

Воробьев Алексей Юрьевич

**ТИПЫ И ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ
МОРФОЛИТОГЕНЕЗА В
ПОЙМЕННОЙ ЧАСТИ ДОЛИНЫ ОКИ
В ЕЕ СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ**

25.00.25 – геоморфология и эволюционная география

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата географических наук

Работа выполнена на кафедре физической географии и методики преподавания географии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина»

Научный руководитель**Кривцов Вячеслав Андреевич**

доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и методики преподавания географии РГУ имени С.А. Есенина

Официальные оппоненты**Чернов Алексей Владимирович**

доктор географических наук, ведущий научный сотрудник НИЛ эрозии и русловых процессов, МГУ имени М.В. Ломоносова

Назаров Николай Николаевич

доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой физической географии и ландшафтной экологии ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

Ведущая организация

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный университет»

Защита состоится «19» октября 2018 г. в ___ час. ___ мин. на заседании диссертационного совета Д 002.046.03 при ФГБУН Институте географии РАН по адресу: 109017, г. Москва, Старомонетный переулок, д.29.

телефон: +7 495 959-00-32, e-mail: d00204603@igras.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке и на интернет-сайте Института географии РАН: <http://www.igras.ru/1528>

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просьба присылать по указанному адресу Ученому секретарю Диссертационного совета

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат географических наук

Е.А. Белоновская

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования. В геоморфологии традиционно большое внимание уделяется проблемам эволюции речных долин и, в частности, формированию их пойм. Однако и до настоящего времени возникают вопросы, касающиеся особенностей рельефообразования в пойменных частях долин и динамики развития пойменного рельефа в голоцене. Ранее в работах В.А. Кривцова в бассейне среднего течения р. Оки были выделены комплексы рельефа регионального уровня (РМК) и обосновано выделение морфологических комплексов низших рангов. В ходе выполненных нами полевых исследований было установлено, что рельеф в пределах суженных и расширенных участков днища долины р. Оки в ее среднем течении морфологически неоднороден. Неодинаковой является мощность и строение пойменной фации аллювия на тех или иных участках поймы и генезис подстилающих её отложений. В значительной степени подобная неоднородность, мозаичность геоконплексов актуализирует значимость изучения условий развития рельефа в голоцене и его современного состояния на участках пойм различных типов. Изучение особенностей строения толщ рыхлых отложений в их пределах с учетом результатов абсолютного датирования органических остатков и палеопочв, обнаруженных в толще пойменного аллювия, позволило установить время и динамику формирования пойменного рельефа. Анализ особенностей проявления и динамики современных рельефообразующих процессов позволяет прогнозировать его эволюцию в будущем.

Объект исследования – пойма р. Оки в ее среднем течении.

Предмет исследования – особенности строения и формирования рельефа и рыхлых отложений в пределах пойменной части долины Оки в ее среднем течении в голоцене и на современном этапе.

Целью исследования установление особенностей проявления типов морфолитогенеза в пределах пойменной части долины р. Оки в ее среднем течении.

Для достижения этой цели потребовалось решить следующие **задачи**:

1. Определить пространственное соотношение пойм разных типов.
2. Проанализировать особенности строения толщ рыхлых отложений в пределах пойм разных типов.
3. Установить абсолютный возраст погребенных почв, маркирующих периоды снижения поемности.
4. Определить современные темпы накопления аллювия.
5. Установить характер, локализацию и масштабы проявления эолового, биогенного и антропогенного морфолитогенеза в пойменной части долины Оки.

Научная новизна:

1. Выявлены различия в строении и формировании поймы р. Оки на ее расширенных и суженных участках.

2. Основываясь на данных об особенностях строения пойменных отложений и результатах количественного радиоуглеродного датирования обнаруженных в них погребенных почв и древесины, для ряда ключевых участков были установлены особенности и время формирования толщи пойменного аллювия, а также средние скорости его накопления.

3. Определено соотношение типов пойм и условия их формирования на расширенных и суженных участках в среднем течении р. Оки, выявлены особенности развития рельефа в их пределах.

4. Установлены скорости накопления современного пойменного аллювия для разных морфологических частей пойменного рельефа как на основании данных активности техногенного изотопа ^{137}Cs в верхней части аллювиальных почв и педоседиментов, так и на основании данных ловушечного метода, примененного для участков прирусловой поймы.

5. Определены особенности проявления и масштабы биогенного, эолового и антропогенного морфолитогенеза в пойме р. Оки и на останцах надпойменных террас, локализующихся в контурах поймы.

6. Составлена геоморфологическая карта для исследованной территории масштаба 1:100000.

Защищаемые положения:

1. Для расширенных и суженных участков днища долины р. Оки в ее среднем течении характерны различные условия формирования поймы и, как следствие, существенные различия в морфологии, особенностях строения и соотношении ее различных типов.

2. Отдельные участки выровненной окской поймы на ее расширенных участках не подвергались воздействию русловых процессов на протяжении голоцена. Пойменная фация аллювия в их пределах подстилается верхнеплейстоценовыми озерными отложениями либо песками в различной степени размытых надпойменных террас. Соответственно, данные участки поймы развивались по наложенному типу и унаследованы от более ранних долинных комплексов рельефа с иными условиями образования.

3. Для современного этапа эволюции поймы при увеличении частоты лет с аномально низкими половодьями характерно замедление динамики флювиального морфолитогенеза по сравнению как с поздним голоценом, так и с относительно недавним (100-150 лет назад)

историческим временем, отмечается уменьшение скорости отступления вогнутых берегов окского русла и снижение темпов накопления наилка в пределах высокой поймы.

4. Масштабы антропогенного морфолитогенеза на современном этапе на отдельных участках превышают или сопоставимы с масштабами флювиального морфолитогенеза.

Район исследований

Изучена пойменная часть долины р. Оки в ее среднем течении на отрезке от д. Дединово (Московская область) до с. Санское (Рязанская область) общей протяженностью 180 км. В геологическом плане она соответствует Пачелмскому авлакогену, находящемуся между Коломенским и Зарайским региональными разломами в фундаменте Русской плиты, и Рязанско-Саратовскому прогибу. Наличие повторяющихся, сходных по морфологии, морфометрии и строению толщ пойменного аллювия в пределах пойм различных морфологических типов сделало возможным применение «метода ключей» как для реконструкции особенностей формирования самой поймы в голоцене, так и для определения динамики флювиальных процессов на современном этапе.

Фактический материал и методы исследования

Диссертационное исследование выполнено на основе базы данных, полученных в 2013-2017 гг. в результате полевых наблюдений как на протяжении всего изученного отрезка поймы Оки, так и на ключевых участках. В ходе полевых работ было заложено 80 шурфов в рыхлых пойменных отложениях, изучено 180 обнажений в береговых уступах русла Оки, ручным буром геолога пробурено 176 скважин, отобрано 30 образцов на радиоуглеродный анализ, 289 образцов на определение активности ^{137}Cs в современных почвах поймы Оки, на протяжении трех лет устанавливалось от 55 до 90 ловушек для определения объемов осадконакопления, установлено 42 репера на подмываемых берегах русла для определения динамики горизонтальных русловых деформаций. В лаборатории геохимии ландшафтов при кафедре физической географии и методики преподавания географии РГУ имени С.А. Есенина были определена активность ^{137}Cs в почвах поймы Оки, в лаборатории станции агрохимической службы «Рязанская» - особенности гранулометрического состава аллювия. Радиоуглеродные датировки образцов были выполнены в 2017 году в ИГ РАН.

