P. Water Erosion and Its Control. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1976. 254 p. (In Russ.)

Surmach G.P. Ways of Combating Soil Erosion in the USSR. In: Itogi Raboty Instituta, Opytnykh Stantsiy i Punktov (VNIALMI). Volgograd, 1961. Vol. 1. Iss. 35. P. 45–66. (In Russ.)

Trofimets L.N., Panidi E.A., Kochurov B.I., Chaadaeva N.N., Tyapkina A.P., Saraeva A.M., Tarasov A.V., Barkalov A.O., Petelko A.I. Quantitative Assessment of Soil Erosion Losses on Different Parts of a Ploughed Slope (Upper Oka Basin). InterCarto. InterGIS. 2023. Vol. 29. Pt. 1. P. 361–377.

DOI: 10.35595/2414-9179-2023-1-29-361-377. (In Russ.)

Zaslavsky M.N. Erosion Science. Moscow: Vysshaya Shkola, 1983. 320 p. (In Russ.)

Zdorovtsov I.P. Influence of Soil- and Water-Protective Farming on Erosion–Hydrological Processes and Agro-Landscape Productivity in the Central Black Earth Region // Izvestiya Kurskoy Gosudarstvennoy Sel’skokhozyaystvennoy Akademii. 2012. No. 7. P. 53–54. (In Russ.)

Zyuz N.S. All-Russian Research Institute of Agroforestry Reclamation (VNIALMI): A Brief History. Volgograd: VNIALMI, 2005. 116 p. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS

Anatoly Timofeevich Barabanov, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher and Head of the Soil Erosion Protection Laboratory at the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd.

Valery Ivanovich Panov, Candidate of Geographical Sciences, Leading Researcher at the Volga AGLOS branch of the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Novoberezhovskiy settlement, Samara Region.

Anastasia Vitalievna Vypova, Director of the Novosil’skaya Zonal Agroforestral Experimental Station, Branch of the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Mtsensk, Oryol region.

Anastasia Vladimirovna Kulik, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher at the Soil Erosion Protection Laboratory of the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd.

Oleg Andreevich Gordienko, Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Laboratory for Soil Erosion Protection at the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd.

Anna Dmitrievna Mitrofanova, Laboratory researcher at the Soil Erosion Protection Laboratory of the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd.

Stanislav Viktorovich Petrov, Laboratory researcher at the Soil Erosion Protection Laboratory of the Federal Scientific Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd.