

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский
университет»

Кафедра физической географии и ландшафтной экологии

На правах рукописи

Копытов Сергей Владимирович

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕОСИСТЕМ
ДОЛИНЫ ВЕРХНЕЙ КАМЫ**

25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия
ландшафтов

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата географических наук

Научный руководитель:
доктор географических наук,
профессор Н.Н. Назаров

Пермь 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ПОЙМЕННЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ КАК ОТРАЖЕНИЕ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ РЕЧНЫХ ДОЛИН В ГОЛОЦЕНЕ.....	11
1.1. История исследований и развитие представлений об этапности формирования речных долин.....	11
1.2. Факторы формирования и развития пойменных геосистем.....	21
1.3. Классификации пойм и пойменно-русловых комплексов.....	33
Выводы по главе 1.....	40
2. ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ДОЛИНЫ ВЕРХНЕЙ КАМЫ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ.....	42
2.1. Современные природные условия.....	43
2.1.1. Геолого-геоморфологическое строение.....	44
2.1.2. Климат и гидрологический режим.....	54
2.1.3. Русловые процессы.....	60
2.1.4. Почвы и растительность.....	63
2.2. Палеогеографические обстановки позднего плейстоцена и голоцена.....	68
2.2.1. Поздний плейстоцен.....	69
2.2.2. Голоцен.....	81
2.3. Антропогенные процессы в бассейне верхней Камы в XV–XXI вв.....	86
Выводы по главе 2.....	91
3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	93
Выводы по главе 3.....	107
4. ГЕОСИСТЕМНОЕ СТРОЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЙМЕННО-РУСЛОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ВЕРХНЕЙ КАМЫ.....	109
4.1. Типизация пойменно-русловых комплексов.....	109
4.2. Структурные особенности распространения пойменных генераций.....	112
4.3. Морфолого-морфометрические характеристики пойменных	

генераций.....	114
4.4. Литологическое строение аллювиальных отложений пойменных генераций.....	120
4.5. Хронология и условия формирования пойменных генераций.....	135
4.6. Направленность взаимодействия аллювиальных и почвообразовательных процессов.....	145
Выводы по главе 4.....	154
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	156
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	159

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность изучения геосистем речных долин в значительной степени определяется отсутствием полного понимания ландшафтоведцами, геоморфологами, палеогеографами причин пространственно-временной неоднородности функционирования речных пойм, что делает невозможным получение достоверного научного прогноза их развития на ближне- и среднесрочную перспективу. Наличие надежных данных о возрасте геосистем речных долин и бассейнов в голоцене, отличающихся разной направленностью русловых и пойменных процессов, позволило бы оценить их устойчивость для разного рода внешних воздействий. Особенно важными такие исследования становятся в условиях изменений климата и наличия нескольких сценариев развития событий в ближайшие десятилетия (Мелешко и др., 2008; Эколого-географические последствия, 2011).

Верхняя Кама и ее бассейн отличаются экотонным положением на границе Русской равнины и Урала, что с учетом барьерного эффекта гор несет в себе разнообразие ландшафтообразующих процессов на прилегающих территориях. Следы такого воздействия испытала на себе и соседняя река Вычегда, где ранее уже были проведены исследования по реконструкции формирования ее долины (Чернов и др., 2010). Элемент неопределенности в понимании развития долинных геосистем в данном районе вносят и периоды терминации и дегляциации плейстоценовых ледниковых покровов.

Начиная с п. Бондюг вниз по течению Камы в долине наблюдается кардинальная смена структуры геосистем. Здесь по сравнению с вышележащим отрезком речной долины образование надпойменных террас происходило еще в период существования Пра-Камы (Краснов, 1948; Горецкий, 1964). В раннем плейстоцене река имела субмеридиональное направление и не имела связи с самым верхним участком русла современной Камы, который сформировался в результате прорыва нового русла в позднем плейстоцене. Наличие древней ложбины стока, через которую неоднократно осуществлялся сброс

талых вод в долину Камы, делает данный участок исключительно интересным в плане изучения адаптации русла и поймы Камы к долинным микроформам постледникового генезиса.

Изучение строения речных пойм для понимания причин изменения структуры долинных геосистем в голоцене может стимулировать решение экономических вопросов, проблем экологической безопасности, устойчивого развития староосвоенных регионов. В тоже время установление параметров активности, масштабов и продолжительности действия рельефопреобразующих процессов, моделирующих уже сформировавшиеся и создающие новые пойменно-русловые комплексы, сегодня является важной задачей в выстраивании стратегии освоения новых территорий и сбалансированного использования природных ресурсов.

Объектом исследования являются пойменно-русловые комплексы долины верхней Камы.

Предмет исследования – пространственно-временные особенности эволюции (развития), динамики и функционирования пойменно-русловых комплексов, отражающие направленность их изменений в голоцене.

Цель исследования – выявить главные черты адаптации пойменно-русловых комплексов к изменяющимся природным условиям позднего плейстоцена и голоцена, отразившихся в структуре, механизмах и хронологии формирования долинных геосистем верхней Камы.

Цель достигается через решение следующих **задач**:

1. Обобщение и систематизация российского и зарубежного опыта в области изучения формирования пойменно-русловых комплексов и долинных геосистем в целом;
2. Выявление основных факторов и условий, оказывающих влияние на формирование долины верхней Камы с позднего плейстоцена до наших дней;
3. Картографирование пойменно-русловых комплексов и пойменных генераций верхней Камы;

4. Сбор натурного материала по геоморфологическому строению, возрасту, генезису отложений и растительности пойменно-русловых комплексов;

5. Выявление количественных характеристик морфолого-морфометрических различий долинных геосистем верхней Камы;

6. Установление временных рамок изменчивости пойменно-русловых комплексов верхней Камы на протяжении голоцена;

7. Выявление направленностей аллювиальных и почвообразовательных процессов в пойменно-русловых комплексах.

Теоретико-методологической основой исследования послужили работы ведущих отечественных и зарубежных ученых в области ландшафтоведения, флювиальной геоморфологии, русловедения, палеогеографии голоцена. В области изучения вопросов динамики и функционирования геосистем, а также палеогеографических аспектов их эволюции использовались труды И.И. Мамай, Ф.Н. Милькова, В.Б. Сочавы, А.А. Крауклиса, А.Г. Исаченко, Н.А. Хотинского, О.К. Борисовой, А.А. Величко и др. Важную роль в становлении подходов к изучению динамики пойменно-русловых комплексов сыграли работы Н.И. Маккавеева, Р.С. Чалова, А.В. Чернова, И.В. Попова, Н.Б. Барышникова, А.В. Панина, А.Ю. Сидорчука, Л.В. Злотиной, В.В. Суркова, А.Н. Махинова, Н.Н. Назарова. Среди зарубежных исследователей, результаты которых повлияли на формирование задач изучения региональной специфики пойменно-русловых комплексов, следует отметить опыт представителей как физической географии, так и нового междисциплинарного направления – геоархеологии: Энт. Брауна (A.G. Brown), Дж. Льюина (G. Lewin), М. Маклина (M.G. Macklin) и других.

Методы исследования. В ходе полевых исследований проводилось литологическое изучение разрезов и кернов пойм и первых надпойменных террас, описание растительности. Полевые данные были дополнены результатами лабораторных исследований: радиоуглеродного, палеокарпологического анализов. В ходе дистанционных исследований применялись картогра-

фический метод с использованием геоинформационных технологий, пространственно-временной анализ, сравнительный метод. При картографировании разновозрастных генераций речной поймы в качестве базовой использовалась оригинальная методика их выделения, апробированная на поймах других рек (Чернов и др., 2010; Karmanov et al., 2011), но с учетом региональной специфики камского поймогенеза. Для систематизирования и визуализации полученных данных были использованы лицензионные программные продукты ArcGIS 10.2, MapInfo Professional 10, Golden Software Strater 4.

Информационная база. Исходными материалами диссертационного исследования послужили обобщения геоморфологических, гидрологических, ландшафтных, историко-географических данных, имеющихся для долин рек бассейна верхней Камы, а также дистанционные и натурные исследования, проведенные автором в летние сезоны 2012–2016 гг. Полевые материалы собраны в ходе экспедиций. Изучение геосистем долины верхней Камы проводилось на участке п. Гайны – устье р. Вишеры. Использованы также материалы Государственного архива Пермского края (карты и планы XVIII-XIX вв.), данные ДЗЗ со спутника SPOT 5/6, аэрофотоснимки 1950-1980 гг. залета, топографические карты масштаба 1:25000, 1:50000, 1:100000, данные сетевых наблюдений на гидрологических постах Гайны, Бондюг, Керчевский и Тюлькино (1914-2014 гг.).

Личный вклад. Формулировка проблемы, постановка цели диссертационного исследования, решение задач, обработка материалов, анализ и синтез полученных результатов проводились автором самостоятельно. Подготовка к печати научных работ, отражающих основные результаты диссертации, осуществлялась как самостоятельно, так и при участии соавторов.

Научная новизна. Впервые для верхней Камы:

1. Установлена хронология формирования пойменно-русловых комплексов (пойменных генераций), основанная на данных радиоуглеродного датирования;

2. Создана региональная схема истории и строения пойменно-русловых комплексов, привязанная к шкале календарного времени;
3. Предложена система геоморфологических индикаторов (признаков геоморфологической индивидуальности) пойменных генераций;
4. Установлены палеоландшафтные обстановки формирования пойменных генераций;
5. Установлен возраст инвариантов пойменных геосистем

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Неоднородность ландшафтной структуры поймы верхней Камы характеризуют выделенные 2 типа и 10 подтипов пойменно-русловых комплексов, которые в свою очередь могут включать в себя сразу несколько типов пойм и разновозрастных участков (генераций).
2. Пойменные геосистемы долины верхней Камы представлены шестью разновозрастными генерациями. Относительный возраст пойменных генераций определяется ее местом (номером) в ряду разновозрастных генераций – от самой молодой первой, до более древних – второй, третьей, четвертой и т.д.
3. В качестве морфометрических характеристик пойменного рельефа, отражающих геоморфологические различия и своеобразие разновозрастных пойменных генераций, могут быть использованы абсолютные и относительные отметки высот, соотношение меженных уровней р. Камы и урезов водной поверхности старичных озер, радиусы кривизны старичных озер и сухих староречий.
4. Степень многообразия временных (событийных) явлений, проявившихся в наборе пойменных генераций, указывает на смены активности, а часто и направленности развития русловых процессов на всем протяжении истории формирования долины р. Камы. По результатам радиоуглеродного анализа возраст шестой генерации составляет 5–6 тыс. лет, пятой – 4,5 тыс. лет, четвертой – 3,1–3,5 тыс лет, третьей 2,2–3 тыс. лет, второй – около 1,4 тыс. лет, первая формируется на современном этапе развития пойменно-

русловых комплексов. Возраст инварианта пойменных генераций устанавливается по особенностям расположения в них почв, торфа, пойменного, старичного и руслового аллювия.

Практическая значимость работы. Исследования, положенные в основу диссертационной работы выполнялись в рамках проектов РФФИ – гранта №13-05-41281 «Направленность и активность развития пойменно-русловых комплексов бассейна верхней Камы в позднем голоцене» и №16-05-00356 «Влияние позднеплейстоценовых перестроек флювиальных систем в бассейне верхней Камы на структуру пойменно-русловых комплексов». Отдельные результаты нашли применение при выполнении прикладной НИР по заказу Министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края «Организация и ведение государственного мониторинга водных объектов Пермского края» (2008–2013 гг.).

Результаты используются в учебном процессе в Пермском государственном национальном исследовательском университете: при подготовке студентами курсовых и выпускных квалификационных работ, магистерских диссертаций, при чтении учебных курсов «География», «Геоморфология и ландшафтоведение», «География Пермского края», «Методы географических исследований».

Полученные результаты имеют перспективы использования в исследованиях по истории и археологии Пермского края, поскольку с изменениями природных условий в речных долинах в позднеледниковье и голоцене связаны события в истории древнего человека – миграции, оставление и заселение мест обитания, виды деятельности, освоение ресурсов (Brown, 1997; Goldberg, Macphail, 2006; Карманов и др., 2013; Лычагина и др., 2015).

Апробация результатов работы проводилась на конференциях различного уровня: на VIII, IX, X, XI семинарах молодых ученых вузов, объединяемых Межвузовским научно-координационным советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов при МГУ им. М.В. Ломоносова (Уфа, 2010 г., Волгоград, 2012 г., Белгород, 2014 г., Нижний Новгород, 2016

г.), I Региональной научно-практической конференции молодых ученых «Междисциплинарные исследования» (Пермь, 2013 г.), VII Всероссийской научно-практической конференции «Географическое изучение территориальных систем» (Пермь, 2013 г.), на VI школе-конференции молодых ученых «Изменения климата и окружающей среды Северной Евразии: анализ, прогноз, адаптация» (Кисловодск, 2014 г.), III Всероссийской конференции «Человек и Север: антропология, археология, экология» (Тюмень, 2015 г.), V Международной научно-практической конференции «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов» (Пермь, 2015 г.), IX Всероссийском совещании по изучению четвертичного периода «Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований» (Иркутск, 2015 г.), Международной научно-практической конференции «География и регион» (Пермь, 2015 г.), XXX Межвузовском пленарном координационном совещании по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (Набережные Челны, 2015 г.), XV Бадеровских чтениях по археологии Урала и Поволжья (Пермь, 2016 г.), русско-польско-украинском семинаре по русловым процессам «Procesy korytowe rzek Eurazji a ingerencja człowieka» (Быдгощ, Польша, 2016 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 27 работ, в том числе 5 статей в рецензируемых изданиях из списка ВАК.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка использованной литературы. Материал работы изложен на 178 страницах машинописного текста, содержит 47 рисунков, 15 таблиц. Список использованных источников включает 219 наименований, в том числе 17 – на иностранных языках.

1. ПОЙМЕННЫЕ ГЕОСИСТЕМЫ КАК ОТРАЖЕНИЕ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ РЕЧНЫХ ДОЛИН В ГОЛОЦЕНЕ

1.1. История исследований и развитие представлений об этапности формирования речных долин

До последнего времени наибольший успех в решении проблем реконструкции истории речных долин принадлежал по большей части геологам, геоморфологам и палеогеографам (Махинов, 2006; Чернов, 2010; Панин и др., 2011; Панин, 2015). В геосистемном (ландшафтном) отношении из-за большого разнообразия и степени выраженности признаков («следов состояния» по В.К. Жучковой и Э.М. Раковской (2004)) прежних природно-территориальных комплексов (ПТК) вопрос об их динамике и развитии остается открытым. Между тем, изменчивость (этапность) развития геосистем речных долин в пространстве и во времени чутко отражает состояние географической оболочки на разных стадиях ее развития. Выявить особенности изменчивости (этапности) речных долин можно несколькими путями (Мильков, 1987): 1) на основе учета ведущих факторов (гидрологический, климатический и др.); 2) с учетом изменения морфологической структуры ландшафтов речных долин. Согласно В.Б. Сочаве (1978), А.А. Крауклису (1979), А.Г. Исаченко (1991) выделяются три уровня изменений в геосистемах: эволюция (развитие), динамика и функционирование. Под функционированием понимаются циклические изменения ПТК (суточные и годовые ритмы), происходящие за короткие промежутки времени (сезоны). Изменения геосистем, не сопровождающиеся модификациями их структуры, подразумевающие отклонение от устойчивого состояния относятся к динамике, а под эволюцией (развитием) понимаются необратимые направленные изменения, приводящие к появлению новых геосистем.

Наиболее ярким примером периодичности развития речных долин является наличие ярусов. Как отмечал К.К. Марков (1965), рельеф можно представить себе как набор субгоризонтальных поверхностей или геоморфологических уровней. Этап развития речной долины – цикл из двух фаз (врезание-

аккумуляция), в результате которого в долине появляется развитый уровень аллювиальных генераций (поверхностей, цикловых террас), соответствующий по своему рангу ледниково-межледниковому циклу (Постоленко, 2011). Последовательность фаз в пределах этапа зависит от региональной специфики и положения внутри флювиальной системы (верхние звенья, нижние звенья). В широкопойменных хорошо террасированных долинах четко выделяются: дно долины, надпойменные террасы и придолинная часть водораздела (формально в состав долины не входящая), а также связующие элементы рельефа – склоны (уступы, борта долины). Нередко ярусы объединяют по особенностям морфологического строения, возраста. Количество ярусов в долинах является региональной характеристикой, так как их возникновение не случайно. Дно долины существует по определению, а образование террас вызвано чаще всего какой-то одной причиной или определенным набором причин, проявляющихся на крупных территориях: изменениями климата, тектоническими движениями, колебаниями основного базиса эрозии.

Морфоклиматические представления в флювиальной геоморфологии сложились во второй половине XX в. трудами С.С. Воскресенского, А.П. Дедкова (1970), Н.И. Маккавеева (1955), А.И. Спиридонова (1983), Г.П. Бутакова (1986), А.А. Асеева (1981), Ю.М. Васильева (1980), С.А. Сладкопеева (1973), Г.В. Обедиентовой (1977), С. Шумма (S. Schumm) (1977) и некоторых других исследователей. В продолжение этих представлений позднее был выдвинут целый ряд климатических концепций развития речных долин, связывающих ритмы их углубления и выполнения с температурными циклами. Они, по мнению Г.А. Постоленко (2011), сводятся к следующему: 1) наличие стратиграфической доказанности хронологической сопоставимости климатических ритмов четвертичного периода и аллювиальных свит, слагающих выраженные в рельефе цикловые речные террасы; 2) закономерностях размещения в пределах долин разновозрастного аллювия; 3) наличии как в горных, так и в равнинных долинах погребенного аллювия определенных эрозионных циклов; 4) закономерном положении погребенного аллювия;

5) закономерностях развития флювиального процесса в климатическом ритме. Во многом большое научно-практическое значение имеет фундаментальное исследование А.В. Панина (2015). В данной работе обобщена история развития различных звеньев флювиальных геоморфосистем Северной Евразии, включающая этапы углубления и выполнения долин, динамику балочно-го и речного осадконакопления, изменения морфологии речных русел.

Конец XX – начало XXI вв., благодаря трудам В.В. Бронгулеева (1998), М.П. Жидкова (1999), Ф.Н. Юдахина (2003), В.И. Макарова (2006) и других ознаменован активным развитием представлений о проявлениях тектонических деформаций и дифференцированных движений водных потоков по активным разломам в центральных районах Восточно-Европейской равнины. Аналогичные представления о влиянии новейших тектонических движений на формирование речных долин в Сибири развиваются в трудах О.В. Кашенской (1976), Д.А. Тимофеева (1979) и др. Тем не менее, по мнению подавляющего большинства палеогеографов и геоморфологов (Чалов, 2011; Панин, 2015), привлечение движений земной коры для объяснения развития речных долин потребовалось лишь в прогляциальной области последнего оледенения, где развивалось приледниковое гляциоизостатическое поднятие. Формирование и распад этого поднятия приводили к существенным изменениям уклонов дна речных долин и таким образом влияли на эрозионно-аккумулятивные ритмы.

Днище долины – наиболее очевидный и повсеместно распространенный флювиальный уровень, отвечающий современному эрозионному циклу (Постоленко, 2011). Представлено оно обычно руслом и поймой; происхождение поймы в процессе русловых деформаций и тесная связь русла и поймы на последующих этапах их существования предопределили выделение в системе речной долины самостоятельной подсистемы – пойменно-руслового комплекса (ПРК) (Назаров, 2001; Чернов, 2009). Процессы, происходящие в ПРК, являются одними из самых высокоскоростных в географической обо-

лочке, причем даже здесь уже прослеживается замедление рельефообразования в направлении «от русла и выше».

Пойма, как наиболее чувствительный уровень, отражающий историю развития речных долин начал изучаться отечественной наукой с середины XVIII в. Свои идеи о происхождении речных пойм высказал М.В. Ломоносов в труде «О слоях земных». Детальное же изучение пойм, как в России, так и за рубежом, относится ко второй половине XIX в. С этого времени пойма становится объектом изучения геоботаники и геологии. Поймы как геологический и геоморфологический объект начали изучать Ч. Лайель и В.М. Дэвис, а как объект, запечатлевший прошлые события в своем рельефе и строении, поймы изучались В.В. Докучаевым, С.Н. Никитиным, П.Н. Кропоткиным.

В начале и в первой половине XX в. в пойменных исследованиях возрастает роль почвенно-биологического направления – о генезисе пойм упоминается в трудах ученых-геоботаников и почвоведов: В.Н. Сукачева, Л.И. Прасолова, К.К. Гедройца, В.Р. Вильямса и др. Все они тем или иным образом развивали взгляды В.В. Докучаева о послеледниковом озерно-котловинном происхождении речных пойм. Однако впоследствии эта гипотеза была отвергнута, и было обращено внимание на эрозионную деятельность потока половодья на пойме, тем самым объясняя некоторые особенности гривистого рельефа поймы. Таким образом, было положено начало господствовавшему затем в течение полувека взгляду на главенствующую роль в происхождении рельефа поймы потока половодья, либо прямую (Р.А. Еленевский, Н.И. Маккавеев), либо косвенную (Е.В. Шанцер, И.В. Попов).

С.С. Соболев (1935) и некоторые другие исследователи 30-х гг. XX в. обратили внимание на прямую связь высоты и ширины прирусловой части поймы со скоростью потока половодья – гривистый рельеф пойм создается потоками половодья. В 1951 г. Е.В. Шанцер сформулировал положение о том, что речные поймы возникают как результат русловых деформаций. По его мнению, гривистая пойма меандрирующих рек формируется при зараста-

нии прирусловых отмелей у выпуклых берегов излучин, образовавшихся как следствие циркуляционных течений на повороте потока. Шероховатость отмелей резко возрастает, что приводит к образованию на контакте растительности и открытого песка прируслового вала – будущей пойменной гривы. Но ученым не была учтена роль грядового движения наносов в формировании гривистого пойменного рельефа, поэтому теория не объясняет многих особенностей пойменного рельефа на крупных меандрирующих реках.

В исследованиях Н.И. Маккавеева (1955), наибольшее внимание уделялось процессу затопления поймы полыми водами. По его мнению, пойменные гривы образованы потоком половодья, проходящим по пойменному сегменту по мере подъема уровня воды. Н.И. Маккавеев детально рассмотрел процесс затопления поймы во время половодий и выделил пять фаз гидрологического режима поймы: снежница - таяние снега на пойме; подъем уровней воды и затопление пойменного массива; транзитный поток через пойму; слив воды с поймы на спаде половодья и межень, когда полый воды на пойме нет и потоком лишь размываются пойменные берега.

Заложенное Н.И. Маккавеевым гидролого-геоморфологическое направление получило дальнейшее развитие в МГУ им. М.В. Ломоносова в трудах Р.С. Чалова (1979, 2008, 2011) и А.В. Чернова (1983). Со смещением песчаных гряд в русле и характером горизонтальных русловых деформаций Р.С. Чалов связывает происхождение рельефа речных пойм (1973). Согласно этим взглядам, положительные формы рельефа пойм представляют собой закрепившиеся растительностью пригребневые части побочней и осередков. На меандрирующих реках они изогнуты вдоль выпуклых берегов излучин и при закреплении растительностью превращаются в пойменные гривы. На много рукавных реках основу будущей поймы составляют осередки, осушающиеся в межень. При зарастании они превращаются в элементарные пойменные острова, к которым в дальнейшем и причленяются побочни перекатов, в ухвостьях формируются косы, увеличивающие их площадь. В процессе расширения элементарные острова соединяются друг с другом, формируя пер-

вичный пойменный рельеф. Таким образом, тезис «происхождение речных пойм в связи с горизонтальными русловыми деформациями», предложенный еще Р.А. Еленевским и Е.В. Шанцером, получил в работах Р.С. Чалова полное физическое объяснение.

Развитие поймоведения в последние десятилетия стали дополнять такие направления, как географическое (Чалов, 2011) и экологическое (Беркович и др., 2000). Учение о пойме включает в себя гидроморфологическая теория русловых процессов, которая начала развиваться в 80-90-е гг. XX столетия в Государственном Гидрологическом институте (ГГИ) под руководством Н.Е. Кондратьева и И.В. Попова. Представления И.В. Попова (1961) о генезисе пойм являются развитием идей Е.В. Шанцера о ведущем значении в этом процессе поперечной циркуляции потока на излучинах русла и аккумуляции аллювия во время половодья. В то же время И.В. Попов значительно большую роль в формировании пойм отводит крупным песчаным грядам в русле реки. Наряду с формированием пойм меандрирующих рек, он рассмотрел процесс формирования пойм многорукавных рек, где происходит зарастание растительностью песчаных осередков. К так называемым «унаследованным поймам» И.В. Попов относил такие поверхности, происхождение которых не обусловлено работой современного потока. В то же время, существуют речные долины, где пойма представляет собой морфологически сложное разновозрастное образование, созданное рекой с изменяющимися во времени водоносностью и морфодинамическим типом.

В Российском государственном гидрометеорологическом университете развивается гидролого-гидродинамическое направление под руководством Н.Б. Барышникова (1984, 2007, 2008), изучающее поведение потока воды, проходящей по поймам во время половодий и паводков.

Преобразование поймы в надпойменную террасу коренным образом меняет набор и активность ведущих геоморфологических процессов. Главные при развитии в ПРК флювиальные процессы прекращают свою работу и рельефообразующая деятельность начинает проявляться только во вторич-

ных, наложенных процессах. Они имеют различный генезис и, в отличие от флювиальных процессов, проявляются локально и непериодично. Соответственно, их скорость практически не зависит ни от положения в долине, ни от возраста аллювия. Моделировать поверхность террас могут болотообразование, временные водотоки, эоловые и склоновые процессы.

М.П. Гричук и Г.А. Постоленко (1982) на основе изучения спорово-пыльцевых спектров аллювиальных отложений террас установили, что при общем соответствии во времени накопления аллювиальной свиты климатическому ритму, временные границы циклов врезания–аккумуляции смещены относительно границ климатохронов. В результате были выделены четыре климатические стадии формирования аллювия террас Восточно-Европейской равнины: термоксеротическая, термогигротическая, криогигротическая и криоксеротическая.

Маркерами (морфологическими следами) этапности развития речных долин во многом являются древние флювиальные формы (старицы, пойменные гривы, ложбины), которые сохраняются на пойме и низках террасах. Возраст подобных элементов на основе анализа флювиальных отложений ограничивается голоценом и концом позднего плейстоцена (Панин, Сидорчук, 2006). Одним из первых на гигантские меандровые старицы («макроизлучины» по терминологии Б.В. Матвеева (1985)) на поймах рек умеренного пояса обратил внимание Г. Дьюри (G. Dury) (1964), отметив ширину русел палеоизлучин в 10-15 раз больше современных. Большие меандры позднеледникового возраста детально изучались на реках Польши Л. Старкелем (L. Starkel) (2000), на юге Западной Сибири И.А. Волковым (1963), в Подмосковной Мещере С.В. Лютцау (1968). На основании полученных данных авторами был сделан вывод о том, что низкие террасы и поймы современных рек были созданы в условиях значительных изменений руслового режима. Учет подобных данных составляет основу палеогидрологического направления, развивающегося в рамках научной школы Н.И. Маккавеева, использующее первичный пойменный рельеф, конфигурацию пойменных массивов и строение

поймы для определения гидрологических и физико-географических условий прошлых эпох (Маккавеев, 1955).

Как следует из истории формирования речных долин в голоцене, за короткий период, измеряемый порой первыми десятками лет, в результате изменений климата или вмешательства человека в ход геоморфологических процессов уже неоднократно происходили масштабные переформирования рельефа поймы (Чернов, 1983; Перевошиков, 2007; Сычева, 2011). В своих крайних проявлениях изменение активности русловых процессов, вызванное климатическими изменениями или антропогенной деятельностью, часто приводит к появлению новой генерации поймы – более или менее выраженной ступени рельефа. В одном случае это проявляется в образовании новой, самой низкой поверхности, увеличивающей общее количество пойменных генераций в днище речной долины, в другом – к захоронению существовавших до этого генераций и, таким образом, к сокращению их общего количества. В обоих случаях происходит изменение рельефа пойм: увеличивается или уменьшается высота, размеры и очертания микроформ, расстояния между ними, увеличивается или уменьшается радиус кривизны гряд, диагностирующий активность и направленность развития русла на соответствующем временном этапе формирования поймы.

Солидный объем знаний накоплен европейскими учеными. Особое внимание Дж. Ванденберге (D. Vandenberghe) (1995), А. Шуманьски (A. Szumanski) (1983), К. Ротнички (K. Rotnicki) (1983), М. Маклин (M.G. Macklin) и Дж. Льюин (G. Lewin) (2003) и другие уделяли характеру русловых деформаций и истории развития речных долин в позднеледниковье и голоцене. Максимум валдайского оледенения, согласно проведенным исследованиям, характеризовался формированием разветвленных русел. Развитие многорукавности связывается с неспособностью потоков, имеющих преимущественно ледниковое питание (оледенение Альп, Карпат, Судет), переносить огромное количество материала, поступающего в результате размыва отложений в условиях слабо развитого растительного покрова. В начале позднеледниковья

произошла стабилизация рыхлых осадков растительностью, уменьшилось количество наносов, поступающих в долины, что способствовало врезанию рек. У большинства рек произошла трансформация русел в меандрирующие.

Ландшафтный подход в изучении развития речных долин представлен в исследованиях В.В. Докучаева, Л.И. Мечникова, И.М. Крашенинникова, Р.А. Еленевского. Особо следует выделить Ф.Н. Милькова и воронежскую ландшафтную школу (Мильков, Михно, 1987). Так, классическими до сих пор считаются выделенные им типы местности: плакорный, склоновый, террасовый, пойменный (Мильков, 1970). Идеи Ф.Н. Милькова развиваются в Воронежском университете, благодаря трудам А.А. Глотова и В.Б. Михно (2013). По мнению А.А. Козина (1979) для изучения ландшафтов речных долин необходимо развивать новое учение – долиноведение.

С ландшафтной точки зрения речные долины представляют собой сложную парагенетическую систему, состоящую из речного русла, поймы, террас, склонов. Эти структурные части системы крайне разнородны, их связывает общность происхождения и активно протекающий обмен веществом и энергией. Таким образом, долинно-речной ландшафт – это открытая природная система, состоящая из ряда генетически и функционально сопряженных подсистем, взаимосвязанных в своем пространственном размещении и развивающихся как части единого целого в результате метаболизма. Плакорная же подсистема наиболее полно отражает зональные черты природных комплексов. Надпойменные террасы и склоны представляют собой систему разновозрастных, литологически и морфологически разнородных комплексов, объединенных своим происхождением на разных этапах эволюции речной долины (Мильков, 1970). Пойменная подсистема является самой информативной и динамичной. Она молода, испытывает ежегодный привнос большого количества питательных веществ и продуцирует значительную биомассу. В связи с чем, пойменные геосистемы по наличию большого количества следов состояния прежних ПТК наиболее отчетливо демонстрируют этапность развития речной долины.

Одной из первых работ по комплексной ландшафтной характеристике поймы было исследование Э.Е. Роднянской (1963). В ней на основе анализа природных компонентов, учета главных факторов поймообразования произведена типология ландшафтов р. Оби в пределах таежной зоны. Ландшафтно-экологическими по своему характеру были исследования поймы, проводившиеся на Оби под руководством А.А. Максимова (1974).

В конце XX в. благодаря работам Л.В. Злотиной (1989) и В.В. Суркова (1999) появилось направление, которое рассматривает динамику почвенно-растительного покрова и пойменного ландшафта в целом, как показателя направленности и интенсивности горизонтальных русловых деформаций. В этих работах детально изучена и описана постепенность качественного преобразования («перехода») русла в пойму с течением времени на верхней и средней Оби. Сопряженный пространственно-временной анализ пойменно-русловых комплексов позволил исследователям через ландшафтную неоднородность пространства восстановить эволюцию геокомплексов во времени. Установлено, что к основным тенденциям в развитии геосистем поймы относится усложнение пойменных образований от первичных русловых форм до сложнопостроенных береговых массивов поймы и увеличение высоты по мере накопления аллювия и, соответственно, изменение гидрологических характеристик поймы (изменение вертикальной структуры геокомплексов) (Сурков, 1999). Ведущими процессами преобразования русловых форм в пойму по мнению исследователей являются появление пионерной растительности, накопление толщи наносов, постепенное увеличение высоты и длительности затопления по мере роста поймы в высоту, так и по мере удаления участка поймы от динамической оси потока в половодье.

Развивающееся ландшафтоведческое направление в изучении пойм должно осветить связь между строением, рельефом, поемностью, почвами и растительностью на поймах в историческом разрезе. Крупные исследования этого плана проводились А.Г. Булавко, А.Н. Мотузко и Г.Г. Синяковым в Белорусском Полесье, И.А. Можейко в Молдавии, П.Н. Рязановым и И.М. Мик-

ляевой в Центральном Нечерноземье. Комплексная характеристика пойм Оби и Иртыша в пределах Тюменской области дана в монографии И.Б. Петрова (1979).

Вопросы динамического равновесия, самоорганизации и саморазвития поймообразования освещаются в работе А.В. Позднякова (1988). Ландшафтно-индикационный аспект в последнее время получил развитие в Томском университете благодаря трудам В.С. Хромых (2013). В связи с эрозионно-аккумулятивной деятельностью реки учеными были выделены четыре этапа развития пойменных ландшафтов: прирусловой, центральнопойменный, наложенного притеррасья и наложенного прирусловья. Возникновение пойменных комплексов В.С. Хромых связывает с прирусловым этапом развития, в котором ландшафты находятся под непосредственным воздействием русла. Скорости течения на пойме во время половодья по мере отступления реки замедляются, отлагающийся нанос становится все более тонким по механическому составу, валы постепенно выполаживаются, повышается уровень грунтовых вод, лесные биоценозы сменяются луговыми – наступает центральнопойменный этап развития ландшафтов. При удалении реки ландшафты, расположенные вблизи коренных склонов, попадают под влияние прилегающих участков террас и водораздельных плато и вступают в этап наложенного притеррасья. В результате размыва берегов ландшафты вновь попадают под влияние русла – это этап наложенного прирусловья.

1.2. Факторы формирования и развития пойменных геосистем

Общеизвестный факт преимущественно голоценового возраста пойменных геосистем, безусловно, не может полностью удовлетворить интерес исследователей и практиков к пространственно-временной дифференциации пойменных поверхностей, знания о которой являются «ключом» к выявлению ведущих факторов формирования и научно обоснованному прогнозированию развития пойменных геосистем и речных долин в целом. Немаловажную роль решение проблемы их возраста могло бы сыграть и для понимания

механизмов развития флювиального рельефа в различные периоды голоцена. Перерыв во времени между образованием аккумулятивных тел, представляющих собой на начальном этапе лишь скопления минеральных частиц (наносов), и последующее за этим их постепенное превращение в сложные поликомпонентные природно-территориальные комплексы (ПТК) без установления точного времени окончания каждой из этих стадий делают вопрос о возрасте пойм достаточно неопределенным.

Пойма является продуктом деятельности речного русла. Изучению условий поймообразования посвящено довольно много работ (Чалов, 1979; Чернов, 1983; Барышников, 1984). Все они сводятся к тому, что формирование пойм в процессе горизонтальных деформаций речных русел и их дальнейшее развитие в субаэральных и полностью аэральных условиях представляет многообразие поймообразующих физико-географических факторов. По генезису, характеру воздействия на пойму и роли в процессе поймообразования их можно объединить в 4 основные группы: геологические и геоморфологические факторы, гидрологический режим рек и интегральный основной фактор – русловые процессы. Многие особенности, обуславливающие структуру геосистем поймы (ее высота, тип рельефа, характер аллювия, продолжительность и глубина затопления, а значит и особенности почвенно-растительного покрова) зависят от гидрологического режима реки, включающего водный, определяющий условия затопления поймы, режим мутности, влияющий на интенсивность наилконакопления, и ледовые явления. К факторам, моделирующим процесс формирования и развития пойменных геосистем можно отнести антропогенные (включая преобразования на водосборе) и нефлювиальные (заболачивание, склоновые, золовые, эрозионные и др.) процессы.

Неровности пойменного мезорельефа, определяющие в конечном итоге поёмность того или иного участка поймы, возникают в процессе формирования пойменной поверхности при зарастании форм аккумулятивного рельефа русла и дальнейшем росте поймы в высоту при накоплении наилка во время

ее затопления. При этом все неровности поймы по их происхождению различаются по первичному пойменному рельефу, по морфологическому делению (высокая или низкая пойма), и по строению и ландшафтам поймы в пределах каждой пойменной ступени (Чернов, 1983).

Первичный пойменный рельеф образуется в процессе формирования поймы; он определяется морфодинамическим типом русла и историей развития русловых переформирований. На меандрирующих реках возникают сегментно-гривистые поймы. Они образуются при зарастании возвышенных частей побочной перекатов и представлены чередованием изогнутых грив, разделенных межгривными понижениями; пойменная поверхность состоит из множества сегментов с различно ориентированными грядами и старичными понижениями, возникшими при спрямлении излучин. На разветвленных реках формируются ложбинно-островные поймы за счет зарастания осередков, превращения их в острова и последующего соединения друг с другом в более крупные острова и береговые массивы; бывшие острова разделяются ложбинами – бывшими рукавами и протоками (Иванов, Чалов, 1991). Разветвленно-извилистые русла имеют сегментно-островную пойму, первичный рельеф которой имеет черты обоих типов пойм.

