

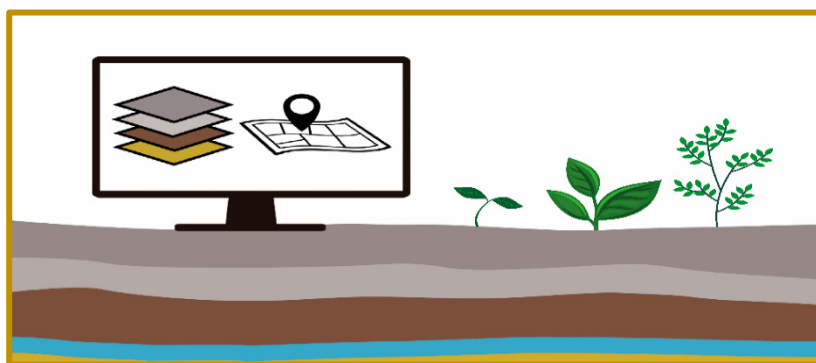


БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ
Кафедра почвоведения и геоинформационных систем
БЕЛОРУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

ПОЧВЕННЫЕ И ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ: ТРАДИЦИОННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ И УПРАВЛЕНИЮ

Материалы
международной научно-практической конференции,
посвященной 90-летию образования кафедры
почвоведения и геоинформационных систем БГУ
и 85-летию со дня рождения
доктора географических наук,
профессора В. С. АНОШКО

Минск, 21–24 сентября 2023 г.



Научное электронное издание

МИНСК, БГУ, 2023

ISBN 978-985-881-535-6

© БГУ, 2023

УДК 631.4(06)+528.94:631.4:004(06)
ББК 40.35я431

Редакционная коллегия:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. Н. Червань* (гл. ред.);
кандидат географических наук *А. С. Семенюк*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *И. А. Ефимова*;
доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Н. В. Клебанович*;
кандидат географических наук, доцент *Н. В. Ковальчик*;
кандидат географических наук, доцент *Л. И. Смыкович*;
кандидат экономических наук, доцент *Д. А. Чиж*;
кандидат географических наук, доцент *А. А. Карпиченко*;
А. Л. Киндеев; А. А. Сазонов

Рецензенты:

заместитель начальника отдела № 14 «Разработки технологий
обработки и применения данных дистанционного зондирования Земли»
Научно-инженерного республиканского унитарного
предприятия «Геоинформационные системы» *В. А. Сипач*;
кандидат географических наук, доцент *А. Е. Яротов*

Почвенные и земельные ресурсы: традиционные и инновационные подходы к изучению и управлению [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию образования каф. почвоведения и геоинформ. систем БГУ и 85-летию со дня рождения д-ра геогр. наук, проф. В. С. Аношко, Минск, 21–24 сент. 2023 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. Н. Червань (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2023. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-985-881-535-6.

Рассматриваются проблемы географии и картографирования почв, применения геоинформационных систем в почвоведении, землеустройства и территориального планирования.

Минимальные системные требования:

PC, Pentium 4 или выше; RAM 1 Гб; Windows XP/7/10;
Adobe Acrobat

Оригинал-макет подготовлен в программе Microsoft Word

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Е. В. Логинова*

Подписано к использованию 15.11.2023. Объем 2,9 МБ

Белорусский государственный университет.
Управление редакционно-издательской работы.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.
Телефон: (017) 259-70-70,
email: urir@bsu.by, <http://elib.bsu.by>