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Достоверность проведенного исследования подтверждается содержащимся в работе обширным фактическим материалом, соблюдением логики исследования, соответствием используемых методов поставленным задачам. Результаты исследований применяются при изучении студентами естественно-географического факультета РГУ имени С.А. Есенина, обучающимися по направлению 05.04.02 «География» (уровень магистратуры), дисциплины

«Геология и палеогеография плейстоцена России» и дисциплины по выбору «Ландшафты Рязанской области».

Основные результаты исследований были представлены лично автором на ряде российских конференций: XXXIV Пленум Геоморфологической Комиссии РАН, Волгоград, 7 – 10 октября 2014 года; международная научно-практическая конференция в рамках X Большого географического фестиваля студентов и молодых ученых, посвященная 100-летию со дня рождения Академика АН СССР, Президента Всесоюзного Географического общества, Героя Социалистического труда А.Ф. Трешникова, на базе Института Наук о Земле, СпбГУ, 11-15 апреля 2015 г.; вторая молодежная научно-практическая летняя школа Русского Географического общества на базе Культурно-образовательного центра «ЭТНОМИР», 20-28 июля 2014 г.; всероссийская конференция «VII Щукинские чтения: геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике», 24-26 апреля 2015 г.; международная научно-практическая конференция в г. Саранске, 12-13 ноября 2017 г.; всероссийская научно-практическая конференция «Вопросы региональной географии, геоэкологии и биогеографии», 22-23 ноября в г. Рязани, 2017 г. Отдельные результаты опубликованы в материалах XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН.

По результатам диссертационного исследования опубликовано 19 статей, в т. ч. 5 статей в изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Общий объем работы составляет 234 страницы, в том числе 150 страниц текста, 73 рисунка и 22 приложения. Список литературы насчитывает 277 наименований, в том числе 16 на иностранных языках.

Диссертационная работа выполнена на кафедре физической географии и методики преподавания географии Рязанского Государственного Университета имени С.А. Есенина.

Благодарности

Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю – д.г.н., профессору кафедры физической географии и методики преподавания географии В.А. Кривцову за понимание, помощь и внимание в ходе подготовки диссертации, при проведении полевых и лабораторных работ. Автор признателен заведующему кафедрой физической географии и методики преподавания географии А.В. Водорезову за административную поддержку и помощь при подготовке публикаций, а также преподавателю кафедры С.А. Тобратову, заведующему лабораторией геохимии ландшафтов при кафедре физической географии и студенту А.С. Кадырову за помощь в полевых исследованиях. Отдельную

благодарность необходимо выразить основателю российского воздухоплавательного движения Л.Б. Маврину за помощь в организации полетов над поймой Оки.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Изученность и современное состояние вопроса

Эволюция представлений о развитии рельефа пойм рек Восточно-Европейской равнины

Развитие учения о флювиальных рельефообразующих процессах началось в отечественном и зарубежном естественнонаучных сообществах примерно в одно и то же время – в XIX в. Среди отечественных исследователей выделяются работы конца XIX в. С.Н. Никитина по р. Сура и В.В. Докучаева по долине средней Оки (Докучаев, 1878; Никитин, 1900). В начале XX в. значительную роль в типизации пойм сыграли труды отечественных луговедов. В.Р. Вильямс впервые выделил так называемую «область поймы» со специфическими рельефообразующими процессами, оказывающими существенное влияние на хозяйственную деятельность человека (Вильямс, 1955). А.П. Шенников на основе классификации лугов обосновывал важность фактора геоморфологической нестабильности заливаемых пойменных лугов – их аллювиальности (Шенников, 1930). Широкое распространение получила предложенная в 30-е годы XX в. классификация пойм Р.А. Еленевского, основанная на их затопляемости (Еленевский, 1935).

В первой половине XX в. Н.Е. Кондратьев выводит основные закономерности развития излучин рек, делая акцент на функционировании системы «поток-русло» (Кондратьев, 1953). М.А. Великанов устанавливает закономерности структуры потока и механизма формирования русла (Великанов, 1958). И.В. Поповым разработана оригинальная классификация пойм (классификация ГГИ), где особо выделяется унаследованная пойма вне современного пояса меандрирования, не подвергавшаяся воздействию русловых процессов (Попов, 1969). В середине XX века были опубликованы два капитальных труда Е.В. Шанцера, обосновывающие фациальную классификацию аллювиальных отложений и раскрывающие особенности накопления аллювия нормальной или повышенной мощности (Шанцер, 1951, 1966). А.А. Лазаренко на основе фациальной классификации пойм Е.В. Шанцера выполнил исследование ключевых участков пойм Оки, Днепра и Десны, установив при этом основные особенности строения и литологии аллювиальных фаций (Лазаренко, 1964). Н.И. Маккавеевым и Р.С. Чаловым были рассмотрены причины образования меандр, создана их классификация, установлены причины образования потоков разного генезиса (Маккавеев, 1955; Чалов, 1997). Среди зарубежных авторов во второй половине XX в. распространяется учение о флювиальных системах как интегральных совокупностях изменений морфологии пойменного рельефа и транспорта аллювиальных наносов. Изучение закономерностей

транспорта наносов, водной эрозии и проблем стока было предметом многочисленных исследований (Барышников, 1984; Лопатин, 1952; Алексеевский, 1998). Русловые деформации анализировались также А.Н. Махиновым на примере р. Амур (Махинов, 1990). В трудах К.М. Берковича раскрываются факторы, влияющие на русловые процессы, в том числе и в пределах русла верхнего течения Оки (Беркович, 2015). А.В. Чернов предложил генетическую классификацию пойм рек, обосновал существование ПРК – пойменно-русловых комплексов (Чернов, 1983, 1997, 2006).

Палеогеографические обстановки голоцена и плейстоцена в пределах ВЕР исследовались с середины XX века (Марков, 1965; Величко, 1973; Нейштадт, 1973; Хотинский, 1977). А.В. Панин развил представления о трех этапах развития пойм равнинных рек Северной Евразии в позднем плейстоцене и голоцене (Панин, 2001, 2006, 2011). Из последних работ выделяется исследование Е.М. Новенко, в котором установлены особенности динамики растительного покрова Западной, Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене (Новенко, 2016). В трудах А.Л. Александровского показаны особенности эволюции голоценовых почв, особое внимание уделено развитию пойменных педоседиментов (Александровский, 1987, 2004). В исследованиях М.П. Гласко для территории поймы средней Оки применена методика определения скоростей накопления пойменной фации аллювия в голоцене, основанная на данных спорово-пыльцевого анализа, гипсометрического расположения археологических памятников и найденной в них керамики (Гласко, 1984, 2003).

Глава 2. Методы исследования

Локальные морфологические комплексы пойменной части долины р. Оки предварительно выделялись по крупномасштабным топографическим картам и космическим снимкам, а затем изучались на местности традиционными для геоморфологии полевыми методами. В геологических фондах были отобраны, обобщены и проанализированы данные бурения для всей южной части Мещерской низменности, поймы р. Оки, прилегающих к ней участков Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнины, всего 2600 скважин из более чем 100 отчетов (Шик Е.М., Поляков В.Д., Беймлин Г.М., Дагаева Е.И., Комогорова А.В., Кордун Б.М., Кудрявцева Н.Л., Масленников А.В., Рачков М.М., Тюрин Е.В., Царева Н.С.). За время полевых исследований было выполнено 86 маршрутов, в толще пойменного аллювия и в отложениях иного генезиса в контурах поймы р. Оки заложено 80 шурфов глубиной от 1 до 4 м, пробурено ручным буром геолога 176 скважин глубиной до 5 м, описано 180 разрезов рыхлых отложений в эрозионно-денудационных уступах высокой поймы на подмываемых ее участках. Отобрано 27 образцов погребенных почв, торфа и древесных остатков, найденных в шурфах, а также в подрезаемых боковой эрозией уступах русла Оки и

датированных в лаборатории Радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии Института Географии РАН.