Формы первичного рельефа составляют основу пойменного рельефа в течение всего времени существования пойм. Они определяют условия затопления поймы, распределение струй пойменного потока и его скорости (Барышников, 2007). Во время половодий и паводков вода поступает на пойму сначала по ложбинам и старичным понижениям. В маловодные годы при невысоких подъемах уровней воды затопление поймы этим может и ограничиться, но при дальнейшем подъеме уровней вода покрывает гривы и гряды. В последнем случае сам рельеф и его ориентировка по отношению к направлению транзитного потока на пойме определяют шероховатость и, следовательно, гидравлические сопротивления, условия взаимодействия пойменного и руслового потоков. Очевидно также, что поёмность ложбин и понижений выше, чем возвышенных грив и гряд.

Поскольку за все время формирования поймы природные условия в пределах бассейна, определяющие водность реки и сток наносов, изменялись в той или иной степени, могла происходить и смена типов русел, либо при их сохранении изменялись параметры русловых форм (излучин, разветвлений и т.д.). Соответственно, разновозрастные и разновысотные пойменные поверхности (ступени) либо характеризуются неодинаковым рельефом (например, высокая пойма имеет сегментно-грядистый рельеф, а средняя и низкая - ложбинно-островной, или наоборот), либо отличаются друг от друга морфометрическими характеристиками первичного рельефа. Все это, с одной стороны, влияет на особенности затопления поймы, а с другой – позволяет по рельефу пойм реконструировать морфодинамический тип русла за время формирования поймы, его параметры и, используя известные соотношения между ними и показателями факторов русловых процессов, восстанавливать последние (Чернов, 2009; Панин, 2015). Это имеет палеогидрологическое значение, а также позволяет прогнозировать возможные изменения русловых процессов при различных сценариях изменений природной среды и климата, в том числе под влиянием антропогенных факторов.

На особенности морфологии поймы в пределах различных пойменных зон влияют вертикальные русловые деформации – врезание реки или направленная аккумуляция наносов (Матвеев, 1985). Для врезающихся рек характерна ступенчатая пойма, так как каждый новый пойменный массив формируется гипсометрически ниже предыдущего; группы массивов объединяются в пойменные ступени, причем на каждой ступени может быть выделена своя прирусловая, центральная и тыловая пойменные зоны.

Формирование пойм происходит при закреплении растительностью аккумулятивных скоплений аллювия – гряд, побочней, осередков, кос и т.д. Поэтому рельеф пойменной поверхности в первую очередь определяется особенностями морфологии этих гряд: рельеф пойм меандрирующих рек отличается от рельефа пойм рек, разветвленных на рукава, или разветвленно-извилистых. Пойменный рельеф, возникший непосредственно при образова-

нии поверхности поймы в процессе горизонтальных русловых деформаций и зависящий от их вида, можно назвать первичным пойменным рельефом (Чалов, 1970; Чернов, 1983).

В условиях свободного развития русловых деформаций и поймообразующих процессов на меандрирующих реках поймы образуются при зарастании в маловодные годы пригребневых частей побочней, огибающих выпуклые берега излучин. Заросшая пригребневая часть побочня превращается в пойменную гриву, а затонская часть переката, отделяющая побочень от ранее сформировавшегося пойменного выпуклого берега излучины, частично заполняется наносами, также покрывается влаголюбивой растительностью и становится межгривным понижением. Несколько последовательно причленившихся к выпуклому берегу побочней перекаатов, превратившихся при зарастании в пойменные гривы, образуют шпору излучины, отличающуюся гривистой, гофрированной поверхностью, или, иными словами, пойменный сегмент с гривистым рельефом.

Последний является, таким образом, первичным рельефом поймы меандрирующей реки. Каждая закрепившаяся растительностью грива сохраняет асимметричный рельеф побочня: крутой низовой откос - подвалье, обращен в сторону выпуклого берега. Образование грив сопровождается их удлинением при причленении к низовым концам невысоких кос, и расширением за счет поперечной циркуляции, однако эти процессы играют здесь подчиненную роль (Чалов, 1979).

В зависимости от достижения излучинами сегментной или петлеобразной формы гривы, образующиеся в пределах пойменного сегмента, различаются по своему рисунку и ориентировке относительно друг друга. В начальной стадии формирования излучин русло реки имеет более или менее прямолинейную форму, однако даже в этом случае в его пределах отмечается неравномерность поля скоростей потока, что приводит к перекосу гряд и расположению побочней перекаатов в шахматном порядке. Динамическая ось по-

тока, обтекая побочни в межень, образует извилины с выпуклыми берегами, составленными побочнями (Чернов, 1983).

Пригребневые части побочней при закреплении растительностью образуют пойменные гривы, параллельные руслу и имеющие малую кривизну. Ширина и высота этих грив зависят только от мощности гряд; циркуляционные течения, способствующие росту побочней в ширину, а их пригребневых частей в высоту, на данной стадии развития поймы проявляются слабо. По мере дальнейшего развития излучин и их искривления увеличивается и кривизна пойменных грив, однако, так как на начальных стадиях своего развития излучина испытывает интенсивное продольное смещение вниз по течению, каждая следующая пойменная грива формируется ниже по течению, чем предыдущая. В рельефе растущего пойменного сегмента это отражается в виде грив, сдвинутых относительно друг друга вниз по течению. Верхние их концы срезаны потоком; вниз по течению гривы, наоборот, сужаются и последовательно выклиниваются. Рисунок грив пойм рек с пологими излучинами в плане напоминает асимметричный веер, раскрытый вверх по течению.

Чем больше искривляются излучины (до достижения ими критической кривизны), тем интенсивнее становится поперечная циркуляция и осуществляется донный перенос наносов от вогнутого берега к выпуклому, тем более высокими (при прочих равных условиях) формируются гривы. В поперечном разрезе формирующегося сегмента по мере приближения к руслу гривы будут повышаться (Чернов, 1983).

По достижении свободными излучинами критической кривизны ($l/L=1,6$, где l - длина русла, L - шаг излучины) их дальнейшее развитие, а, следовательно, и формирование пойменных сегментов, протекает двумя путями. Если условия прохождения руслоформирующих расходов способствуют спрямлению излучин, пойменные сегменты прекращают свое развитие на стадии слабоизогнутых, сдвинутых по отношению друг к другу грив: формируется сегментно-гривистая пойма со слабоизогнутыми гривами. Сегментно-гривистые поймы со слабоизогнутыми гривами формируются также на реках,

развивающихся в условиях ограничения размаха горизонтальных русловых деформаций, когда предел искривления излучин определяется не условиями прохождения руслоформирующих расходов, а шириной днища долины с трудноразмываемыми бортами (Кондратьев и др., 1982; Попов, 1965).

На меандрирующих реках при прохождении руслоформирующих расходов воды ниже пойменных бровок, а также на малых и средних по водности реках, обладающих залесенной поймой, возможность спрямления излучин при достижении критической кривизны отсутствует. Поэтому продолжается дальнейшее искривление и наращивание в ширину пойменных сегментов. Продольное перемещение излучин практически прекращается, и деформации излучины заключаются лишь в их искривлении.

В результате вновь формирующиеся гривы становятся все более изогнутыми. Так как вогнутые берега размываются только в вершинах излучин, верховые концы грив начинаются вблизи перегиба между смежными излучинами. Гривы образуются как бы вложенными друг в друга (Шанцер, 1951).

На реках, разветвленных на рукава, пойма, как и на меандрирующих реках, образуется при закреплении растительностью возвышенных частей гряд перекатов, в маловодные годы остающихся неподвижными. Однако иной, по сравнению с меандрирующими реками, характер русловых деформаций обуславливает существенные различия между первичным пойменным рельефом на разветвленных и извилистых реках (Чалов и др., 2004). Разветвленные реки отличаются наличием на сложнопостроенных грядах перекатов осередков, в межень выступающих над водой. Они зарастают и превращаются в элементарные пойменные острова, составляя основу первичного рельефа поймы (Алексеевский, Чалов, 2009).

Так как осередки являются составными частями гряд, их рельеф в общем идентичен грядовому: приверхи (верховые откосы гряд) - пологие, ухвостья (подвалья гряд) - крутые. Превращение осередка в пойменный элементарный остров означает отрыв его от гряды, на которой он возник, в результате замедления его смещения вниз по течению по сравнению с самой гряд-

дой. Соответственно изменяются условия обтекания молодого острова потоком: он становится препятствием, вызывающим подпор у оголовка и спад в начале обоих рукавов, огибающих остров. Происходит размыв оголовка молодого острова, а в его ухвостье, наоборот, возникают условия для аккумуляции аллювия. В результате рельеф осередка видоизменяется: в оголовке острова образуется обрывистый подмываемый пойменный яр, а сам оголовок, благодаря интенсивному накоплению пойменного ила, растет в высоту. В ухвостье острова вытягиваются длинные, сужающиеся вниз по течению косы, очень низкие относительно меженного уреза воды. Уступ подвалья в ухвостье острова сохраняется. В плане форма осередка при превращении его в остров тоже изменяется; остров приобретает каплевидную форму (Чернов, 1983).

Острова разделяют русло на рукава, в каждом из которых (вследствие снижения общей транспортирующей способности потока) возрастает вероятность формирования новых гряд, в том числе осередков, превращающихся затем в пойменные острова. У их берегов формируются побочни, которые при зарастании увеличивают площади островов и усложняют их рельеф. В дальнейшем за счет расширения островов может произойти полное отмирание некоторых рукавов. Заполняясь наносами, они превращаются в пойменные ложбины (Чалов, 2011). Несколько соединившихся таким образом островов составляют более крупный остров, в рельефе которого четко прослеживаются широкие гряды - бывшие элементарные острова, более узкие гривы, огибающие острова - бывшие побочни, ложбины - отмершие протоки между островами. Острова разрастаются, и, в конце концов, причленяются к бортам долины, образуя береговые пойменные массивы. Поймы разветвленных рек по характеру своего первичного рельефа называются ложбинно-островными. Очевидно, что островная и береговая ложбинно-островная поймы не имеют генетических различий.

Кроме сегментно-гривистых и ложбинно-островных, существуют поймы, обладающие элементами рельефа, свойственными и тем и другим пой-

мам и поэтому являющимися как бы смешанными. Смешанные поймы формируются преимущественно на разветвленно-извилистых реках; однако, в зависимости от особенностей русловых деформаций в их рельефе преобладают черты, свойственные поймам либо меандрирующих, либо разветвленных рек. Одной из основных причин формирования разветвленно-извилистых русел и смешанных пойм являются условия прохождения половодий и руслоформирующих расходов воды.

На реках с пойменно-русловыми разветвлениями, где либо оба рукава, либо один из них (отмирающий) рукав меандрируют, образуется гривисто-островная пойма (Чалов и др., 1998). На первых этапах ее формирования образуются острова, составляющие разветвления; рукава, их разделяющие, впоследствии начинают меандрировать, в процессе чего у берегов островов начинают нарастать изогнутые пойменные гривы (Алексеевский, Чалов, 2009). Все излучины рукавов прекращают свое развитие на стадии сегментных крутых, так как при достижении ими критической кривизны ($I/L=1,6$) происходит разработка спрямляющего рукава. Поэтому гривы на таких поймах слабоизогнуты.

На относительно прямолинейных неразветвленных реках, один из берегов которых является коренным, при условии небольшого стока наносов и устойчивого положения динамической оси потока в разные фазы гидрологического режима формируется параллельно-гривистая пойма (Иванов, Чалов, 1991). Перекаты, развивающиеся на таких реках, имеют только один морфологически выраженный побочень - у низменного пойменного берега, под высоким берегом благодаря постоянно большим скоростям потока побочни слабо выражены. Пойменные гривы протягиваются вдоль низменного берега параллельно руслу, а в процессе медленного смещения реки в сторону берега формируются массивы параллельно-гривистой поймы.

На средних равнинных реках, протекающих в условиях дефицита рыхлых (песчаных или галечных) руслообразующих наносов, крупные подвижные гряды перекатов отсутствуют, и образования поймы происходит по-

иному (Чалов, 1979). Реки, отвечающие таким характеристикам, в основном, меандрируют. Во время половодий над верхними частями отмелей у их границ с растительностью возникает зона торможения потока, выпадают наиболее крупные взвешенные наносы и образуются наложенные прирусловые валы. Эти валы зарастают в первую очередь, образуя гривы; покрываются растительностью и неглубокие понижения между ними. Внешние подобные поймы похожи на сегментно-гривистые поймы рек с крупными грядами, но отличаются от них меньшей шириной и большей концентричностью грив – здесь они просто вложены друг в друга, составляя шпору излучины. Незначительно и контрастность рельефа таких пойм: неглубокие понижения могут быстро занестись продуктами вторичной переработки поверхности, и рельеф окажется почти ровным. Типичными формами рельефа являются изогнутые озера – старицы, в изобилии разбросанные по поверхности поймы. Такие поймы получили название сегментных ровных.

В условиях ограниченного развития русловых деформаций и поймообразующих процессов принципиальная схема образования пойм в большинстве случаев аналогична схеме образования пойм в условиях их свободного развития: поймы возникают при зарастании аллювиальных форм в то время, когда они не покрыты водой. Однако в условиях ограниченного развития поймообразующих процессов одно из условий возникновения поймы – достаточно длительное нахождение прирусловой отмели в надводном состоянии – соблюдается значительно реже, чем на реках со свободным развитием русловых деформаций. Из-за узости долин русла меженного и половодного периода мало отличаются. Тем не менее, в любом расширении дна долины, независимо от его происхождения, где разница между шириной половодного и меженного русла увеличивается, происходит формирование поймы.

При развитии врезанных излучин на их шпорах образуются гривистые поймы (Матвеев, 1985). Как и на меандрирующих реках в условиях свободного развития русловых деформаций, каждая грива представляет собой заросшую растительностью пригребневую часть побочня, однако из-за крайне

медленного отступления вогнутого берега и неподвижности излучин по длине реки, гривы образуются изогнутыми параллельно руслу.

На реках, долины которых врезаны в осадочные или кристаллические породы, пойма может полностью отсутствовать – тогда русло непосредственно (или, минуя узкую полосу бечевника, который может быть покрыт растительностью) переходит в борт долины. В некоторых случаях на поворотах русла формируются так называемые побочные поймы, ранее описанные только на горных реках (Чернов, 1983). При изменении направления разломов, зон трещиноватости и др., русло также изменяет свое направление, в плане образуя своеобразные врезные извилины. У выпуклых берегов этих извилин формируются узкие галечные отмели, при благоприятных условиях зарастающие и превращающиеся в побочные поймы. Ширина этих отмелей не превышает первых десятков метров. Во время высоких половодий растительность на побочных поймах может уничтожаться, а затем вновь возникать на тех же местах.

Мутность рек определяет интенсивность накопления ила на поймах: чем выше содержание взвешенных наносов в реке, тем большее их количество осаждается на пойме во время половодья, тем быстрее происходит накопление пойменной фации аллювия. В формировании мутности ведущая роль, как правило, принадлежит взвешенным частицам, поступившим с водосборов (бассейновая мутность). Поэтому максимальной мутностью ($250\text{--}1000\text{ г/м}^3$) отличаются реки, протекающие среди распаханых земель, а также в долинах с легко поддающимися эрозии склонами, развитой овражной эрозией и дефляцией почв и поверхностных горных пород (Алексеевский, 1998). При малом поступлении рыхлого материала (залесенные и заболоченные водосборы) насыщение потока происходит за счет преимущественно за счет русловой эрозии (русовая мутность).

Ледовый режим обычно существенно сказывается на формировании пойменных геосистем рек умеренного и холодного поясов. Весенний ледоход приходится на пик половодья и льдины проходят непосредственно над по-

верхностью поймы, разрушая ее, либо откладывая обломочный материал (Булатов, 1970; Барышников, 2007). Весенние, реже осенние ледоходы сопровождаются заторами, перегораживая реки и провоцируя подъем уровня воды.

Нефлювиальные факторы рельефообразования в той или иной степени видоизменяют пойменный рельеф. Влияние склоновых процессов в широкопойменных долинах заметно, в основном, в тыловых частях пойм, тогда как в узкопойменных (V-образных, U-образных) долинах они во многом определяют облик пойм в целом. Характер этого проявления зависит от высоты, крутизны, литологии склонов и растительного покрова на них (Чернов, 1983).

Плоскостной смыв и овражная эрозия влияют на пойму процессами формирования конусов выноса в устьях оврагов и делювиальных шлейфов, которые распространяются на поверхность поймы и повышают притеррасную зону (Голосов, 1988).

Влияние эоловых процессов на формирования рельефа пойм сказывается при наличии ровных и открытых пространств, сильных ветров и обширных обсыхающих в межень побочней. Таким условиям отвечают широкие долины крупных рек с песчаным аллювием. Песок, подхваченный с отмелей в сухую погоду, перемещается по направлению ветра и далее, воздушный поток при встрече с поймой, снижает свою скорость и взвешенные им частички оседают на пойму, образуя быстро растущие в высоту дюны и погребаящие под собой кустарниковую и травянистую растительность (Чернов, 1983).

Ежегодное затопление пойм и промывка поверхности поймы полыми водами и хорошая дренированность территории препятствует развитию торфяников. Однако при малом врезе долины, небольших уклонах, и скоростях течения, а также высокой поемности, поймы реки из дренирующих систем могут превратиться в источники длительной аккумуляции воды, что благоприятно для развития торфяников.

В настоящее время, как и в прошлом, хозяйственная деятельность на пойме и антропогенное воздействие на поймообразующие процессы остав-

ляют весьма заметные следы, выраженные в специфических антропогенных формах рельефа. Распашка поймы под посев сельскохозяйственных культур изменяет пойменный рельеф, а следы неумеренного выпаса скота выражаются в разрушении дернины и возникновении микроформ эолового рельефа. Последний фактор нашел свое влияние еще в период становления хозяйствования человека в долинах рек. Добыча полезных ископаемых в поймах рек ведет к необратимым изменениям всего пойменно-руслового комплекса (Беркович и др., 2000).

1.3. Классификации пойм и пойменно-русловых комплексов

Примером пространственно-временной дифференциации пойменного массива в соответствии с активностью, продолжительностью и частотой воздействия на него водного потока является выделение *прирусловой*, *центральной* и *притеррасной (тыловой)* пойменных зон (рис. 1.1). Впервые такая схема предложена луговедом А.М. Дмитриевым в 1904 г. Эта схема деления поймы продолжает использоваться и в настоящее время.

Различия в мощности и скорости накопления наилка, наличии или отсутствии половодных форм рельефа в разных пойменных зонах по своей функциональной направленности являются регуляторами продолжительности моделировки пойменных геосистем во времени. При начале половодий вода сначала проникает по понижениям первичного рельефа в тыловые зоны, однако скорость подъема воды здесь оказывается небольшой из-за одновременного затопления больших площадей. При дальнейшем подъеме воды затопленными оказываются все ложбины и гривы тыловой и центральной части поймы, и лишь при максимальных уровнях под водой оказываются высокие прирусловые зоны, поёмность которых является минимальной.

На расположение пойменных зон и различные условия затопления пойм оказывают существенное влияние особенности распространения поймы по отношению к руслу. По этому признаку выделяются поймы *односторонние*, *двусторонние* и *чередующиеся*. Если для реки характерны направленные

горизонтальные деформации (смещение в сторону одного из берегов, чаще всего коренного), образуется преимущественно односторонняя пойма. В этом случае почти вся она является высокой, и три зоны протягиваются здесь едиными полосами вдоль реки. Лишь непосредственно вдоль современного русла вытягиваются узкие и небольшие массивы низкой молодой поймы. На двусторонних поймах распределение пойменных зон отличается значительно большей сложностью и случайностью; при чередующихся поймах пойменные зоны, равно как и пойменные массивы, располагаются относительно реки в шахматном порядке.

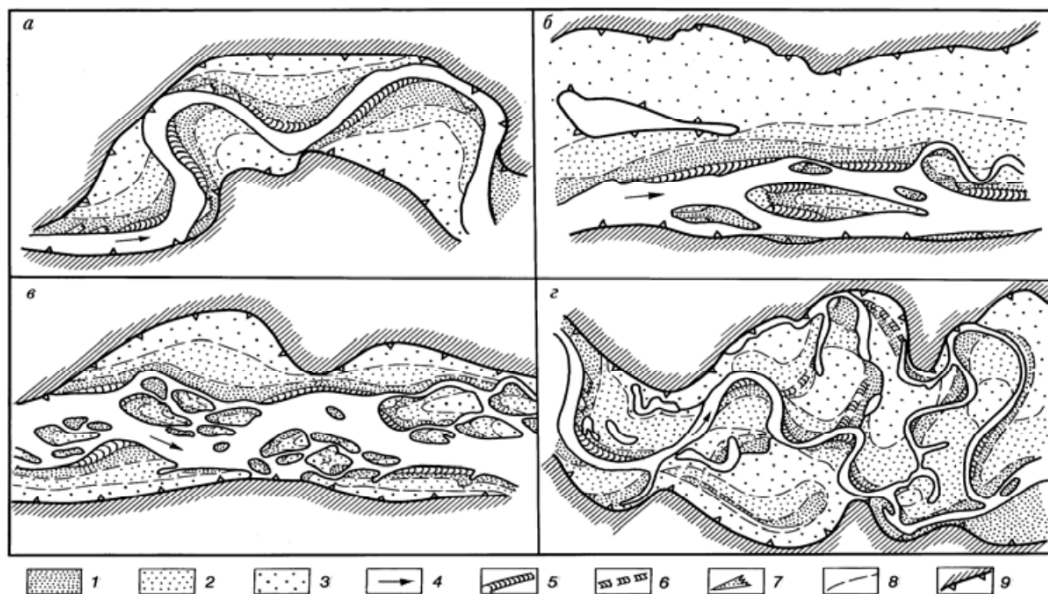


Рис. 1.1. Различное расположение пойменных зон относительно русла, по А.В. Чернову, 2009

а – неизменное в шахматном порядке, б – неизменное одностороннее, в – неизменное двухстороннее, г – меняющееся в ходе русловых деформаций. Условные обозначения: пойменные зоны: 1 – прирусловая, 2 – центральная, 3 – притеррасная; 4 – русло и направление течения; наложенные прирусловые валы: 5 – современные, 6 – реликтовые, 7 – языки песка; 8 – границы зон, 9 – уступы надпойменных террас

Пойма любой реки делится на *высокую* и *низкую*, иногда - на *высокую*, *низкую* и *среднюю*. Подобное морфографическое деление имеет под собой возрастное, а иногда и генетическое обоснование. Низкие поймы являются наиболее молодыми по возрасту, они образованы современным руслом в последние 100–300 лет в процессе его переформирования (искривления излучин, образования островов и т.п.). Процесс формирования низких молодых

пойм на реках постоянен и продолжается в настоящее время. Высота таких пойм не превышает 2 м над меженным уровнем воды (на самых крупных реках - до 4 м), т.е. равна или немного превышает высоту прирусловых отметей. Средние по высоте поймы имеют возраст в несколько сотен лет, они уже прошли начальный этап своего развития; высоты их находятся в промежутке между уровнем молодой поймы и средним уровнем половодий или паводков.

К высокой пойме относятся, независимо от возраста, все пойменные поверхности, высота которых превышает средний уровень половодий (паводков); они затапливаются очень редко, только при самых высоких половодьях и поэтому практически прекратили свой рост в высоту. Так как низкая и средняя пойма являются промежуточным этапом развития, а высокая - завершающим, она занимает на дне долины наибольшие площади, составляющие не менее 70 % от общей площади поймы. На врезающихся реках может выделяться большее число пойменных ступеней, но при этом все верхние ступени относятся к высокой пойме. Возраст высокой поймы колеблется в очень широких пределах, охватывая в предельном случае весь голоцен.

Очевидно, что неодинаковая высота разновозрастных пойм определяет различия в условиях их затопления: низкая молодая пойма покрывается водой каждый год, средняя - раз в несколько лет, а повторяемость затопления высокой поймы составляет, как правило, около 10 %, т.е. вода поступает на нее не чаще, чем раз в 10 лет. Верхние ступени многоступенчатых пойм затопляются еще реже.

Наиболее четко признаки разновременности формирования пойменных геосистем прямо или косвенно используются в *геоморфологических* классификациях пойм. Так, в классификации Р.А. Еленевского (1936) упоминаются песчано-гривистые, ступенчато-гривистые, осередковые, болотные и некоторые другие поймы. Автор, возможно, интуитивно (на тот период еще не существовало четких представлений о генезисе поймы в результате руслоформирующей деятельности реки) вычленил некоторое подобие ряда стадий формирования речных пойм. В классификации Е.В. Шанцера (1951) выделе-

ны две большие группы пойм: сегментные поймы меандрирующих рек и обвалованные поймы слабоизвилистых рек вместе с переходным типом параллельно-гвивистых рек с прямолинейными руслами. Классификация построена на законе прогрессивного ослабления аккумуляции на пойме по мере удаления от русла реки. Решение проблемы отражения в классификации связи рельефа пойм с динамикой русла И.В. Попов (1965) реализовал путем дополнения типизации Р.А. Еленевского генетическим «русловым» содержанием, в результате чего были выделены группы современных и унаследованных пойм.

Попытка связать геоморфологическую классификацию пойм со временем формирования и направленностью развития пойменных массивов была предпринята И.Б. Петровым (1979). На примере Обь-Иртышской поймы им была проведена типизация по геоморфологическому признаку (морфодинамическому типу русла), по возрасту пойменных массивов, по структуре первичного рельефа и конфигурации пойменного массива.

Энергетический принцип положен в основу классификации пойм Г. Нансона (G. Nanson) и Д.К. Кроке (J. Croke) (1992). В качестве классификационных признаков здесь используются такие характеристики, как общая мощность потока, удельная мощность потока и крупность русло- и поймообразующих наносов. По мнению авторов этой классификации, общая мощность расходуется на эрозию и транспорт наносов, тогда как удельная мощность влияет конкретно на горизонтальные русловые деформации: размыв берегов и формирование аккумулятивных форм руслового и пойменного рельефа. Соотношение удельной мощности потока и крупности руслообразующих наносов и определяет морфологию пойм. В результате поймы классифицированы по целому ряду характеристик, зачастую на связанных между собой: скорости размыва яров, механизму образования, составу пойменной и русловой фации аллювия и даже уровню заболоченности.

Генетическая классификация, в основе признаков которой, так или иначе, лежит происхождение различных форм и элементов рельефа пойм,

была предложена А.В. Черновым и Р.С. Чаловым (1985). В ней сделан акцент на генетическое единство русел и пойм, декларируется роль русловых процессов как важнейшего фактора поймообразования. Не рассматривая всю достаточно сложную структуру данной классификации, отметим, что в одном из ее блоков поймы, на которых аккумулятивное влияние потока половодья достаточно велико, разделены по особенностям расположения пойменных зон относительно их русел. Узким фрагментарным поймам врезанных рек и относительно узким поймам в ящикообразных долинах свойственно устойчивое положение пойменных зон относительно почти не меняющего своего положения русла. В отдельный вид выделяются поймы извилистых и разветвлено-извилистых широкопойменных рек с постоянно меняющимся в ходе русловых деформаций расположением пойменных зон, в конечном итоге не связанным напрямую с современным руслом. В другом блоке авторы классификации учли влияние на морфологию речных пойм вертикальных русловых деформаций. У широкопойменных рек выделены поймы врезающихся, аккумулирующих наносы, и поймы рек с периодической сменой врезания аккумуляцией наносов. На врезающихся реках образуются ступенчатые поймы, на аккумулирующих наносы – одноярусные (при незначительных темпах аккумуляции наилка) и обвалованные (при повышенных темпах аккумуляции). При периодической смене врезания аккумуляцией из бывших первых надпойменных террас формируются наложенные поймы.

В качестве общей схемы иерархии аквальных и субаквальных геосистем в ландшафтоведении зачастую предлагается традиционный ряд: фация – урочище – местность – ландшафт (Назаров, 2003). Геосистемы локального уровня (от фации до местности) могут образовывать типологические единицы (виды – классы – ряды). Особенность систематизации аквальных фаций и урочищ заключается в объединении их на более высоком иерархическом уровне (местность, тип местности) с группами пойменных геосистем, образующем в совокупности пойменно-русловую местность (тип местности) или ПРК. Данная геосистема, в отличие от пойменной местности, в большей сте-

пени соответствует ландшафтоведческому подходу к объединению однородных и одноуровневных комплексов на основе историко-генетического и морфометрического принципов. Важным аргументом в пользу данного подхода в геосистемной дифференциации речных долин является факт постоянного (для определенных тектонических и климатических условий) пространственного взаимозамещения аквальных (русловых) и пойменных урочищ, образующего динамические ряды (сукцессии) данных геосистем.

Попытка реализовать положение о единстве русла и поймы рек в рамках ПРК комплексов предпринята А.В. Черновым (2009). Каждый тип поймы рассматривается как результат определенного вида русловых деформаций и соответствует определенному морфодинамическому типу русел. При таком подходе классификация речных пойм базируется на морфодинамической классификации речных русел и типизации русловых деформаций, составленной Р.С. Чаловым (1979) (табл. 1.1).

В ней классифицируются не только типы русел, но и виды русловых деформаций, их создающие. Эти же виды деформаций создают и поймы, следовательно, именно данная классификация русел подчеркивает генетическое единство русел и пойм и декларирует русловые процессы как важнейший фактор поймообразования.

В соответствии с существующими классификациями (Чернов, 1983) в бассейнах верхней и средней Камы Н.Н. Назаровым и Е.С. Черепановой (2012) было выделено 14 типов пойм. Структура региональной классификации для условий Пермского Прикамья включает в свой состав поймы горных, полугорных и равнинных рек, которые в свою очередь подразделяются на поймы врезанных и широкопойменных рек (рис. 1.2).

В зависимости от геолого-геоморфологических условий типы пойм пространственно локализуются, образуя группы доминантных (фоновых), субдоминантных и второстепенных типов. Преобладающими типами пойм у широкопойменных равнинных и полугорных рек являются сегментно-гравистые и сегментные ровные поймы. По особенностям распространения и

набору ПРК в регионе выделены 13 подрайонов. Для типизации ПРК использовался ландшафтный подход, с помощью которого проведена дифференциация территории региона по геоморфологическим условиям и основным морфологическим типам русел.

Таблица 1.1

Связь морфологических типов пойм с морфодинамическими типами русел и образующими их видами русловых деформаций, по А.В. Чернову, 2009

Морфологические типы пойм	Морфодинамические типы русел	Виды русловых деформаций
Широкопойменные и адаптированные ПРК		
<i>Поймы меандрирующих рек</i>	<i>Извилистые русла</i>	<i>Меандрирование</i>
Сегментные ровные	Свободные излуины	Свободное
Сегментно-гривистые	Свободные и вынужденные излуины	Свободное и вынужденное (ограниченное)
Сегментно-островные	Разветленно-извилистое русло	Формирование островов на свободных и вынужденных излуинах
<i>Поймы разветвляющихся рек</i>	<i>Русло, разветленные на рукава</i>	<i>Русловые разветвления</i>
Гривисто-островные	Пойменно-русловые разветвления, параллельно-рукавное русло, другие типы разветвленных русел с извилистыми рукавами	Меандрирование крупных рукавов в разветвленном русле
Ложбинно-островные	Одиночные, односторонние, сопряженные и разбросанные разветвления	Разветвление русел на рукава
<i>Поймы относительно прямолинейных неразветвленных рек</i>	<i>Относительно прямолинейные неразветвленные</i>	<i>Одностороннее направленное смещение русел параллельно самим себе</i>
Параллельно-гривистые	Относительно прямолинейные неразветвленные	Одностороннее направленное смещение русел параллельно самим себе
Врезанные ПРК		
<i>Поймы рек с врезанными излуинами:</i>	<i>Русла с врезанными излуинами</i>	<i>Формирование врезанных излуин</i>
Изогнуто-гривистые	Врезанные излуины	Формирование врезанных излуин
Изогнуто-островные	Врезанные излуины с островами	Образование островов во врезанных излуинах
<i>Поймы рек, разветвленных на рукава</i>	<i>Русловые разветвления</i>	<i>Разветвление русел на рукава</i>
Островные	Русловые аккумулятивные разветвления	Образование аккумулятивных островов в руслах
Косовые	Скульптурные (коренные) разветвления в руслах	Врезание рукавов; формирование кос ниже скульптурных (коренных) островов
<i>Поймы относительно прямолинейных неразветвленных рек</i>	<i>Относительно прямолинейные неразветвленные</i>	<i>Медленное одностороннее смещение русел параллельно самим себе</i>
Прямолинейно-гривистые	Относительно прямолинейные неразветвленные	Медленное одностороннее смещение русел параллельно самим себе

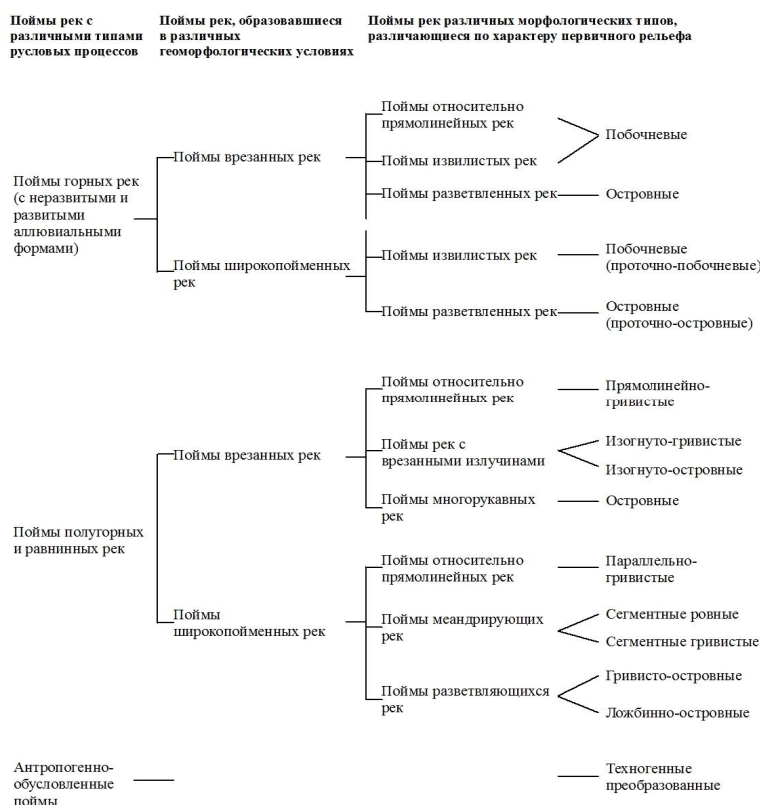


Рис. 1.2. Морфологические типы пойм рек бассейна верхней и средней Камы, по Н.Н. Назарову и Е.С. Черепановой, 2012

В настоящее время среди геоморфологов сложилось некоторое понимание о разновременности формирования *пойменных генераций*. Основными признаками, используемыми при их выделении, определены морфологические и морфометрические особенности элементов микрорельефа, а также ситуационный рисунок расположения систем флювиальных форм между собой (Чернов и др., 2010).

Выводы по главе 1

1. Пойменные геосистемы являются хронологическим отображением непрерывной голоценовой истории развития речных долин. Успехи в изучении геосистемной дифференциации поймы включают в себя достижения флювиальной геоморфологии и ландшафтоведения на протяжении уже более двух веков. Изменчивость пойменных геосистем — это проявление эволюции (развития), динамики и функционирования на разных этапах истории речной

долины. Основополагающие концепции развития долин и их геосистем заложили зарубежные (Г. Дьюри, Л. Старкель, С. Шумм и др.), а также российские (Е.В. Шанцер, Ю.А. Лаврушин, Н.И. Маккавеев, Р.С. Чалов, А.В. Чернов и др.) ученые. Авторы отмечают, что днище долин – это флювиальный уровень, отвечающий современному эрозионному циклу, где тесная генетическая связь русла и поймы предопределила выделение пойменно-руслового комплекса (ПРК).

2. Основные факторы поймообразования – это геолого-геоморфологические особенности, гидрологический режим рек и русловые процессы. От гидрологического режима (условия затопления, режим мутности и ледовые явления) зависят высота, тип рельефа, характер аллювия, особенности почвенно-растительного покрова поймы. Основные черты пойменного рельефа формируются в результате развития русла (меандрирование, разветвление на рукава и т.д.). Первичный пойменный рельеф определяется видом русловых процессов, которые протекают на исследуемом участке. С течением времени первичный пойменный рельеф нивелируется за счет нефлювиальных и антропогенных видов осадконакопления. В днищах долин можно наблюдать либо выровненную поверхность поймы, либо поверхность с сохранившимся первичным рельефом.

3. Ландшафтное (морфолитогенное, гидролого-микроклиматическое, почвенное, растительное) разнообразие обусловило наличие в физической географии систему классификаций, отражающих неоднородность геосистемной структуры пойм и ПРК. Выделение пойменных зон (прирусловой, центральной, притеррасной) по удаленности от русла, высотных уровней поймы (высокой, средней, низкой), геоморфологических типов русел, пойм и ПРК, типов местностей и урочищ являются показателем этапности развития речной долины.