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел I. ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ПОЧВОВЕДЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ПОЧВЕННОЙ НАУКИ И УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	10
<i>Карпиченко А.А.</i> Ландшафтно-геохимические исследования на кафедре почвоведения и ГИС в XXI веке.....	10
<i>Романова Т.А.</i> Научные школы почвоведения в Беларуси.....	15
<i>Богдевич И.М., Путятин Ю.В., Станилевич И.С.</i> Полвека формирования и оптимизации агрохимических показателей плодородия пахотных и луговых почв Беларуси	20
<i>Махнач В.В., Мотузка А.Н.</i> Становление палеопочвоведения Беларуси.....	25
<i>Теренёва А.П., Симанков О.В.</i> Почвенное обследование земель в Республике Беларусь	30
Раздел II. АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ. ВОПРОСЫ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ, МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ.....	35
<i>Анциферова О.А.</i> Оценка вторично переувлажненных почв в осушенных агроландшафтах Калининградской области.....	40
<i>Баширов Р.Р., Гасанов Г.Н., Гаджиев К.М., Абдулаева А.С., Усманов Р.З.</i> Способ освоения солончаков в условиях Терско-Кумской равнины.....	45
<i>Голосов В.Н., Федин А.В., Харченко С.В., Иванов М.М.</i> Оценка эрозионных потерь почвы на водосборе пруда Песковский на основе применения радиоцезиевого метода	50
<i>Двойных В.В.</i> Влияние склоновых агроландшафтов на биологическую активность почвы	55
<i>Дериглазова Г.М.</i> Влияние технологий возделывания полевых культур на агрохимические свойства почв в Курской области	59
<i>Ересько М. А.</i> Комплексное восстановление земель в местах добычи полезных ископаемых	64
<i>Чалов С.Р., Иванов В.А.</i> Соотношение компонентов баланса наносов для больших рек: эрозия и аккумуляция, русловая и водосборная эрозия	69

<i>Иванова Н.Н.</i> Анализ истории землепользования, изменений систем земледелия и структуры посевов в регионах ЕТР с различными природными условиями и длительностью земледельческого освоения для целей ретроспективной оценки динамики темпов и объемов смыва за последние столетия	73
<i>Костюченко Н.Н., Дашкевич М.М., Волчек А.А.</i> Содержание тяжелых металлов в дерново-подзолистой почве при хранении органического удобрения в полевых условиях.....	79
<i>Прущик А.В.</i> Оценка эффективности лесных полос на эрозионноопасном склоне.....	83
<i>Кухарчик Т.И., Чернюк В.Д., Рябычин К.О.</i> Опыт изучения микропластика в почвах в зонах локальных источников воздействия: методические подходы, результаты	87
<i>Унаниян С.А., Сукиасян А.Р., Джангирян Т.А., Киракосян А.А.</i> Эколого-токсикологическая оценка антропогенного загрязнения почвы в районе Араратского цементного завода	90
<i>Тюгай З., Салимгареева О.А., Иванов А.В., Сидорова И.Я.</i> Агрегатная структура естественных и пахотных почв разного генезиса европейской части России: морфологические и физико-химические характеристики.....	95
<i>Жидкин А.П., Фомичева Д.В., Рухович Д.И.</i> Оценка деградации почвенного покрова на основе сочетания эрозионного моделирования и отражательной способности открытой поверхности почвы на ключевых участках в лесостепи Среднерусской возвышенности	101
<i>Фомичева Д.В., Иванова Н.Н., Шамшурина Е.Н.</i> Ретроспективная оценка динамики эрозионных процессов юга лесостепной зоны (на примере ключевого участка в Тамбовской области).....	106
Раздел III. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	111
<i>Чуян Н.А.</i> Биологическое состояние чернозема типичного в условиях применения агроботехнологии	111
<i>Гусев А.П.</i> Диагностика химического загрязнения почвенного покрова комплексом дистанционных и наземных методов.....	116
<i>Кокорева А.А., Клебанович Н.В., Колупаева В.Н., Никитина М.А.</i> Моделирование водного режима типичных почв сельскохозяйственных ландшафтов Республики Беларусь как первый этап создания национальных сценариев оценки риска пестицидов	121

<i>Асварова Т.А., Гасанов Г.Н., Гаджиев К.М., Баширов Р.Р., Абдулаева А.С.</i> Оценка влияния климатических факторов на почвенно-растительный покров Терско-Кумской низменности	126
<i>Сапожникова П.М., Данилова Н.И.</i> Кадастровая стоимость агроландшафтов России, граничащих с Республикой Беларусь.....	131
<i>Гафуров А.М., Усманов Б.М.</i> Использование воздушного лазерного сканирования для мониторинга лесных формаций	136
<i>Григорьев И.И., Рысин И.И.</i> Изучение русловых и овражных процессов на территории Удмуртии с помощью современных технологий	141