Для определения скорости современного осадконакопления в пределах различных участках поймы использовались метод определения слоя активности техногенного «чернобыльского» изотопа ^{137}Cs (в дальнейшем – радиоцезиевый) и ловушечный метод для определения объемов накопления половодного наилка. При применении цезиевого метода были выбраны участки поймы Оки, наиболее типичные по своей морфологии и особенностям рыхлых отложений. В их пределах были заложены профили по линии пос. Варские – г. Рязань, с. Сумбулово – д. Дудкино и с. Агламазово и с. Половское. Также радиоцезиевый метод применялся на других участках исследуемой территории. Образцы отбирались послойно, через 1 см, до глубины 15 см, ниже отбор производился на глубинах 18-20 см, 28-30 см и 38-40 см. Для минимизации фактора случайных воздействий, образцы в большинстве точек отбирались с двукратной повторяемостью. Всего было отобрано 289 образцов, для 144 из которых было определено содержание гумуса и механический состав по фракциям. Анализ образцов проводился на сцинтилляционном гамма-спектрометре «УСК Гамма-плюс» с программным обеспечением «Прогресс» в лаборатории геохимии ландшафтов при кафедре физической географии РГУ им. С.А. Есенина и в лаборатории станции агрохимической службы «Рязанская».

В рамках настоящего исследования разработана методика применения ковриков-ловушек для определения объемов и механического состава аллювия, отлагающегося в половодье на отдельных формах рельефа прирусловой и низкой поймы, что позволило проследить особенности развития элементарной морфолитосистемы днища окской долины на современном этапе ее эволюции. При применении методики использовались резиновые коврики размером 40х60 см и аналогичные по габаритам коврики из кокосового волокна. Ловушки закреплялись девятью гвоздями, длиной 30 см каждый. Съём производился весной, после спада половодья и до первых осадков. За период исследования в разные годы устанавливалось от 55 до 90 ловушек на отрезке пойменной части окской долины от с. Заокское до с. Агломазово. Гранулометрический анализ собранного аллювиального материала позволил выявить темпы повышения поверхности поймы в зависимости от характера половодья в конкретном году, современного положения русла Оки и наличия либо отсутствия растительности.

Определение скорости отступления подмываемых берегов осуществлялось с помощью установки реперов на поверхности поймы у береговых уступов. Закладка кольев-реперов, окаймляющих крутые подмываемые берега излучин Оки, производилась весной 2014 года, результаты снимались ежегодно. Расстояние, на которое отступил берег, оценивалось после

прохождения руслоформирующих расходов и перед очередным ледоставом. Определенная таким образом за несколько лет скорость боковой эрозии позволяет установить динамику уничтожения относительно более древних комплексов пойменного рельефа и темпы переформирования локальных неоднородностей морфолитосистемы днища окской долины. Масштабы проявления антропогенного морфолитогеоза определялись по расчетам преобразованной в ходе человеческой деятельности площади поверхности поймы и объема перемещенных почвогрунтов и строительных материалов. Расчеты производились для каждого из локальных морфологических комплексов по отдельности, для отдельных отрезков пойменной части долины среднего течения р. Оки и для всей исследуемой территории в целом. Полученные результаты масштабов антропогенного морфолитогеоза за последние 150 лет сопоставлялись с проявлением флювиального морфолитогеоза на современном этапе эволюции пойменной морфолитосистемы.

Картографической основой исследования послужили топографические карты масштаба от 1:100000 до 1:10000, изданные в период 1956-2001 гг., космические снимки с ресурсов GoogleMaps и YandexMaps, карты из Атласа Менде 1855 г. Обработка карт производилась в программах SASPlanet, ArcGis 10, Corel Draw x7 и Photoshop CS6. Созданная в результате данной обработки геоморфологическая карта демонстрирует неоднородность морфологии пойменного рельефа (рис. 1). Визуальные наблюдения и фотосъемка поверхности поймы проводились с теплового аэростата с высоты от 100 до 1000 м на спаде половодья и в конце лета в 2011-2016 годах. Полеты на воздушном шаре во время разлива Оки позволили уточнить морфологические особенности поймы на участке от Солотчи до Спасска-Рязанского, выявить особенности пространственного расположения участков поймы, не затопляемых при среднем по величине подъеме воды в Оке.

Глава 3. Общие особенности строения долины р. Оки в ее среднем течении и проявление морфолитогеоза разных типов в пределах ее поймы.

В данной главе показаны основные закономерности размещения участков пойм разных типов в пределах исследуемой территории, особенности проявления в пределах них эолового, биогенного и антропогенного морфолитогеоза в голоценовое время в целом и более подробно за последние 30 лет. Также отмечаются виды и масштабы антропогенного морфолитогеоза, проявлявшегося на морфолитогенной основе окской поймы за последние 100 лет.

3.1. Морфология и строение пойменной морфолитосистемы среднего течения р. Оки

Площадь пойменной части долины реки Оки на изученном ее отрезке составляет около 1010 км². С учетом ее ширины и морфологических особенностей она была разделена на 8

суженных и расширенных участков (табл. 1). Учитывая разнородность морфологии рельефа и строения толщи рыхлых отложений, его выполняющих, на различных участках днища окской долины, нами была введена типизация пойм средней Оки (рис. 2). Отдельно выделялись останцы надпойменной террасы как внепойменные образования. Соотношение пойм разных типов на отдельных отрезках окской долины было определено в процентном соотношении (табл. 2).