2. ФАКТОРЫ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ДОЛИНЫ ВЕРХНЕЙ КАМЫ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Первые сведения о природе Верхнекамья не могут быть точно датированы каким-либо веком или эпохой. Появление в XIII-XIV вв. вятичей и новгородцев условно можно считать началом периода пионерного изучения природных условий долины Камы. Торгуя с местным населением, русские интересовались о климате, животном мире, особенностях реки, как основной транспортной артерии. Подобные сведения можно найти в исторических летописях и писцовых книгах Новгородского края, но они носят отрывочный и поверхностный характер (Кривошеков, 1914). Через Верхнее Прикамье (нижняя Весляна, Кама от п. Гайны до устья Вишеры) в XIV-XV вв. проходит массовая волна колонизации Урала и Западной Сибири со стороны Вятки и Вычегды. Этот процесс сопровождался географическими открытиями и накоплением сведений о природе верхней Камы, которые приняли научное систематизированное направление лишь в XVIII в.

Участок р. Камы от п. Гайны до устья р. Вишеры (рис. 2.1) до сих пор остается наименее изученным в ландшафтном и геоморфологическом плане по сравнению с другими отрезками речной долины. Работавшие в районе Северных Увалов Н.С. Кобозев и А.В. Хабаков (1931), а также Н.Г. Кассин (1928) и М.П. Петров (1932) еще в начале 1930-х гг. XX в. обратили внимание на то, что речная сеть территории 107 листа десятиверстовой карты (истоки р. Камы и Вятки) в доледниковое время существенно отличалась от современной. Авторы отмечали, что «очертания современного русла Камы являются зеркальным отражением русла Вятки. Какие причины заставили такие мощные реки тщетно пробиваться на север, разойтись по безбрежным лесным равнинам и сойтись снова неподалеку от своих вершин? Вряд ли простая случайность» (Кассин, 1928, с. 150).

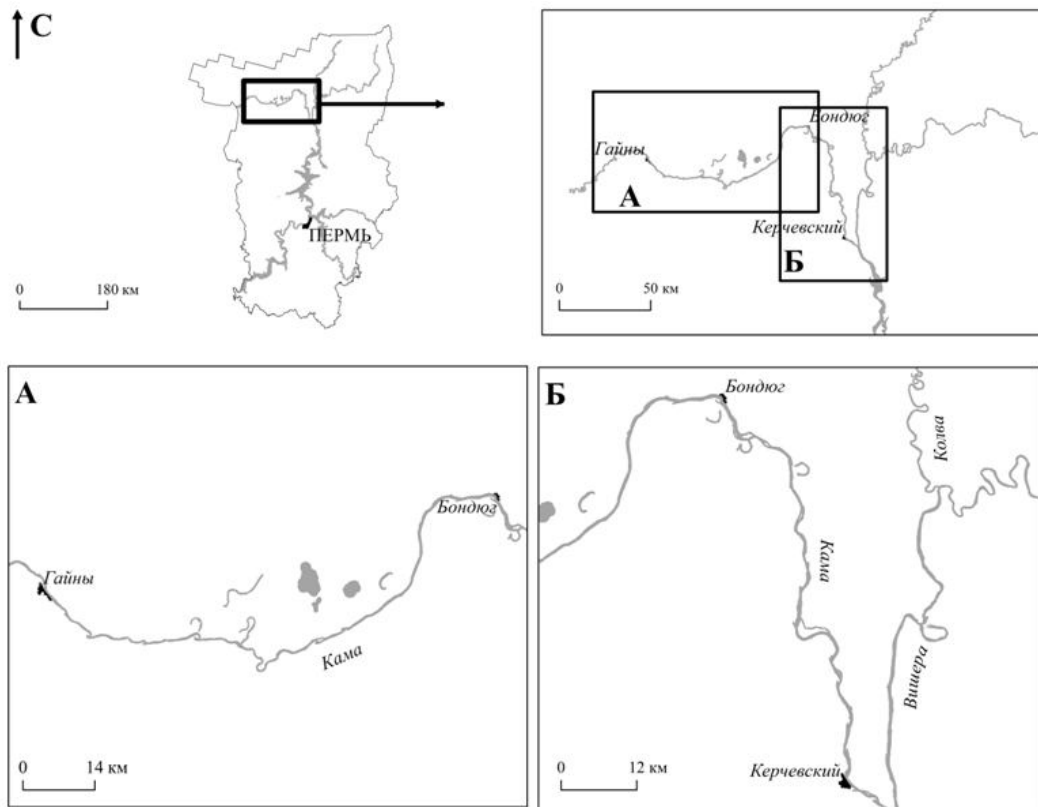


Рис. 2.1. Участок исследования

Скудность фактических данных, исследований, описаний данной территории обусловили содержание в характеристике факторов и условий развития долины верхней Камы кратких библиографических справок.

2.1. Современные природные условия

Физико-географические условия бассейна играют значительную роль в формировании геосистем речной долины, хотя зональные различия пойменных ПТК сглажены благодаря воздействию водного потока. Гидрологический режим реки во многом зависит от климата и меняется от зоны к зоне. Зональную приуроченность имеют и эрозионные процессы на водосборе, с чем связано количество взвешенных наносов в реке и мутность воды. По сравнению с водоразделами эволюция пойменных ПТК идет значительно быстрее. Самой динамичной частью поймы является прирусловая зона. В центральной и притеррасной зонах формирование геосистем замедляет ослабление поемного и аллювиального процессов, которые упрощают границы гео-

систем и сближают их с зональными ПТК, уменьшается разнообразие ландшафтного рисунка.

2.1.1. Геолого-геоморфологическое строение

Будучи пионерной в освоении, территория Верхнекамья до сих пор остается самой неизученной во всем Предуралье в геологическом отношении. Имеющиеся на данный момент работы носят отрывочный характер и связаны с небольшими участками или отдельными процессами. В фундаменте территории залегают палеозойские и мезозойские отложения. Кайнозойские образования представлены преимущественно рыхлыми породами четвертичной системы континентального происхождения и очень небольшими по площади «островками» отложений неогенового возраста.

Детальный обзор исследований геолого-геоморфологического строения долины верхней Камы и примыкающего к ней Камско-Печорско-Вычегодского водораздела в конце XIX в. – первой половине XX в. дается в работе И.И. Краснова (1948). Ф.Н. Чернышев (1915) предполагал, что весь этот район подвергался бореальной постплиоценовой трансгрессии. На карте четвертичных отложений Европейской части СССР, изданной в 1932 г., территория Верхнекамья была закрашена цветом озерно-ледниковых осадков, а к западу от р. Камы и к югу от Полюдова кряжа показано сплошное развитие морены. Исследования А.А. Иванова были посвящены геологическим изысканиям на территории Чердынского района Уральской области, П.И. Кротова следам ледникового периода на северо-востоке Русской равнины. Изучению фосфоритовых залежей с описанием геологического строения на территории Слободского уезда Вятской губернии (исток Камы) была посвящена работа В.Г. Хименкова.

В результате работ большинства исследователей к 1937 г. была установлена стратиграфическая схема четвертичных отложений всего района. Первые геоморфологические сведения дает в своей работе Г.Н. Огнев, отмечая необычайное широкое распространение древнеаллювиальных отложений

в долинах рр. Вычегды, Неми, Северной и Южной Кельтмы. В 1934 г. В.М. Янковский обратил внимание на развитие древнеаллювиальных осадков на водоразделе между Северной и Южной Кельтмой. Им же высказывается предположение о возможном древнем соединении верхней Вычегды с бассейном р. Камы.

В 1937 г. в связи с началом подготовки к изысканиям специального Управления Соликамского гидроузла были созданы первые гипсометрические карты, составлена краткая сводка по четвертичным отложениям, геоморфологии, истории развития речной сети данного района. В основных чертах были выделены крупные древние впадины и соединяющие их широкие древние долины. Всего было установлено 5 таких маргинальных (краевых) каналов: Троицко-Печорская впадина шириной около 50 км (на р. Печоре), Вычегодская впадина шириной 60 км (на р. Вычегде у подножия Джемимской впадины), Верхнекамская впадина шириной свыше 30 км (на р. Каме выше с. Бондюг), Колво-Вишерская шириной 25-30 км (на рр. Колве и Вишере между устьем р. Вишеры и Полюдовым кряжем), Чусовская впадина шириной 10-15 км (на р. Вишерке в районе Чусовского озера). Все выделенные впадины соединяются сквозными долинами, из которых наиболее важными являются долины рр. Северной и Южной Мылвы, Неми, Северной и Южной Кельтмы.

А.С. Кириллов (1939), используя небольшую часть материалов, полученных в результате изысканий 1938 г., пытался в своей статье отобразить историю развития долины р. Камы. С 1938 по 1940 гг. рядом учреждений были произведены специальные геолого-съёмочные, гидрогеологические и инженерно-геологические изыскания и буровые работы почти на всей территории данного района. Детальные научно-исследовательские работы по изучению Камско-Печорско-Вычегодского водораздела стали проводиться в целях создания Верхнекамской ГЭС и в рамках проектов по повороту северных рек (Краснов, 1948). Создание здесь единого водохозяйственного комплекса по-

зволило бы осуществить план переброски стока рек Печоры и Вычегды в бассейн Каспийского моря.

В 1960–1970-е гг. во многом, благодаря трудам А.С. Лаврова, Л.М. Потапенко (2012), Д.Д. Квасова (1974) и др., сформировалось представление о том, что подпруживание р. Северная Двина поздневалдайским ледником вызвало формирование озера, которое во время последнего ледникового максимума занимало долину р. Вычегда и при абсолютной отметке водной поверхности 130 м переливалось через Кельтминскую сквозную долину в бассейн р. Кама. Спуск озера предполагался поэтапно в течение позднеледниковья. В настоящее время данная тематика развивается российскими, норвежскими и шведскими учеными (Астахов, 2011).

В 1960-х гг. исследованию долины Пра-Камы и ее погребенного аллювия посвящены исследования Г.И. Горецкого (1964), который констатирует, что на отрезке Камы между устьем р. Вишеры и с. Бондюг древнее русло Камы не обнаружено. В наиболее глубоких частях камской долины на этом участке залегают только аллювиальные отложения времени валдайского оледенения и днепровско-валдайского межледниковья. Следы древнего переуглубления, являющегося продолжением Пра-Камы к северу, обнаружено в долинах рек Вишерки, Колвы и Вишеры. С конца 1960-х – начала 1970-х гг. бассейн верхней Камы в числе объектов исследования в трудах Н.В. Рябкова (1967).

С 50-х гг. XX в. и по настоящее время интерес к этой территории прикован в целях поиска полезных ископаемых – песка, песчано-гравийной смеси, золота. Изыскания в районе Верхнекамской впадины продолжают проводиться Б.С. Луневым, Б.М. Осовецким, О.Б. Наумовой, В.А. Наумовым и др. (Наумов и др., 2010; Наумова, 2001).

По мнению Б.М. Осовецкого (1978) в тектоническом отношении данный участок Камы соответствует восточной части Камского полусвода и Соликамской впадине. Этот меридиональный участок вплоть до устья р. Чусовой приурочен к крупному глубинному разлому кристаллического фунда-

мента, разделяющему два блока. В неотектонический этап развития данный участок долины р. Камы испытывал относительное опускание. О голоценовом опускании, по его мнению, свидетельствует констративное строение аллювия высокой поймы Камы, нижних течений Вишеры, Колвы, Яйвы. По данным Н.В. Введенской (1969) здесь выделяется Среднекамская отрицательная морфоструктура, суммарная амплитуда неотектонического поднятия территории восточной части Камского полусвода составила 75-100 м, а Соликамской впадины – 50-75 м. Как отмечает П.А. Софроницкий (1969), отрезок р. Камы длиной около 35 км от с. Бондюг до д. Корнино относится к Бондюжской зоне локального поднятия земной коры в голоцене. В песчаных осадках прирусловых отмелей по сравнению с вышележащим участком долины р. Камы повышается количество крупнопесчаных частиц. В зонах пересечения локальных положительных структур возрастает доля наиболее крупных фракций аллювия прирусловых отмелей. При перемещении вниз по течению последовательно уменьшается размер обломков – индикаторов относительного поднятия земной коры.

В исследованном районе развиты терригенные осадки верхнепермского возраста. По своим физическим свойствам они слабо устойчивы на земной поверхности: легко размываются текучими водами, легко выветриваются. Отложения чрезвычайно изменчивы как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении (Краснов, 1948). Кама от с. Бондюг вниз по течению прорезает пестроцветную толщу казанского яруса, сложенную перемежающимися зеленовато-серыми песчаниками, серыми часто окремненными известняками, серовато-бурыми мергелями и мергелистыми глинами.

Мезозойские осадки вероятнее всего были переотложены в результате массивированной денудации во время распространения континентальных условий и вошли в состав палеоген-неогеновых пород.

Неогеновые отложения встречаются в Предуралье и на Западном Урале фрагментарно, лишь в понижениях коренного рельефа (в глубоких древних долинах). Очевидно, что во время оледенений неогеновые осадки были цели-

ком переотложены и вошли в состав четвертичной толщи. Неогеновые отложения обнаружены в разрезе, вскрытой скважиной на правом берегу р. Камы около с. Тюлькино (Краснов, 1948). Данные отложения заполняют узкую каньонообразную долину, глубоко врезанную в толщу верхнепермских коренных пород. Мощность четвертичных и неогеновых отложений в толще составляет 69 м. В составе неогеновых отложений выделены (снизу вверх): глауконитовые пески мощностью 4,28 м, с тонкими линзами темно-серых гумусированных глин с растительными остатками; переслаивание сцементированных глинистых песчаников, супесей и суглинков, переполненных плохо окатанной галькой и гравием; прослой лигнита мощностью 0,71 м, содержащий растительные остатки, по содержанию пыльцы растений определен возраст – граница миоцена и плиоцена; толща красно-коричневых и бурых глин и суглинков, содержащих много дресвы мощностью 14,3 м. Основание неогеновых отложений залегает на абсолютной высоте 50,25 м. Это говорит о том, что дно переуглубленной долины расположено на 55 м ниже меженного уровня р. Камы. Другими скважинами, заложенными экспедициями Управления Соликамского гидроузла были вскрыты мощности неогеновых и четвертичных отложений в 34 м и 16,95 м в устьях рр. Сумыч и Уролка соответственно.

К началу четвертичного периода рельеф коренных пород в основном уже приобрел те очертания, которые сохранились под покровом четвертичных отложений до настоящего времени. Для Камско-Печорско-Вычегодского водораздела И.И. Красновым (1948) предложена следующая стратиграфическая схема (снизу вверх): подморенные отложения (элювиальные, элювиально-делювиальные, озерные, торфяно-болотные); ледниковые, связанные с эпохой максимального равнинного оледенения, которые перекрываются флювиогляциальными и озерно-ледниковыми отложениями; комплекс межледниковых, озерных, озерно-аллювиальных и торфяно-болотных отложений; комплекс ледниковых отложений, связанных с верхней мореной последнего равнинного оледенения; надморенные послеледниковые образова-

ния (озерные, эоловые, делювиальные, торфяно-болотные, аллювиальные и др.).

В работах А.П. Дедкова и В.И. Стурмана (1992), Н.В. Рябкова (1971), Б.С. Лунева (1967), Б.М. Осовецкого (1978), О.Б. Наумовой (2002) представление о строении четвертичных отложений дают геологические профили. Авторы отмечают, что долину р. Камы и прилегающие территории отличает разнообразное геологическое строение: аллювий развит среди наложенных и современных эрозионно-аккумулятивных террас (рис. 2.2).

Аллювиально-флювиогляциальные и флювиогляциальные отложения (грубообломочные породы – гравий, галька с примесью песка и глин) имеют ограниченное распространение – привершинные участки водоразделов на высотных отметках от 200 до 250 м (Краснов, 1948; Наумова, 2002).

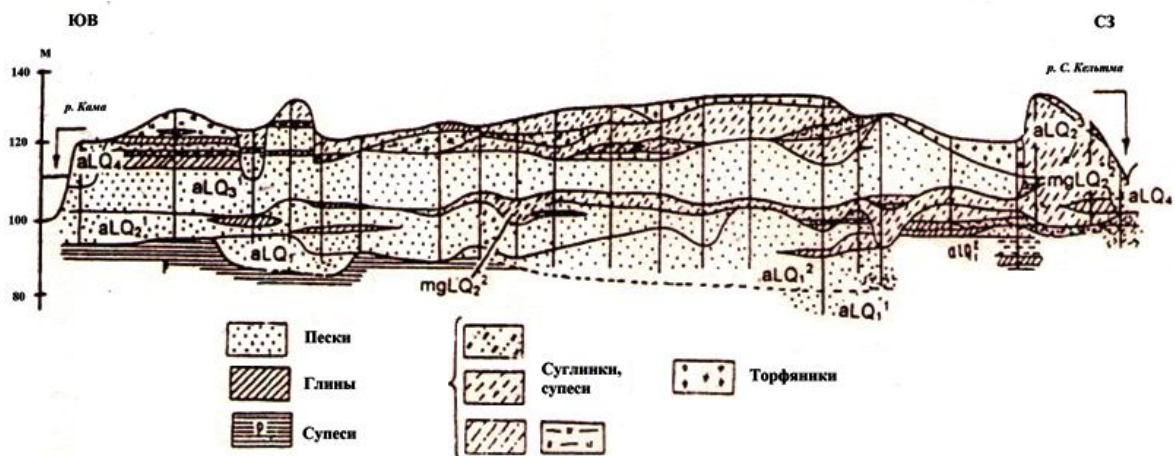


Рис. 2.2. Геологическое строение водораздельного пространства вдоль р. Ю. Кельтмы, по Н.В. Рябкову (1971)

Отложения: *al* – аллювиальные; *L* – озерные; *L-al* – озерно-аллювиальные; *mgL* – ледниково-морские; *Lgl* – озерно-ледниковые

В долине верхней Камы выделено 2 типа строения и формирования аллювия: перстративный и констративный (Наумова, 2002). Мощность голоценового аллювия (в основном констративного) на изучаемом участке по оценке Б.С. Лунева и А.М. Кропачева (1959) достигает 20 м. Здесь по сравнению с вышележащим отрезком долины р. Камы увеличивается мощность поймен-

ной и старичной фаций. Средний размер зерен осадков прирусловой отмели не превышает 0,5 мм.

На участке выше Бондюга по течению пойменная и старичная фации изучалась Б.М. Осовецким (1978). На данном участке им выявлено 3 типа разрезов пойменной фации: с преобладанием суглинков, с переслаиванием песков и суглинков и преимущественно песчаным составом. В литологическом отношении среди пойменных песков Б.М. Осовецким выделены среднезернистые, средне-мелкозернистые, мелкозернистые, мелкозернистые глинистые. При этом самой распространенной разновидностью являются мелкозернистые пески. Среди суглинков поймы преобладал алевритовый материал (54,3%), около 40% приходится на пелитовую фракцию.

В нижней части разреза старичные осадки часто сложены средне- и крупнозернистыми песками, окрашены в ярко-рыжие и буро-желтые цвета, что свидетельствует об окислительном режиме во время первой стадии существования старицы (Лунев, 1967). Выше располагаются глины, которые в нижней части разреза сильно опесчанены. Цвет глин зачастую темно-серый, что указывает на переход окислительного режима в восстановительный во вторую стадию развития старицы. В верхней части разреза расположен мощный слой торфа с растительными остатками. Старичные отложения образуют четко оформленные линзы. С пойменной фацией старичные осадки связаны постепенными переходами и обычно перекрыты почвенными горизонтами.

В геоморфологическом отношении Кама – река с широкопойменной долиной, занятой двухсторонней (к концу участка односторонней, чередующейся в шахматном порядке) поймой, представленной мозаикой гривистых сегментов, старичными ложбинами и озерами. Средний уклон русла на ключевом участке (с. Бондюг – устье Вишеры) составляет 0,08 ‰ (рис. 2.3).

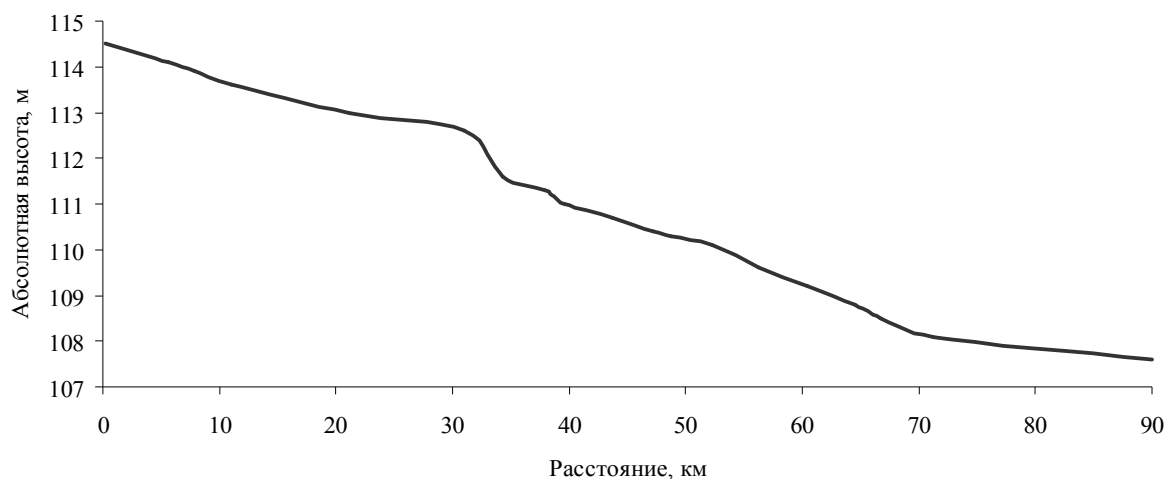


Рис 2.3. Продольный профиль р. Камы на ключевом участке (с. Бондюг – устье Вишеры)

Современное русло не вполне соответствует рельефу поймы – оно преимущественно прямолинейное с отдельными (или парными) свободными или вынужденными излучинами. Ширина русла составляет 300-500 м, ширина поймы (с руслом) – 2,0-3,5 км в начале и середине участка и 0,4-1,5 км в его нижней части (табл. 2.1, рис. 2.4). Такие показатели говорят о наличии широкой унаследованной поймы.

Таблица 2.1

Морфометрические параметры дна речной долины Камы
на ключевом участке с. Бондюг – устье Вишеры

Параметры	Расстояние от начала участка, км					
	0-15	15-30	30-45	45-60	60-75	75-90
Ширина русла, м						
максимальная	436	423	533	505	542	504
минимальная	330	223	271	261	263	274
средняя	413	247	346	405	317	382
Ширина поймы, км (числитель - правый берег, знаменатель - левый)						
максимальная	3,7/2,5	3,08/2,6	2,6/2	1,7/2,1	1/1,3	1,5/0,4
минимальная	0,6/0,16	0/0	0,14/0	0/0	0/0	0/0,2
средняя	2/1,2	1,9/1,9	1,5/1,5	0,9/1,5	0,9/0,8	1/0,2
Средние размеры островов (числитель - длина, знаменатель - ширина)	2/0,9	1,6/0,4	0,8/0,4	4/1	0,4/0,1	1,1/0,4

Основные высотные уровни в долине верхней Камы были установлены еще в первой половине XX в. (табл. 2.2). Низкая пойма представляет современную террасу, которая формируется в настоящее время и полностью зали-

вается в половодье. Высокая пойма располагается на высоте 5-6 м над урезом и заливается в многоводные годы.

Таблица 2.2

Относительные высоты террас (в м) в долине верхней Камы, по И.И. Краснову, 1948

Название террас	Превышение над урезом, м
Низкая пойма	2,5-3
Высокая пойма	5-6
Первая надпойменная терраса	10-12
Вторая надпойменная терраса	18-22
Третья надпойменная терраса	30-35

Первая надпойменная терраса практически не развита. Она лежит на высоте 10-12 м над урезом воды и сложена верхнечетвертичными древнеаллювиальными и эоловыми песками (рис. 2.5).

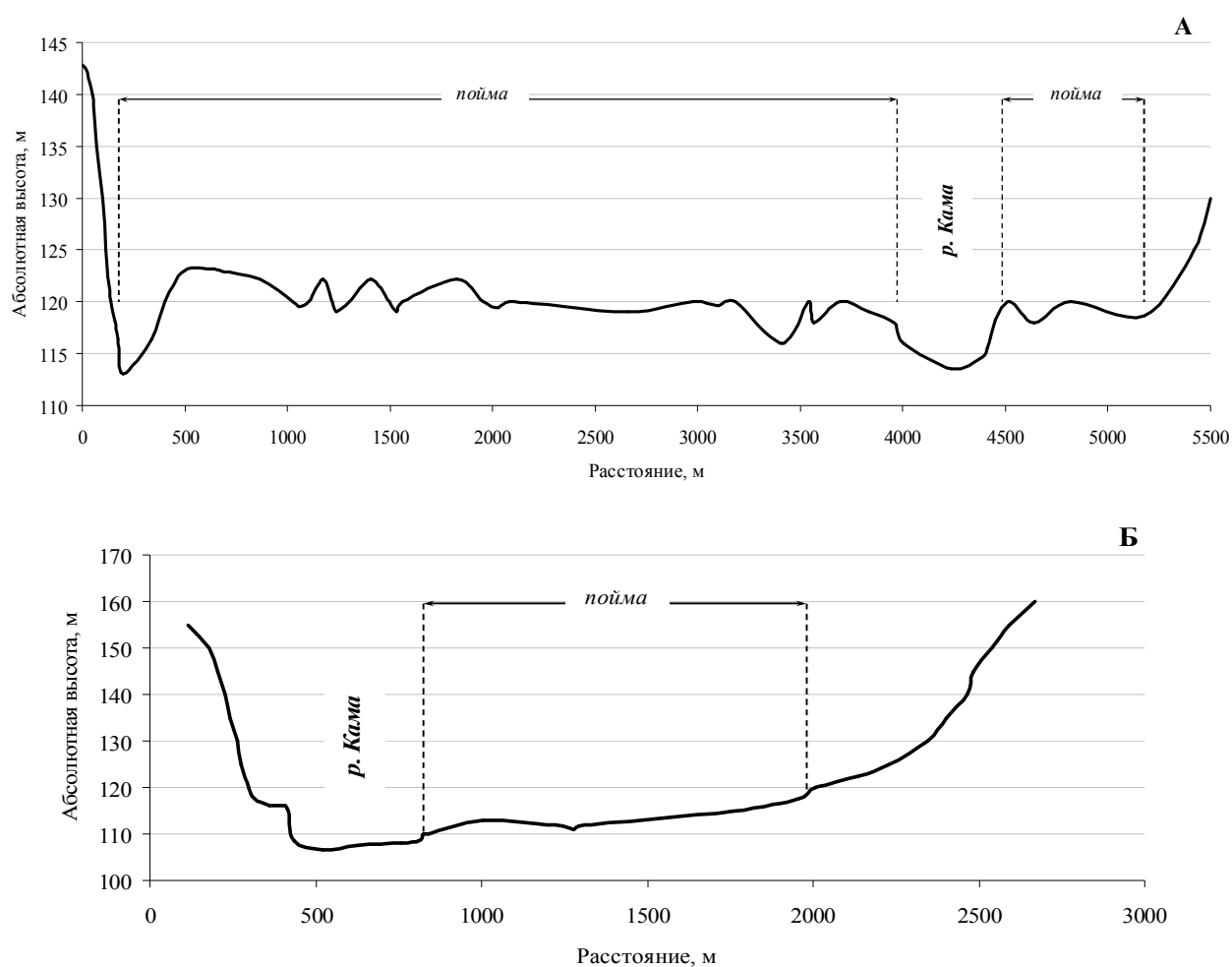


Рис. 2.4. Поперечные профили р. Камы в начале (А) участка (с. Бондюг) и в конце (Б) (д. Абог)



Рис. 2.5. Первая надпойменная терраса (с. Бондюг)

Над первой террасой на высоте 20-25 м возвышается вторая надпойменная терраса (боровая), сложенная также хорошо сортированными слоистыми песками (рис. 2.6). Выше следует третья надпойменная терраса (30-35 м над рекой), сложенная флювиогляциальными песками.



Рис. 2.6. Разрез второй надпойменной террасы (окрестности д. Кушмангорт)

2.1.2. Климат и гидрологический режим

Климат бассейна верхней Камы можно охарактеризовать как умеренно-континентальный с продолжительной холодной и многоснежной зимой и умеренно-теплым сравнительно коротким летом. Ведущая роль в формировании климата принадлежит солнечной радиации, циркуляционным условиям и рельефу. Положение бассейна на востоке Русской равнины во многом определяет степень влияния на ее водосбор Атлантического океана с одной стороны и Арктики – с другой. Суровость климата обусловлена частым вторжением холодных арктических масс воздуха. Циркуляция атмосферы определяется, в основном, деятельностью Исландского минимума, Азорского и Сибирского максимумов (Алисов, Полтараус, 1962).

Климат является главным фактором, определяющим тип водного режима и особенности внутригодового распределения стока. При этом ведущая роль принадлежит температуре воздуха, определяющей сроки начала и конца климатических сезонов. Среднегодовая температура воздуха составляет около 1°C. Среднемаксимальные и среднеминимальные показатели для располагающейся поблизости метеостанции Чердынь составляют 4,4 и -3,2 °C соответственно. Средняя температура воздуха в январе в бассейне верхней Камы колеблется от -15 до -16 °C, в июле – +17... +18 °C (Атлас..., 2012). В самом теплом январе 2007 г. температура воздуха достигала -6 °C, а в самом холодном 1969 г. составляла -26 °C. Аномально холодный июль 2014 г. характеризовался средними температурами воздуха +13... +15 °C. Абсолютный максимум температуры по метеостанции Гайны был зафиксирован 31.07.2010 г. и составил +35,7 °C, для метеостанции Чердынь (наблюдения на которой ведутся с 1883 г.) положительный экстремум наблюдался в июне 1959 г. – +36,4 °C. Абсолютные минимумы были отмечены 31.12.1978 г. В Гайнах тогда фиксировалась температура -48,2 °C, а в Чердыни – -51,6 °C.

Среднегодовое количество осадков по данным метеостанции Чердынь составляет около 600–700 мм (Научно-прикладной справочник, 1990; Атлас..., 2016). Из годового количества осадков на холодный период приходит-

ся 25–35%, а на теплый – 65–75%. В холодный период основная часть осадков имеет обложной характер, а летом резко возрастает роль ливневых осадков (Атлас..., 2012). Сумма осадков холодного периода составляет порядка 200 мм, теплого – 400 мм. Устойчивый снежный покров образуется обычно в третьей декаде октября и разрушается в конце апреля и начале мая. Средняя продолжительность залегания снежного покрова изменяется от 160 до 200 дней и более.

Изучению гидрологических и гидрографических особенностей бассейна р. Камы (включая водный режим, который влияет на русловые деформации и особенности гидрологического режима поймы) и водохранилищ бассейна р. Камы посвящено довольно много работ (Комлев, 2002; Матарзин, 2003; Калинин, 2008; Калинин, 2014). Исходя из понимания особенностей современного развития эрозии и стока наносов в предгорных ландшафтах Земли (Дедков, Мозжерин, 1984), наиболее активно развитие гидрологических процессов происходит вблизи главных орографических границ. Уральские горы выступают в роли климатораздела, препятствующего воздушным массам беспрепятственно передвигаться, провоцируют увеличение осадков в предгорьях. Известно, что барьерный эффект может проявляться на расстоянии нескольких сотен километров, даже перед относительно невысокими горными сооружениями. Поэтому изолинии метеорологических элементов в северо-восточной части бассейна верхней Камы круто поворачивают в меридиональном направлении (Шкляев, Балков, 1963). Кроме того, горы сами по себе продуцируют неустойчивость климата на прилегающих территориях, которая еще более обостряется в периоды глобальных климатических изменений. Во время похолоданий в горах активней и масштабней, нежели на равнинах, происходит образование ледников, многократно увеличивающих при последующем потеплении объемы стока рек, берущих свое начало в горах. По имеющимся данным, последствия глобальных климатических изменений в развитии гидрографической сети в предгорьях по сравнению с равнинными территориями проявляются более масштабно и разнообразней по

набору и направленности геоморфологических процессов. Подобные сценарии развития характерны для Кавказа (Назаров и др., 1998; Чернов, 2000), польских Татр (Кшемень и др., 2005; Chernov, 2006; Nazarov, Chernov, 2006), западного Урала (Назаров и др., 2006), Дальнего Востока (Chernov, 2012).

Верхняя Кама имеет смешанное питание с преобладанием снегового. В объеме годового стока на долю снегового питания приходится 60–80%. На втором месте по значимости — подземное питание (24–33%). Согласно классификации П.С. Кузина (1960) река относится к восточно-европейскому типу. Режим стока характеризуется четко выраженным весенним половодьем, нерегулярными летне-осенними дождевыми паводками, летне-осенней меженью и длительной устойчивой зимней меженью, во время которой наблюдаются минимальные расходы воды (рис. 2.7). Минимальные уровни воды наблюдаются обычно в летнюю межень. Весеннее половодье обычно начинается во второй половине апреля. На весну в среднем приходится 65–70% годового стока. Доля летне-осеннего стока составляет в среднем 24% годового. Зимняя межень отличается устойчивостью, низким стоком и большой продолжительностью, которая тесно связана с ходом температуры воздуха и достигает в среднем 140–160 дней. Доля зимнего стока составляет в среднем 14% годового (Научно-прикладной справочник, 2015).

По данным исследователей (Нестеренко, 2013; Фролова и др., 2010), во второй половине XX века на Русской равнине произошло снижение доли весеннего стока в годовом (например, до 10–20% в бассейне Оки), а также снижение максимальных расходов воды до 40% в верхней части бассейна Волги. Для бассейна верхней Камы при этом наблюдались обратные тенденции. Увеличение весеннего стока произошло на 15–25%. Этот факт имеет большое значение для выявления трендов изменения затопления поймы водами половодья (водного режима поймы). Одним из основных результатов деятельности потока половодья является образование пойменных фаций аллювия (аллювиальный процесс по И.Б. Петрову (1979)).

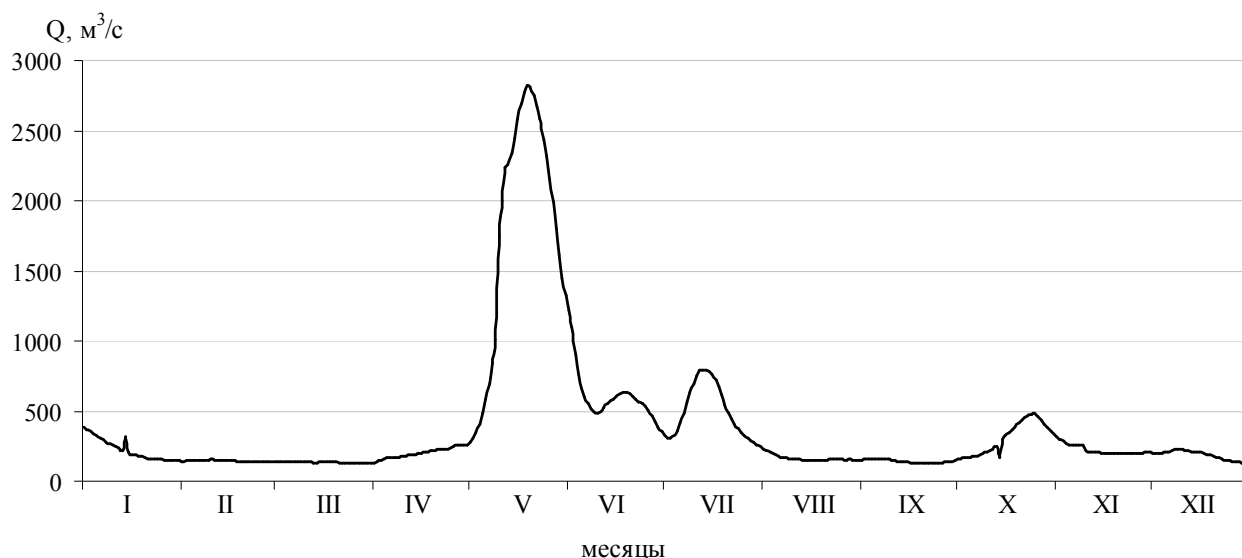


Рис. 2.7. Гидрограф р. Кама – с. Бондюг за средний по водности год (2009)

Общие сроки прохождения половодий, использованные Б.Д. Зайковым (1938) для составления классификации водных режимов, не совпадают с продолжительностью затопления пойм. Последнее обычно происходит на пике половодья и является более коротким (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Основные параметры весеннего половодья за период наблюдений (1914–2014), по Научно-прикладному справочнику, 2015

Гидрологический пост	Характерные значения стока весеннего половодья									гидрологическая длительность половодья, сут
	средний многолетний расход, м³/с	модуль, л/сек км²	наибольший расход, м³/с (год)	наименьший расход, м³/с (год)	наибольший уровень воды, см (год)	наименьший уровень воды, см (год)	средний многолетний слой стока, мм	наибольший слой стока, мм (год)	наименьший слой стока, мм (год)	
Гайны	1610	58,6	3310 (1981)	638 (1937)	621 (1981)	228 (1937)	153	239 (1990)	62 (1937)	63
Бондюг	2730	59	5240 (1914)	928 (1937)	725 (1914)	288 (1937)	162	269 (1974)	56 (1937)	65

По данным наблюдений на гидропосте Бондюг тенденция к увеличению емкости наблюдалась с конца 40-х по начало 60-х гг. Отметки средней поймы в 4 м заливались больше 30 суток. В последующие годы увеличивается длительность затопления высоких отметок поймы – 5 и более метров – до 3 недель. В последние годы тенденции затопления высоких отметок носят

убывающий характер. При этом поемость низких отметок остается на уровне 80–90-х г. (рис. 2.8, 2.9).