Раздел IV. ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫЕ И ХИМИКО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ СВОЙСТВ ПОЧВ..... 146

<i>Салимгареева О.А., Ковалева Н.О., Вытовтов В.А.</i> Об удельной поверхности чернозема типичного Курской области.....	146
<i>Лукин С.В., Корнейко Н.И., Четверикова Н.С.</i> Динамика плодородия почв и продуктивности агроценозов в условиях биологизации земледелия Белгородской области России	151
<i>Дудкина Т.А.</i> Влияние севооборота и минеральных удобрений на биологические свойства почвы под яровым ячменем	156
<i>Хомич В.С.</i> Методические аспекты мониторинга почв и почвенно-геохимических изысканий.....	160
<i>Брескина Г.М.</i> Современный взгляд на использование биопрепаратов и растительных остатков на удобрение.....	165
<i>Волчек А.А., Городнюк Ю.П.</i> Моделирование урожайности озимой ржи на территории Брестской области	170
<i>Кунавич К.В.</i> Изменения водоудерживающей способности и степени восстановления тургора листьев клевера (клевер луговой и клевер ползучий) под антропогенным влиянием на почвенный покров.....	176

Раздел V. ГЕОХИМИЯ ПОЧВ И ЛАНДШАФТОВ..... 182

<i>Абдулаева А.С., Гасанов Г.Н., Гаджиев К.М., Асварова Т.А., Баширов Р.Р.</i> Углерод в основных типах почв в полупустынях Терско-Кумской низменности.....	182
---	-----

<i>Елсукова Е.Ю., Недбаев И.С., Кузьмина Д.С.</i> Эколого-геохимические особенности и биотестирование почв в зоне воздействия добычи и производства фосфоритов.....	187
<i>Кудреватых И.Ю., Калинин П.И., Алексеев А.О.</i> Редкоземельные элементы в оценке интенсивности выветривания и скорости потери элементов из почв на примере степных ландшафтов	192
<i>Мижуй С.М., Пехота А.П.</i> Кислотность генетических горизонтов дерновой полугидроморфной песчаной почвы в зависимости от микрорельефа местности	196
<i>Салихов Ш.К., Гасанов Г.Н., Кичева Ж.О., Яхияев М.А., Усманов Р.З.</i> Органический углерод в почвах внутригорного Дагестана	201
<i>Чекин Г.В.</i> Содержание и профильное распределение тяжелых металлов в аллювиальных почвах городского участка поймы р. Десна	206
<i>Клебанович Н.В., Ересько М.А.</i> Об экологических аспектах нейтрализации почвенной кислотности	210
<i>Кузьмин С.И., Дробенок С.Д., Лаппо В.М.</i> Распределение тяжелых металлов и нефтепродуктов в почвах санитарно-защитных зон полигонов твердых коммунальных отходов.....	214
<i>Савченко С.В., Какарека С.В., Парфенов В.В., Саливончик С.В., Хомич В.С.</i> Прогнозная оценка загрязнения почв тяжелыми металлами на территории Беларуси.....	219
<i>Оношко М.П., Смыкович Л.И., Крошинский В.А., Бурко А.Н., Костюкевич Н.В.</i> Геохимическая оценка почв Могилевской области ...	224

Раздел VI. ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ, ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ..... 229

<i>Киварина М.В.</i> Региональные инновации как фактор устойчивого экономического роста.....	229
<i>Червань А.Н.</i> Структура почвенного покрова в практике территориального планирования агроландшафтов	234
<i>Бондарев В.П., Радомысльский М.С.</i> Социальные последствия деградации земель с точки зрения экспертов	243
<i>Любезная В.С.</i> Сетевой анализ объектов социальной инфраструктуры для целей городского планирования (на примере г. Гомеля)	248