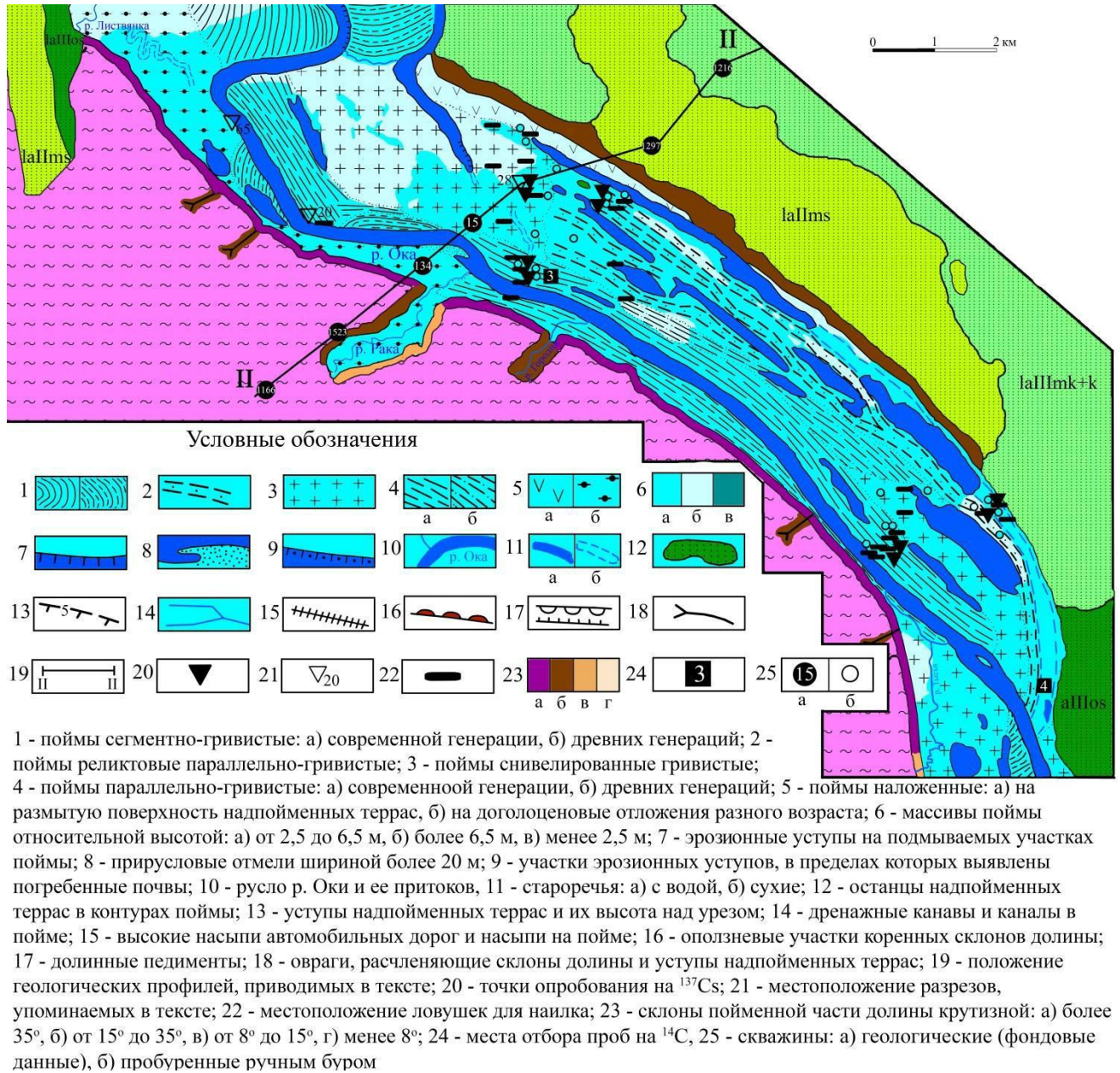


Рис. 1. Геоморфологическая карта Половского сужения (фрагмент геоморфологической карты поймы средней Оки в ее среднем течении).

Табл. 1.

Расширенные и суженные участки поймы средней Оки.

Участок поймы и его номер	Ширина поймы, км от и до/средняя	Расширенные и суженные участки и их наименование
Городец - Озерицы (1)	3,6-13,0 9,2	Расширенный участок «Дединовское расширение»
Озерицы - Вакино (2)	2,5-5,4 3,7	Суженный участок «Белоомутское сужение»
Вакино-Новоселки (3)	2,8-5,7 3,9	Суженный участок «Константновское сужение»
Новоселки - Кораблино (4)	4,0-12,0 6,8	Расширенный участок «Рязанское расширение»
Кораблино-Троица (5)	3,0-4,5 3,6	Суженный участок (Половское сужение)
Троица-Спасск (6)	6,3-6,9 6,6	Расширенный участок «Спасское расширение»
Спасск- Исады (7)	1,5-6,0 4,0	Суженный участок «Спасорязанское сужение»
Исады-Юшта (8)	6,0-8,0 7,0	Расширенный участок «Санское расширение»

Табл. 2.

Соотношение пойм и внепойменных образований различных типов на расширенных и суженных участках днища долины средней Оки.

Группа типов морфологически х комплексов	Тип поймы	Доля площадей различных типов, % на суженных и расширенных участках № 1-8							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Поймы, сформированные при участии руслowych и пойменных процессов	Низкие прирусловые	-	-	3	-	1	-	-	11
	Сегментно-гривистые современной генерации	5	14	3	8	-	15	15	-
	Сегментно-гривистые более древних генераций	-	7	20	30	6	22	5	54
	Практически снивелированные сегментно-гривистые	36	62	45	21	34	15	73	20
	Параллельно-гривистые современной генерации	-	-	-	-	8	-	5	-
	Параллельно-гривистые более древних генераций	-	-	-	-	21	-	-	-
Поймы, сформированные	Реликтовые параллельно- гривистые	-	-	-	2	21	-	-	-
	Наложенные 1-го типа	59	17	29	25	5	10	2	15
	Наложенные 2-го типа	-	-	-	9	5	36	-	-

без участия русловых процессов									
Внепойменные образования	Останцы надпойменных террас	-	-	-	5	-	2	-	1

1 - Дединовское расширение, 2 - Белоомутское сужение, 3 - Константиновское сужение, 4 - Рязанское расширение, 5 - Половское сужение, 6 - Спасское расширение, 7 - Спасорязанское сужение, 8 - Санское расширение.

3.2. Динамика накопления пойменного и старичного аллювия в пойме среднего течения р. Оки в голоцене.

По результатам радиоуглеродных датировок (все даты калиброванные) можно сделать вывод, что формирование наиболее древних реликтовых пойменных массивов началось не менее 11,7 тыс. лет назад. Именно такой возраст имеет древесина из погребенной старичной линзы в основании участка снивелированной гривистой поймы к западу от с. Никитино (рис. 3). Менее древние пойменные массивы, в том числе входящие в пояс современного меандрирования, начали формироваться 3-5 тыс. лет назад. В свою очередь, голоценовый пойменный аллювий на ряде участков (наложенные поймы 2-го типа) залегает на озерных алевритах, а торф, перекрывающий их, имеет возраст 34 тыс. лет. Следовательно, расширения поймы средней Оки в молодого-шекснинское время представляли собой озера, впоследствии



Рис. 2. Типы поймы и внепойменные образования в контурах поймы в среднем течении р. Оки.

эволюционировавшие в болота.

Широко применяемый в практике реконструкции палеогеографических условий в голоцене метод маркирующих погребенных горизонтов основан на выделении погребенных почв в толщах рыхлых четвертичных отложений. Все погребенные почвы, так же, как и современные, являются продуктом почвообразования в определенной палеогеографической обстановке. Датированы погребенные почвы в Спасском и Рязанском расширениях, однако они присутствуют на всех 8 отрезках пойменной части окской долины, выделенных нами ранее. В подмываемых береговых уступах в толще пойменного аллювия выделяется от 1 до 4 погребенных почв. Мощность их составляет от 0,1 до 0,8 м, глубина залегания варьирует от 4 м до приповерхностного слоя, где древняя почва может залегать непосредственно под современной. Наиболее молодая погребенная почва имеет возраст около 0,4 тыс. лет, ее наличие в толще аллювия как единственной характерно для наиболее молодых пойменных