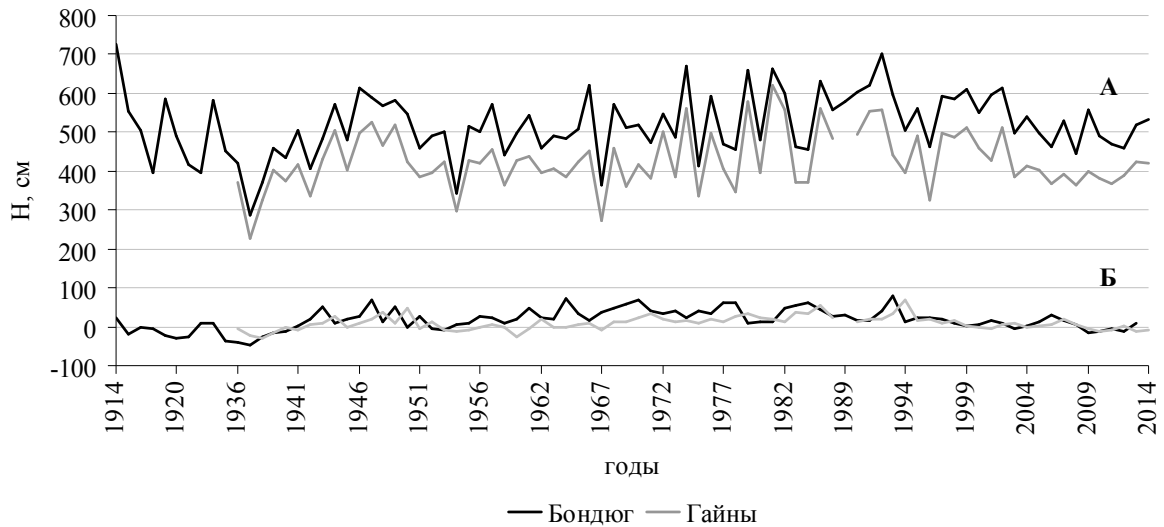


Рис. 2.8. Максимальные (А) и минимальные (Б) уровни воды (Н) по гидропостам Гайны и Бондюг за 1914–2014 гг.

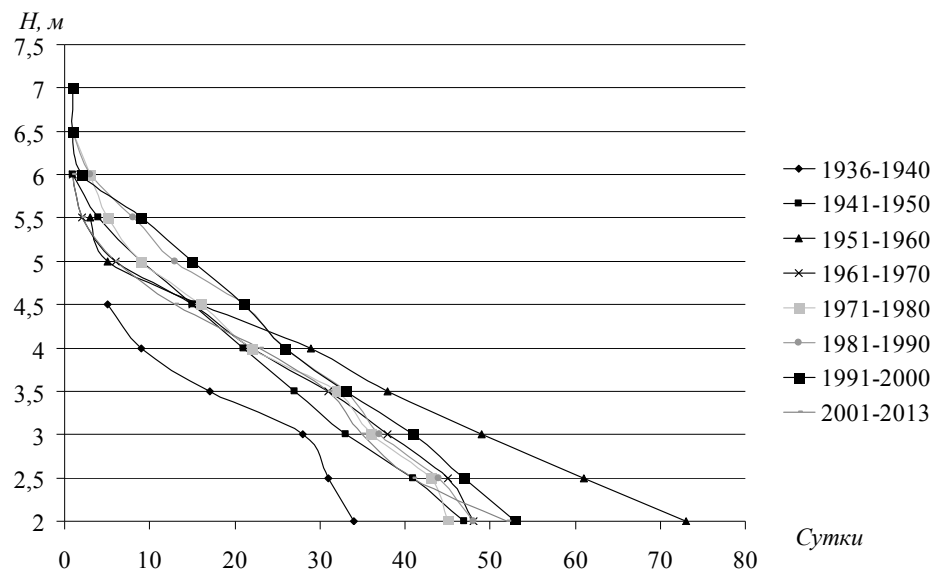


Рис. 2.9. Продолжительность затопления поймы в районе гидропоста Бондюг

На главных реках длительность половодья больше, чем на притоках, что определяет наличие подпорных явлений. Эта особенность способствует удлинению половодий и замедлению скоростей в приустьевых участках притоков (рис. 2.10).

Сток взвешенных наносов рек бассейна Камы исследовался А.В. Барановым (1996), Р.С. Чаловым и Н.Н. Штанковой (2000) по принятой методике

(по графикам связи измеренных расходов воды и наносов). По результатам районирования верхняя Кама попала в группу рек с малой мутностью ($<50 \text{ г/м}^3$). Важную роль в формировании пониженных значений мутности речных вод здесь играют слабая хозяйственная освоенность водосбора, наличие в бассейне болотного типа почв, залегающего на торфяниках.



Рис. 2.10. Затопление поймы в месте впадения р. Вишеры (фото из архива ГИС-центра ПГНИУ)

Величина среднегодовой мутности не показательна при определении интенсивности пойменной аккумуляции, так как последняя происходит только во время пиков половодий при затоплении поймы (Чернов, 1983). С увеличением расходов мутность возрастает, поэтому при рассмотрении влияния потока половодья на развитие пойменных геосистем целесообразно оперировать максимальной мутностью, которая зачастую совпадает с наивысшими уровнями воды.

Ледовый режим определяет степень воздействия речного льда на поверхность и бровки поймы. Степень воздействия льдин на пойму находится в прямой зависимости с интенсивностью ледохода, которая по В.М. Самочкину (1967) определяется временем между переходом среднесуточных температур через 0°C и началом половодья, разницей в сроках прохождения мак-

симума ледохода и пика половодья, ориентировкой и шириной долины, а также толщиной льда.

Результаты исследований ледового режима рек бассейна р. Камы отражены в работах В.Г. Калинина (2008; 2014). Автор отмечает, что нарастание толщины ледяного покрова после образования ледостава происходит в зависимости от температуры воздуха, высоты снега на льду, гидрологических, морфометрических особенностей водотока и подземного питания. К концу ноября толщина льда на верхней Каме составляет около 20-25 см. В январе толщина льда увеличивается до 42-43 см. В феврале наблюдается дальнейшее увеличение толщины ледяного покрова, у п. Тюлькино фиксируется в среднем 65 см. Максимум (по среднемноголетним данным) толщина льда в целом за зиму достигает в конце марта – начале апреля (перед началом половодья), по данным гидропоста Гайны она составляет 65 см, Бондюг – 70 см.

Устойчивый переход температуры через 0 °С к положительным значениям в бассейне верхней Камы изменяется с юго-запада на северо-восток в период с 8 апреля по 10 апреля. Дата начала половодья в среднем изменяется с 16 по 19 апреля.

2.1.3. Русловые процессы

Под русловыми процессами, как факторами поймообразования, а, следовательно, развития долин рек подразумеваются горизонтальные и вертикальные русловые деформации. Для рек бассейна Камы разработаны схемы районирования по факторам и формам проявления русловых процессов (Чалов, Чернов, 1996), имеются работы по конкретным формам проявления русловых процессов на отдельных реках или в тех или иных частях бассейна (Назаров, 1996; Назаров, Чернов, 1997).

Исчерпывающая характеристика руслового режима рек бассейна р. Камы дается в монографии Н.Н. Назарова и С.С. Егоркиной (2004). Авторами рассмотрены природные и антропогенные факторы и условия развития русловых деформаций, выделены восемь морфодинамических типов русел, выявлены наиболее существенные элементы природных компонентов, лимити-

рующих или стимулирующих развитие речной эрозии. Помимо географического анализа распространения горизонтальных русловых деформаций, определения их активности и интенсивности, дана история изучения данной проблемы в регионе.

В настоящее время широкопойменное, местами адаптированное, на одном из участков врезанное русло реки представлено тремя основными морфодинамическими типами: относительно прямолинейным неразветвленным; разветвленными на рукава; извилистым (меандрирующим) (рис. 2.11).

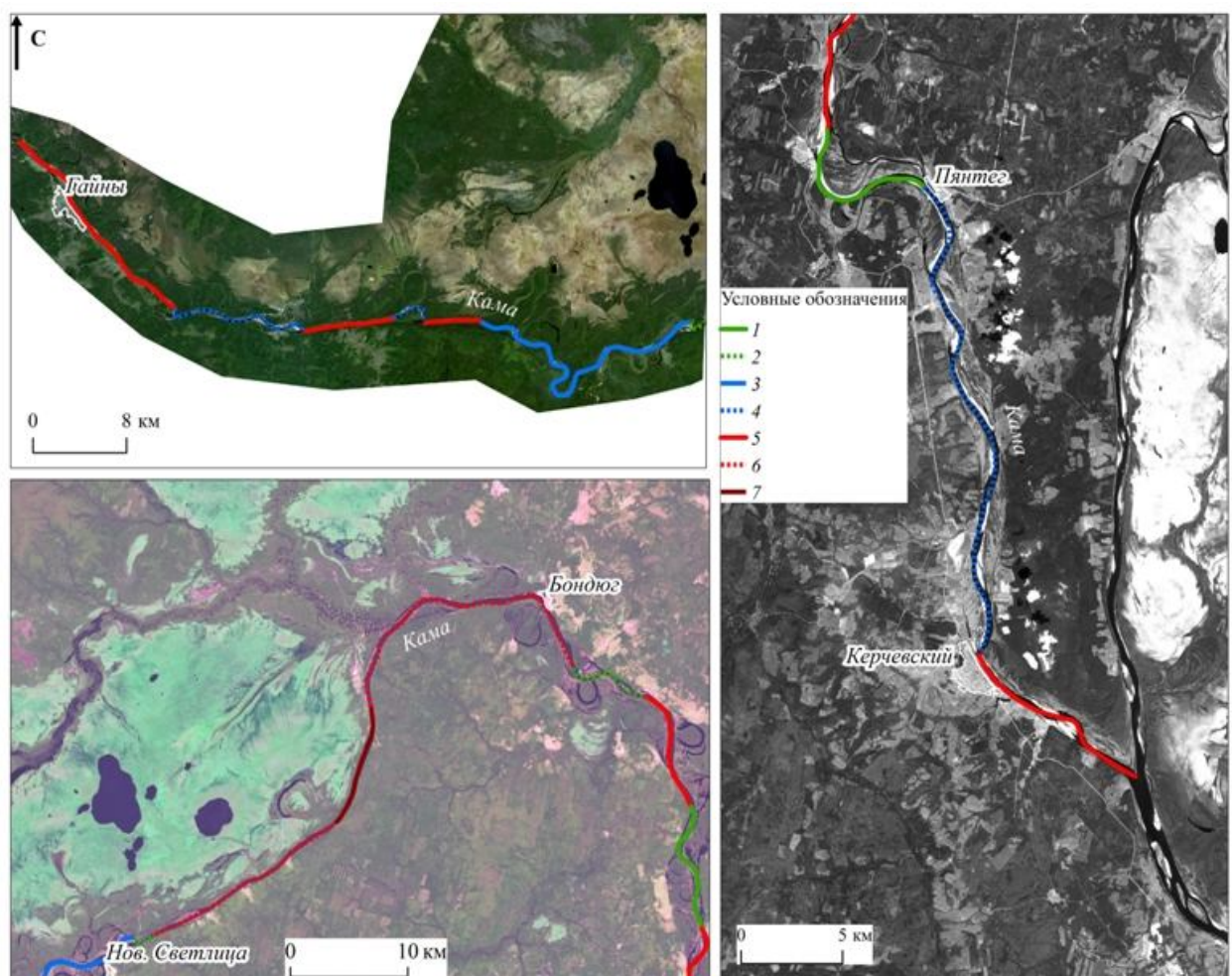


Рис. 2.11. Морфодинамические типы русел и геолого-геоморфологические условия развития русловых деформаций верхней Камы:

1 – разветвленное на рукава широкопойменное, 2 – разветвленное на рукава адаптированное, 3 – меандрирующее широкопойменное, 4 – меандрирующее адаптированное, 5 – относительно прямолинейное широкопойменное, 6 – относительно прямолинейное адаптированное, 7 – относительно прямолинейное врезанное

Вопросами, которые не имеют однозначных ответов у исследователей русловых процессов Пермского Прикамья, являются время начала и конца этапа последних масштабных изменений направленности русловых процессов р. Камы и ее притоков и причины данных изменений.

Пространственно-временные особенности развития русел рек в историческое время, а также скорость и направленность сменяемости их морфодинамических типов являются одними из наименее изученных вопросов в учении о русловых процессах. Хорошая морфологическая выраженность многочисленных стариц, расположившихся вдоль относительно прямолинейных участков современного русла верхней Камы, и отсутствие признаков быстрого зарастания (старения) не позволили исследователям русловых процессов сделать однозначные и достаточно обоснованные выводы о продолжительности периода направленного «выпрямления» реки и масштабной перестройки ПРК (Назаров, 2014а; Назаров, 2014б; Назаров, Черепанова, 2011).

Попытка проследить развитие русла верхней Камы в историческое время была предпринята Н.Н. Назаровым и Е.С. Черепановой (2012). Авторами проведен анализ доступных сведений и публикаций, тем или иным образом затрагивающих вопросы быстрой смены направленности русловых процессов в Пермском Прикамье. Приведены выдержки из исторических документов и записей местного фольклора, в которых упоминаются случаи перемещения русла Камы в недалеком прошлом. Помимо этого был привлечен обширный архивный картографический материал.

Например, на карте Чердынского уезда (Планы генерального межевания Пермской губернии), датированной 1780–1790 гг., с приемлемой для пространственного анализа подробностью отображено русло Камы у д. Кривцы, что при сравнении местоположения отдельных элементов русла с современной ситуацией позволило установить примерный возраст Кривецкой старицы (рис. 2.12), которая еще в конце XVIII в. являлась излучиной реки, – не более 230 лет



Рис. 2.12. Кривецкая старица

2.1.4. Почвы и растительность

Наиболее распространенным почвообразовательным процессом в долине Камы является подзолистый. Преимущественно сплошная залесенность и сравнительно высокое количество осадков способствовали развитию этого процесса. Пойменные почвы весьма молоды и пестры, так как сформировались под воздействием постоянной миграции русла Камы по дну долины, а также аккумуляции аллювиальных и делювиальных отложений.

По мнению А.Л. Александровского (1995) почвы являются информационной базой об изменениях природной среды в голоцене. При этом для реконструкции как процессов педогенеза, так и изменений климата, растительности, социально-экономических процессов следует привлекать палеопочвы. К таковым относятся: хроноряды погребенных почв, залегающих под аллювиальными отложениями; почвы, сопряженные с культурным слоем древних поселений; признаки почвообразования, рассеянные в естественных отложениях и в культурном слое (педоседименты); реликтовые признаки в профиле дневных почв и в структурах почвенного покрова.

Результаты такого анализа очень важно привязать в шкале времени, так как отдельные признаки палеопочв характеризуют педогенез не только момента погребения, но и предшествующего промежутка времени. Период, необходимый для формирования зрелого профиля или свойства почвы, А.Д. Арманд и В.О. Таргульян (1974) предлагают называть «характерным временем». Данный момент по продолжительности меньше полного интервала времени, в течение которого данная почва формировалась. Так, на субширотном отрезке р. Камы от п. Гайны до п. Бондюг, а также субмеридиональном до впадения р. Вишеры в долине широко представлены дерново-сильнопodzolistые почвы (Чернов, 1958). Развитию данного типа почв способствовали значительные накопления тяжелых пермских глинистых пород. Можно утверждать, что до момента ее погребения почвообразование не менее 2 тысяч лет шло под пологом леса. Столько лет необходимо для формирования зрелого текстурно-дифференцированного профиля в условиях умеренного климата (Александровский, Александровская, 2005).

Наряду с зональными в пойме формируются дерновые, луговые и другие почвы разной степени зрелости, в образовании которых важнейшую роль играет процесс седиментации. Знание скоростей и характерных времен развития почв позволяет определять возраст почв и поверхностей поймы, а также перерывы в седиментации. Наличие погребенных почв, особенно если эти почвы имеют зональный характер, свидетельствует о существенных колебаниях скоростей осадконакопления на поверхности поймы. Развитие почвенного профиля говорит о стабилизации пойменных поверхностей, слабом поступлении наилка. Следовательно, пойма в этот период времени затапливалась редко или даже превращалась в незатапливаемую надпойменную террасу (Чалов и др., 2004). Напротив, погребение почвенного профиля свидетельствует об активизации пойменного осадконакопления вследствие увеличения высоты половодий.

В прирусловой зоне камской поймы залегают аллювиальные слоистые почвы (Коротаев, 1962). Чередование слоев облегченного и тяжелосуглини-

стого механического состава, а также погребенного гумусового горизонта говорит о прерывистом развитии данного типа почв, связанного с особенностями гидрологического режима реки.

К центральной пойме приурочены аллювиально-дерновые почвы. Они формируются в результате попеременного развития то дернового, то аллювиального процессов. Когда в течение многих лет не происходит заливания данного участка поймы, начинает протекать дерновый процесс. В почве происходит накопление гумуса и формирование зернистой структуры. При преобладании аллювиального процесса (при высоких и длительных половодьях) формируются аллювиально-дерновые почвы со слабо выраженными признаками дернового процесса – малой гумусностью и отсутствием заметной зернистой структуры.

Разнообразие мезо- и микрорельефа центральной пойменной зоны обуславливает свои особенности строения почвенных горизонтов. В западинах весной довольно часто застаивается вода, что влечет за собой заболачивание аллювиально-дерновых почв. Внешне это выражается в наличии оглеенности (на глубине 0,4-0,5 м).

В результате господства подстилающих песчаных отложений, высокого стояния грунтовых вод под пологом стреднетаежных светлохвойных лесов, а также наличия верховых болот на пойменно-террасовых поверхностях и надпойменных террасах сформировались супесчаные подзолы и торфяно-болотные почвы (Чернов, 1961).

Согласно ботанико-географическому районированию С.А. Овеснова (1997) долина верхней Камы и ее бассейн входят в район среднетаежных елово-пихтовых лесов зеленомошников. Такие леса характеризуются простым составом древостоя, подлесок вообще отсутствует или развит слабо. Изредка встречаются кусты рябины, черемухи, жимолости, шиповника. Рядом с основными породами попадает сосна, береза, осина. Хорошо представлены травяно-кустарничковый и моховый ярусы. В зависимости от типа ельника кустарничковый ярус может быть представлен черникой или брусникой, а

в травянистом - майником, грушанкой, кислицей обыкновенной, седмичником европейским и некоторыми другими видами.

В пределах района достаточно хорошо выделяются два подрайона – с преобладанием североевропейских сосновых и еловых лесов и с преобладанием камско-печорско-западноуральских пихтово-еловых лесов. Граница данных подрайонов проходит в районе п. Бондюг, отделяя и в геолого-геоморфологическом отношении два разнородных участка долины верхней Камы.

Характерная особенность пойменной растительности – наличие заболоченных низинных участков. Низинные болота, возникшие в местах выхода или скопления грунтовых вод, характеризуются широким развитием в них различных видов осок. Кроме них здесь встречается частуха, абельник, вех, из деревьев – ива, ольха. Наряду с низинными травяными распространены и низинные лесные болота: ольшаники с ивами и вейником, березово-еловые согры (заболоченные леса) с сильно развитыми зелеными мхами; сосновые согры с зелеными или сфагновыми мхами (Нешатаев, 2005).

В прирусловой зоне произрастают растения – гигро- и мезофиты (щучка дернистая, осоки, незабудка болотная, таволга вязолистная) (рис. 2.13).

Центральная пойма имеет сложную мозаику, так как она обширна по площади и имеет более сложный мезо- и миктрорельеф – комплексы грив и межгривных западин. На гривах и приподнятых выровненных местоположениях растут злаки (лисохвост, овсяница луговая, тимopheевка) и мезофильное разнотравье (нивяник, подорожники, тысячелистник). В западинах, где близко залегают грунтовые воды и дольше держатся воды половодий, господствуют осоки, мятлик обыкновенный, щучка дернистая, купальница европейская, герань луговая, лютики и др.

В притеррасной пойменной зоне произрастают растения, которые приспособились к редкому и непродолжительному затоплению, почвам легкого гранулометрического состава (овсяница красная, полевица белая, клевер белый, белокопытник, погребок большой и др.).



Рис. 2.13. Растительность прирусловой пойменной зоны (зарастающие пески) в окрестностях с. Бондюг

На террасах встречается крушина ломкая, сфагновые боры произрастают на дне больших реликтовых котловин – заросших древних озер и стариц Пра-Камы. Широко распространены боры-беломошники (лишайниковые), которые располагаются на верхних частях слегка покатых склонов на песчаных и супесчаных подзолистых почвах (рис. 2.14). Встречается и береза, изредка можжевельник. В мохово-лишайниковом ярусе преобладают кладонии. В травянистом ярусе – брусника, толокнянка обыкновенная, вереск, вейник наземный.

Растительный покров верховых болот представлен, главным образом, сфагновыми мхами. Обычны здесь также чахлые сосенки, березки, ивы. Под ними можно увидеть небольшие заросли багульника. Главное растительное богатство и отличительная черта верховых болот это голубика, морошка и клюква. Часто встречаются серовато-зеленые заросли пушицы.



Рис. 2.14. Бугристая поверхность надпойменной террасы с древнеэоловым рельефом и бором-беломошником (окрестности д. Верхняя Старица)

2.2. Палеогеографические обстановки позднего плейстоцена и голоцена

Период окончания четвертичной ледниковой эпохи – рубеж позднего плейстоцена и голоцена, а также ранний и средний голоцен отличались изменениями почти всех природных характеристик даже в тех регионах, куда ледник непосредственно не наступал. Перигляциальные условия сменялись зональными, объёмы стока рек увеличивались при таянии находящихся на удалении ледников, а затем уменьшались, сокращались площади, занятые многолетней мерзлотой. Аналогичные изменения происходили и при более ранних сменах климатических эпох позднечетвертичного времени – от оледенений к межледниковьям и обратно.

Любые климатические изменения всегда влекут за собой изменения в других тесно связанных с климатом геосферах: постепенно меняются флора, почвы, ландшафты в целом. Может быть нарушена целостность горизонтов многолетней мерзлоты или уровней зеркала грунтовых вод. Особо стоят изменения конфигурации гидрографической сети, когда реки начинают менять свои гидрологические характеристики и плановые очертания – от смены типа

и скорости русловых деформаций до полных перестроек речной сети, при которых реки меняют направления своего течения, исчезают ли, наоборот, резко увеличивают свою водность.

2.2.1. Поздний плейстоцен

Для территории Прикамья масштабных палеогеографических исследований до настоящего времени практически не проводилось. Известны труды по смежным регионам – бассейну Вятки (Прокашев и др., 2003), Башкирскому Предуралью (Яхимович и др., 1987). В работе кировских географов на основе комплекса палеоботанических и палеопочвенных методов исследований рассмотрена история становления современного растительного и почвенного покрова территории Вятского Прикамья начиная с позднего плейстоцена до современности.

Сотрудниками лаборатории геологии кайнозоя Института геологии Коми НЦ УрО РАН (Андреичева и др., 2015) обобщены результаты 40-летних детальных исследований разных генетических типов отложений неоплейстоцена на северо-востоке Европейской России. По результатам исследования спорово-пыльцевых спектров межледниковых четвертичных отложений из скважин и береговых обнажений, вещественного состава тиллов и микротериофауны из перигляциальных осадков удалось провести стратиграфическое расчленение разрезов неоплейстоцена и голоцена, воссоздать природно-климатические условия формирования межледниковых отложений. Выделены шесть циклов осадконакопления и сделан вывод о тенденции к похолоданию климата на территории Тимано-Печоро-Вычегодского региона.

В работе Е.Г. Лаптевой (2009) охарактеризованы ландшафтно-климатические изменения второй половины позднего неоплейстоцена и голоцена на территории восточного склона Северного Урала. На основе геохронологических и палинологических данных детально реконструирован состав палеосообществ отдельных хроносрезов в течение последних 50 тыс.

лет, приведены палеоклиматические параметры, рассчитанные по зонально-формационному методу.

Попытка выявить особенности динамики ландшафтов западного склона Среднего Урала в позднеледниковье предпринята Н.О. Ковалевой и О.А. Лузяниной (2015) на примере заповедника «Басеги». Авторы делают вывод, что современный облик ландшафтов и почвенного покрова заповедника сформированы в результате активизации экзогенных процессов и масштабной перестройки геобиосистем в позднем плейстоцене, дальнейшей ритмичной миграции вертикальных зон в течение последних 10 000 лет, изменений климата в историческое время.

До настоящего времени практически не изученной остается проблема особенностей пространственно-временной дифференциации русловых систем в районах глобальных перестроек речной сети в позднем плейстоцене. Особое место в ней занимают территории, на которых развитие флювиальных систем регулировалось стадиями развития одновременно и покровных, и горных ледников. В таких регионах элементы асинхронности в динамическом состоянии ледниковых покровов, приходящиеся на периоды терминации и их дегляциации, создавали особые условия для образования и накопления поверхностных вод, являвшихся продолжительное время основным агентом здесь долинообразования (Лавров, Потапенко, 2012).

Примером наличия таких условий для развития форм рельефа с плейстоценовой историей их образования является Северное Предуралье, территориально соответствующее восточной окраине Русской равнины в пределах Камско-Печорско-Вычегодского водораздела с примыкающими к нему верхними частями речных бассейнов Камы, Печоры и Вычегды. Примечательной особенностью этого региона служит ее практически срединное положение относительно границ покровных и горных оледенений в позднем плейстоцене. Границы московского и валдайских ледников отклонялись к северо-востоку, к среднему и нижнему течению Печоры, не достигая предгорий Урала; горное оледенение сосредотачивалось на хребтах Полярного и Север-

ного Урала (Лавров, Потапенко, 2012; Лидер, 1976). Таким образом, предгорья Северного Урала на протяжении как минимум трех последних стадий оледенений (ИКС 2, ИКС 6, ИКС 10) полностью или частично образовывали своеобразный клин между покровными ледниками (Скандинавским, Новоземельско-Пайхойским) и уральскими горными ледниками, в пределах которого в настоящее время расположены современные бассейны верхних течений Печоры, Вычегды и Камы.

По мнению В.А. Апродова (1948) еще в недавнем прошлом северная часть Прикамья представляла собой равнину, открытую на север в Печерскую низменность. Особенности морфологического строения рельефа Северного Предуралья сегодня позволяют говорить о том, что во второй половине позднего плейстоцена речные бассейны рек северной и южной покатости имели отличную от современного рисунка конфигурацию, а сток рек в некоторые периоды осуществлялся в других направлениях. Изменения также выражаются в виде следов перестроек речной сети – наличии «сухих» долин, соединяющих разные речные системы (равнинных долин прорыва – спиллве-ев), по размерам не соответствующим протекающим по ним в настоящее время водотокам.

Предварительный анализ следов речных перестроек и изменений положения русел и их морфодинамических типов позволил выделить три уровня таких перестроек, отличающихся временем своего происхождения и масштабом проявлений. Наиболее крупные перестройки состоялись на межбассейновом уровне между бассейнами Печоры, Вычегды и Камы (Назаров и др., 2015д). Судя по самому наличию флювиальных форм рельефа, но плохой сохранности сухих «долин прорыва» между бассейнами, произошли они при сменах ледниковых эпох межледниковьями (московское оледенение – микулинское межледниковье или во время валдайского межстадиала).

По материалам бурения древних переуглубленных долин в районе Камско-Печорско-Вычегодского междуречья выявлено две речные долины, одна из которых принадлежала бассейну Каспийского моря, а другая – бассейну

Белого моря. Северное направление выдерживали участки древних ложбин, зафиксированные в современных долинах рр. Уролки, Сумыча, Тимшера, Северной и Южной Кельтмы. Главной же рекой дочетвертичного беломорского бассейна являлась верхняя Кама (от истока до с. Бондюг) (Краснов, 1948). Врезы, соответствующие приледниковым отложениям днепровского и московского оледенений, по Колве, Березовке, Вишерке, Вишере прослежены в сторону Камско-Печорского водораздела. В разрезах выделены аллювиальные свиты, датированные лихвинским и одинцовским временем и переходящие вверх по разрезу в ледниковый аллювий, флювиогляциальные или озерно-ледниковые толщи (Степанов, 1974).

Следует отметить, что вопрос о последствиях образования подпрудных озер в позднем плейстоцене, проявлением которых стал сброс вод в соседние речные бассейны, в настоящее время остается пока дискуссионным. Согласно концепции, сформировавшейся в 70-х гг. прошлого столетия, подпруживание р. Вычегды ледником привело к формированию озера, которое занимало долину реки и при достижении им максимальных отметок уровня воды переливалось через ложбину водораздела в бассейн Камы (Квасов, 1974; Лавров, 1975; Гросвальд, 2009; Grosswald, 1980). Данная концепция существенно отличается от позиций других палеогеографов, придерживающихся отличного мнения о размерах, количестве образовавшихся водоемов и возможности подпрудных вод преодолеть Камско-Печорско-Вычегодский водораздел.

Особенно внимательно этот вопрос рассматривался участниками международных программ QUEEN, PECHORA и ICEHUS (Lysa et al., 2014; Mangerud et al., 2004; Астахов и др., 2011), выполнившими обширные полевые работы по изучению древних отложений в части определения их абсолютно-го возраста. Тем не менее, полученные результаты не показались убедительными сторонникам первой концепции (Лавров, Потапенко, 2012) и в работе М.Г. Гросвальда (2009), опубликованной уже после его смерти, приводятся новые, порой очень строгие аргументы в обоснование «максимальной» моде-

ли последнего евразийского оледенения. По мнению академика В.М. Котлякова, которое он выразил в предисловии к данной работе («Оледенение Русского Севера и Северо-Востока в эпоху последнего великого похолодания») «...примирить эту гипотезу с другими исследованиями древнего оледенения невозможно, как невозможно пока безоговорочно отдать предпочтение какой-либо из них. Впереди еще десятилетия полевых и лабораторных исследований, прежде чем мы приблизимся к установлению истины» (Котляков, 2009, с. 2).

Наиболее вероятная межбассейновая перестройка речной сети между Печорой и Камой, по нашему мнению, могла происходить через ложбины, занятые в настоящее время долинами современных рек Волосница (левый приток Печоры) и Вогулка (левый приток Березовки). На возможность существования перетока вод из верхней Печоры в бассейн Камы говорят геоморфологические и ландшафтные особенности данной части водораздела, отчетливо видимые на топографических картах, аэро- и космических снимках (Назаров и др., 2015е; Копытов, 2011; Копытов, 2014). Реки Вогулка и Волосница начинаются в одной болотистой низине, состоящей из верховых болот, расположенных в нескольких километрах друг от друга. Волосница некоторое время течёт на юг, однако в своем среднем течении образует ортогональные зигзаги – сначала отклоняется к юго-востоку, достигает вытянутого в том же направлении безымянного болота, но не дренирует его, а резко, почти под углом 180° поворачивает на восток, и далее, выдерживая в целом восточное направление, достигает Печоры. Из безымянного болота вытекают и впадают в Волосницу несколько речек.

На южной оконечности этого болота сток осуществляется уже в противоположном направлении – на юго-запад, в реку Вогулку. Расстояние между реками Волосница и Вогулка составляет 5 км, а между болотными речками, впадающими в ту и другую систему – всего 800 м. Болото имеет сейчас слабый уклон к Волоснице – абсолютная высота ее уреза и поверхности болота составляет 159 м, урез Вогулки находится на высоте 160 м. Долина Вогулки

ниже безымянного болота имеет прямолинейную конфигурацию, и через 9 км соединяется с долиной реки Березовки, после чего на протяжении ещё 9 км обе реки текут в единой широкой долине параллельно друг другу на расстоянии 2 км, разделенные заболоченной первой террасой.

Еще одним морфологическим признаком вероятного существования Печорско-Камского спиллвея является хорошо видимое на космических снимках узкое и извилистое заболоченное понижение, соединяющее долины рек Печоры и Березовки (рис. 2.15). Верховые болота, выделяющиеся среди окружающей тайги светлым моховым фоном, подчеркивают извилистость этого понижения, которое также может быть идентифицировано как древняя «долина прорыва». Частично она освоена современными реками Волосницей, Вогулкой и Березовкой. В ряде мест отчетливо просматриваются дугообразные границы древней долины, резко контрастирующие с окружающими ландшафтами. Эти дуги могут являться берегами когда-то существовавших здесь излучин древней реки; радиус их кривизны составляет около 3-х км, что на порядок превышает этот показатель у излучин Волосницы и Вогулки, но соизмерим с радиусами кривизны врезанных в первую террасу излучин Печоры в этом районе (1,7–2,0 км).

Вполне вероятно, что в окрестностях пос. Якши на верхней Печоре видны следы ее древнего русла, не имевшей в то время свободного стока на север и поэтому несущей свои воды на юг, в бассейн Камы. На пути этого перетока в долине Березовки ниже по течению расположены озера Берёзовское и Чусовское, сохранившиеся со времен существования перетока.

Другой спиллвей, связывающий бассейны Вычегды и Камы, известен гораздо больше. Это сквозная долина, соединяющая верхние течения рек Северной и Южной Кельтмы, впадающих, соответственно, в Вычегду и Каму. Эта долина находится на расстоянии всего 130 км к западу от возможного соединения Печоры и Камы. Структура ландшафтов обоих соединений схожа – почти на всем своем протяжении долины Северной и Южной Кельтмы окру-

жены массивами болот, которые маркируют положение возможного древнего перетока вычегодских (озерных) вод на юг.

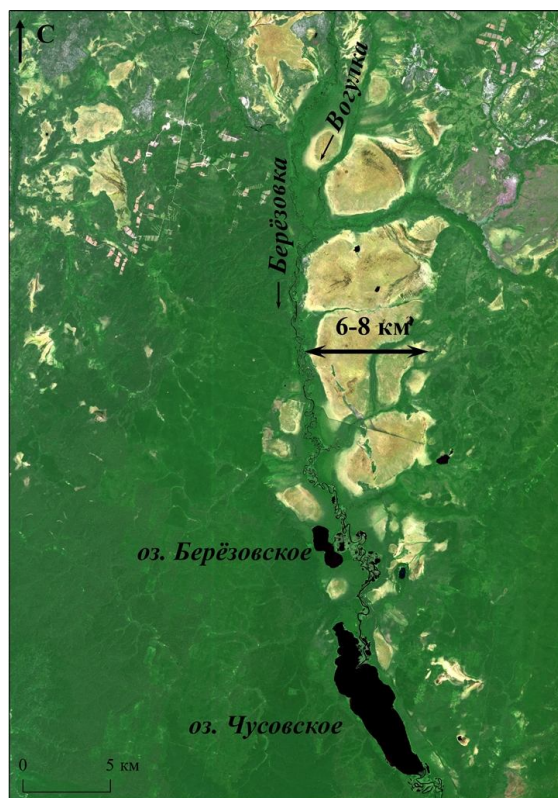


Рис. 2.15. Печорско-Камский спиллвей (цифрами обозначена ширина спиллвея)

Относительная высота этих болот (рис. 2.16), соответствующих первым надпойменным террасам, составляет 4,5 м над урезами, однако абсолютная высота увеличивается к югу от 104 до 130 м. Место впадения Северной Кельтмы в Вычегоду находится на абсолютных отметках порядка 100 м, тогда как устье Южной Кельтмы – на высоте 116 м. Ширина пояса болот составляет 8–14 км.

В пределах Кельтминской погребенной долины осадки днепровского горизонта мощностью 2–7 м залегают на глубинах от 10 до 24 м (относительно уреза воды в Каме) в отличие от нижележащих осадков (лихвин и нижний плейстоцен), залегающих с уклоном их ложа на север, днепровские глины и суглинки залегают в целом горизонтально, повторяя лишь некоторые неровности дна водоема, в котором они отлагались (Рябков, 1967).



Рис.2.16. Вычегодско-Камский спиллвей

В этот же период, по-видимому, произошел перехват верховьев Камы в районе д. Баранова, расположенной недалеко от устья Вишеры, в результате которого была образована долина прорыва и как следствие спущено Верхнекамское озеро, а верхнее течение Камы, воспользовавшись понижением, оставшимся после спуска озера, сменило северное направление на восточное. Дважды резко сменив свое направление, река потекла на юг и присоединилась к бассейну Волги. По мере исчезновения льдов на севере и возобновления стока в бассейн Ледовитого океана формируется внутридолинный водораздел между Камой и Вычегдой.