<i>Маевская А.Н., Богдасаров М.А., Шешко Н.Н.</i> Ранжирование земельного фонда территории Брестской области по приемлемости к разработке общераспространенных полезных ископаемых.....	254
<i>Пиловец Г.И.</i> Анализ изменения структуры видов земель Витебской области.....	259
<i>Полюхович А.Н.</i> Управление территориями водно-болотных угодий международного значения Беларуси.....	264
<i>Ридевский Г.В.</i> Дуализм и трихотомия сельского пространства Беларуси как результат интенсивности сельско-городских взаимодействий.....	268
<i>Сафина Г.В., Федорова В.А.</i> Искусственные земельные участки как территориальный резерв развития городских систем (на примере города Казани).....	273
<i>Шушкова Е.В., Устин В.В.</i> Анализ реализации региональной схемы рационального размещения ООПТ местного значения (на примере Минской области).....	278
<i>Яцухно В.М.</i> Отражение почв в правовой системе Республики Беларусь: состояние и необходимость совершенствования.....	283
<i>Шавель А.Н., Безрученко А.П.</i> Географические особенности выращивания сахарной свеклы в Республике Беларусь.....	288
<i>Ефимова И.А., Андреева В.Л.</i> Характеристика типа земель «водороздел выпуклый высокий на двучленных породах» в границах Березинского заповедника.....	293
Раздел VII. ГЕНЕЗИС, ЭВОЛЮЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ПОЧВ. СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА, ЭВОЛЮЦИЯ И МОНИТОРИНГ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬ	298
<i>Горячкин В.Н.</i> Оценка содержания подвижного фосфора в почвах сельскохозяйственных угодий Ленинградской области.....	298
<i>Давыдова С.Г.</i> Почвы и почвообразующие породы Новгородской области.....	302
<i>Давыдова С.Г., Дружнова М.П., Степанова А.А.</i> Типы почв Новгородской области, сформировавшиеся в условиях избыточного увлажнения.....	306
<i>Ковалев И.В., Ковалева Н.О.</i> Мониторинг полугидроморфных почв, осушенных пластмассовым и гончарным дренажом.....	311
<i>Ковалева Н.О.</i> Особенности генезиса и эволюции почв полесий Русской равнины.....	316

<i>Лисецкий В.Н.</i> Закономерности депонирования органического углерода постагрогенными почвами в контексте климатических различий.....	321
<i>Махнач В.В., Мотузка А.Н.</i> Палеопочвы территории Беларуси	326
<i>Неведров Н.П.</i> Многолетняя динамика эмиссии CO ₂ из почв лесопарковых экосистем Курской агломерации.....	331
<i>Смыкович Л.И., Оношко М.П., Кажуро Е.А.</i> Структура земельного фонда Могилевской области.....	336
<i>Сазонов А.А.</i> География почвообразующих пород почв сельскохозяйственных земель Беларуси.....	339

Раздел VIII. ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ343

<i>Глазунов Г.П.</i> Агроэкологическая оценка склоновых земель в условиях Центрально-Черноземного региона.....	343
<i>Гутько Ф.С., Киндеев А.Л.</i> Геостатистический анализ кислотности почв для целей точного земледелия.....	349
<i>Давидович Ю.С.</i> Использование материалов радиолокационной съемки при дешифрировании геосистем Белорусского Полесья.....	352
<i>Князев И.С., Сазонов А.А.</i> Определение почвенного покрова методами машинного обучения по данным воздушного лазерного сканирования	357
<i>Алисиевич С.В., Ковальчик Н.В.</i> Оценка условий формирования избыточного стока в локальных водосборах на территории г. Минска..	361
<i>Копыльцова Е.В., Шамаль Н.В., Сеглин В.Н., Никитин А.Н., Тимохина Н.И.</i> Создание цифровой модели поверхности и радиационной обстановки на примере площадки вблизи бывшего населенного пункта Ясная Поляна	365
<i>Решоткин О.В., Алябина И.О.</i> Современные тенденции изменения климата почв Европейской России и Западной Сибири	369
<i>Сафина А.Р., Коркина Е.К.</i> БПЛА-съёмка почвенного покрова в условиях темнохвойной тайги	374
<i>Сипач В.А., Люштык В.С., Семенов О.А.</i> Применение ГИС в управлении территорией национального парка «Нарочанский».....	380
<i>Усманов Б.М., Гафуров А.М., Иванов М.А. Хомякова П.В.</i> Организация дистанционного мониторинга на полигоне «Карбон-Поволжье»	385