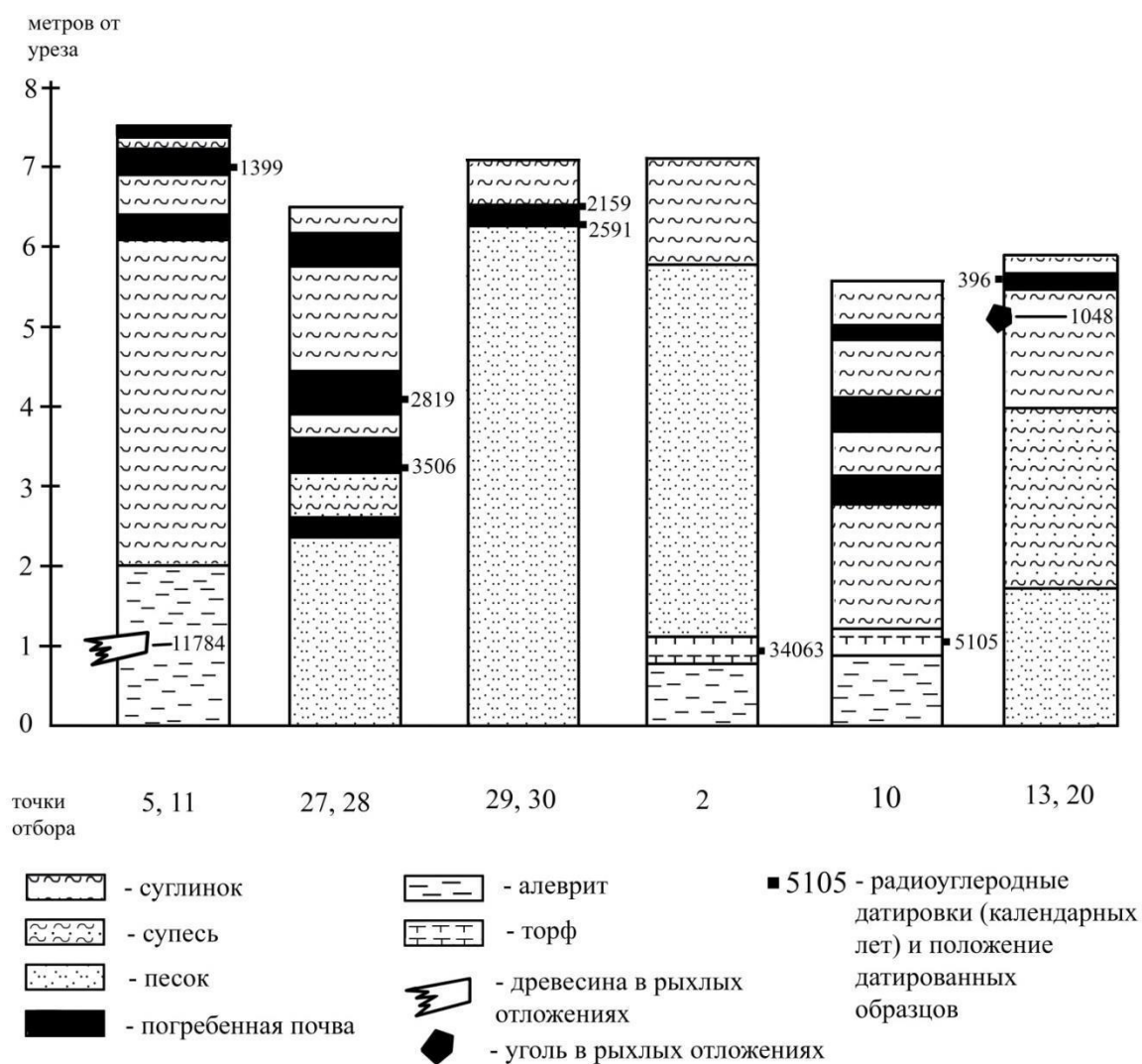


Рис. 3. Положение датировок в основных разрезах пойменных отложений в Спасском расширении.

массивов. Еще одна почва, возрастом 1,1-2,8 тыс. лет, имеет наиболее широкое распространение в пойме средней Оки, идентифицируется как в пределах сивелированных гривистых пойм, так и на менее старовозрастных участках. Глубина его залегания варьирует от 0,6 до 2,6 м. Датировка из третьего погребенного почвенного горизонта, вскрывающегося на глубине от 2,5 до 3,5 м, дала возраст 3,5 тыс. лет. Еще одна, четвертая погребенная почва, залегающая на глубине 3,3-3,7 м, по данным А.Л. Александровского и М.П. Гласко имеет возраст около 4,7-5,9 тыс. лет (Гласко, 1984; Александровский, Александровская, 2005).

Средняя скорость осадконакопления в голоцене варьирует в широких пределах – от 0,6 до 2,2 мм/год. Опираясь как на датировки торфа и древесины из старичных линз, так и на датировки погребенных почв, можно сделать вывод, что такое различие обусловлено гетерохронностью и неоднородностью пойменной морфолитосистемы, где отдельные участки еще в раннем голоцене практически вышли из пойменного режима, а толща рыхлых отложений, слагающая другие, менее древние участки, накапливалась в иных климатических и гидрологических условиях. Толща пойменного аллювия за суббореальное и субатлантическое время формировалась со скоростью от 0,7 до 1,2 мм/год. На отдельных участках за последние 3 тыс. лет было накоплено 0,5-1,5 м пойменного аллювия, на других участках за тот же промежуток времени – 4,5-5,5 м. Это позволяет сделать вывод о неодинаковых скоростях пойменного осадконакопления в пойменной части долины Оки в ее среднем течении в голоцене.

3.3. Динамика флювиального морфолитогенеза на современном этапе эволюции морфолитосистемы поймы средней Оки.

В пределах различных участков пойменной части долины р. Оки во время весеннего половодья происходит накопление песчаного или алевритового наилка. Этот процесс характеризуется неодинаковой интенсивностью как во время половодий разных лет, так и за один год на различных формах и элементах форм пойменного рельефа на участках поймы различных типов. По результатам применения ловушечного метода выяснилось, что на прирусловых участках скорость аккумуляции аллювия составляет от 1,5 до 55 мм/год. Наибольший объем осадконакопления был зафиксирован в 2016 году, наименьший - в 2014 году. Особенно выделяются по скорости накопления аллювия прирусловые отмели и молодая пойма на вершинах излучин на ключевых участках «Луковский» и «Бараньи рожки». На ловушках, установленных в пределах данных ключевых участков, за 4 года было отложено от 30 до 90 мм наилка (рис. 4). По гранулометрическому составу в наилке преобладают фракции 0,25-0,1, 0,5-0,25 и 1,0-0,5 мм (рис. 5). Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что распределение фракций аллювия на ловушках зависит также от гипсометрического положения ловушки и наличия рядом растительности.

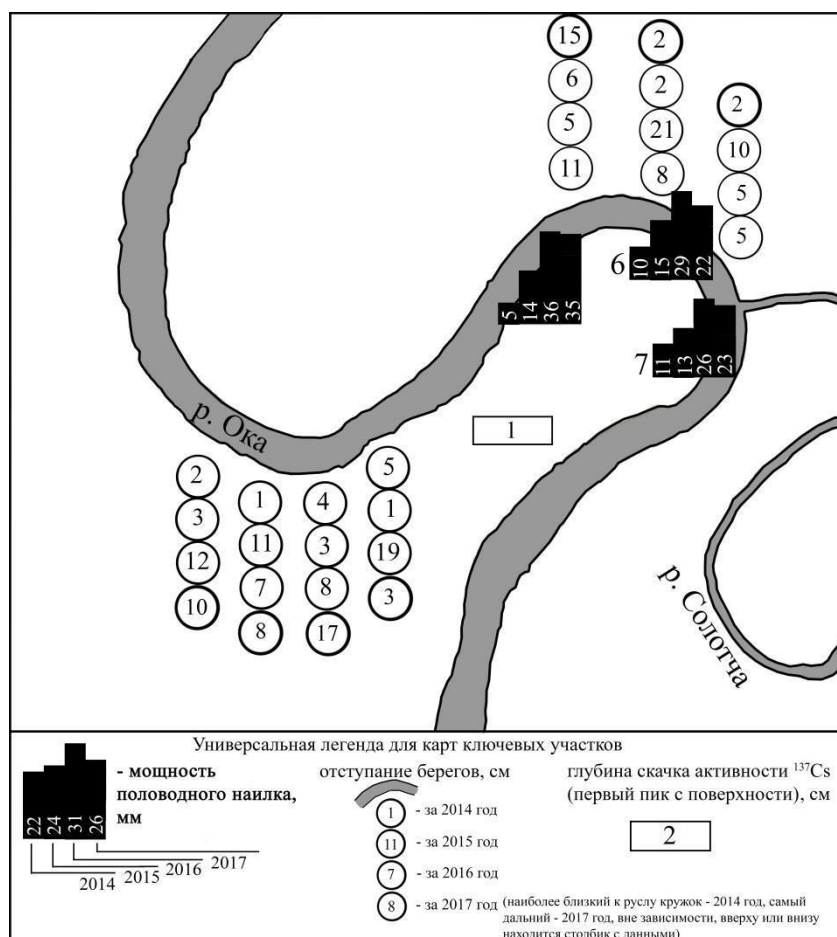


Рис. 4. Ключевой участок «Бараньи рожки». Расположение ловушек для наилка, линий реперов на подмываемых берегах и мест отбора образцов на активность ¹³⁷Cs.