В месте максимального сближения Северной и Южной Кельтмы так же, как и в Печорско-Камском соединении, была высока вероятность перетекания вычегодских вод в бассейн Камы при затруднениях северного стока Вычегды, вызванных московским ледником, перегораживавшим долину реки, и валдайскими ледниками, перекрывавшими долину Северной Двины. Современная обратная разница высот вычегодского и камского окончаний

спиллвея, по-видимому, возникла уже при последующих эрозионных процессах в бассейнах обеих рек.

Перестройки речной сети следующего уровня происходили в пределах одного бассейна, но их местоположение указывает на возможную связь с макромасштабными межбассейновыми перестройками. Они отчетливо проявляются в долинах Вычегды и Камы в местах сопряжения с ними Кельтминского спиллвея. Северная Кельтма впадает в Вычегду в пределах обширной котловины спущенного озера, занятой в современных условиях болотами и отдельными озерами (Дон-ты, Кадомское, Шер-Кадам и Ёкишавод), соответствующих уровню первой надпойменной террасы с высотой над меженным урезом около 5 м. Современная Вычегда тяготеет к левому, южному краю котловины. Однако в пределах котловины чётко прослеживаются два древних русла, указывающие на совершенно другие положения русла Вычегды после спуска озера из этой котловины (рис. 2.17). Наиболее древнее из них располагалось у правого, северного края котловины, как бы спрямляя нынешнее отклонение реки влево, на юг к устью Северной Кельтмы. Ниже котловины древнее русло отделено от современной долины Вычегды крупным останцом второй надпойменной террасы относительной высотой около 30 м. В настоящее время это русло в пределах котловины занято озером Дон-ты, конфигурация которого напоминает извилистое речное русло; кривизна изгибов озера меньше кривизны современных излучин Вычегды. В «шпорах» отдельных изгибов озера угадываются измененные болотами пойменные гривы. Ниже котловины древнее русло наследуется приустьевой частью малой реки Куломью. Длина древнего русла Вычегды вдоль озера Дон-ты и р. Куломью составляет 34 км, тогда как длина современной Вычегды на этом участке равна 51 км.

Другое древнее русло Вычегды моложе – оно прослеживается в южной части котловины слева от современного русла. Здесь на уровне заболоченной первой террасы отчетливо опознается извилистое староречье, окруженное сегментно-гривистой поймой. Параметры излучин староречья также меньше

современных. Подобные, относительно свежие следы локальных перестроек русла Вычегды, показывают, что процесс отмирания спиллвея и спуска озера мог сопровождаться неустойчивостью русла Вычегды, мигрировавшей из правой части котловины в левую, обтекая останец высокой террасы, причем миграции эти происходили не постепенно, а единовременно, что говорит об их эпигенетическом характере и неоднократных колебаниях уровня озера при его спуске.



Рис. 2.17. Вычегодская перестройка

На другом конце спиллвея, у впадения Южной Кельтмы в Каму наблюдается почти зеркальная картина локальных перестроек Камы, в которых участвовали нынешняя Кама, реки Тимшер и Южная Кельтма. Здесь между населенными пунктами Гайны и Бондюг фиксируется озеровидное расширение длиной 60 км и шириной 25 км. Кама здесь прижата к высокому правому берегу этой котловины, где образует сейчас относительно прямолинейное русло. Днище котловины занято, в основном, озёрами (Бол. и Мал. Кумикуш, Новожилово и др.) и болотами; их относительная высота над урезом Камы составляет 3–5 м. Морфологически массив верхового болота соответствует первой надпойменной террасе (рис. 2.18).

Вдоль северного борта котловины отчётливо прослеживаются следы двух фрагментов древнего русла Камы. Оба они отклоняются на север от современной Камы в районе населенных пунктов Касимовка и Верхняя Старица и представлены вначале староречьями – рекой Бортом и озером Нахты, имеющими соответственно извилистую и прямолинейную формы. Отстоят древние русла друг от друга на расстоянии 3,6–4,0 км. В шпорах излучин и вдоль прямых отрезков хорошо сохранились пойменные гривы. Примерно посередине древней котловины ее древнее русло наследуется руслом р. Тимшер, а в своей нижней части – руслом Южной Кельтмы, в которую Тимшер впадает.

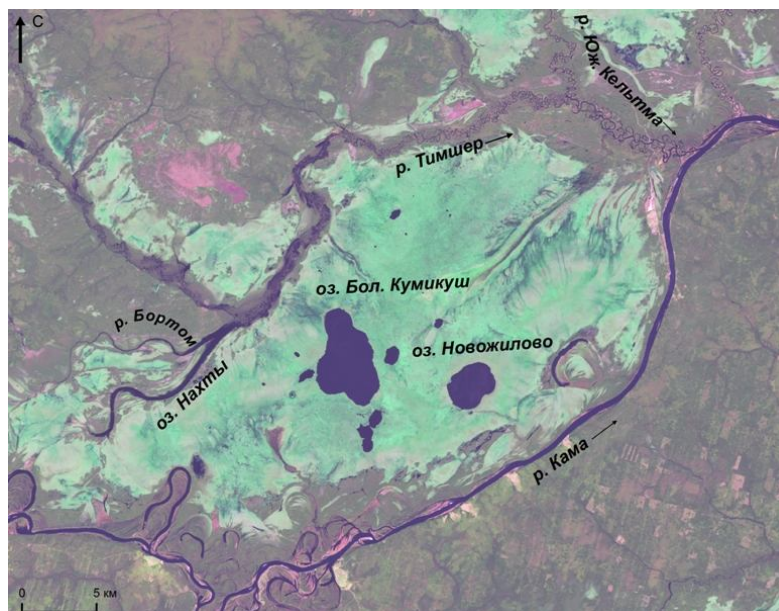


Рис. 2.18. Верхнекамская перестройка

Древняя долина изменена современными поймообразующими процессами этих рек. Тем не менее, здесь продолжают прослеживаться крупные излучины древнего русла Камы и гривы ее тогдашней поймы, размеры которых на порядок превышают размеры излучин современных Тимшера и Южной Кельтмы, и соизмеримы с параметрами редких излучин и пойменных грив современной Камы. На поверхности первой террасы в устье Южной Кельтмы хорошо опознается 8-километровая пологоизвилистая ложбина шириной 350 м – след потока, проходившего в свое время по Вычегодско-Камскому спиллеву (рис. 2.19).

Таким образом, переток вычегодских вод в Каму сопровождался образованием подпрудных или каких-то иных озер как в одной, так и в другой реке - именно из вычегодского озера вода перетекала в камское. По мере спуска и высыхания этих озер их котловины наследовались реками Вычегдой и Камой, но обе эти реки на первых этапах освоения озерных котловин разрабатывали в них другие русла, занимаясь как бы поисками оптимально пути пересечения котловин спущенных озер, сложенных трудноразмываемыми озерными глинами. В конце этапа спуска бывших озер обе реки нашли свой оптимальный путь через котловины – Вычегда сместилась к левому борту бывшей озёрной котловины, тогда как Кама, наоборот, переместилась в правую часть своей котловины, заняв дугообразный разлом земной коры под высоким правым берегом. Озера со временем окончательно обмелели, заросли и превратились в обширные болота с остаточными водоемами в своих пределах (озера Дон-ты, Кадомское в долине Вычегды и Кумикуш, Новожилово в долине Камы).



Рис. 2.19. Ложбина древней Южной Кельтмы

Переход от позднего плейстоцена к голоцену – наиболее тонкая палеогеографическая проблема. Для прояснения геохронологии конца позднелед-

никовья в смежном регионе (долине р. Вычегда) были изучены разрезы террас (Зарецкая и др., 2014). Изучение спорово-пыльцевых спектров позволило выделить климатические фазы позднеледниковья. Результатами палинологического анализа хорошо фиксируется раунисское потепление (17,1–16,5 тыс. л.н.) – первое значительное потепление после максимальной стадии поздневалдайского оледенения. В растительном покрове значительная роль принадлежала кустарникам (березам, ивам, ольховнику) и травянистым сообществам из осок, злаков, полыней, маревых. Присутствие пыльцы ели может свидетельствовать о произрастании в долине р. Вычегда очень разреженных еловых редколесий. Последующее похолодание и иссушение климата (древний дриас, 16,5–15,7 тыс. л.н.) способствовало увеличению площадей, занимаемых перигляциально-степными формациями, где доминировали злаки.

Спектры верхних толщ разреза отражают ландшафтные изменения (флуктуации) в позднеледниковье. В это время выделяются две холодные (средний и поздний дриас, 14,6–13,4 и 12,8–11,5 тыс. л.н.) и две теплые (бёллинг, 15,7–14,6 тыс. л.н. и аллерёд, 13,4–12,8 тыс. л.н.) фазы. Состав спектров отложений среднего и позднего дриаса указывает на господствующие перигляциальные ландшафты с полынно-маревыми и злаковыми сообществами. В спектрах аллерёда выявлено максимальное количество пыльцы ели. Этот пик пыльцы ели можно соотнести с «нижним максимумом ели» М.И. Нейштадта (1957), что установлено для аллерёда на сопредельных территориях (Хотинский, 1977; Андреичева и др., 2015).

2.2.2. Голоцен

Голоцен является типичным межледниковьем (Борисова, 2014). Главная тенденция изменений его климата – переход от холодных условий конца плейстоцена к теплему климатическому оптимуму, а затем к новому похолоданию.

Формирование пойменных геосистем, в целом, ограничивается голоценом. В это время не происходило столь резких изменений климата и других

физико-географических условий, как в позднеледниковье, но, тем не менее, следы перестроек речной сети заметны. Они выражаются в изменении размеров стариц, вплоть до изменения морфологического типа пойм, что является следствием изменения водности реки или ее гидрологического режима. Последовательность климатических периодов Северной Европы позднего плейстоцена и голоцена Блитта-Сернандера, основанная на исследованиях торфяников Дании, является общепринятой с небольшими добавлениями (Хотинский, 1977).

В предбореальный период растительный покров сохраняет черты позднеледниковых перигляциальных ландшафтов. Отмечается проникновение к северу степных ландшафтов и смещение широтных растительных зон. В северной части бассейна Камы начинается процесс торфообразования. Климат характеризуется как сухой и холодный (Немкова, 1978). От Печоры до Средней Камы значительные площади занимают безлесые пространства, заросшие полынными, маревыми и осоками. Среди лесных пород значительное пространство занимают березовые леса, реже встречаются сосны. В торфяных разрезах встречается пыльца вяза и дуба. На Северном Урале в это время развиты елово-лиственничные сообщества. За короткие промежутки времени, измерявшиеся сотнями лет, на всем протяжении предбореального периода, наблюдались наибольшие амплитуды колебаний климата.

Начало бореального периода характеризуется как теплое, сухое время. Средняя температура января по данным С.С. Савиной и Н.А. Хотинского (1982) составляла -15° - -16°C , июля $+16^{\circ}$ - $+19^{\circ}\text{C}$, т.е. ниже современных, годовое количество осадков уменьшилось до 500-700 мм. Доминирующим типом растительности становятся сосновые и березовые леса. Наблюдается незначительное присутствие широколиственных лесов, единична пыльца теплолюбивого граба (Немкова, 1978).

М.И. Нейштадт (1957) считает, что климатический оптимум падает на средний голоцен, максимум потепления – примерно 6 тыс. лет назад. Температура воздуха была на 6 - 12°C выше, чем в максимум последнего оледене-

ния. В оптимум голоцена из-за существенного потепления, разрушения антициклонального режима, деградации морского и наземного оледенений, усиления роли теплых Гольфстрима и Нордкапского течений климат становится умеренным. Среднегодовая температура повышается до $+5+5,5^{\circ}\text{C}$, осадки составляют 650 мм. На месте тундростепной растительности (деградировавшей еще в начале послеледниковья) начинают развиваться смешанные леса с преобладанием широколиственных пород.

Амплитуда изменчивости среднегодовой температуры от экстремальных условий последнего оледенения до оптимума голоцена оценивается порядка 12° , а осадков — 500 мм, но она была еще большей (15° для среднегодовой температуры и 600 мм для осадков) при сравнении оптимума микулинского межледниковья и поздневалдайского похолодания. Отклонения палеотемператур оптимума голоцена от современных показателей можно найти в работе В.А. Климанова (2006), который восстанавливал эти величины через продолжительности безморозного периода и пришел к выводу, что отклонения от современных показателей составляют 2°C .

При переходе к суббореальному периоду фиксируется похолодание (Нейштадт, 1953). Отмечается сокращение пыльцы вяза, наблюдается изреживание ели, но возрастает количество берез и сосен, в большом количестве появляются хвощи. В среднесуббореальное время наблюдается потепление, которое в конце периода сменяется похолоданием. Результатом этого похолодания явилось интенсивное расширение темнохвойной еловой тайги в южном направлении. Подтверждением преобладания в период среднего и позднего голоцена лесных формаций на территории Пермского Прикамья является обнаружение лесных видов мелких млекопитающих (бурозубок обыкновенной и средней) в отложениях пещер бассейна реки Вишеры (Максимова, 2006; Фадеева, Смирнов, 2008), предпочитающих темнохвойные леса, при этом отсутствуют виды, тяготеющие к открытым пространствам (тундряная бурозубка). Резкое уменьшение осадков определяет средний суббореальный период голоцена как ксеротермический. В верховых торфяниках формирует-

ся пограничный горизонт, отражающий сухость климата, наступившего в конце среднего голоцена (Нейштадт, 1957). В этот период в Прикамье выпадало всего около 50 мм осадков в год. На многих реках Русской равнины снизилась водность, уменьшилась кривизна излучин, разветвленные реки стали меандрировать, поймы перестали затапливаться и превратились в первые террасы (Чернов, 2004).

В субатлантический период (начало позднего голоцена) так же, как и в среднем голоцене господствуют смешанные леса. Для начала субатлантического периода характерно похолодание, сопровождаемое увлажнением (Брукс, 1952). Однако, в бассейне верхней Камы наблюдается уменьшение доли широколиственных пород (Рябова, 1965).

Средневековый климатический оптимум наступает 1,1 тыс. л.н., когда все температурные характеристики были выше современных на 0,5-1°C, осадков выпадало больше на 25–50 мм. В Прикамье происходит увеличение роли еловых лесов, при сокращении доли березы и сосны.

Резкое похолодание датируется около 530±70 л.н., при котором температуры были ниже, чем в настоящее время примерно на 1°C, осадков выпадало меньше примерно на 25 мм. В это время в Европе начинается общее продвижение ледников, продолжающееся примерно до 1677 года (Борисенков, 1988).

В целом, от максимального потепления суббореального периода к современности в естественных изменениях климата отмечается тренд к похолоданию, уступающий место зафиксированному в течение XX в. потеплению (Андреичева и др., 2015).

Дискуссионным вопросом является наличие (или отсутствие) связи между долинными голоценовыми перестройками речных русел и внутри- и межбассейновыми перестройками флювиальных систем в позднем плейстоцене. Вполне возможно, что фиксируемые сегодня масштабные и практически одномоментные перестройки русел Вычегды и Камы в границах их долин являются не только и не столько следствием голоценовых изменений клима-

та, сколько результатом временного соединения (объединения) их бассейнов в позднеледниковье, со всеми вытекающими из этого особенностями морфолитогенеза в пределах транзитных систем водных потоков из подпрудных водоемов.

По Вычегде результаты палеорусловых исследований поймы опубликованы в работах (Карманов и др., 2013; Чернов и др., 2010; Karmanov et al., 2011). Так, в раннем и среднем голоцене происходили колебания водности, которые выражались в формировании более пологих грив и стариц при увеличении водности реки или руслоформирующих расходов воды в ней, и более крутых грив и петлеобразных стариц при уменьшении водности. Однако, уже в позднем голоцене, в позднесуббореальное время (3,4–2,7 тыс. л.н.) на ряде участков реки произошло массовое спрямление крутых излучин; русло расположилось под крутым коренным правым берегом и приобрело относительно прямолинейную конфигурацию.

Подобная ситуация хорошо прослеживается на всей верхней Каме, в том числе и в пределах древней позднечетвертичной котловины (низины). Здесь река имеет прямое, прижавшееся к правому высокому берегу русло (за исключением участка около устья р. Косы, где развивается несколько свободных излучин) при наличии узкой левобережной голоценовой поймы и достаточно широкой первой надпойменной террасы со следами крутых излучин. Это же отмечается и на участке п. Бондюг – устье Вишеры, где извилистость современного русла, равно как и его недавних следов на пойме, минимальна.

Очень пологие излучины характерны сейчас и для зоны переменного подпора на участке от пос. Тюлькино до г. Березники. На Дедюхинском пойменном массиве (окрестности д. Чашкино) отчетливо просматриваются следы крупных камских излучин, спрямившихся 2,6–2,3 тыс. л.н. Здесь с 2012 г. ведутся работы по реконструкции среды обитания древнего человека (Лычагина и др., 2014; Лычагина и др., 2015; Lychagina et al., 2013). По изменению соотношения пыльцы в составе спорово-пыльцевых спектров выделены три

пыльцевые зоны, которые отвечают трем фазам развития растительности в окрестности стоянки Чашкинское Озеро IV. Полученные палинологические данные характеризуют период функционирования данной неолитической стоянки. Радиоуглеродные даты полученные для отложений культурного слоя (6160 ± 70 (ГИН-13449) и 5920 ± 80 (Ki-14539)), свидетельствуют о накоплении их во второй половине атлантического периода. Вероятно, в это время на территории Верхнего Прикамья произрастали хвойно-широколиственные (возможно липовые) леса с участием дуба, которые при похолодании сменились широколиственно-темнохвойными, а затем и смешанными хвойными, преимущественно сосновыми, лесами.

Таким образом, перестройки в пределах современных пойменно-русловых комплексов рек Предуралья происходили относительно недавно – в позднем голоцене. Их следует отличать от современных горизонтальных русловых деформаций, также заключающихся в искривлении и последующем спрямлении излучин, которые происходят постоянно по мере достижения излучинами критической кривизны или сближения берегов в их шейках. Так, в 2004 г. началось спрямление крутой Аджеромской излучины на р. Вычегде ниже устья р. Локчим (Чернов и др., 2015). Однако эти спрямления не вызваны изменениями внешних природных условий формирования пойменно-русловых комплексов, а представляют собой обычное функционирование свободно меандрирующей реки.

2.3. Антропогенные процессы в бассейне верхней Камы в XV–XXI вв.

Как показали исследования состояния и особенностей современного функционирования ПРК в Пермском Прикамье (Назаров, Егоркина, 2004; Назаров, Черепанова, 2012), наиболее масштабными воздействиями антропогенного характера, радикально повлиявшими на ход их формирования, являются сведение лесов, распашка водосборов, гидротехническое строительство, осушительная мелиорация и разработка россыпей полезных ископаемых в днищах речных долин. Бассейн верхней Камы является староосвоенным ре-

гионом. Наибольший пресс в течение всего голоцена ощущался от вырубки лесов и молевого сплава леса, сельского хозяйства, строительства гидротехнических сооружений, которые оказали косвенное влияние на изучаемую территорию.

Наиболее масштабное воздействие на водосбор Камы человек начал оказывать со времен стихийной колонизации Урала в конце XI века. Люди выжигали леса в долинах притоков Камы с целью освоения их под пашню. Регулярный выпас в пойменных лесах способствовал уничтожению подроста.

Изучение рек традиционно являлось одним из важнейших исследований, осуществляемых в ходе проведения пионерного освоения новых территорий. С XIV в. описания особенностей режима рек, степени опасности для проживания и ведения хозяйства в пределах долин во многих случаях составляли одну из наиболее значимых частей в отчетах первопроходцев, путешественников, участников академических экспедиций, служащих вотчинного управления Строгановых и других. В актах встречаются краткие описания лесов Приуралья как в целом («а место лешее» – лесистое), так и по составу пород. Для Верхнекамья наиболее характерны хвойные леса (ельник, пихтовник, кедровник, сосняк).

Русские летописи XVI–XVII вв., составленные в северных районах Русского государства, фиксируют изменения климата на севере Русской равнины и в Приуралье в XI–XVII вв. С XIV в. увеличивается число засух, чередующихся с ранними заморозками, сильными морозами и снежными бурями. Особенно много их приходится на вторую и третью четверть XV в. Засухи, наводнения и морозы отрицательно сказывались на развитии сельского хозяйства, а оттепели и заморозки и на развитии охоты. В XV в. неурожайными были иногда несколько лет подряд (например, восемь лет 1420–1427 гг. в первой четверти века и четыре года во второй половине 1465–1468 гг.) (Оборин, 1990).

В XVI в. на освоение долины Камы отрицательно влияли дождливые годы, высокие весенние половодья (самые крупные из них в 1516, 1517 и

1628 гг.), затоплявшие селения, луга, пашни, соляные промыслы. Следы этих наводнений обнаружены в виде мощных прослоек речного песка в культурном слое на территории Орла-городка (Шмыров и др., 1977).

Вторая половина XVI в. ознаменована деятельностью Строгановых, в результате чего происходит сокращение лесистости не только Верхнего Прикамья, но и всего западного склона Северного Урала (Смышляев, 1891). С XVIII вторым (после солеварения) крупным потребителем древесины на верхней Каме становится металлургия (Чазов, 1952).

В писцовых и дозорных книгах XVI – начала XVII в. определяется качество почвы (земли) в оценке писцов по каждому населенному пункту. Все земли делились тогда на три категории – худая, средняя и добрая. В Чердынском уезде худая земля составляла 65,1%, средняя 34,9% (Оборин, 1990).

Более плодородные почвы находились в вотчинах Строгановых (худая 17,5%, средняя 65,9%, добрая 16,6%). При сравнении с современной почвенной картой Прикамья (Коротаев, 1962; Атлас..., 2012) худая земля совпадает с сильно- и среднеподзолистыми и песчаными, средняя – со слабоподзолистыми и дерново-подзолистыми.

В XIX в. появляются различные картографические материалы, описывающие состояние лесов, качество древесины (Черепанова, 2013).

Из различных фондовых материалов и географических очерков (Кривошеков, 1909, 1914) известно, что в начале XX века лесистость северных уездов Пермской губернии достигала 89,95% (Чердынский), 77,75% (Соликамский).

В XX в. сокращение доли сельскохозяйственных угодий (1917–1928 гг.) сменилось новой мощной волной расширения посевных площадей (с начала 1930-х гг.). С середины XX в. устойчивой тенденцией для Прикамья становится увеличение площади, занятой лесами. С 1990 г. по 2009 г. прирост составил около 860 тыс. га и был в основном связан с почти двукратным сокращением посевных площадей.

Притоки Камы, Печоры и Вычегды начинаются с одного общего невысокого водораздела и близко подходят своими верховьями друг к другу (часто начинаются с одного болота). Данное обстоятельство послужило одной из причин для проложения здесь в древности торгового пути с юга на север. Длительное время существовали «Древний Печорский путь» и «Древний Двинский путь». В Чердыни до сих пор находят многочисленные археологические артефакты в виде персидских монет и украшений. По этому водному пути товары южных народов (персов, индийцев, армян, византийцев, камских булгар) перевозились на север – в Новгород, к Белому морю, в Югру. О торговле между Югрой и Волжской Булгарией по Каме писал в своих сочинениях арабский географ и путешественник Ибн-Баттута (Тимофеев, 1983).

Древние торговые пути проходили по Каме, Вишере, Колве, Вишерке, Чусовскому озеру, Березовке. У села Усть-Еловка на Печору путь следовал по Еловке, Вогулке, волоком до Волосницы. Путь с Камы на Печору через волок был найден чердынцами в XVIII. До этого грузы перевозились на более мелких лодках («шитиках») по трассе: Кама – Вишера – Колва – Чусовское озеро – Березовка, далее по низменному болоту, соединяющему во время разлива исток Березовки с притоком Печоры – р. Безволосной (это был путь без волока) (Власов, 1964).

С началом мощного развития в СССР лесного хозяйства в XX в. встали вопросы транспортировки древесины до потребителя. Это послужило толчком для появления на верхней Каме и ее притоках (Весляне, Вишере и др.) лесосплава. В 1932 г. был образован Керчевский сплавной рейд (первоначально – сплавная контора), являвшийся в советский период истории крупнейшим сплавным рейдом в мире. Ежегодно весной здесь устанавливалась генеральная запонь (рис. 2.20), которая была в состоянии принять 120 тыс. м³ леса. Выше нее были расположены вспомогательные, передерживающие запони: Абогская, Коэптинская, Пянтежская, Светло-Полоинская и др. В них хранились сотни тысяч м³ древесины. На рейде из бревен, сплавляемых с верховий Камы молевым (россыпным) способом, формировались пучки и

плоты, которые транспортировались в Тюлькино, где сводились в большие плоты. За сутки рейд мог переработать до 70 тыс. м³ леса, а за сезон – до 4 млн. м³ (Шумилов, 2005).

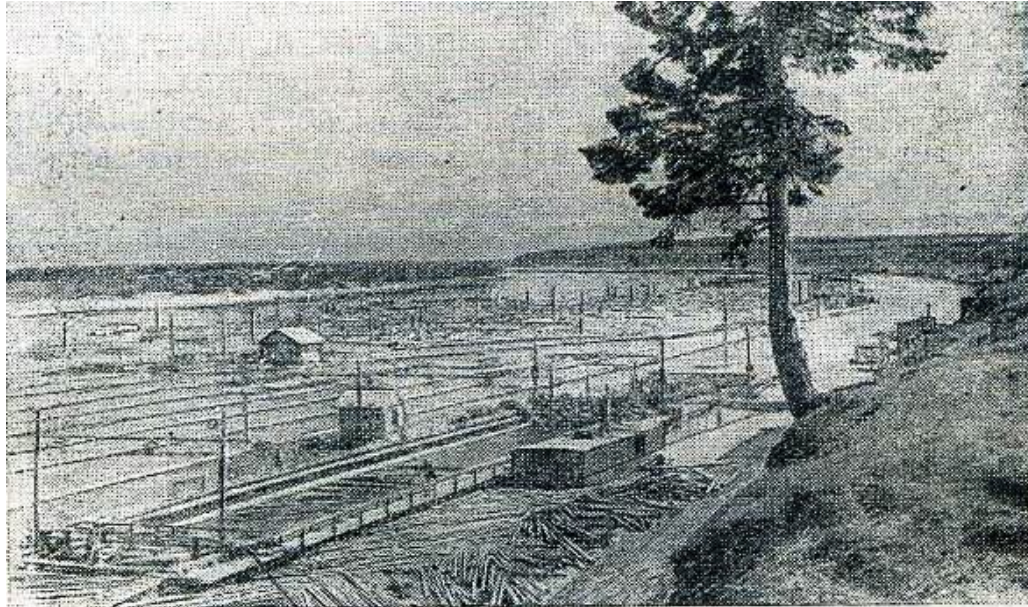


Рис. 2.20. Сортировочная сетка Керчевского рейда (фото Я. Каминского, 1970-е гг.)

Одной из самых востребованных отраслей производства при строительстве газо- и нефтепроводов, железнодорожных и автомобильных магистралей в районах пионерного освоения является добыча песка и песчано-гравийной смеси. Для Пермского края такой территорией сегодня является его северо-западная слабообжитая часть, через которую в будущем должна будет пройти железнодорожная магистраль «Белкомур» (Назаров и др., 2015б; Копытов, 2016а).

Не менее серьезное воздействие на пойменно-русловые комплексы оказывает осушение болот. На территории Гайнского лесхоза Союзгипролесхозом в конце 70-х гг. XX в. был запроектирован гидrolесомелиоративный стационар (Елпатьевский и др., 1978). Он был заложен в окрестностях пос. Гайны (территории Леманского и Гайнского лесничеств) в 1983 г. на пойме и надпойменной террасе р. Камы

После осушения редколесья и подготовки почвы на переходном болоте площадью более 285,3 га были высажены 2–3-х летние саженцы сосны. В ре-

зультате осушения и лесокультурного освоения на переходном болоте начал произрастать высокополнотный и высокобонитетный сосново-березовый древостой. Возросли почвенная зольность, содержание NPK, Ca и Mg (Корепанов, 2012).

Выводы по главе 2

1. Современные физико-географические условия бассейна р. Камы формируют особенности динамики и функционирования геосистем речной долины. Интразональные пойменные геосистемы находятся под постоянным воздействием водного потока, причем по мере удаленности от русла (попадания/непопадания в зону затопления в период половодья) интенсивность изменений ПТК идет медленнее. Геологические (состав коренных пород, литология аллювиальных отложений, наличие тектонических разломов, впадин и поднятий), геоморфологические (морфоструктурные особенности, высотные уровни, особенности флювиальных и нефлювиальных процессов), климатические (даты устойчивого перехода через 0°C), гидрологические (максимальные уровни воды и продолжительность их стояния в половодье, сток взвешенных наносов, толщина льда), почвенно-растительные (прерывистость в развитии и накоплении почвенного покрова) компоненты природы и интегральный фактор русловых процессов (морфодинамические типы русел, типы пойм) создают основной фон пойменно-русловых геосистем в долине верхней Камы. Пространственно-временная дифференциация набора типов русел и пойм, обусловленная обратимыми (не приводящими к коренной перестройке) изменениями природных условий по долине является прямым следствием более масштабных эволюционных трансформаций, происходивших в позднем плейстоцене и в течение всего голоцена.

2. Анализ следов речных перестроек и изменений положений русел и их морфодинамических типов в бассейнах верхних течений Печоры, Вычегды и Камы позволил выделить три уровня таких перестроек, отличающихся временем своего происхождения и масштабами проявлений: межбассейновый, внутрибассейновый, долинный. Позднеплейстоценовая и голоценовая

история долины верхней Камы включала климатические (наличие перигляциальной зоны ледникового покрова), гидрологические (перехваты рек, смена типов русел), почвенно-растительные (миграции природных зон) изменения.

3. В настоящее время антропогенный пресс в долине верхней Камы не имеет широкого развития. Более активно воздействие человека на природу происходило во времена русской колонизации, существования Перми Великой, советское время. Вывоз продукции пермских промышленников долгое время осуществлялся по древним торговым путям через Каму и небольшие реки Камско-Печорско-Вычегодского водораздела. Но главным образом антропогенное воздействие оказывалось в процессе сведения лесов и распашки водосборов, добычи песка и песчано-гравийной смеси, молевого сплава леса и осушения болот.

3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Основными методами исследования послужили палеорусловой анализ, методы изотопной геохронологии и сопряженный палеогеографический метод, включающий карпологические и другие методы изучения «следов состояния» геосистем.

Восстановление былых положений русла и гидрологических характеристик протекавшего по нему потока на разных этапах развития реки осуществлялось с помощью изучения первичного рельефа и строения поймы (рис. 3.1) (Чалов, 1996).

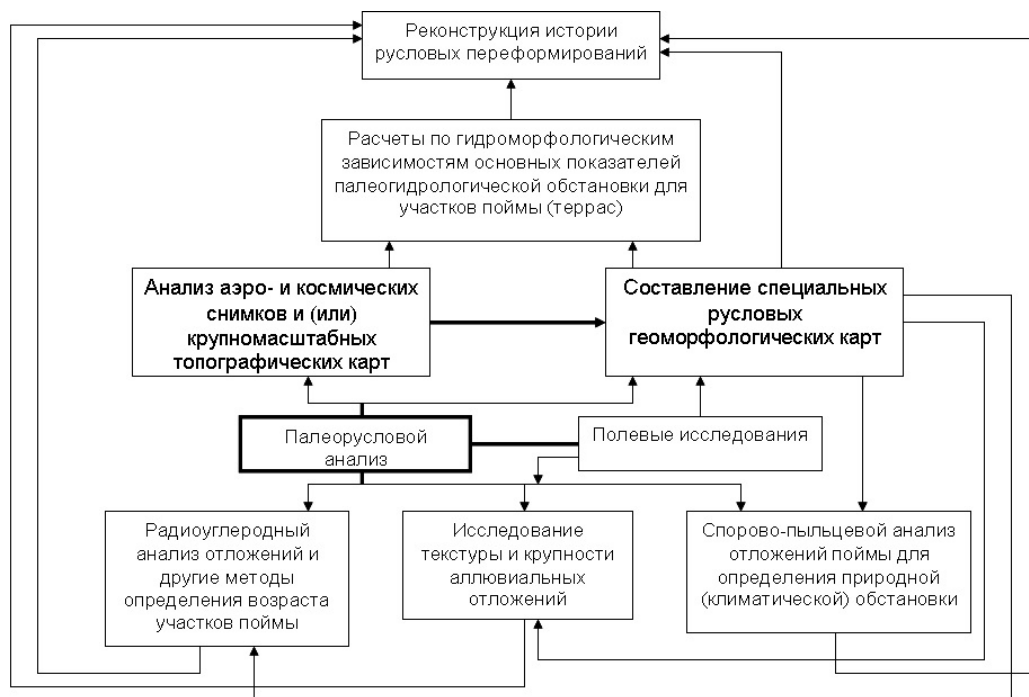


Рис. 3.1. Схема палеоруслового анализа (по Р.С. Чалову, 1996)

Изучение и сбор данных по особенностям пойменного рельефа проводились по современным аэро- и космическим снимкам, а также с использованием топографических карт масштаба 1:25000. При подборе снимков особое внимание уделялось их разрешающей способности, которая должна была соответствовать пространственным масштабам изучаемых объектов (Назаров и др., 2014).

Снимок со спутника SPOT-6 (август 2013 г.) с пространственным разрешением панхроматического канала 2 м, спектральных каналов 8 м был получен в период низкой летней межени на р. Кама (уровень воды был ниже среднемноголетнего для этого периода из-за засушливой погоды летом этого года). При таком разрешении отчетливо выявляются веера пойменных глив, хорошо дешифрируются все старичные озера.

При анализе топографических карт и снимков необходимо учитывать большое количество параметров, как геоморфологических, так и ландшафтных (характер увлажнения, растительности, почв на различных по морфологии и возрасту формах рельефа). Ландшафтный и геоморфологический анализы картографических материалов и данных ДЗЗ проводился по плану, предложенному А.В. Черновым (1983):

1. Определение ориентировки элементов первичного пойменного рельефа;
2. Определение средней или характерной высоты одновозрастного участка над меженным уровнем;
3. Геоиндикационное дешифрирование поймы по участкам с различной ориентировкой первичного пойменного рельефа (учет близости современного русла, так как под его непосредственным влиянием ландшафтный облик прирусловой поймы претерпевает существенные изменения и отличается от облика центральной и притеррасной зон поймы);
4. Картографирование поймы.

В днищах долин можно наблюдать либо выровненную поверхность поймы, либо поверхность с хорошо сохранившимся первичным рельефом. В большинстве же случаев можно наблюдать чередование таких поверхностей (*генераций*). При этом, по степени сохранности рельефа можно определять относительный возраст участков поймы. Выровненные участки, как правило, соответствуют относительно более древним поверхностям, гливистые же участки либо относительно молоды, либо формируются в настоящее время, например, в процессе искривления излуины (Чернов, 1983).

По рисунку грив внутри шпор излучин можно проследить стадии развития и последовательность их искривления, оценить соотношение продольного и поперечного перемещения (Чалов и др., 2004). Характер расположения пойменных грив и ложбин, формирующихся при продвижении на выпуклый берег гряд, зависит от направленности процесса меандрирования. Если деформации русла на излучинах сводятся к преимущественному сползанию их вниз по течению, пойменные гривы располагаются у выпуклого берега непосредственно ниже вершины излучины, создавая серию параллельных грив. На двух соседних сегментах поймы, составляющих выпуклые берега смежных излучин, гривы ориентированы под углом, зависящим от кривизны излучины. Если преобладают поперечные перемещения излучин или продольные и поперечные деформации равноценны, то кривизна меандр постепенно растет. Соответственно каждая новая пойменная гряда оказывается изогнутой больше, чем сформировавшаяся ранее. В результате пойменные гривы и ложбины расположены веерообразно (Чалов, 1979).

Для установления пространственных соотношений между разновозрастными участками поймы (генерациями) и тем самым восстановления ряда древних наложенных русел, зафиксированных в элементах первичного пойменного рельефа использовался метод картографирования поймы. Основные рекомендации были сформулированы О.М. Кирик и Р.С. Чаловым (1980). В процессе апробации этого приема на различных реках, данная методика претерпела небольшие изменения с учетом специфики местного поймогенеза (Чернов, 1983; Чернов и др., 2010; Karmanov et al., 2011; Назаров и др., 2014):

- 1) пойменные массивы, близкие по геометрическим, оптическим (фото-тону) признакам, структуре изображения, соседствующие друг с другом, но не обязательно имеющие строго последовательную ориентировку грив и стариц объединялись в одну генерацию;

- 2) при контактировании двух или нескольких пойменных сегментов более молодым является тот, чьи гривы, ложбины или старицы секут элементы первичного рельефа соседнего сегмента;

3) восстановление положения русла проводится в том случае, если существует возможность по рисунку грив или стариц прочертить правдоподобную конфигурацию прежнего русла, избегая крутых поворотов, пересечений одного и того же русла, направления его вверх по долине на длительные расстояния;

4) при возможности развития в прошлом пойменной многорукавности учитывается геоморфологический эффект работы второстепенных пойменных протоков (образование собственных излучин значительно меньших размеров чем в основном русле).

Вещественный состав аллювиальных отложений содержит информацию об обстановках осадконакопления, динамике процессов, а также времени накопления осадков. В данной работе исследование отложений происходило путем изучения естественных обнажений в подмываемых уступах пойменных берегов, а также с помощью бурения с помощью торфяного бура.