<i>Фруль Е.С., Киндеев А.Л.</i> Использование лазерного сканирования для определения эрозионно-опасных земель в детальном масштабе	391
<i>Киндеев А.Л., Сазонов А.А., Яскельчик В.В.</i> Геостатистическая интерпретация неоднородности кислотности почвенного покрова основных видов земель Республики Беларусь	395
<i>Чекалов И.А.</i> Построение карты-задания для дифференцированного внесения азотных удобрений на основе индекса NDVI	401

ИЗУЧЕНИЕ РУСЛОВЫХ И ОВРАЖНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТИИ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

И.И. Григорьев¹⁾, И.И. Рысин²⁾

¹⁾Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, email: ivangrig@yandex.ru

²⁾Удмуртский государственный университет, г. Ижевск, email: rysin.iwan@yandex.ru

Представлены современные технологии и результаты многолетних (1978–2022 гг.) исследований овражной эрозии и русловых процессов (2000–2022 гг.) на территории Удмуртии. На графике среднегодовых скоростей роста вершин оврагов за 44 летний период максимумы прироста относятся к 1979 (2,8 м), 1990 (1,9 м), 1991 (2,3 м) и 1994 (1,8 м) годам. Отчетливо выражен отрицательный тренд в развитии оврагов. Размыв берегов рек различается как по годам, так и отдельным ее участкам и зависит от морфолого-морфометрических параметров русла, руслоформирующих расходов и др. Современные методы исследования опасных эрозионных процессов включают комбинированное использование наземных геодезических измерений и аэрофотосъемок. Получены количественные показатели по линейному, площадному и объемному приросту овражной и русловой эрозии за многолетний период. Используемая методика позволила получить надежные результаты и планируется к дальнейшему использованию в мониторинговых наблюдениях в республике.

Ключевые слова: овражная эрозия, русловые размывы, геодезические работы, аэрофотосъемка, Удмуртская Республика.

На территории Удмуртской Республики (УР) проявляются различные типы опасных эрозионных процессов. Наиболее активны почвенная и овражная эрозия, русловые размывы берегов. В меньшей степени представлены оползневые и абразионные процессы, крип и др.

Современные технологии исследования данных процессов представлены главным образом комплексом полевых и камеральных топографо-геодезических работ, проводимых нами для изучения прироста оврагов за 44-летний период и динамики русловых размывов с начала 2000-х годов. Они заключаются в выполнении высокоточной ($\pm 0,01$ м) топографической съемке оврагов, уступов при вершинах, их бровок и тальвегов. Путем ежегодного сравнения топографических съемок измеряется линейный прирост вершин оврагов и изучается характер изменений очертаний бровок и тальвегов в плане и по высоте. Геодезические приборы для проведения данных работ регулярно совершенствовались. В период 1978–2002 гг. это были оптико-механические геодезические инструменты (теодолиты Т30 и 2Т30). С

2003 года начали использовать электронные инструменты с лазерными дальномерами (тахеометры “Trimble 3305”, затем “Nicon NPR-332”) [1].

С 2019 года для изучения некоторых эрозионных процессов нами применяется спутниковый приемник «EFT» вместе с квадрокоптером «DJI Phantom 4». Снимки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) отличаются сверхвысоким пространственным разрешением и имеют высокую скорость получения. Имеются и определенные недостатки: время полета ограничено емкостью батареи (20-30 минут в зависимости от модели), площадь исследуемого участка относительно небольшая (до 100 га), зависимость от погоды (ветер, осадки). Использование квадрокоптера «DJI Phantom 4» дает возможность точной привязки аэрофотоснимков в разных системах координат. Это позволяет получать высокоточные количественные данные о различных эрозионных процессах. Точность определения координат центров снимков квадрокоптером в СК WGS-84 составляет около 2–3 метров. Такой точности измерений явно недостаточно. Для повышения итоговой точности ортофотопланов нами используется привязка к наземным маркерным пунктам, координаты которых определяются с помощью спутниковых приемников. Таким способом точность ортофотопланов достигает 5-10 см. Для осуществления аэрофотосъемочных работ квадрокоптером «DJI Phantom 4» определены следующие параметры: высота полета в диапазоне 50-80 м, перекрытие снимков в продольном направлении - не менее 80%, в поперечном – не менее 70%, для съемки линейных объектов требуется выполнение не менее 3 галсов [2]. Последующая обработка аэрофотоснимков проводится в программе Agisoft Metashape Professional. В исследованиях выполнялось построение 3d-моделей, ортофотопланов и цифровых моделей местности (ЦММ).