В результате применения радиоцезиевого метода, было установлено, что радионуклид ¹³⁷Cs прочно связан с почвенно-поглощающим комплексом лишь на формах рельефа, в пределах которых приповерхностный слой педоседиментов отличается повышенным (более 4,5%) содержанием гумуса, как видно на графике (рис. 6). Неодинаковой оказывается его активность и в пределах элементов форм пойменного рельефа, таких как: вершины грив

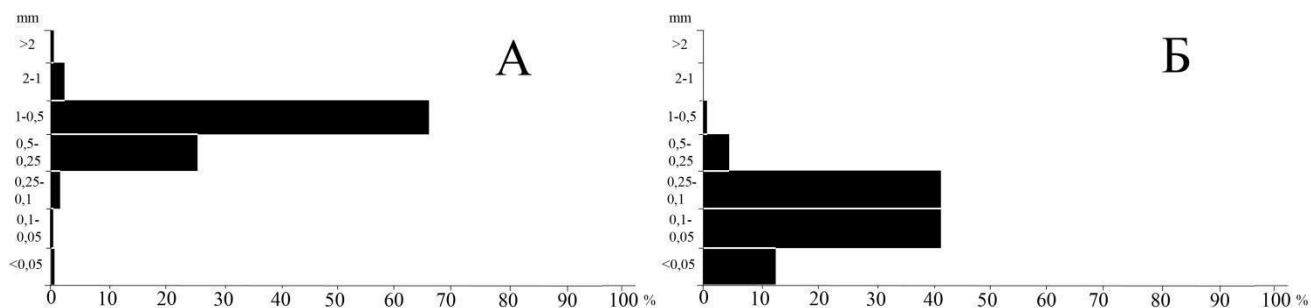


Рис. 5. Распределение фракций в наилке 2015 г на ключевых участках. А – «Бараньи рожки» без растительности, Б – «Луковский» в ивняке.

древней параллельно-гривистой поймы, разделяющие их межгривные понижения, вершины еще более древних (реликтовых) валообразных грив, межгривные понижения между ними, а также участки сnivelированной поймы. Различия в миграции радионуклида, его активности в

прослоях почв на разной глубине в пределах участков сnivelированной и параллельно-гвивистой поймы позволяют говорить о малых скоростях (не более 1,5 см за 30 лет) аккумуляции пойменного аллювия в пределах массивов поймы высотой более 6 м над урезом Оки.

Анализ современной динамики горизонтальных русловых деформаций и ее

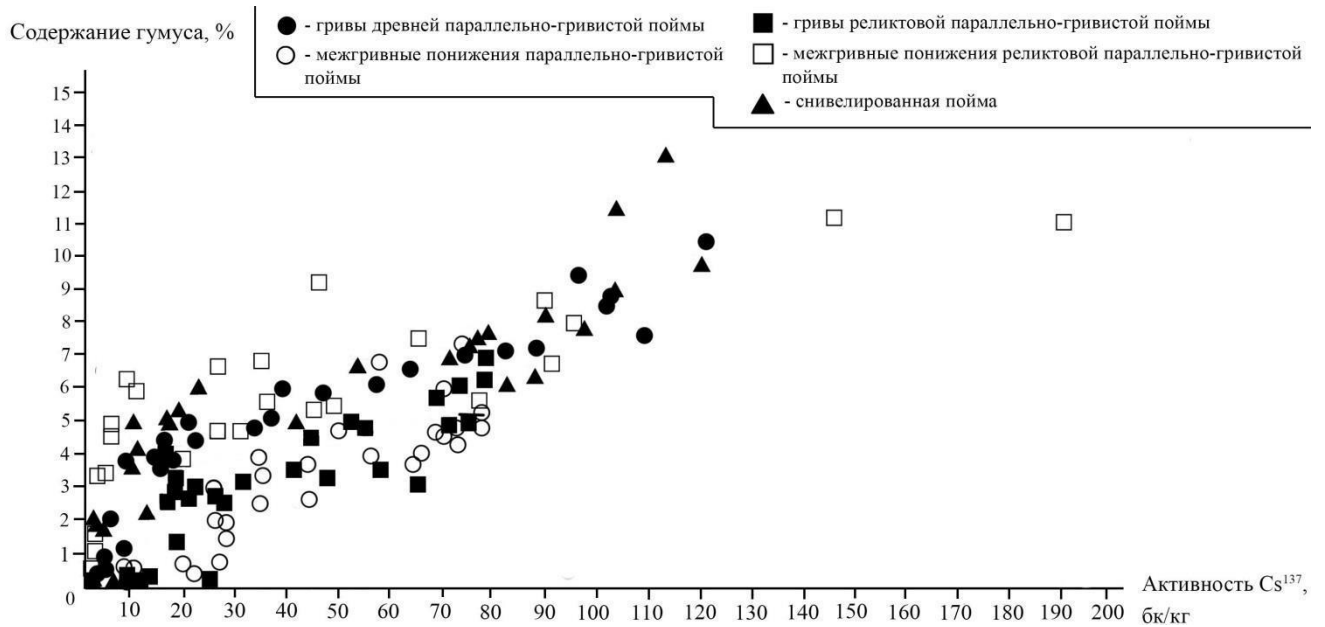


Рис. 6. Обеспеченность ^{137}Cs отдельных прослоев синседиментационных почв пойм разных морфологических типов в зависимости от содержания гумуса.