В зависимости от условий осадконакопления выделяют три основных фации аллювия – русловую, пойменную и старичную (Ламакин, 1947; Шанцер, 1951, 1966; Лаврушин, 1963; Лазаренко, 1964; Ананьева, 1998), которые делятся на подфации, субфации и т.д. Знание характеристик основных фаций аллювия позволяет впоследствии более точно реконструировать погребенный рельеф. В работе М.В. Власова (2005) на основании фундаментальных трудов Е.В. Шанцера даются обобщающие характеристики фаций аллювия (табл. 3.1), которые были использованы для описания разрезов пойменных генераций.

При полевых исследованиях особое внимание обращалось на первичные генетические признаки пород: цвет, структуру, текстуру, состав, включения, а также на изменение этих признаков в слоях, на характер контактов и переходов, на общие условия залегания. Описание сопровождалось зарисовками и фотографированием.

Основные фации аллювиальных отложений, по Е.В. Шанцеру, 1951

Фация	Подфация	Обстановка осадконакопления	Описание
Русловая	Пристречневая	Зона неустойчивой аккумуляции, сменяющейся в периоды мощных паводков эрозией	Наиболее грубозернистые и плохо сортированные осадки. Характерен неправильно-линзовидный, реже диагональный тип косой слоистости
	Прирусловых отмелей	В межень транспортировка наносов замедляется или совсем приостанавливается. Во время половодья движение наносов происходит в виде перемещения песчаных гряд	Пески различной крупности, среди которых может встречаться примесь гравийных зерен и редкая галька. По сравнению с пристречневой подфацией, эти отложения лучше сортированы и отличаются гораздо более правильным характером косой слоистости
	Плесовая	Формируется в плесовых ложинах, где в межень материал практически не перемещается. Движение наносов наблюдается только во время половодий или мощных паводков	Плохо сортированные осадки, представленные грубозернистыми обломками (гравий, галька, валуны) в глинисто-супесчаном заполнителе.
Пойменная	Прирусловых валов	Переходная зона от русла к пойме. Осадконакопление происходит в результате резкой потери скорости при выходе воды на поверхность поймы	Преимущественно мелкозернистые, хорошо сортированные пески с косой слоистостью, местами осложненной слоистостью мелкой ряби
	Ленточная	Приречная зона поймы. Осадконакопление происходит при достаточно высоких колебаниях скоростей потока. Осадки формируются на поверхности прирусловых отмелей, в межгрядных и межваловых понижениях.	Чередование мелко- и тонкозернистых песков и супесей, суглинков. Осадки содержат примесь мелкого растительного детрита и раковины мелких моллюсков как пресноводных, так и наземных
	Линзовидно-слоистых суглинков		Чередование более глинистых и более песчаных прослоев. В осадках различается неясная тонкая горизонтальная слоистость
	Скрытослоистых супесей и суглинков	Осадконакопление происходит во внутренней зоне поймы, где скорости потока незначительны.	Относительно однородный механический состав. Осадки бедны растительными остатками. Текстура осадков слабо комковатая
	Суглинков и супесей с гумусовыми прослоями		Отложения практически идентичны отложениям предыдущей фации. Однако для нее характерно развитие почвенного профиля
Старичная		В процессе миграций русла и по мере накопления осадков меняются условия осадконакопления. Начальный этап характеризуется частично проточным режимом. По мере обособления старицы условия осадконакопления приближаются к озерным с частично проточным режимом	Закономерная смена состава старичных отложений вверх по разрезу. В основании старичной фации тонкопесчаный материал с широким развитием иловатых прослоев. После обособления стариц их отложения представлены преимущественно суглинками с маломощными прослоями иловатых тонкозернистых песков. Завершается разрез старичных отложений болотными осадками, торфяниками

Во время полевых работ было пробурено 10 скважин. Впоследствии во время камерального этапа было решено отказаться от данных, полученных таким способом. Несмотря на существенные различия старичных и русловых

осадков, однозначно определить поверхность дна палеорула во время бурения сложно (Чалов и др., 2004; Панин, 2015). Осадки старичного происхождения могут быть приняты за подфацию прируловых отмелей в связи с тем, что основание старичного заполнения формировалось в течение достаточно долгого времени в условиях частично проточного режима. Изучение кернов в отличие от разрезов береговых обнажений дает достаточно приблизительное представление о характере залегания литологических слоев и практически не дает информации о текстурах изучаемых толщ.

Определение возраста отдельных частей пойм – пойменных генераций у рек имеющих продолжительную историю формирования относится к группе наиболее сложных фундаментальных проблем геоморфологии речных долин. Сложность решения данной проблемы заключается, во-первых, в высокой степени структурной (геосистемной) дифференциации пойменных террас и, во-вторых, в значительной доле участия в их морфолитогенезе биотического фактора, как правило, сглаживающего неровности рельефа и тем самым усложняющим сам процесс пространственно-временной идентификации его элементов. Активное участие органогенного накопления в развитии пойм подтверждает и иллюстрирует действие второго главного геоморфологического закона (расчленения – выравнивания), сформулированного Д.А. Тимофеевым (1972) – деятельность экзогенных процессов проявляется в борьбе диалектически противоречивых тенденций к вертикальному расчленению рельефа и к его выравниванию. Торфа, биогенные илы и почвы выступают в качестве основного компонента заполнителя неровностей первичного (аллювиального) рельефа пойм.

Периодично-циклическое развитие рельефа в целом и пойменного в частности предопределило существование двух основных подходов в формулировании принципов выделения временных рубежей, которые отечественные геоморфологи предлагают учитывать при установлении его абсолютного возраста. Первый подход основан на выявлении длительности *всего отрезка времени* активного формирования рельефа до достижения им современного

состояния (Тимофеев, Худяков, 1976; Философов, Филатов, 1976; Худяков, 1977). Второй базируется на положении о необходимости начала отсчета времени лишь с момента формирования рельефа (элементов рельефа) в его (их) современном виде, т.е. *с момента окончательной моделировки* экзогенными процессами (Ананьев, 1999; Башенина и др., 1962; Ганешин и др., 1970; Мещеряков, 1965). Применительно к определению возраста отдельных пойменных генераций первый подход учитывает «юный» возраст соответствующего пойменного массива с момента заложения минерального основания (аккумулятивного тела) элемента поймы, возвышающегося над меженным уровнем реки, а второй – только с образования относительно выровненной (*зрелой*) пойменной поверхности, в моделировке которой процессы заполнения старичных и межгрядных понижений наносами и органикой уже закончили свою активную фазу.

Поймы меандрирующих рек всегда состоят из разновозрастных сегментов, но один и тот же возраст в лучшем случае может иметь только *пойменная* фация аллювия, слагающая верхние горизонты разреза, а *русловой* и *старичный* аллювий у разных пойменных генераций может отличаться по своему возрасту на несколько тысячелетий (Симонов и др., 1999).

К настоящему моменту в распоряжении геоморфологов имеется довольно значительный объем информации об относительном и абсолютном возрасте речных пойм и пойменных генераций для целого ряда рек европейской части России. Подавляющее большинство полученных датировок исследователями было получено с помощью методов абсолютной геохронологии, меньшая часть с использованием палеонтологических и археологических данных.

Как правило, отбор проб из пойменной или старичной фаций на радиоуглеродное датирование проводится из подошвы органогенного слоя или из самой верхней части кровли нижележащего слоя минеральной толщи, имеющего включения органического материала. Обычно, органика бывает представлена частицами торфа, детрита, ила, реже древесины. Даты по старичной

фации, как правило, дают верхнюю («не позднее») оценку возраста палеоруслу. Если датированный образец располагается высоко над контактом русловой и старичной фаций, оценка возраста может оказаться весьма грубой (Чалов и др., 2004).

Значительно меньше сведений о возрасте пойменных генераций к настоящему моменту получено из русловой фации. Материалом для датирования чаще всего служили небольшие фрагменты древесины, случайно обнаруженные в аллювиальной толще (иногда отбор проб осуществлялся непосредственно из цельного ствола дерева, полностью подвергшегося захоронению в условиях формирования прибрежной отмели или уже низкой поймы).

Как показал анализ материалов, полученных в процессе работы с результатами радиоуглеродного датирования проб из пойменных отложений верхней Камы (анализы проводились в сертифицированных лабораториях Геологического института РАН г. Москвы, РГПУ им. А.И. Герцена и СПбГУ г. Санкт-Петербурга по стандартным методикам), неоднозначность оценки возраста пойменных генераций будет всегда присутствовать при применении «первого» и (или) «второго» подхода в оценке возраста рельефа – использования в качестве информативной толщи русловую и (или) пойменную (старичную) фацию. Следует отметить, что «ножницы» в значениях возраста увеличиваются в направлении от молодых (первая, вторая) к наиболее древним (пятая, шестая) пойменным генерациям. Так, на верхней Каме возраст *русловой* фации третьей пойменной генерации опорного участка «Бондюг» (придерживаясь принципов «первого» подхода, отвечающего за возраст собственно формы рельефа) составляет 4440 ± 70 л.н. (СПб-1000), что примерно на 2200 лет старше возраста этой же генерации, фиксируемой с использованием проб из *пойменной* фации в других точках этого же участка речной долины – 2230 ± 50 л.н. (ГИН-15220), 2207 ± 50 (СПб-1697). Для пятой генерации удревление русловой фации относительно пойменной составило также около 2200 лет (соответственно 6676 ± 80 (СПб-1005) и 4390 ± 40 (ГИН-15223), 4540 ± 40 (ГИН-15219)) (рис. 3.2).

Отсутствие в настоящее время общепринятого подхода в понимании степени геоморфологической завершенности при формировании пойменного новообразования, с достижением которой его можно идентифицировать как самостоятельную пойменную генерацию и, соответственно, устанавливать ее возраст, по-видимому, объясняет наличие довольно большого количества радиоуглеродных датировок, выходящих за пределы среднестатистических параметров возраста генераций и поэтому относимых исследователями часто к браку. По их устным сообщениям при отборе проб из пограничной зоны между отложениями старичной и русловой фаций от 30 до 60 % таких опробований не являлись кондиционными, поскольку результаты анализов не вписывались в уже сформировавшиеся у *них* представления о возрасте пойменных генераций.

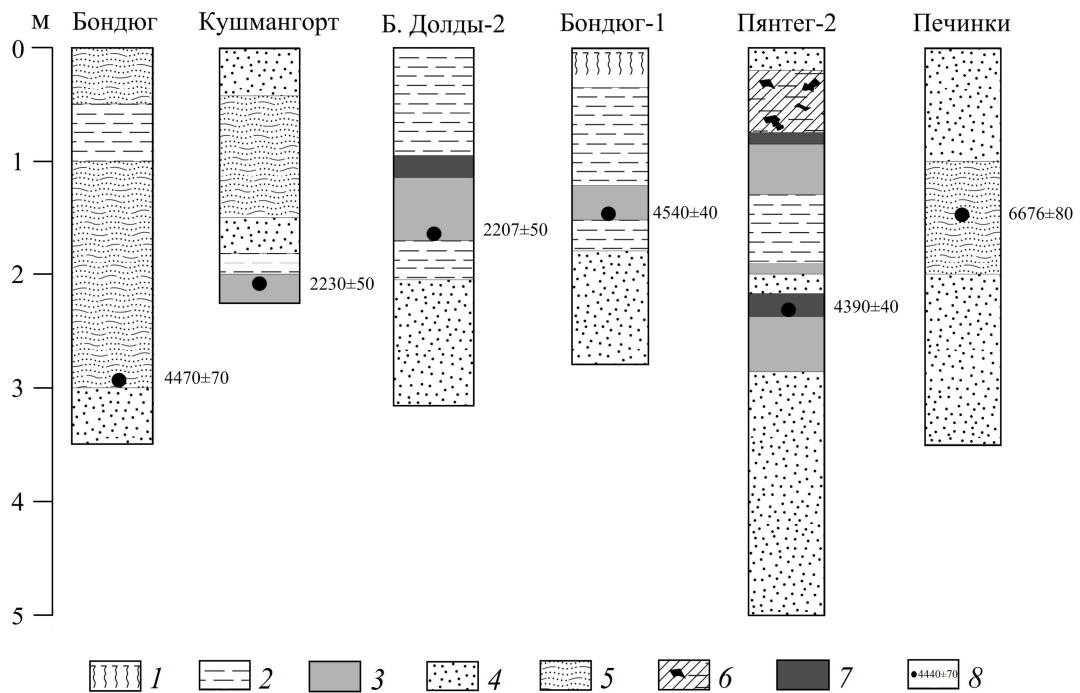


Рис. 3.2. Литологическое строение разрезов третьей и пятой пойменных генераций
Литологическое строение: 1 – почвенно-растительный слой, 2 – алеврит, 3 – алеврит оторфованный, 4 – песок, 5 – переслаивание песков и алевритов, 6 – растительный детрит, 7 – торф, 8 – местооположение отбора образца на радиоуглеродный анализ и калиброванная дата

Отбор проб на палеокарпологию и анализ образцов осуществлялся сотрудниками Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Екатеринбург). Удачный опыт применения данного метода ранее был реализован в исследованиях на Дедюхинском пойменном массиве (ниже устья р. Вишеры, окрестности г. Березники и д. Чашкино) (Чернов и др., 2014; Лычагина и др., 2015).

Как показала практика, процессы диагностирования и выделения пойменных генераций отличаются трудоемкостью, а в отдельных случаях неопределенностью в установлении их относительного возраста из-за естественных ограничений, свойственных дистанционным методам. К числу последних можно отнести как комплекс чисто технологических моментов (низкое качество и неудовлетворительный масштаб снимков, наличие облачности и др.), так и отсутствие материалов на отдельные участки речной долины.

С целью поиска дополнительных оснований и возможностей для объективного выделения пойменных генераций, исключающих сложности при осуществлении их картирования с помощью только дистанционных исследований, было проведено изучение морфолого-морфометрических характеристик рельефа пойменных генераций на ключевом участке камской поймы для их использования в качестве своего рода дополнительных маркеров – количественных индикаторов генераций определенного возраста.

В качестве морфометрических показателей, отражающих своеобразие рельефа геосистем той или иной генерации, использовались абсолютные и относительные отметки высот, соотношение между меженным уровнем р. Камы и урезом водной поверхности старичных озер, а также некоторые из характеристик палеоизлучин, стариц, грив и межгривных понижений («измерителей», по терминологии И.В. Попова (1961, 1965).

Наличие подобных «измерителей» в качестве геоморфологических критериев для выделения пойменных генераций на других участках камской долины, как нам представляется, сделает возможным осуществление контроля процесса их картографирования, проводимого с помощью дистанционных

методов и при необходимости с помощью морфометрического диагностирования производить необходимые пространственные и временные корректировки. Кроме того, подробная характеристика пойменных генераций может предоставить дополнительные возможности для реконструкции событий, определивших дифференциацию пойменных геосистем и морфолитогенез речной долины в целом.

Для выявления различий в контрастности рельефа пойменных генераций на всем протяжении участка исследований по единичным отметкам уреза р. Камы проведены расчеты высоты ее меженного уровня на момент создания и корректировки топографических карт масштаба 1:25000 (соответственно 1964 и 1982 гг.) с одновременной фиксацией отметок абсолютных высот (горизонталей) элементов пойменного рельефа, а также уровней водной поверхности старичных озер в пределах пойменных геосистем. Для повышения репрезентативности исходных данных при расчетах также были учтены материалы натурной привязки геолого-геоморфологических разрезов пойменных уступов, полученные в полевые сезоны. Для визуального отображения контрастности в рельефе пойменных генераций использовалась цифровая модель рельефа (ЦМР) (рис. 3.3). Для создания ЦМР применялась стандартная методика. Использовалась детальная информация о рельефе территории, полученная с топографических карт (Копытов, 2016б).

Анализ конфигурации и взаимного расположения глив позволил проследить пространственно-временную последовательность искривления палеоизлучин, выделить стадии их развития и оценить соотношение продольного и поперечного перемещения. Для расчета радиусов палеоизлучин на исследуемом участке камской долины использовались возможности полуавтоматического создания пространственных объектов в среде ArcGIS 10.2. С помощью инструмента «круг» на космоснимке размещался центр окружности. Затем указатель перемещался до тех пор, пока дуга вписываемой окружности не совпадала с очертаниями русла в привершинной части излучины. Линия от указателя до дуги окружности и являлась радиусом кривизны па-

леоизлучины. В атрибутивной базе данных значения радиусов кривизны увязывались с конкретными генерациями.

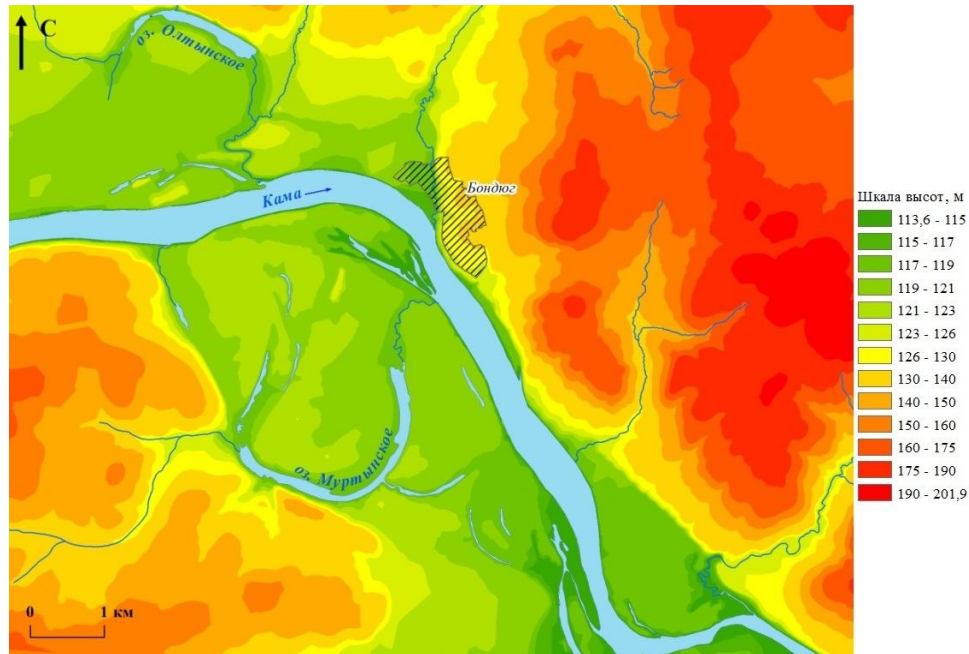


Рис. 3.3. Цифровая модель рельефа ключевого участка

Для полученного массива данных проведена проверка средних значений превышений элементов рельефа поймы над урезом р. Камы на статистическую однородность. Для оценки однородности использован простой из известных – непараметрический (не связан с необходимостью принятия для рассматриваемой выборки нормального закона распределения) критерий Уилкоксона (Ван дер Варден, 1960). Области применения данного способа изложены в книге А.В. Рождественского и А.И. Чеботарева (1974).

Критерий Уилкоксона отвечает задаче сравнения только двух выборок (рядов наблюдений). Этот прием часто понимают как критерий принадлежности двух выборок к одной и той же генеральной совокупности. Фактически этот критерий достаточно чувствителен по отношению к выборочным средним и почти не реагирует на изменение выборочных дисперсий. Поэтому данный критерий точнее распространять на оценку однородности выборочных средних.

Данный прием основан на подсчете инверсий. Теоретически доказано, что в однородных рядах, каждый из которых представлен выборкой объемом

не менее 10 членов, число инверсий распределено приблизительно по нормальному закону с математическим ожиданием $Mu = \frac{mn}{2}$ и дисперсией $Du = \frac{mn}{12}(m+n+1)$, где n и m – число членов первой и второй выборки (в нашем случае генераций). В качестве нулевой гипотезы принимается принадлежность выборочных средних к одной генеральной совокупности ($\bar{x} = \bar{y}$). Задавшись уровнем значимости $q = 0,1; 1,0; 5\%$, выделяется область больших по абсолютной величине отклонений, вероятность попадания в которую в случае, когда гипотеза однородности верна, в точности равна уровню значимости. В противном случае принимается альтернативная гипотеза неоднородности (в нашем случае принадлежности значений превышений к разным генеральным совокупностям – пойменным генерациям). Критическая область для нулевой гипотезы однородности будет область больших по абсолютной величине отклонений: $u \leq Mu - t_p \sigma_u$ и $u \geq Mu + t_p \sigma_u$, где $\sigma_u = \sqrt{Du}$, t_p – нормированное отклонение при принятом уровне значимости q . Для 1%-ного уровня значимости в работе А.К. Митропольского (1971) значения $t_p = 2,58$ при $p = 0,05$.

Данный прием по выявлению принадлежности выборок к одной генеральной совокупности при попарном сравнении параметров позволяет оценить значимость отличий между показателями относительных высот рельефа пойменных генераций.

Особое место и роль в вопросах о возрасте ландшафта, а также времени, с которого возникает их инвариантное начало, безусловно, занимают почвы. По мнению почвоведов и ландшафтоведов, почва является одним из важнейших индикаторов возраста геосистем вообще и пойменных геосистем в частности. Принято считать, что возраст разных типов пойм соответствует возрасту дневной почвы или при ее отсутствии максимально близок возрасту самой верхней из погребенных почв. Наличие сегодня множества примеров присутствия стратиграфически выдержанных уровней погребенных почв в

различных регионах Земли свидетельствует о крупных региональных прерывах в формировании пойменных геосистем, в которых по мере формирования *новой* почвы происходит естественное «омоложение» возраста данного природно-территориального комплекса (или его части) относительно возраста лежащей ниже погребенной почвы или при ее отсутствии возраста минеральной основы (первичного аккумулятивного тела) пойменной генерации.

Соответствие возраста пойм прерывисто-динамического развития возрасту дневной почвы или ее самому верхнему «этажу» в системе погребенных почв подтверждается уже установленными соотношениями скорости и продолжительности накопления аллювия (наилка) со скоростью и продолжительностью формирования почвы (Александровский, Гласко, 2014). Исследователями определено, что при относительно близких по своим значениям мощностей почвенных горизонтов и слоев аллювия (наилка) продолжительность формирования первых в разы превышает эти же показатели для вторых, а скорость, напротив, уменьшается практически на порядок.

Важную роль для наиболее точного оценивания продолжительности «строительства» пойм и/или определения времени начала отсчета, с которого следует исчислять их возраст, могут играть результаты расчетов влияния скорости накопления пойменного аллювия на формирование почв. По данным изучения погребенных почв и поверхностных разновозрастных почв в пойме Москвы-реки (Александровский, 2004; Александровский, Александровская, 2005) (табл. 3.2), типичные пойменные аллювиальные почвы – дерновые слоистые (кумулятивные) развиваются при умеренных скоростях осадконакопления – 3–10 см/век; а при скоростях 1–3 см/век – хорошо развитые дерновые и луговые почвы. При скорости более 25 см/век почвообразование не успевает прорабатывать аллювий; при скорости 10–25 см/век формируется аллювий поймы со слабовыраженными признаками педогенеза. Из этого следует вывод о том, что минимальная возможная скорость накопления аллювия без заметных признаков почвообразования составляет 10 см/век, а максимальная длительность накопления слоя аллювия мощностью, напри-

мер, 50 см не может быть более 500 лет. В случае формирования слоистого аллювия той же мощности, скорость накопления которого выше 25 см/век, предполагается, что интервалы времени седиментации могут быть еще короче – менее 200 лет (Александровский и др., 2001).

Учитывая представленные выше результаты исследований почвоведов о взаимосвязи интенсивности накопления аллювия с почвообразованием, правомерно сделать заключение о возможности и целесообразности использования почвы в качестве одного из основных природных компонентов в идентификации *структурных элементов* поймы (фаций, урочищ, подурочищ). В этом случае процесс выявления и типизации пойменных почв и седиментов будет являться ключевым методом для установления возраста пойменных геосистем.

Таблица 3.2

Влияние скорости накопления аллювия на формирование почв в поймах рек центральной части Русской равнины (по А.Л. Александровскому и Е.И. Александровской, 2005)

Скорость седиментации	Время, необходимое для формирования почвы (характерное время)	Почвы и седименты	Археология
> 25 см/100 лет		Аллювий	Случайные находки
10-25 см/100 лет		Седименты с признаками почвообразования	
3-10 см/100 лет	50-300 лет	Кумулятивные (синседиментационные) почвы – дерновые слоистые	Культурные слои кратковременных поселений
1-3 см/100 лет	300-1000 лет	Хорошо развитые дерновые и луговые почвы	Культурные слои долговременных поселений
< 1 см/100 лет	> 1000 лет	Нормальные (зональные) почвы – дерново-подзолистые и черноземные	

Выводы по главе 3

1. При изучении структуры, процессов эволюции (развития), динамики и функционирования природных комплексов основной упор делался на диагностирование и поиск «следов состояния» геосистем. К таковым относятся аллювиальные отложения, морфологические особенности первичного рельефа, растительность и погребенные почвы, которые являются свидетелями былых процессов и явлений. В отношении изучения русел и пойм рек, про-

цесс реконструкции облика долины в прошлые эпохи носит название палеоруслового анализа. Данная методика включала на подготовительном этапе анализ аэро- и космических снимков, топографических карт с последующим картографированием поймы. Верификация составленной карты осуществлялась во время полевого этапа с применением методов абсолютной геохронологии, описания литологии и вещественного состава аллювиальных отложений, фиксации особенностей растительности отдельных участков поймы, фотографирования. Во время камерального этапа в лабораториях производились радиоуглеродный анализ образцов органического материала из толщ разновозрастного аллювия, анализ ископаемой флоры (палеокарпологический) и обобщение результатов работы.

2. В связи с высокой степенью геосистемной дифференциации поймы определение возраста пойменных генераций является сложной фундаментальной проблемой. Периодично-циклическое развитие пойменного рельефа предопределило два подхода при установлении его абсолютного возраста (выявление длительности всего отрезка времени активного формирования рельефа до достижения им современного состояния и начала отсчета времени лишь с момента формирования рельефа в его современном виде).

3. Абсолютные и относительные отметки высот, соотношение меженных уровней р. Камы и урезов водной поверхности старичных озер, радиусы кривизны старичных озер и сухих староречий использованы при морфометрической характеристике пойменных генераций. Проверка на статистическую однородность значений превышений элементов поймы над урезом р. Камы была проведена с помощью непараметрического критерия Уилкоксона.

4. Особенности литологического строения разрезов пойменных генераций (расположение в них горизонтов почв, торфа, пойменного, старичного и руслового аллювия) и результаты радиоуглеродного анализа образцов из толщ аллювия позволило определить возраст пойменных геосистем – время возникновения их инвариантного начала.

4. ГЕОСИСТЕМНОЕ СТРОЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЙМЕННО-РУСЛОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ВЕРХНЕЙ КАМЫ

4.1. Типизация пойменно-русловых комплексов

Наибольшей неоднородностью ландшафтной структуры пойм вне зависимости от их принадлежности к той или иной природной зоне характеризуются поймы широкопойменных рек. Обычно эти поймы бывают представлены не одним каким-либо типом, а несколькими. Даже на относительно небольших по протяженности участках речной долины одновременно могут встречаться сегментно-гривистые, параллельно-гривистые, прямолинейно-гривистые, ложбинно-островные и некоторые другие типы, которые в свою очередь также могут включать в себя сразу несколько генераций – разновозрастных участков данных ПРК. Степень многообразия временных (событийных) явлений, проявившихся в их наборе, указывает на смены активности, а часто и направленности развития русловых процессов на всем протяжении истории формирования речных долин (Назаров и др., 2014; Назаров и др., 2016).

Динамика пойменных ПТК имеет свои ландшафтные тренды (Мамай, 2005), свойственные для пойменного режима, где можно выделить основные тенденции: усложнение пойменных ПТК от первичных молодых (эмбриональных) образований до сложно построенных береговых массивов поймы. Кроме того, динамические проявления зависят от морфологической структуры ПРК, которые в свою очередь определяются литологией пород слагающих пойму и характером деформаций русла. При рассмотрении классификационных единиц в ПРК определяющим фактором для выделения основных типов ПРК, отличных друг от друга своим морфологическим обликом, является геолого-геоморфологический, проявляющийся через противоэрозионную устойчивость горных пород, особенностей их залегания (Кораблева, Чернов, 2012). По этим особенностям и по морфологическому строению ПРК можно разделить на два типа: аккумулятивные и цокольные. Данное деление осно-

вано на классификации, разработанной и обоснованной А.В. Черновым и С.Л. Ефимовской (2010), в её основе заложены особенности русловых процессов и морфологического строения поймы.

Руководствуясь данными методиками проведения классификации ПРК на участке долины р. Камы от п. Гайны до устья р. Вишеры было выделено 2 типа ПРК. В дальнейшей классификации типы представлены 10 подтипами (рис. 4.1).

Цокольный тип ПРК (с односторонней поймой):

1 – ПРК относительно прямолинейного (широкопойменного) русла с сегментно-гривистой поймой;

2 – ПРК относительно прямолинейного (широкопойменного) русла с ложбинно-островной поймой;

3 – ПРК относительно-прямолинейного (адаптированного) русла с параллельно-гривистой поймой;

4 – ПРК разветвленного на рукава русла (широкопойменного) с ложбинно-островной поймой;

5 – ПРК разветвленного на рукава русла (адаптированного) с ложбинно-островной поймой;

6 – ПРК разветвленного на рукава русла (адаптированного) с сегментно-гривистой поймой;

7 – ПРК меандрирующего русла (адаптированного) с сегментно-гривистой поймой;

8 – ПРК меандрирующего русла (адаптированного) с параллельно-гривистой поймой;

9 – ПРК врезанного русла с прямолинейно-гривистой поймой.

Аккумулятивный тип ПРК (с двухсторонней поймой):

10 – ПРК относительно прямолинейного (широкопойменного) русла с сегментно-гривистой поймой;

11 – ПРК относительно прямолинейного (широкопойменного) русла с ложбинно-островной поймой;

12 – ПРК относительно-прямолинейного (адаптированного) русла с ложбинно-островной поймой;

13 – ПРК меандрирующего русла (широкопойменного) с сегментно-гвивистой поймой;

14 – ПРК разветвленного на рукава русла (широкопойменного) с ложбинно-островной поймой.

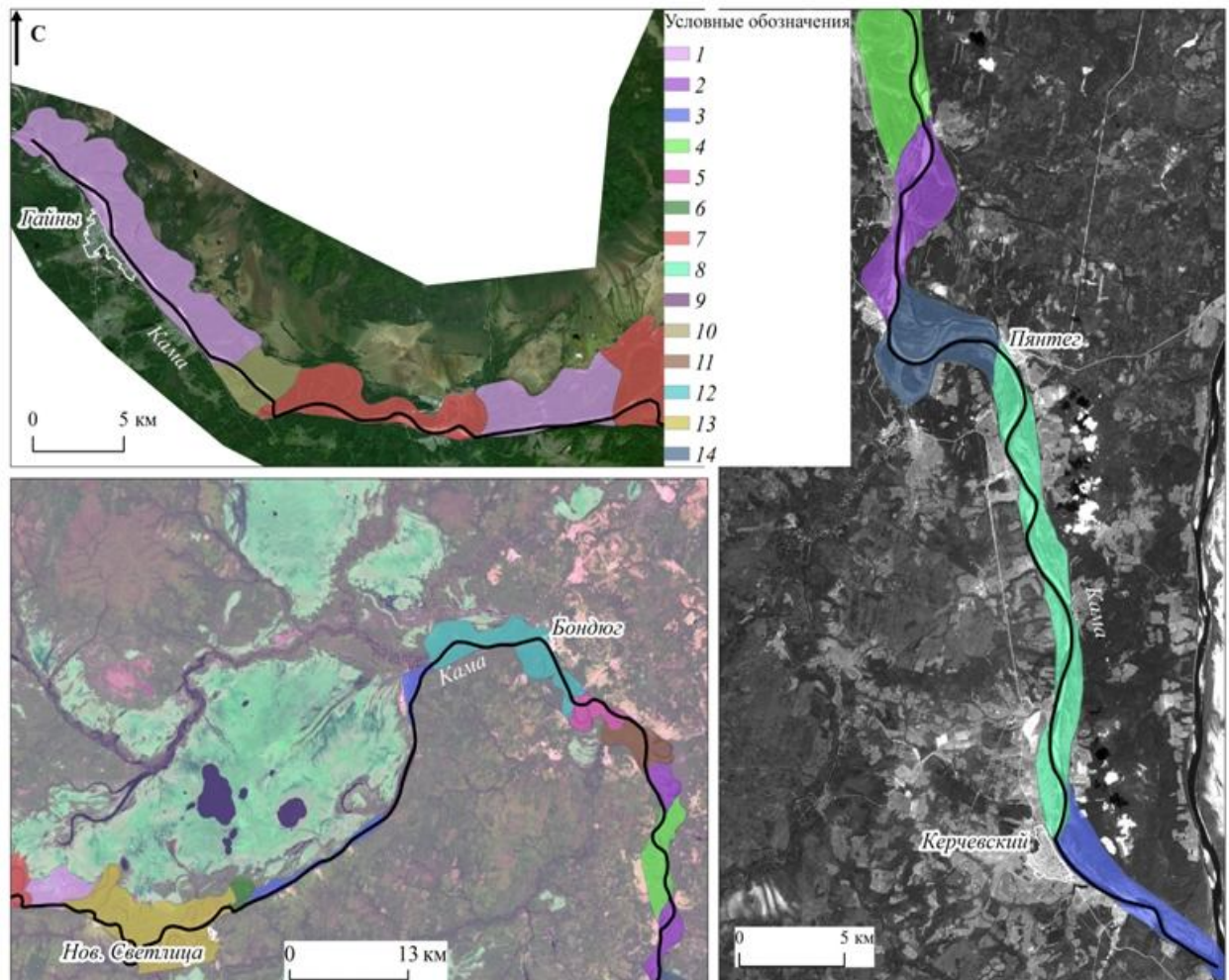


Рис. 4.1. Подтипы ПРК(условные обозначения в тексте)

В аккумулятивных ПРК пойма имеет нормальную или повышенную мощность собственного аллювия, здесь проявляется свободное развитие русловых деформаций. Легко размываемые породы, слагающие берега, не препятствуют горизонтальным русловым деформациям; водный поток в таких породах интенсивно размывает берега, аккумулирует твердый материал; русло приобретает извилистую форму. Активная миграция русел рек в условиях

свободного развития русловых деформаций обуславливает формирование широкой поймы, чаще всего по обе стороны русла. Пояса меандрирования или разветвления (пояса активных русловых деформаций по Н.Н. Назарову и А.В. Чернову (1997)) в данных условиях могут сами мигрировать по дну долины; это еще больше увеличивает ширину поймы, которая становится больше ширины пояса меандрирования. В условиях свободного развития русловых деформаций в широкопойменных долинах создаются все предпосылки для формирования полных ПРК, сформированных руслом и широкой поймой.

В *цокольных ПРК* выходы в бортах и днищах долин устойчивых к эрозии пород (пермских аргиллитов и алевролитов) приводят к ограничениям развития русловых деформаций, выражающимся в резком замедлении боковой эрозии. Устойчивость к разрушению и относительная неподвижность бортов долин обуславливает формирование односторонних пойм, вдоль по долине периодически выклинивающихся и продолжающихся на другом берегу. Очевидно, что в условиях ограниченного развития русловых деформаций образуются неполные ПРК.

4.2. Структурные особенности распространения пойменных генераций

В результате картографирования на ключевом участке с. Бондюг – устье р. Вишеры было выделено шесть разновозрастных генераций (Назаров и др., 2014) (рис. 4.2).

Самой высокой степенью разнообразия разновозрастных генераций на единицу площади речной долины отличается участок д. Исады – п. Ниж. Керчево. Узкая левобережная пойма здесь представлена последовательным (без перерывов) рядом генераций – от шестой (самой старшей) до первой (самой молодой). В результате продольного (сверху – вниз) перемещения в течение всего голоцена пологой вынужденной излучины сформировавшиеся здесь геосистемы располагаются под острым углом к ее склонам и руслу.