На нескольких оврагах, отличающихся активным линейным приростом, каждый год выполняются исследования по измерению площади вершин и вычислению их объемного прироста. То же самое относится и к проявлениям русловой эрозии. Использование аэрофотосъемки в исследованиях позволяет получить достаточно точные количественные данные по развитию различных опасных эрозионных процессов (линейный прирост, площадной размыв и объем вынесенного материала), что повышает качество итоговых результатов за весь период наблюдений.

На 2022 г. в систему мониторинга на землях сельскохозяйственного назначения входят 168 вершин оврагов, которые располагаются на 28 ключевых участках в различных ландшафтных условиях юга Вятско-Камского междуречья.

Все овраги, входящие в сеть мониторинга, разделяются традиционно на две группы: первичные и вторичные. Первичные овраги нами разде-

лены на 3 типа: приводораздельные, к которым отнесены все овраги, развивающиеся на склонах междуречных пространств, а также прибалочные и придолинные (береговые), которые различаются по месту своего развития на бортах балок и речных долин (террас) соответственно. К вторичным отнесены донные (в средней и нижней части днищ древних эрозионных форм), вершинные (в верховьях древних эрозионных форм) и пойменные овраги [3].

Обобщенный график среднегодовых темпов линейного прироста агрогенных оврагов получен на основе использования данных по всем оврагам, включенным в систему мониторинга. За весь период наблюдений (1978–2022 гг.) на фоне общего нисходящего тренда отчетливо выделяются 4 пика с максимальными значениями, которые все относятся к первому этапу наблюдений 1978–1997 годы: 1979 (2,8 м/год), 1990 (1,9 м/год), 1991 (2,3 м/год) и 1994 (1,8 м/год) годы. Усиление темпов отступления вершин оврагов в эти годы было обусловлено высокой интенсивностью половодного стока и значительной долей пашни на их водосборах [3]. После 1996 г. среднегодовые темпы отступления вершин оврагов резко уменьшились и только в 1997, 1998 и 2001 гг. превышали значение 0,5 м/год, достигнув минимума в 2008 г. При этом более активным ростом характеризуются вторичные овраги (рис. 1).



Рис. 1. Динамика среднегодовых скоростей прироста первичных, вторичных и всех типов оврагов на юге Вятско-Камского междуречья за 1978–2022 годы

Ежегодное создание ортофотопланов на основе аэрофотосъемочных работ дает возможность со значительной точностью получать данные по

динамике эрозионных процессов без наземных работ, занимающих достаточно много времени и ресурсов. В 2019-2022 гг. нами изучалась возможность совмещения аэрофотосъемки и проведенных ранее наземных геодезических съемок участков размываемых береговых линий на р. Кырыкмас (лев. приток р. Иж) в Киясовском районе, на р. Сива (прав. приток р. Кама) в Воткинском районе, на р. Нылга (лев. приток р. Вала) в Увинском районе и на р. Вала (лев. приток р. Кильмезь) в Вавожском районе УР. Это позволило выявить особенности развития русловой эрозии. Кроме того, нами получены количественные данные по линейному и площадному размыву на указанных реках за период с 2003 по 2022 годы (рис. 2). На итоговом ортофотоплане фиксируется положение береговых линий изучаемого участка русла реки и появляется возможность создания топографических планов различных масштабов с целью осуществления более полных изысканий.