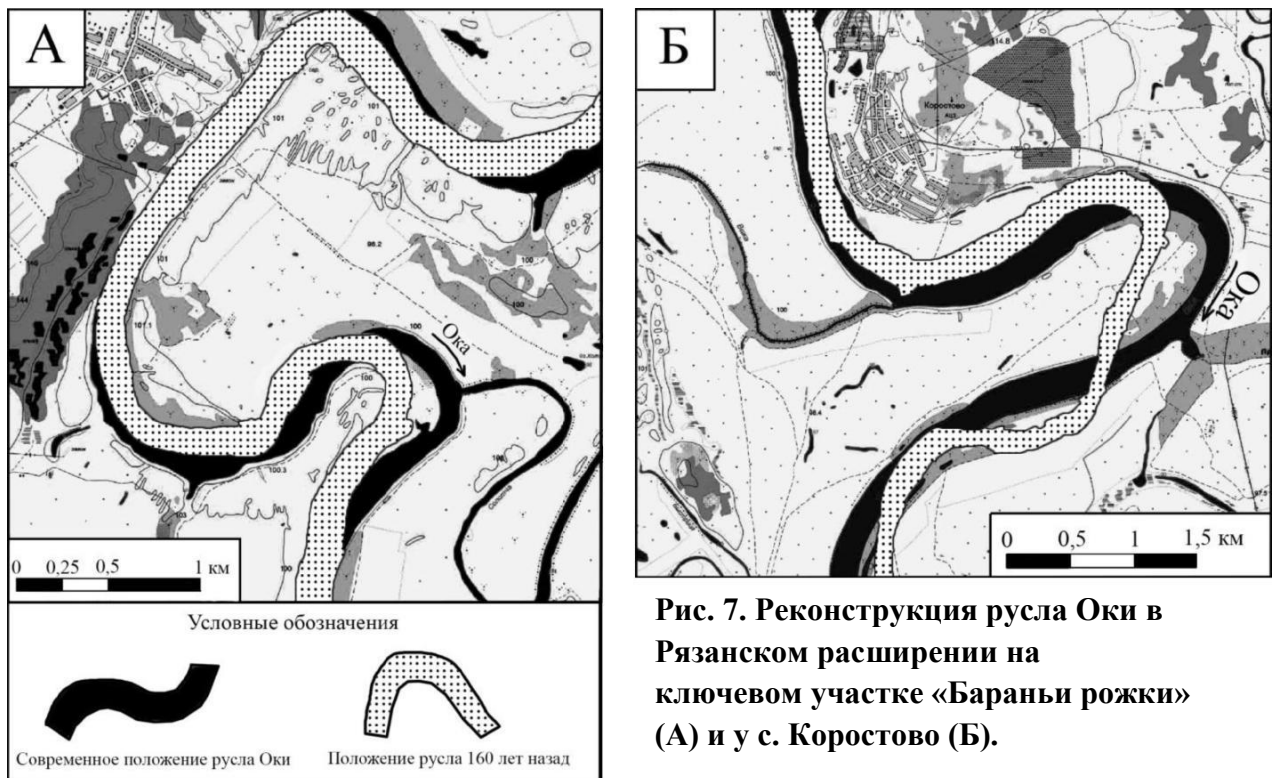


Рис. 7. Реконструкция русла Оки в Рязанском расширении на ключевом участке «Бараньи рожки» (А) и у с. Коростово (Б).

реконструкция с помощью ГИС позволил установить положение русла Оки 160 лет назад (рис. 7). Также с помощью данного метода в пределах Рязанского расширения было выявлено

значительное замедление отступления крутых берегов за 160 лет. Если средняя скорость с 1855 по 2013 годы составляла 2-3 м в год, то за последние 3 года берега на вогнутых участках излучин отступали не более чем на 0,35 м в год. Замедление динамики горизонтальных деформаций объясняется тем, что полевые измерения были сделаны в низкопоемные годы при отсутствии разлива полых вод на среднем уровне поймы. Кроме того, отмечается неуклонное падение общего уровня половодий и максимальных расходов воды на средней Оке начиная с 70-х гг. XX в., что также замедляет скорость развития излучин реки и снижает аллювиальность поймы в целом.

3.4. Эоловый и биогенный типы морфолитогенеза.

На современном этапе ветровой перенос песков как результат эолового рельефообразования по сравнению с флювиальным морфолитогенезом играет ничтожную роль в формировании пойменной морфоскульптуры. С помощью радиоуглеродного метода удалось установить, что скорость эолового морфолитогенеза на останцах надпойменной террасы в пределах поймы Оки была различной. Так, на останце надпойменной террасы у с. Дубровичи для формирования толщи перевеянных песков мощностью 0,7 м потребовалась 1 тыс. лет, а на останце «Фефелов бор» около г. Рязани 0,25 м песков были перевеяны за время от 500 до 900 лет (по двум датировкам). Биогенная аккумуляция в пределах поймы средней Оки в настоящее время приурочена к старичным понижениям и притыловым заболоченным участкам, где накапливаются органо-минеральные илы и формируются залежи древесно-осокового торфа. Среди форм биогенной морфоскульптуры распространена морфоскульптура кротовин и муравейников.

3.5. Антропогенный морфолитогенез в пойменной части долины р. Оки в её среднем течении.

За последние 100 лет на исследуемой территории было преобразовано $28,8 \text{ км}^2$ площади поймы и останцов надпойменных террас, что повлекло за собой перемещение $63,3 \text{ млн. м}^3$ почвогрунтов и строительных материалов. Все основные разновидности форм антропогенного морфолитогенеза характеризуются неодинаковым вкладом в преобразование поверхности поймы, а также различным объемом перемещенных в ходе их создания почвогрунтов (рис. 8). Результатом антропогенного морфолитогенеза стало преобразование 5% площади поверхности всего Рязанского расширения. В процессе антропогенного морфолитогенеза территория Рязанского расширения поймы Оки повысилась в целом на 1,6 мм, причем высота или глубина отдельных форм антропогенного рельефа достигает 15-18 м. Наиболее преобразованной поверхностью отличаются останцы надпойменных террас, а совокупный объем положительных и отрицательных форм антропогенного морфогенеза наиболее велик в пределах наложенных пойм 1-го типа и сегментно-гвивистых пойм древних генераций.

Наименее антропогенно измененными являются параллельно-гривистые поймы и практически полностью выровненные гривистые поймы.

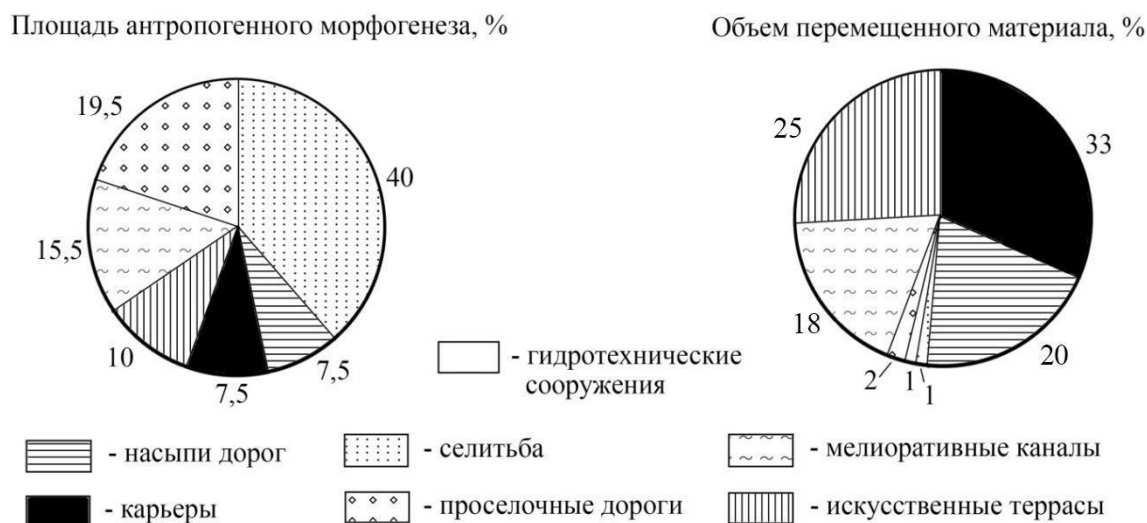


Рис. 8. Вклад основных форм антропогенного морфолитогенеза в трансформацию пойменного рельефа.

Заключение

Результаты работы позволяют сформировать следующие выводы:

1. Соотношение участков пойм различных морфологических типов на расширенных и суженных отрезках днища долины средней Оки неодинаково. В пределах расширений поймы Оки (кроме Санского) по площади преобладают наложенные поймы. Суженные участки днища окской долины, напротив, представлены главным образом поймами русловых типов и отличаются высокой степенью переработки русловыми процессами.

2. Динамика накопления пойменного аллювия на протяжении голоцена была неодинакова не только в различные его временные отрезки, но и на разных участках поймы средней Оки. Отдельные участки поймы имеют возраст около 11,7 тыс. лет, другие, более молодые – 3-5 тыс. лет. Развитию одного или нескольких погребенных почвенных горизонтов способствовала достаточная для этого относительная высота конкретного участка, вплоть до высоты отдельных грив. Поскольку Ока, смещаясь, уничтожала одни пойменные массивы, заменяя их более молодыми, картина распространения погребенных почв и их количество постоянно менялись, при этом самые стабильные участки (наложенные поймы) сохранили до четырех погребенных горизонтов. Средние скорости пойменного осадконакопления составляют 0,6 - 3 мм/год.