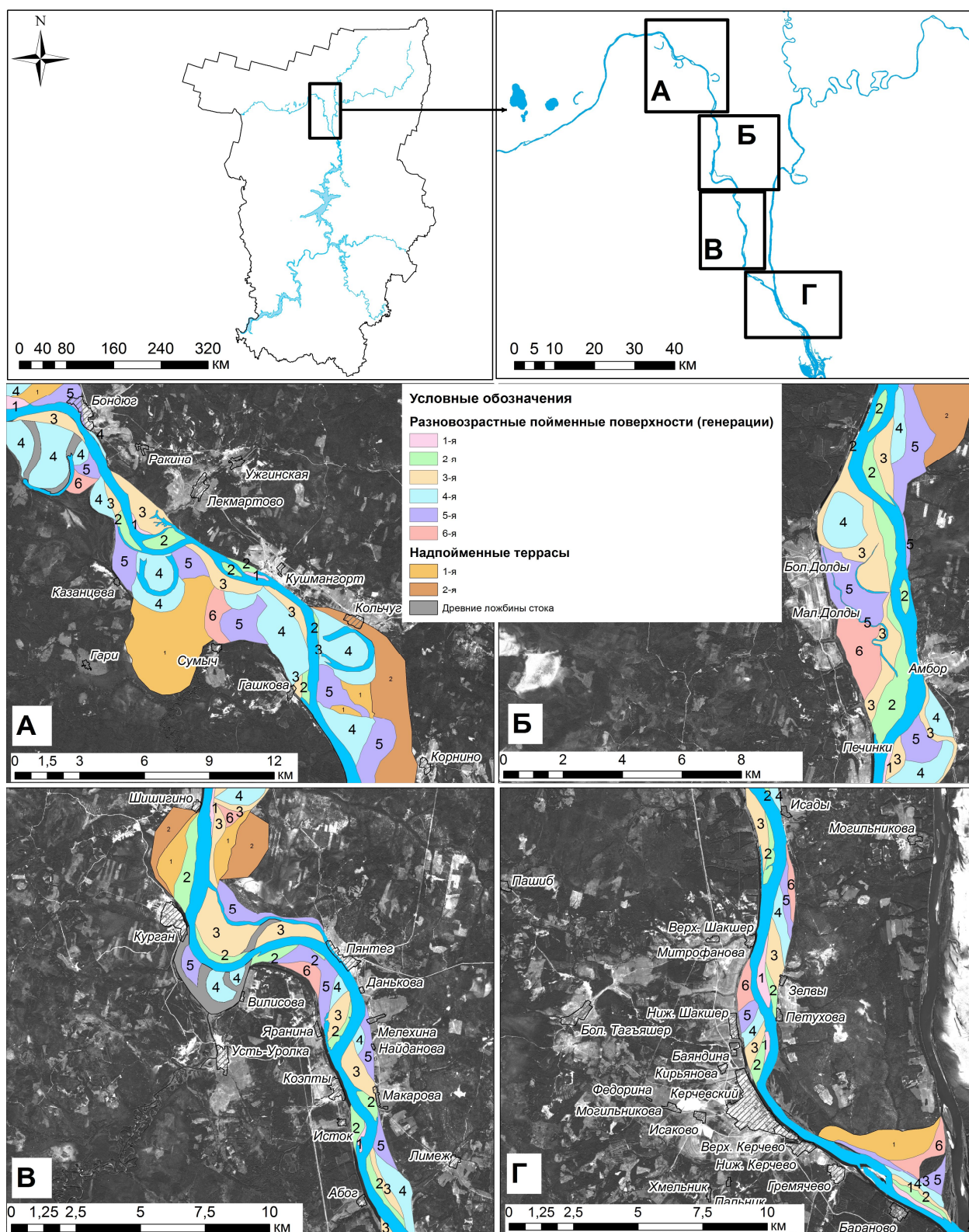


Рис. 4.2. Развитие разновозрастных пойменных генераций на верхней Каме (с. Бондюг – устье р. Вишеры)

Ограниченность пространства для поперечного смещения пологой излучины исключила возможность выпадения (исчезновения) отдельных генераций, что является характерным для расположенных выше по течению ши-

рокопойменных участков русла. В них свободное меандрирование в периоды формирования 3-5 генераций не только создавало основной фон структуры ПРК, но и «стирало» частично или полностью следы более старых генераций. На некоторых участках поймы здесь представлена всего 2-3 генерациями. Примечательной особенностью структуры ПРК в пределах широкопойменных участков является также хорошая сохранность старичных озер, которые в большинстве случаев находятся или в пределах четвертой сегментной генерации или ограничивают ее по периферии. Относительный возраст пойменной генерации определялся ее местом (номером) в ряду разновозрастных генераций – от самой молодой первой, до более древних – второй, третьей, четвертой и т.д. Расчет площадей разновозрастных пойменных генераций, осуществленный путем статистической обработки атрибутивных баз данных в среде ArcGIS 10.2 показал, что из шести разновозрастных генераций наибольшим распространением пользуется четвертая (28 %), а наименьшим – шестая (6%) (рис. 4.3).

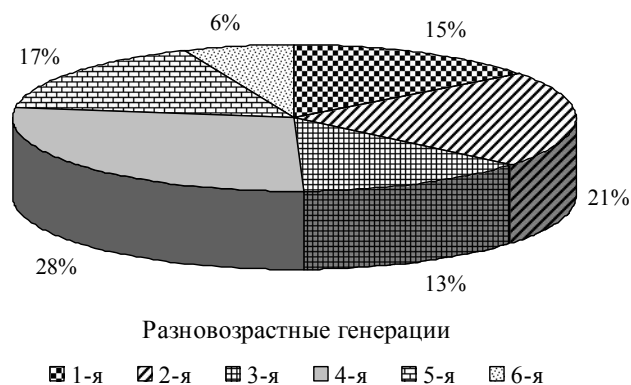


Рис. 4.3. Процентное распределение площадей разновозрастных пойменных генераций

4.3. Морфолого-морфометрические характеристики пойменных генераций

Особенности развития русловых и собственно пойменных процессов наложили свой отпечаток на «выразительность» рельефа, формируя уровенные поверхности пойменных генераций разной высоты с различной степенью горизонтальной расчлененности (Назаров, Копытов, 2015; Назаров и др.,

2015а). Сравнительный анализ высотных отметок элементов рельефа поймы показал, что наименьшими их средними значениями отличается первая генерация – самая молодая и всегда располагающаяся вдоль речного русла – 3,8 м. Для других геосистем эти показатели находятся в интервале 5,5–6,3 м, причем максимальные значения среди них характерны для четвертой и шестой (самая древняя из генераций). Примечательно, что наибольшие и наименьшие отметки поверхностей этих генераций не отличаются большими различиями и находятся в интервале 2,5 м – 7,8–10,3 и 1–3,5 м соответственно (табл. 4.1).

Показателем, характеризующим не только высотное положение элементов рельефа пойменных генераций, но и в определенной степени их литологический состав является превышение водной поверхности старичных водоемов над урезом Камы на данном участке реки (табл. 4.2). Минимальные средние значения показателя – 2,6 м зафиксированы у второй и пятой пойменных генераций. Максимальные средние значения – 5,3 м – у шестой пойменной генерации. Абсолютные максимумы также относятся к этой генерации – 6,3 и 7,2 м, что говорит о неслучайном характере повышенных значений показателя именно у самой древней генерации. Для третьей и четвертой пойменных генераций средние значения превышений водных поверхностей стариц над урезом Камы составляют 3,1 м, что является средней величиной среди всех генераций.

Замеры радиусов кривизны старичных озер и сухих староречий показали наличие неоднородности в их величинах между первой, второй и третьей–шестой генерациями (табл. 4.3). Различия в радиусах могут достигать 314–652 м. Для третьей и четвертой – они составляют около 85 м. Зафиксировано уменьшение значений этого показателя у четвертой относительно пятой почти на 50 м. Подобное соотношение величины радиусов современных и бывших речных излучин может говорить об изменениях гидрологических параметров р. Камы во времени без конкретизации характера и силы воздействия.

Таблица 4.1

Относительная высота (превышение) элементов рельефа поймы, м

	Генерации																	
	1			2			3			4			5			6		
	ABY	ABP	OBP	ABY	ABP	OBP	ABY	ABP	OBP	ABY	ABP	OBP	ABY	ABP	OBP	ABY	ABP	OBP
	114,5	119,5	5	114	119	5	114	118	4	114	121,5	7,5	114,5	118,5	4	113,9	122,7	8,8
	114,5	122,6	8,1	113	118,3	5,3	114	121	7	114	122,2	8,2	113,6	120	6,4	113	116,5	3,5
	114,5	119,5	5	113	118,6	5,6	114	119	5	114	123,3	9,3	114	115	1	111,3	117,6	6,3
	114,5	121,5	7	112	116,2	4,2	113,6	119,5	5,9	114	119,5	5,5	113	118,5	5,5	109,6	116	6,4
	113,6	115	1,4	111,6	118,6	7	113,6	117,6	4	113,9	118,5	4,6	113	120,2	7,2	109,6	118,2	8,6
	113	115	2	111	115,2	4,2	113,6	117,1	3,5	114,5	120,1	5,6	112	116,2	4,2	113,9	119,1	5,2
	110,7	115	4,3	111	116	5	113,6	116,8	3,2	114,5	123	8,5	112	117,7	5,7	111	115	4
	109	113	4	111	113	2	113,6	117,9	4,3	113,6	118	4,4	112	116,8	4,8	111	118,8	7,8
	108,8	110	1,2	110,4	114,7	4,3	113	118	5	113,6	115	1,4	111,6	119,6	8	111	119,5	8,5
	110,7	112,5	1,8	110,4	115,4	5	113	116	3	113	120,5	7,5	111,6	118,8	7,2	110,7	115	4,3
	113,6	116	2,4	110,4	115,2	4,8	113	117,6	4,6	113	120,8	7,8	111,3	117,2	5,9	109	115	6
				110,1	117	6,9	113	116	3	113	121,5	8,5	111,3	114,8	3,5			
				109,2	119,1	9,9	113	115,5	2,5	113	122,6	9,6	111	115,1	4,1			
				109,2	117,2	8	111,6	116,7	5,1	113	117,8	4,8	111	113,5	2,5			
				108,8	117,1	8,3	111,3	118,6	7,3	113	118	5	111	116	5			
				108,5	114,5	6	111,3	117,2	5,9	113	115,2	2,2	110,2	117,4	7,2			
				108,5	114,2	5,7	111	118,2	7,2	113	116	3	110,2	119,8	9,6			
				108,5	116	7,5	111	116,4	5,4	112	118,2	6,2	110,1	117,7	7,6			
				108,1	115,5	7,4	110,7	115,5	4,8	111,6	115,5	3,9	109,6	115,4	5,8			
				108,1	113,8	5,7	110,7	117,4	6,7	111,6	117,6	6	109,6	117,6	8			
				108,1	113	4,9	110,3	116,8	6,5	111,6	118,8	7,2	108,8	115,8	7			
							110,3	117,7	7,4	111	113,6	2,6	108,8	114	5,2			
							110,3	116,8	6,5	110,1	117,3	7,2	108,1	116,6	8,5			
							110,3	114,8	4,5	110,1	115,9	5,8						
							110,2	117,9	7,7	109,6	117,6	8						
							110,2	116	5,8	109,2	119,5	10,3						
							109,6	117,3	7,7	108,5	115,5	7						
							109,2	116,1	6,9	109	118,8	9,8						
							109,2	115,8	6,6									
							108,5	116,3	7,8									
Среднее значение	112,5	116,3	3,8	110,2	116,1	5,8	111,7	117,2	5,5	112,3	118,6	6,3	111,2	117,1	5,8	111,3	117,6	6,3
max	114,5	122,6	8,1	114	119,1	9,9	114	121	7,8	114,5	123,3	10,3	114,5	120,2	9,6	113,9	122,7	8,8
min	108,8	110	1,2	108,1	113	2	108,5	114,8	2,5	108,5	113,6	1,4	108,1	113,5	1	109	115	3,5

ABY – абсолютная. высота уреза р. Камы, м; ABP – абсолютная высота элемента рельефа поймы, м; OBP – относительная высота элемента рельефа поймы, м

Таблица 4.2

Соотношение высот меженных уровней р. Камы, урезов староречий и пойменных водоемов в пределах генераций, м

Пойменная генерация	Высота уреза воды в р. Камы в пределах участка пойменной генерации, м	Высота уреза воды в старицах в пределах участка пойменной генерации, м	Превышение, м
1	114,5	117,7	3,2
2	111,0	114,0	3,0
	111,6	113,8	2,2
	111,0	113,5	2,5
Среднее значение	111,2	113,8	2,6
3	113,0	113,1	0,1
	111,6	116,0	4,4
	111,0	113,5	2,5
	110,7	112,0	1,3
	110,7	112,4	1,7
	110,7	112,3	1,6
	110,3	114,1	3,8
	110,1	114,3	4,2
	110,1	114,5	4,4
	109,2	114,4	5,2
	108,6	113,2	4,6
	108,6	112,4	3,8
Среднее значение	110,4	113,5	3,1
4	114,5	117,2	2,7
	114,5	116,5	2,0
	114,5	117,2	2,7
	114,5	119,2	4,7
	114,5	117,8	3,3
	114,5	119,0	4,5
	114,5	119,5	5,0
	113,6	115,5	1,9
	113,6	115,9	2,3
	113,1	117,0	3,9
	113,1	116,5	3,4
	113,1	114,8	1,7
	113,1	114,5	1,4
	113,1	114,6	1,5
	110,1	112,4	2,3
	109,0	116,0	7,0
Среднее значение	113,3	116,5	3,1
5	113,9	117,3	3,4
	113,6	115,8	2,2
	113,6	114,0	0,4
	113,1	117,0	3,9
	111,3	114,5	3,2
	111,3	112,6	1,3
	111,3	113,5	2,2
	110,7	112,0	1,3
	109,6	114,5	4,9
	109,6	112,9	3,3
	108,8	111,8	3,0
Среднее значение	111,5	114,2	2,6
6	113,9	116,4	2,5
	111,0	117,3	6,3
	108,1	115,3	7,2
Среднее значение	111,0	116,3	5,3

Радиусы кривизны старичных озер и сухих староречий, м

Радиус кривизны излучин, м	Пойменные генерации					
	1	2	3	4	5	6
	580,22	1261,01	957,16	1119,86	1338,35	990,98
	738,92	811,34	443,16	1145,41	479,14	1118,88
	475,28	594,69	1028,45	752,02	717,58	986,39
	930,26	873,85	880,5	1020,45	739,57	527,05
	847,68	1395,08	661,4	481,62	540,2	402,65
	2775,9	2238,37	1148,27	630,54	338,62	
	1872,9	1405,2	713,13	787,56	923,55	
		2028,9	863,9	322,44	1193,12	
		2791,1		895,91	940,48	
				829		
				660,44		
				811,58		
				498,83		
				575,13		
Среднее значение	1174,5	1488,84	837	752,2	801,18	805,19
Наибольшее значение	2775,9	2791,1	1148,27	1145,41	1338,35	1118,88
Наименьшее значение	475,28	594,69	443,16	322,44	338,62	402,65

Таким образом, изучение морфометрических показателей пойменных генераций позволило выявить их некоторые индивидуальные признаки, по которым может быть установлен, а при необходимости и скорректирован их «номер» – относительный возраст в структуре пойменных геосистем верхней Камы. Наиболее устойчивые признаки геоморфологической индивидуальности (отличимости) присутствуют у первой, второй, третьей и шестой генераций. Признаки, допускающие принадлежность элементарной геосистемы к нескольким (чаще двум) присутствуют у всех пойменных генераций.

Самостоятельное значение среди результатов морфометрического анализа пойменных геосистем имеют данные по сопоставлению средних значений «измерителей» между соседними рангами пойменных генераций. Появляется возможность в первом приближении установить относительные масштабы природных (вероятнее всего гидро-климатических) возмущений, послуживших толчком для «корректировки» темпов (направленности?) формирования поймы на всем протяжении голоцена.

Выявление значимости различий между относительными высотами элементов рельефа пойменных генераций с помощью непараметрического критерия Уилкоксона выявил следующую картину. Для начала, выборки (значения параметров) были проверены на однородность в рамках одной генеральной совокупности (принадлежности к одной пойменной генерации). Для этого ряды значений ОВР были разделены на две выборки (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Оценка однородности рядов относительных высот элементов поймы в пределах одной генерации

Пойменная генерация	Число членов выборки		Число инверсий	Доверительный интервал при 1% уровня значимости
	I	II		
1	5	6	24	0,8 – 29,2
2	10	11	100	18,4 – 91,6
3	15	15	201	50,3 – 174,7
4	14	14	129	41,8 – 154,2
5	12	11	89	24,2 – 107,8
6	5	6	18	0,8 – 29,2

Проверочный расчет показал, что практически для всех рядов (кроме 2 и 3 генераций) значения инверсий лежат в границах области допустимых значений, поэтому гипотеза неоднородности с принятой вероятностью (1%) отвергается и принимается гипотеза однородности рядов показателя ОВР.

Результаты расчетов для второй и третьей генераций можно объяснить относительной молодостью этих участков поймы. Поверхность представлена чередованием грив и межгривных понижений, неслучайно для 2 генерации характерен максимум перепадов высот – 9,9 м. Причиной такого большого разброса высот может быть особенность переформирования пойменного массива путем его перемещения вниз по течению реки. Ссылаясь на слова Н.Н. Жуковского, называвшего пойменные массивы «побочными высокого уровня», Н.И. Маккавеев (1955) отмечал, что в каждом из таких массивов в верхней части преобладает размыв береговой линии, а в низовой – наращивание берега.

Тем не менее средняя величина находится на уровне всех генераций. В данной ситуации велик риск попадания в выборки так называемых «латентных» (пограничных) значений высотных отметок. В качестве таковой была исключе-

на максимальная отметка второй генерации. После пересчета число инверсий составило 83, а доверительный интервал 15,9 – 84,1. Для третьей генерации удаление пограничных отметок результата не принесло в связи с очень большой разнородностью и разнообразием ее поверхности.

Как уже отмечалось в главе 3, древние участки поймы имеют более выровненный характер рельефа, по сравнению с молодыми. В связи с этим статистически выявить принадлежность высотных отметок к разным генерациям (генеральным совокупностям) не представилось возможным. Исключение составили первая и четвертая генерации. Число инверсий составило 239, а доверительный интервал 71,4 – 236,6. Значение $u=239$ лежит в критической зоне, поэтому выборочные средние относительных высот пойменных генераций относятся к различным генеральным совокупностям. Это подтверждают и различия в превышениях урезов стариц над меженным уровнем Камы и радиусы кривизны, соответственно 3,2 м против 7 м и 1174,5 м против 752,2 м. Эти различия хорошо маркируют события, повлиявшие на морфогенез поймы и практически полностью изменившее ход развития русловых процессов на исследуемом участке поймы Камы.

4.4. Литологическое строение аллювиальных отложений пойменных генераций

Всего было исследовано 34 разреза (на ключевом участке с. Бондюг – устье Вишеры – 22) (рис. 4.4), причем более 90% из них приходятся на вторую, третью, четвертую и пятую генерации, так как первая (самая молодая) и шестая (наиболее древняя) имеют наименьшее распространение на изучаемом участке. Средняя высота разрезов увеличивается от 2,2 м (первая генерация) до 5 м (пятая и шестая генерации). Характерно, что морфометрически поверхности пойм данных генераций различаются схожим образом. Превышения высотных отметок рельефа поймы над меженным уровнем колеблются от 3,8 м (для первой генерации) до 6,3 м (для шестой генерации).

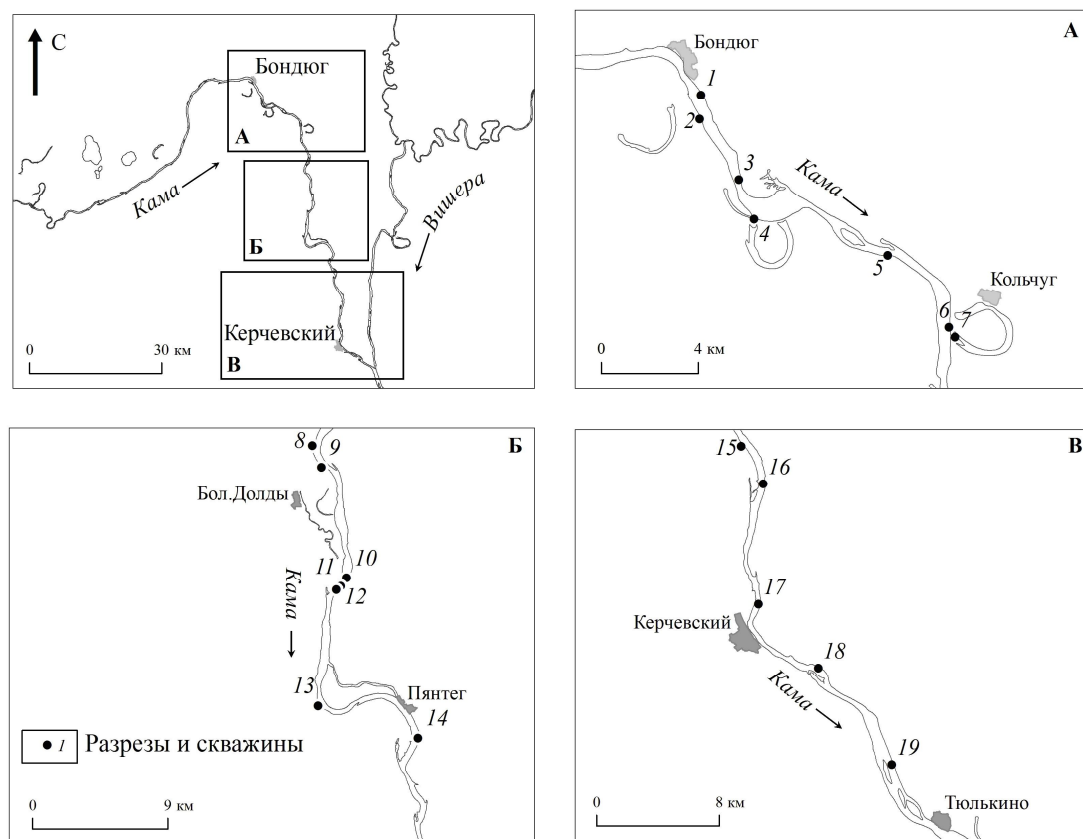


Рис. 4.4. Расположение изученных разрезов и скважин

Разрезы и скважины: 1 – Бондюг, 2 – Бондюг-1, 3 – Верх. Лекмартово, 4 – Перерва, 5 – Кушмангорт, 6 – Кольчуг-1, 7 – Кольчуг-2, Кольчуг-3; 8 – Б. Долды, 9 – Б. Долды-1, Б. Долды-2, 10, 11 – Печинки, 12 – Амбор, 13 – Курган, 14 – Пянтег, Мелехина, 15 – Абог, 16 – Шакшер, 17 – Керчевский, 18 – Устье Вишеры, 19 – Тюлькино

Анализ слоистости пойменных отложений в обнажениях береговых уступов и кернах выявил ряд особенностей расположения и концентрации в разрезе русловой фации, а также мощности наилка, старичных илов (алевроитов) и торфов. Литологическое строение разрезов пойменных отложений в местах вскрытия рекой бывших стариц и ложбин характеризуется оторфованностью. Верхние слои пойменных отложений сложены современным наилком и наилком предыдущих лет – четко различимыми слоями песка разных оттенков желтого цвета. Наиболее крупные фракции наилка аккумулируются в прирусловой зоне, а самые мелкие – в притеррасной. Далее представлены наиболее репрезентативные разрезы.

Разрез Бондюг-1 (60°27'58,80" с.ш., 55°56'36,90" в.д.) располагается на правом берегу в 2,2 км от п. Бондюг ниже по течению р. Камы. Зачистка высотой 2,79 м начинается от уреза воды (рис. 4.5):

1. 0-0,35. Почвенно-растительный слой
2. 0,35-0,50. Алеврит тяжелый, с включением корней растений и ярко-желтого песка. Слабая горизонтальная слоистость
3. 0,50-0,92. Алеврит тяжелый, серый, с пятнами ожелезнения. Слабая горизонтальная слоистость. Нижняя граница ровная, но нечеткая с прослоями почти неразложившейся древесины.
4. 0,92-1,22. Алеврит тяжелый, серо-желтый (палевый), плотный, с линзами полуразложившихся сучьев, ожелезнение к низу сокращается, признаки слабой оглеености. Ниже горизонт становится более сизоватым.
5. 1,22-1,52. Переслаивание алевритов тяжелых, влажных, серо-сизых, с прослоями органики, иногда с включением торфа. Нижняя граница очень ровная, наклоненная.

Ниже алеврита черного и палево-черного с отдельными линзами органики. Ниже алеврита темного, оторфованного, нижняя граница четкая. **4540±40 ГИН-15219**

6. 1,52-1,79. Алеврит влажный, вязкий, светло-серый, однородный, нижняя граница ровная, с отдельными линзами песка: мелкозернистого (мощность 10 см), границы ровные четкие, ниже – переслаивание горизонтальных слоев песка и алеврита.
7. 1,79-2,79. Песок со слабой кривой слоистостью – русловая фация аллювия.

Разрез Кушмангорт (60°24'59,40" с.ш., 56°05'06,40" в.д.) располагается на правом берегу р. Камы напротив п. Кушмангорт. Зачистка высотой 2,25 м начинается от уреза воды. В подножии берегового уступа лежат алевриты мягкие, сизо-бурые. По соседству с разрезом большое количество древесных остатков (деревья диаметром 30 см) (рис. 4.6):

1. 0-0,10. Свежеотложенный наилот.

2. 0-0,23. Наилот прошлых лет: песок слежавшийся, желтый.
3. 0,23-0,43. Переслаивание песка тонкозернистого, свежотложенного и ожелезненного с линзами ожелезненной супеси (мощностью 1-1,5 см) с включениями корней растений.
4. 0,43-0,53. Алеврит средний, темно-коричневый. Наблюдается горизонтальная микрослоистость. Нижняя граница ровная, четкая.
5. 0,53-0,65. Песок желтый с горизонтальной микрослоистостью, хорошо отмытый. Нижняя граница неровная, постепенный переход к следующему слою.
6. 0,65-0,90. Алеврит средний, темно-коричневый, влажный, с горизонтальной слоистостью, слабо оторфованный, нижняя граница ровная, не четкая.
7. 0,90-1,05. Переслаивание горизонтальных слоев песка тонкозернистого, темно-желтого и алеврита легкого, серо-коричневого, влажного. Мощности микрослоев по 1 см.
8. 1,05-1,50. Переслаивание песков тонкозернистых, очень плохо отмытых (мощностью 1,5 см) и алеврита легкого (мощностью 0,5 см). К низу слоя цвет становится сизым, что свидетельствует о начале оглеености.
9. 1,50-1,81. Песок, увеличивается количество алеврита
10. 1,81-1,87. Алеврит темно-бурый с органикой, включения древесного аллювия
11. 1,87-2,00. Алеврит оглеенный со сниженным содержанием органики.
12. 2,00-2,25. Чередование алеврита и древесного аллювия, с включением сучьев, шишек – максимальное количество органики. **2230±50 ГИН-15220**

Разрез Б. Долды-2 (60°17'45,20" с.ш., 56°09'03,90" в.д.) располагается на правом берегу р. Камы напротив д. Большие Долды. Зачистка высотой 3,15 м начинается на высоте 1,10 м от меженного уровня 27.07.2014 г. (кровля руслового аллювия) (рис. 4.7):

1. 0-0,10. Алеврит ржаво-рыжий, сильножелезненный, пятнистый, структурный, с корнями растений – почвенно-растительный слой.

2. 0,10-0,70. Алеврит рыже-желтый, пятнистый, наблюдается горизонтальная слоистость, к нижней границе горизонт темнеет и становится желто-серым.

3. 0,70-0,95. Алеврит средней влажности, сизый, в верхней части – ожелезнение.

4. 0,95-1,15. Торф темно-серый, с остатками листьев, горизонтально-слоистый.

5. 1,15-1,70. Оторфованный алеврит, горизонтально-слоистый. **2207±50 СП6-1697**

6. 1,70-1,85. Алеврит плотный, сначала темный, затем сизый, ожелезненный.

7. 1,85-2,05. Алеврит сизый, с пятнами ожелезнения, нижняя граница ровная, четкая.

8. 2,05-3,15. Песок мелкозернистый, хорошо отмытый, светло-желтый – русловая фация.

Разрез Амбор-1 (60°13'45,70" с.ш., 56°11'00,70" в.д.) располагается на левом берегу в 1,3 км от д. Амбор ниже по течению р. Камы. Зачистка высотой 4 м начинается от уреза воды (рис. 4.8):

1. 0-0,15. Свежеотложенный наилот – сухой рассыпчатый песок.

2. 0,15-0,65. Супесь очень рыхлая, пронизанная корнями растений, в нижней границе ниша (из нее высыпается песок).

3. 0,65-0,95. Переслаивание суглинка легкого, темно-коричневого и песка тонко-зернистого, желтого, ожелезненного, хорошо отмытого.

4. 0,95-1,10. Песок свежеотложенный, хорошо отмытый.

5. 1,10-1,30. Переслаивание линз песка желтого, тонкозернистого, плохо отмытого.

6. 1,30-1,50. Переслаивание алеврита буро-рыжего ожелезненного.

7. 1,50-2,25. Торф горизонтально-слоистый с изменением цвета от темно-серого до темно-коричневого. С включением веток, листьев. **1370±40 ГИН-15221**

8. 2,25-2,35. Оторфованный алевроит, почти черный, мокрый, к низу переходит в палевый, нижняя граница ровная, четкая.

9. 2,35-2,50. Алевроит темно-палевый с признаками оторфования, но без признаков самого торфа, нижняя граница не ровная.

10. 2,50-2,70. Алевроит опесчаненный, сильно увлажненный, светло-сизый.

11. 2,70-4,00. Переслаивание опесчаненного алевроита и тонкозернистого песка плохо отмытого, обе разности имеют ярко сизый цвет.

Разрез Амбор-2 (60°13'19,60" с.ш., 56°10'15,40" в.д.) располагается на левом берегу в 1,3 км от д. Амбор ниже по течению р. Камы. Зачистка высотой 2,1 м начинается от уреза воды (рис. 4.9):

1. 0-0,20. Свежеотложенный наиллок.
2. 0,20-0,70. Песок рыхлый, пронизанный корнями растений.
3. 0,70-1,00. Алевроит средний, серо-желтый, с пятнами ожелезнения.
4. 1,00-1,25. Алевроит средний, оглеенный, сизый.
5. 1,25-1,40. Оторфованный алевроит средний, темно-серый.
6. 1,40-1,70. Торф плохо разложившийся. **1020±30 ГИН-15226**
7. 1,70-2,10. Оторфованный алевроит от темно-сизого до черного.
8. 2,10-урез воды. Песок – русловая фация аллювия.

Разрез Курган (60°08'59,60" с.ш., 56°09'23,10" в.д.) располагается на правом берегу в 1,4 км от с. Курган ниже по течению р. Камы. Зачистка высотой 2,2 м начинается от уреза воды (рис. 4.10):

1. 0-0,13. Свежеотложенный наиллок – песок тонкозернистый.
2. 0,13-0,18. Наиллок предыдущих лет – песок желтый, плотный, тонкозернистый.
3. 0,18-0,30. Супесь с ожелезнением.
4. 0,30-0,42. Линза плохо отмытого песка с сильнонаклоненной нижней границей, с пятнами супеси, светло-коричневой и светло-желтой.
5. 0,42-0,80. Песок плохо отмытый, тонко-зернистый в перемешку с супесью желтосветлокоричневой, с пятнами ожелезнения, с угольками. Нижняя граница четкая.

6. 0,80-1,25. Алеврит средний, темно-сизый, структурный, с признаками оторфованности, нижний слой насыщен древесным аллювием.

7. 1,25-1,65. Алеврит серый без торфа, однородный.

8. 1,65-1,82. Алеврит темно-серый, верхняя и нижняя границы четкие, на глубине 1,70 и 1,80-1,82 горизонты оторфованного алеврита.

9. 1,82-1,93. Песок мелкозернистый, светло-серый хорошо отмытый, с линзами супеси, нижняя граница четкая.

10. 1,93-1,98. Алеврит темный, с линзами торфа, нижняя граница ровная, четкая. **960±50 ГИН-15222**

11. 1,98-2,07. Песок серый, мелкозернистый, хорошо отмытый.

12. 2,07-2,10. Торф в виде линзы.

13. 2,10-2,23. Песок среднезернистый, горизонтально-слоистый – русловая фация аллювия.

Разрез Пянтег (60°08'03,10" с.ш., 56°16'15,60" в.д.) располагается на левом берегу в 1 км от с. Пянтег ниже по течению р. Камы. Зачистка высотой 5 м начинается от уреза воды (рис. 4.11):

1. 0-0,10. Наилот последних лет – переслаивание хорошо слоистых песков разных оттенков желтого цвета с корнями растений, нижняя граница ровная, четкая

2. 0,10-0,20. Супесь серая, очень плотная, сухая, горизонтально слоистая, нижняя граница неровная, но четкая

3. 0,20-0,75. Растительный детрит (древесные остатки)

4. 0,75-0,85. Торф сухой, темно-коричневый, слабо разложившийся

5. 0,85-0,88. Оторфованная супесь, желто-палевая, границы четкие

6. 0,88-1,30. Оторфованный алеврит, с хорошей комковато-зернистой структурой. К низу структура ухудшается – уплотняется. Возможно, погребенный почвенный горизонт (отличительный признак 5(6) генераций. Вся толща с крупными пустотами. Возраст – приблизительно поздний атлантик, суббореал.

7. 1,30-1,65. Алеврит коричневый, очень плотный, сухой, с линзами песка и углей, растрескавшийся (возможно горизонт В).

8. 1,65-1,90. Алеврит сизый

9. 1,90-2,00. Оторфованный алеврит, средний, влажный, с органикой, нижняя граница очень неровная, четкая.

10. 2,00-2,08. Песок, очень плохо отмытый, палевого цвета с желтыми оттенками, влажный.

11. 2,08-2,17. Супесь серая, горизонтально слоистая, серо-сизая, нижняя граница ровная, четкая.

12. 2,17-2,37. Торф, наклонен в северном направлении, так как залегает на северном склоне прикорневой ложбины пойменной генерации. Мощность – 20 см. Далее торф, черный, хорошо разложившийся, нижняя граница неровная, нечеткая. **4390±40 ГИН-15223**

13. 2,37-2,43. Переходный слой, чередование слоев торфа, песка мелко-, среднезернистого, ярко-желтого, хорошо отмытого и песка тонкозернистого, темно-сизого, плохо отмытого, весь слой имеет линзовидный характер.

14. 2,43-2,86. Продолжение переходного слоя, но с явным преобладанием песка, тонкозернистого, очень плохо отмытого, в нижних горизонтах мелко-, среднезернистого, встречаются линзы оторфованного алеврита, мощностью 1-2 см, черного, влажного.

15. 2,86-3,04. Песок плотный, мелко-, среднезернистый, плохо отмытый, темно-желтый, с линзами супеси.

16. 3,04-5,00. Песок светло-желтый, хорошо отмытый, среднезернистый – русловая фация аллювия.

Разрез Шакшер (60°02'12,90" с.ш., 56°18'43,30" в.д.) располагается на левом берегу в 1,6 км от д. Исады ниже по течению р. Камы. Зачистка высотой 2,6 м начинается от уреза воды и представляет собой нижнюю часть пойменной ложбины 6 генерации (рис. 4.12):

1. 0-1,00. Недавно захороненные древесные остатки.

2. 1,00-1,20. Плохо разложившиеся остатки – растительный детрит. Слоистость горизонтальная.

3. 1,20-1,40. Переходный горизонт от детрита к торфу – оторфованный алевроит очень влажный, с древесными остатками.

4. 1,40-1,90. Сильно оторфованный алевроит, пятнистый, с темными линзами, насыщенными органикой (мощностью 1-2 см) и разделенными более крупными линзами только уже алевроита, темно-желтого болотного цвета. Нижняя граница неровная, четкая. **3009±80 СПб-1698**

5. 1,90-2,00. Переходный горизонт. Количество темных линз сокращается, желтые оторфованные алевроиты переходят в светло-палевые.

6. 2,00-2,60. Алевроит палевый, практически неоторфованный, с отдельными растительными остатками, неоднородный, достигая уреза сменяется песками или глинами русловой фацией аллювия.

Разрез Керчевский (59°57'57,80" с.ш., 56°18'29,70" в.д.) располагается на левом берегу в 1,2 км от с. Керчевский выше по течению. Зачистка уступа 6 пойменной генерации высотой 4,25 м начинается от уреза воды (рис. 4.13):

1. 0-0,75. Плохо разложившиеся остатки вперемешку с органическим материалом, цвет коричневый, иногда серый, нижняя граница ровная, четкая.

2. 0,75-1,40. Торф слаборазложившийся, коричневый, рыхлый, влажный.

3. 1,40-2,00. Торф плотный с редкими остатками древесины, темно-коричневый.

4. 2,00-2,40. Торф очень плотный, слоистый, коричневый слой (мощностью 10-15 см) перемежается с серым (мощностью 5-10 см). **8750±40 ГИН-15224**

5. 2,40-2,95. Алевроит серо-сизый, однородный, без органики.

6. 2,95-4,25. Песок желтый, сначала хорошо, затем плохо отмытый, мелкозернистый – русловая фация аллювия.

Разрез Устье Вишеры (59°55'42,80" с.ш., 56°22'43,70" в.д.) располагается на левом берегу в 1 км напротив д. Гремячево. Зачистка уступа 5 пойменной генерации высотой 2,08 м начинается от уреза воды (рис. 4.14):

1. 0-0,20. Дернина, переплетение корней осоки.

2. 0,20-0,45. Супесь желто-рыжая, с подтеками ожелезнения, слоистость горизонтальная, граница ровная, четкая.

3. 0,45-0,57. Алеврит легкий, пятнистый (ожелезнение), с органическими остатками.

4. 0,57-0,68. Алеврит легкий, сизый, однородный.

5. 0,68-1,38. Алеврит оторфованный, темно-серый, сухой.

6. 1,38-1,48. Алеврит оторфованный, очень темный, влажный. **4316±100 СП6-1700**

7. 1,48-1,88. Горизонтальное переслаивание алевритов тяжелых, разноцветных, светло-серых, темных, оторфованных, светло-желтых.