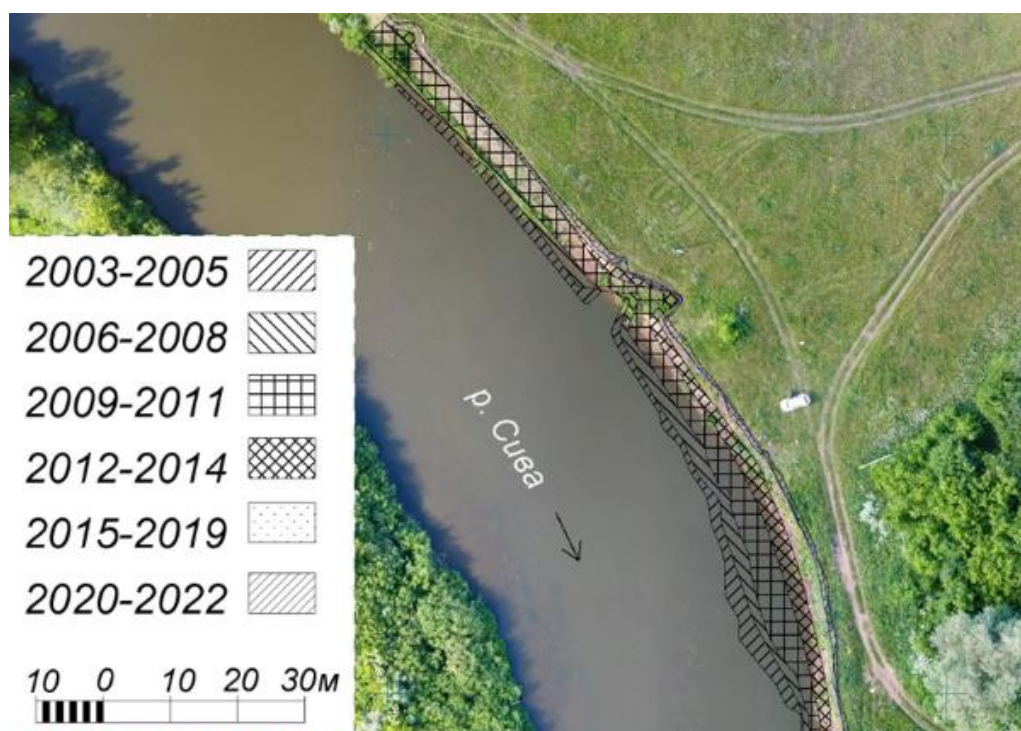


Рис. 2. Совмещение фрагмента наземной съемки береговой линии р. Сива за период 2003–2022 гг. с ортофотопланом (залет 2020 г.)

Аналогичные исследовательские работы за период 2003–2022 гг. с определением линейного и площадного прироста проведены и по нескольким оврагам [4]. Кроме того, нами определен объем выносимого материала в пределах активно размываемой вершинной части оврагов. При этом наиболее активно растущая часть оврага (привершинная) соответствует участкам выполнения топографических съемок. В привершинных частях

оврагов очень редко фиксируется аккумуляция размываемых грунтов. Возможные конуса выноса и аккумуляция наносов обычно сосредоточены в нижних и средних частях оврага. Однако эти участки нами пока не исследовались.

Таким образом, съемка с помощью БПЛА позволяет контролировать и дополнять наземные геодезические методы исследования овражно-русловой эрозии и показывает общую картину развития того или иного наблюдаемого процесса.

Следует отметить, что в настоящее время интенсивно развиваются геоинформационные технологии, появляются в свободном доступе космические снимки высокого и сверхвысокого разрешения. Это позволит выполнить следующий этап наших исследований, заключающийся в изучении динамики структуры землепользования в разных природно-климатических и антропогенных условиях и влияния ее на развитие овражных и русловых эрозионных процессов на территории Удмуртии.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00194, <https://rscf.ru/project/23-27-00194>

Библиографические ссылки

1. *Григорьев И. И.* Использование программного комплекса «Credo» для определения объемов и площадей оврагов // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2009. Вып. 2. С. 141–145.

2. *Григорьев И. И., Рысин И. И.* Оценка линейного и площадного прироста оврагов с применением инструментальных методов (на территории Удмуртии). Геоморфология. 2021. Вып. 3. С. 64–78.

3. *Рысин И. И.* Овражная эрозия в Удмуртии. Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 1998. 274 с.

4. *Григорьев И. И., Рысин И. И.* Многолетняя динамика линейного, площадного и объемного прироста оврагов на территории Удмуртии. Геоморфология. 2022. Вып. 53 (4). С. 56–73.