3. Скорость накопления пойменного аллювия на прирусловых участках за период 2014-2017 гг. составила в среднем 12 мм и была наибольшей для половодья 2016 года. Во время

низких половодий весь объем перемещенного материала локализуется в пределах русла, прирусловых отмелей и островов. В среднем на каждой из контрольных точек за 4 года накопилось 48 мм аллювия. Самой масштабной аллювиальная аккумуляция была на ключевых участках «Бараны рожки» и «Луковский». Динамика старичного осадконакопления характеризуется более медленной скоростью – от 1 до 3 мм/год. Гранулометрический состав наносов зависит, главным образом, от местных условий и особенностей протекания половодья.

4. Метод определения скачка активности ^{137}Cs для установления динамики накопления пойменного аллювия целесообразно применять для форм и элементов форм рельефа, в приповерхностных слоях почв (педоседиментов) которых содержание гумуса достигает не менее 4,5%. При меньшем содержании, вне зависимости от содержания илстой фракции, имеет место некоторая миграция радионуклида на глубину порядка 2-5 см. Наиболее обоснованная интерпретация данных, подкреплённых другими методами, позволяет сделать вывод о седиментации до 1,5 см пойменного аллювия на отдельных гривах и межгивных понижениях за 30 лет.

5. Боковая эрозия осуществляется современным руслом Оки, главным образом, на вогнутых берегах излучин. Обычно этот процесс протекает одновременно с гравитационным осыпанием и оползанием эрозионных уступов. По усредненным данным, скорость отступления берегов за период настоящих исследований составила 6,2 см/год. Минимальная скорость для одного репера за четыре года равна 5 см, максимальная – 44 см.

6. Антропогенный морфолитогенез за более чем 100 лет привел к преобразованию 28,8 км² площади поймы и останцов надпойменных террас, что повлекло за собой перемещение 63,3 млн. м³ почвогрунтов. Среди форм морфолитогенеза данного типа наибольший вклад в преобразование морфолитогенной основы по площади вносят селитьба (до 40% всей площади антропогенного морфолитогенеза), а по объему перемещенного материала – строительные карьеры (33% объема всех почвогрунтов).

**Основные положения диссертации опубликованы в изданиях,
рекомендованных ВАК:**

1. Особенности строения и формирования поймы реки Оки в ее Спасском расширении. Кривцов В.А., Водорезов А.В., Воробьев А.Ю., Тобратов С.А. Вестник Рязанского государственного университета.-2015.-№4/49.-С.153-173.

2. Река Ока и некоторые особенности развития рельефа южной части Мещерской низменности в четвертичное время. Кривцов В.А., Воробьев А.Ю., Комаров М.М. Вестник Рязанского государственного университета.-2016.-№2/51.-С.180-196.

3. Масштабы и проявление антропогенного морфолитогенеза в пойменной части долины среднего течения р. Ока в её Рязанском расширении. Воробьев А.Ю. Вестник Рязанского государственного университета.-2017.-№1/54.-С. 185-196.

4. Особенности строения и формирования поймы р. Оки в ее Половском сужении Кривцов В.А., Водорезов А.В., Воробьев А.Ю. Вестник Рязанского государственного университета.-2017.-№1/54.-С. 172-185.

5. Динамика боковой эрозии на вогнутых берегах излучин Оки в ее среднем течении в XIX-XX вв. и на современном этапе. Воробьев А.Ю., Пузаков С.В. Вестник Рязанского государственного университета.-2017.-№3/56.-С. 152-161.

и других изданиях:

1. Особенности пространственной организации и формирования локальных морфологических комплексов в пределах поймы реки Оки на ее рязанском участке. Вестник Рязанского государственного университета. Кривцов В.А., Воробьев А.Ю. - 2014.-№1/42.- С.141-154.

2. Исследование особенностей толщ пойменных рыхлых отложений в долине р. Оки на рязанском участке. Воробьев А.Ю. Современная географическая наука: взгляд молодых ученых. Материалы международной научно-практической конференции в рамках X Большого географического фестиваля студентов и молодых ученых, 11 апреля 2014 г / Институт Наук о Земле СПбГУ. - Санкт-Петербург, 2015.

3. Экзогенные рельефообразующие процессы в пойменной части долины реки Оки на ее рязанском участке Кривцов В.А., Воробьев А.Ю. Материалы XXXIV Пленума Геоморфологической комиссии РАН: экзогенные рельефообразующие процессы: результаты исследований в России и странах СНГ, Волгоград. –С. 103-107, 2014.

4. Методика изучения особенностей проявления и динамики экзогенных геоморфологических процессов в долине р. Оки в ее среднем течении в позднем плейстоцене и голоцене. Водорезов А. В., Воробьев А. Ю., Кривцов В. А. Материалы XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН. – С. 339-343, 2016.

5. Пространственная организация современных экзогенных рельефообразующих процессов и прогноз неблагоприятных и опасных явлений на территории Рязанской области Кривцов В.А., Водорезов А.В., Воробьев А.Ю. Материалы всероссийской конференции «VII Щукинские чтения: геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике». –С. 122-125, 2015.

6. Антропогенная трансформация ландшафтов поймы Оки в её среднем течении и биоразнообразие. Водорезов А.В., Кривцов В.А., Воробьев А.Ю., Фионина Е.А. Волгоград: Изд-во ВолГУ.-С.189-192, 2015.

7. Условия формирования и особенности развития надпойменных террас в долине Оки в ее среднем течении и современные рельефообразующие процессы в их пределах. Кривцов В.А., Воробьев А.Ю. Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина, 2015. №2/47.-С.102-116

8. Особенности накопления радионуклидов ^{137}Cs в почвах поймы р. Оки на сегментно-гравистых и параллельно-гравистых участках. Воробьев А.Ю., Кадыров А.С. Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина: вековая история как фундамент дальнейшего развития (100-летнему юбилею РГУ имени С.А. Есенина посвящается): материалы научно-практической конференции преподавателей РГУ имени С.А. Есенина по итогам 2014/15 учебного года / отв. ред. М.Н. Махмудов; Ряз. гос. ун-т имени С.А. Есенина. – Рязань.-С.268-273, 2015.

9. Применение метода ковриков-ловушек для определения динамики накопления современного аллювия на рязанском участке среднего течения р. Оки. Кривцов В.А., Воробьев А.Ю., Пузаков С.В. Вестник Волгоградского Государственного Университета, Серия 11 Естественные науки №4 (14). -С. 30-39, 2015.

10. Особенности проявления и динамики экзогенных геоморфологических процессов в долине р. Оки в ее среднем течении в позднем плейстоцене и голоцене. Водорезов А. В., Воробьев А. Ю., Кривцов В. А. Материалы XXXV Пленума Геоморфологической комиссии РАН. –С.139-143, 2016.

11. Исследование пойменных отложений сегментно-гравистой и выровненной поймы р. Оки на участке Кальное. Воробьев А.Ю. Аспирантский вестник Рязанского Государственного Университета имени С.А. Есенина. 27-28.-С. 3-7. 2016.

12. Отступление берегов русла р. Оки как опасный процесс для хозяйственного и рекреационного использования поймы. Воробьев А.Ю. Материалы междунар. науч.-практ. конф., Саранск, 12-13 окт. 2017 г. : в 2 т. / редкол.: С.М. Вдовин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2017. – С. 388-392.

13. Локальные морфологические комплексы в пойменной части долины р. Оки в ее среднем течении. Воробьев А.Ю., Кривцов В.А. «Вопросы региональной географии и геоэкологии». Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Вопросы региональной географии, геоэкологии и биогеографии», 22-23 ноября.- Рязань, 2017. С. 28-34.

14. Мониторинг смещения почвогрунтов на склонах долины р. Оки в ее среднем течении. Воробьев А.Ю. «Вопросы региональной географии и геоэкологии». Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Вопросы региональной географии, геоэкологии и биогеографии», 22-23 ноября.- Рязань, 2017. С. 35-38.