8. 1,88-2,08. Алеврит средний, однородный, сизый.

Разрез Тюлькино (59°52'21,90" с.ш., 56°27'55,60" в.д.) располагается на левом берегу в 2,5 км от с. Тюлькино выше по течению. Зачистка уступа 5 пойменной генерации высотой 2,9 м начинается от уреза воды (рис. 4.15):

1. 0-0,25. Алеврит сухой, опесчаненный – современная пойменная фация (современный пойменный наилок лежит выше, в разрезе не выходит), граница неровная, четкая.

2. 0,25-0,45. Алеврит средний, очень плотный, с корнями, темно-коричневый.

3. 0,45-0,60. Торф коричневый, плотный, не до конца разложившийся, нижняя граница неровная, четкая.

4. 0,60-1,35. Горизонтальное напластование торфа: переслаивание коричневого, темно-коричневого и черного, с остатками органики и торфа хорошо разложившегося.

5. 1,35-1,50. Постепенный переход от торфа к подстилающему алевриту, горизонты светлеют, древесных остатков становится меньше, нижняя граница неровная, постепенная. **3770±40 ГИН-15225**

6. 1,50-1,80. Алеврит сизый с признаками ожелезнения, однородный, с отдельными включениями древесных остатков. **4341±80 СП6-1374**

7. 1,80-2,90. Алеврит, продолжается под урезом воды.



Рис. 4.5. Разрез Бондюг-1



Рис. 4.6. Разрез Кушмангорт

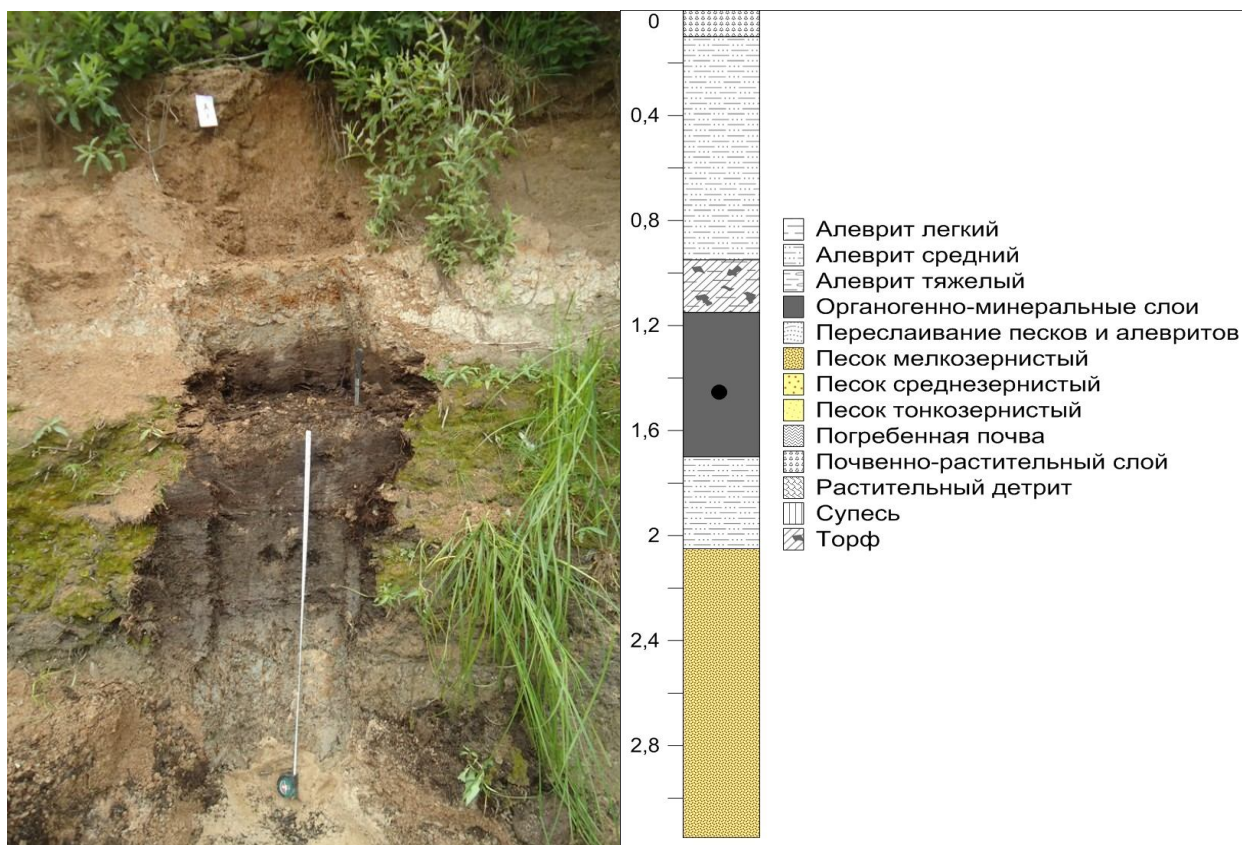


Рис. 4.7. Разрез Б. Долды-2

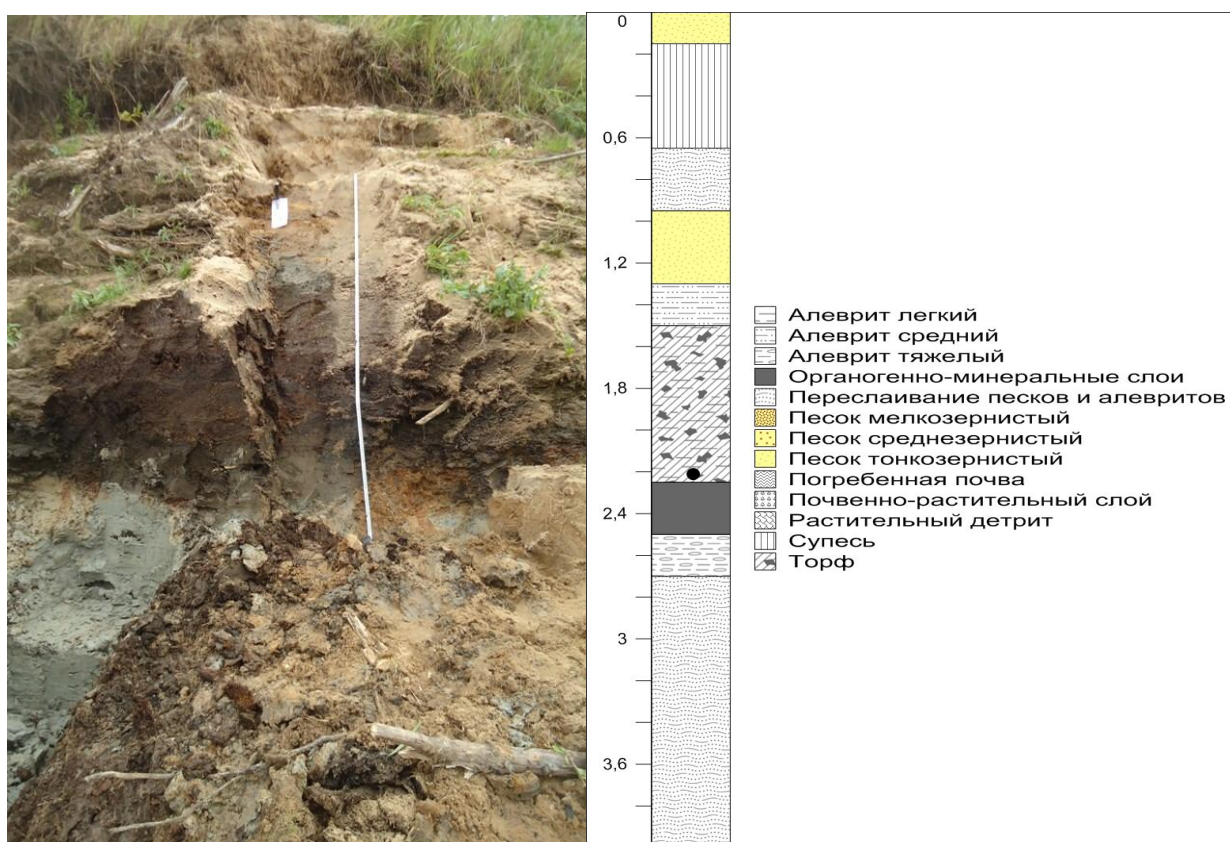


Рис. 4.8. Разрез Амбор-1



Рис. 4.9. Разрез Амбор-2

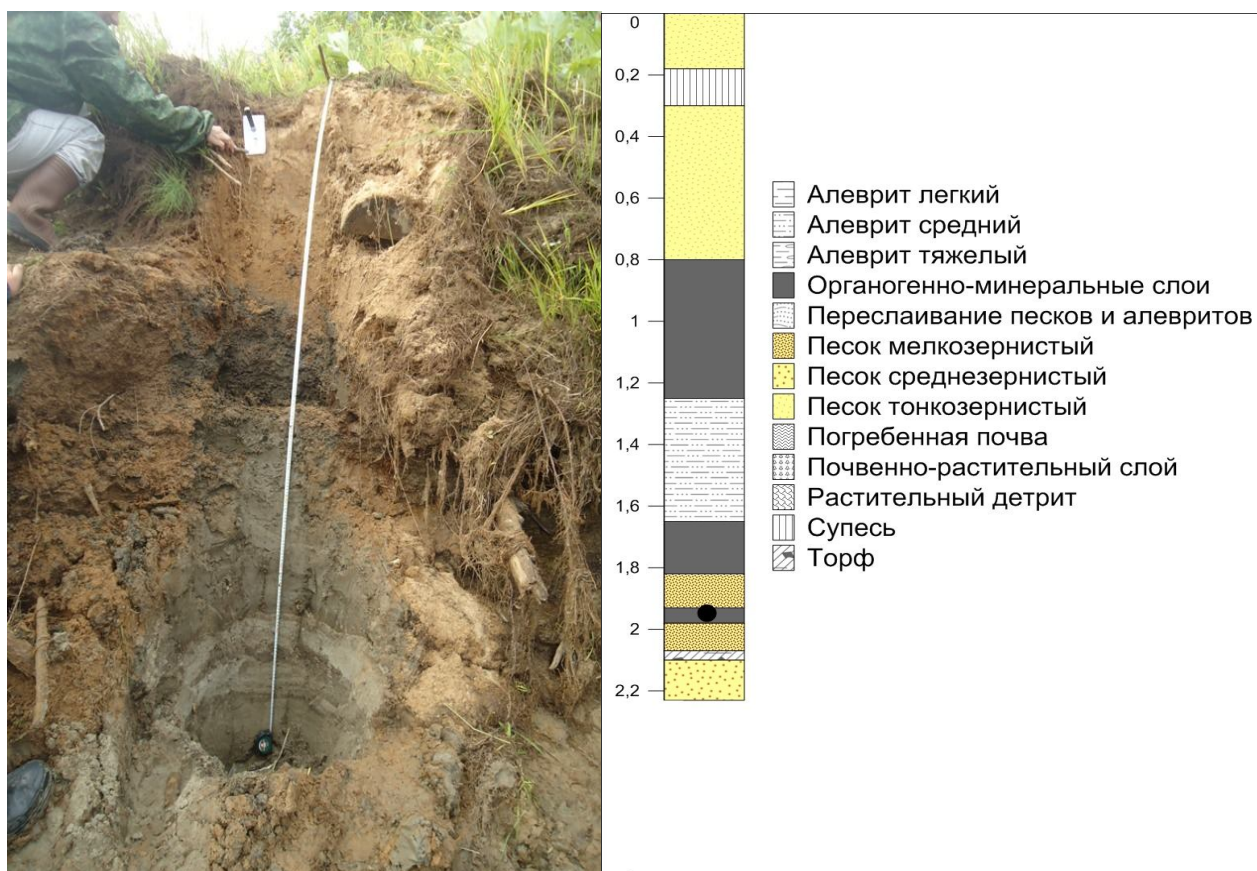


Рис. 4.10. Разрез Курган



Рис. 4.11. Разрез Пянтег

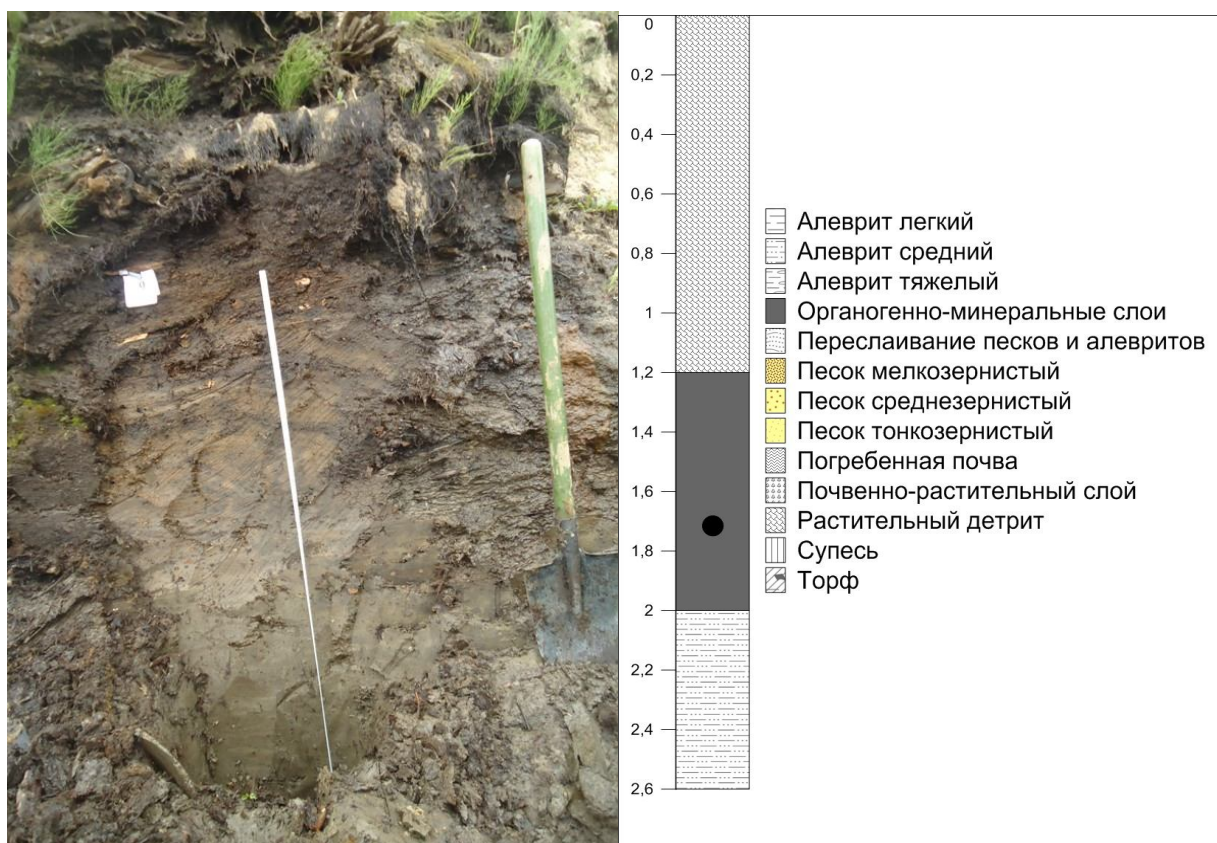


Рис. 4.12. Разрез Шакшер

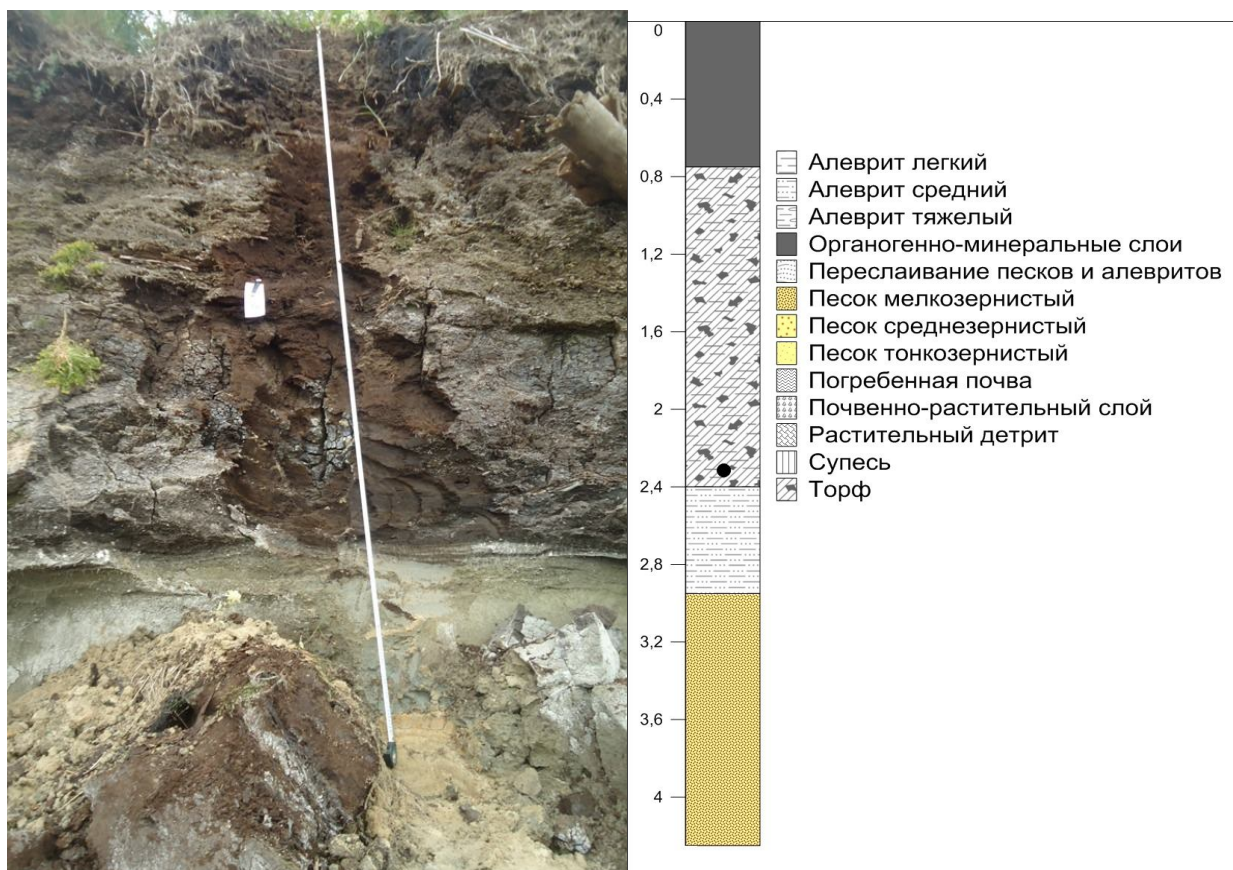


Рис. 4.13. Разрез Керчевский

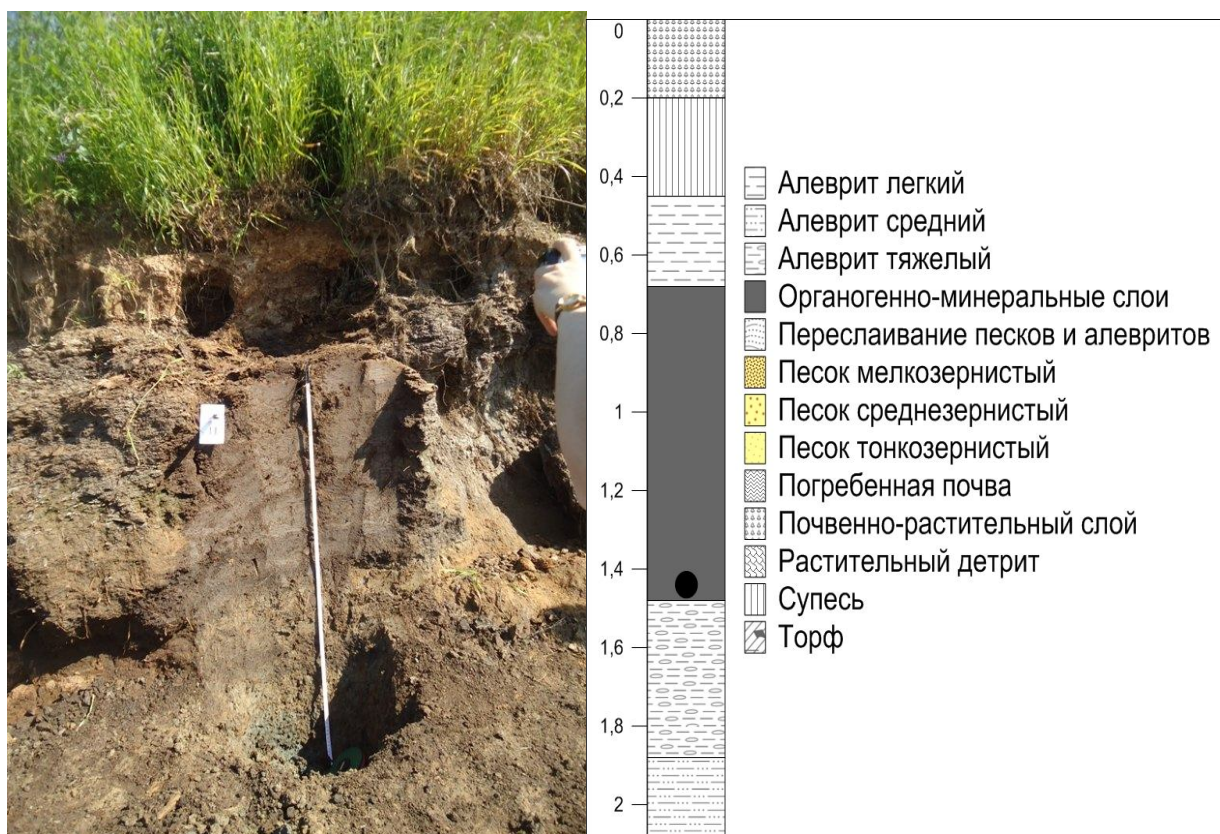


Рис. 4.14. Разрез Устье Вишеры

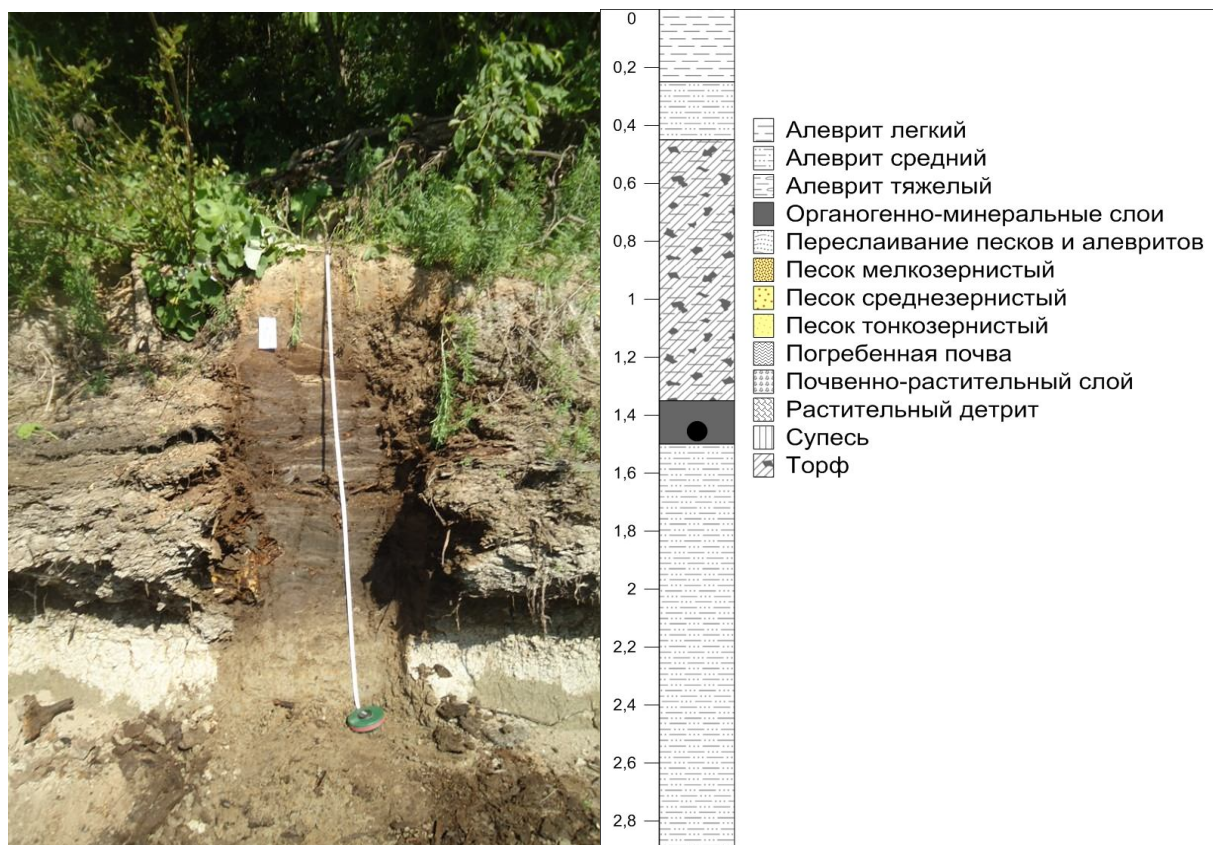


Рис. 4.15. Разрез Тюлькино

4.5. Хронология и условия формирования пойменных генераций

Шестая пойменная генерация – наиболее древняя на пойме верхней Камы, возраст которой датируется 5–6 тыс. лет. Встречается она фрагментарно, в основном, в тыловых частях современной поймы, так как за время, прошедшее после её формирования, значительная часть пойменных массивов была размыта последующими деформациями русла. Однако, по сохранившимся гривам и старицам этой генерации можно сказать, что русло в то время отличалось слабой извилистостью – гривы на пойме либо пологие, либо относительно прямолинейные, вытянутые вдоль тылового шва поймы (Назаров и др., 2015в, 2015г).

Пойма пятой генерации (образовалась ~ 4.5 тыс. лет) сохранилась лучше – она слагает части шпор ныне спрямленных излучин. Конфигурация грив и стариц указывает на увеличение кривизны излучин в русле того времени, что, в свою очередь, свидетельствует о снижении водности Камы в начале суббореального периода.

Для реконструкции локальных биотопов пятой пойменной генерации русла р. Камы был отобран образец на палеокарпологическое исследование. Образец представляет собой темно-коричневый торф, отобранный из естественного берегового обнажения на левом берегу в 2,5 км от с. Тюлькино выше по течению.

Из образца объемом 325 мл было извлечено 1915 макроостатков растений (семена, остатки шишек, хвоя и т.п.) (табл. 4.5). Полученный комплекс растительных макроостатков состоит из 19 таксонов. Из них до вида определено 16 таксонов, до рода – 2 таксона, до семейства – 1 таксон.

Таблица 4.5

Таксономический и количественный состав комплекса растительных макроостатков местонахождения Тюлькино (анализ проведен С.С. Трофимовой)

слой 5 (низ), торф, глубина отбора образца 130-140 см от поверхности		
Экология	Таксоны	Количество макроостатков
Деревья и кустарники	<i>Picea obovata</i> Ldb.	160 фрагментов хвои, 52 семени, 50 фр. семенных крыльев
	<i>Betula</i> sect. <i>Albae</i>	850 орешков, 437 кроющих чешуй
	<i>Alnus</i> cf. <i>incana</i> (L.) Moench.	65 орешков, 3 кроющие чешуи
	<i>Rubus idaeus</i> L.	1
Виды переувлажненных местообитаний (берега водоемов, болота и сырые луга, пойменные заросли кустарников)	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	7
	<i>Ranunculus repens</i> L.	3
	<i>Carex</i> sp.sp.	215
	<i>Comarum palustre</i> L.	2
	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	4
	<i>Lycopus europaeus</i> L.	3
	<i>Cicuta virosa</i> L.	2
Виды прибрежно-водной полосы	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	5
	<i>Sium</i> cf. <i>latifolium</i> L.	5
Водные виды	<i>Nuphar luteum</i> (L.) Sibth. et Smith.	2
	<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	1
	<i>Potamogeton alpinus</i> Balb.	8
	<i>Potamogeton</i> cf. <i>natans</i> L.	10
	<i>Potamogeton</i> sp.	19
экология неопределена	Apiaceae gen. indet	1
всего макроостатков растений:		1915

В комплексе растительных макроостатков древесная растительность представлена остатками ели (*Picea obovata*), березы (*Betula* sect. *Albae*), ольхи (*Alnus*) и малины (*Rubus idaeus*). Среди остатков травянистой растительности доминируют осоки (*Carex*). Встречены остатки видов сырых лугов и переувлажненных местообитаний – таволги *Filipendula ulmaria*, лютика ползучего

Ranunculus repens, зюзника европейского *Lycopus europaeus*, вежа ядовитого *Cicuta virosa*.

Виды мелководий и низких берегов водоемов представлены остатками частухи *Alisma plantago-aquatica*, стрелолиста *Sagittaria*, ежеголовника *Sparganium* и поручейника *Sium*. Виды лесных болот – семенами вахты *Menyanthes trifoliata* и сабельника *Comarum palustre*.

Водная растительность, которая может быть индикатором условий водоема, представлена видами медленно текущей и стоячей воды: рдест альпийский *Potamogeton alpinus*, рдест плавающий *Potamogeton* cf. *natans*, кубышка *Nuphar luteum*, уруть *Myriophyllum verticillatum*. Рдесты (*Potamogeton*) предпочитают богатый органикой грунт и растут как в стоячей, так и в медленно текущей воде. Рдесты с плавающими на поверхности листьями (*Potamogeton natans*) могут расти в очень мелкой воде, погруженным видам (*Potamogeton alpinus*) нужно как минимум 20-30 см. *Potamogeton natans* предпочитает заиленный грунт, с большим содержанием глины.

Nuphar luteum (кубышка желтая) предпочитает водоемы со стоячей или слабопроточной водой, в которых уже начат процесс зарастания: вдоль берегов, в старицах и т.п. Кубышка растет как в глубоких, так и в мелких водоемах от 30 до 250 см. Предпочитает глинистый, богатый питательными веществами грунт, но может расти и на бедных почвах.

Myriophyllum verticillatum (уруть мутовчатая) предпочитает стоячую или медленно текущую воду, может произрастать на глубине от 20 до 200 см. Обитает в мелководных прудах, озерах, канавах и низинных ручьях.

В изученном образце торфа присутствуют эффипиумы дафний *Daphnia* и оогонии харовых водорослей *Chara*, что так же может указывать на условия стоячей воды (пруд, озеро, канава, ямы с водой и т.п.).

В целом, по данным палеокарпологического метода, формирование изученных отложений происходило в условиях лесной зоны на берегу водоема со слабопроточной водой и заиленным грунтом. В исследуемом районе существовали еловые леса с березой, в подлеске встречались ольха и малина. В травяни-

стом ярусе доминировали осоки и растения сырых местообитаний, что говорит о постоянном почвенном переувлажнении изученного биотопа.

Видовой состав комплекса растительных макроостатков соответствует современной флоре района исследований (Овеснов, 2007), что позволяет реконструировать природные условия схожие с современными для изученного района. В настоящее время здесь распространены средне-таежные пихтово-еловые леса. В период формирования изученных отложений пихта (по данным палеокарпоботанического метода) не принимала значительного участия в древостое, так как в состав комплексов растительных макроостатков попадают наиболее массовые виды ископаемой флоры (Никитин, 1969). Установлено, что распространение пихты *Abies sibirica* в составе лесов Пермского края произошло в начале субатлантического периода около 2500 л.н. (Лычагина и др., 2015; Жуйкова, Пупышева, 2015).

Пойма четвертой генерации наиболее широко распространена на данном участке Камы – она занимает почти 30 % от ее общей площади. Возраст этой части поймы принимается за 3,1–3,5 тыс. лет (табл. 4.6). В это время Кама отличалась наибольшей извилистостью. Сильноизогнутые гривистые сегменты этой генерации выполняют шпоры почти всех спрямленных ныне излучин, врезаюсь в созданные ранее массивы 5-й генерации. Излучины русла Камы были в то время наиболее крутыми, что говорит о продолжавшемся в середине суббореального периода снижении водности реки. На нижнем участке Камы перед слиянием её с Вишерой, где пойма односторонняя («шахматная»), массивы четвертой генерации продолжают фиксировать направленное смещение пологих вынужденных излучин русла в узкой долине вниз по течению параллельно самим себе. Они следуют в пойменных массивах ниже шестой и пятой генерации, последовательно сменяя их и наращивая шпоры этих излучин.

Таблица 4.6

Результаты радиоуглеродного датирования образцов органики из аллювиальных отложений

№ п/п	Разрез/скважина	Генетический тип датируемого материала на С14	Генетический тип вмещающих отложений образца на С14	Координаты	Характеристика образца на ¹⁴ С				Дата, л.н.	Геоморфоло гическая позиция, пойменная генерация
					Лаб. индекс	Набс	Нотн	D		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Нижняя Старица (2013)	древесина	торф	60°14'14,90" с.ш. 54°53'14,00" в.д.	СПб-989	118	1	2,5	5346±80	6 (терраса)
2	Истоминская Старица (2013)	древесина	торф	60°13'41,90" с.ш. 54°59'05,80" в.д.	СПб-991	115	1,5	2	985±30	3
3	Близ Кривец (2013)	древесина	торф (на кровле илов)	60°13'35,70" с.ш. 54°59'33,80" в.д.	СПб-990	119	1,5	3	934±50	3
4	Кривецкая Старица (2013)	древесина	алеврит	60°13'30,80" с.ш. 55°01'18,70" в.д.	СПб-992	117	2	1	современный	2
5	Кривецкая Старица (2013)	древесина	алеврит	60°13'30,40" с.ш. 55°01'06,30" в.д.	СПб-993	116	3	1,5	современный	2
6	Михтинская Старица (2013)	древесина	торф	60°12'32,9" с.ш. 55°05'21,00" в.д.	СПб-994	121	2,5	2	3242±80	5
7	Михтинская Старица (2013)	древесина	торф (на кровле илов)	60°11'30,00" с.ш. 55°07'05,60" в.д.	СПб-995	120	2,5	2	1094±60	3
8	Усть-Коса (2013)	древесина	торф	60°12'27,40" с.ш. 55°13'29,50" в.д.	СПб-996	114	0,4	4,5	4416±80	5
9	Усть-Коса (2013)	древесина	оторфованный алеврит	60°12'29,30" с.ш. 55°13'51,50" в.д.	СПб-997	111	1,5	1,5	современный	?
10	Усть-Коса (2013)	древесина	наилок	60°12'28,40" с.ш. 55°13'44,70" в.д.	СПб-998	115	3,5	1,3	современный	?
11	Усть-Коса (2013)	древесина	алеврит	60°12'27,90" с.ш. 55°13'37,50" в.д.	СПб-999	112	0,2	6	1074±80	?
12	Бондюг (2013)	древесина	алеврит	60°28'30,9" с.ш. 55°56'39,20" в.д.	СПб-1000	114	0,2	3	4470±70	4 (5)
13	Бондюг-1 (2014)	торф	алеврит	60°27'58,80" с.ш. 55°56'36,90" в.д.	ГИН-15219	114	1,39	1,4	4540±40	4 (5)
14	Перерва (2013)	древесина	песок	60°25'45,7" с.ш. 55°59'09,30" в.д.	СПб-1001	108	0,2	2	100±30	1

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15	Кушмангорт (2014)	древесный аллювий	алеврит	60°24'59,40" с.ш. 56°05'06,400" в.д.	ГИН-15220	107	0,05	2,2	2230±50	3
16	Кольчуг (2013)	древесина	алеврит	60°23'31,2" с.ш. 56°07'55,4" в.д.	СПб-1011	114	1	2	1423±35	2
17	Кольчуг (2013)	древесина	алеврит	60°23'31,2" с.ш. 56°07'55,4" в.д.	СПб-1012	114	0,5	3	3535±70	3 (?)
18	Кольчуг (2013)	древесина	алеврит	60°23'31,2" с.ш. 56°07'55,4" в.д.	СПб-1013	114	3	1	современный	2
19	Б. Долды (2013)	древесина	торф	60°18'34,10" с.ш. 56°08'30,20" в.д.	СПб-1002	106	0,2	3	1770±50	3
20	Б. Долды (2013)	древесина	торф (на кровле илов)	60°18'31,20" с.ш. 56°08'27,90" в.д.	СПб-1003	107	1,2	1	3147±80	3
21	Б. Долды-2 (2014)	торф	оторфованный алеврит	60°17'45,20" с.ш. 56°09'03,90" в.д.	СПб-1697	106	1,7	1,45	2207±50	3
22	Амбор-1 (2014)	торф	торф	60°13'45,70" с.ш. 56°11'00,70" в.д.	ГИН-15221	111	1,8	2,2	1370±40	3
23	Амбор-2 (2014)	торф	оторфованный алеврит	60°13'19,60" с.ш. 56°10'15,40" в.д.	ГИН-15226	111	0,5	1,7	1020±30	3
24	Печинки (2013)	древесина	алеврит (ил)	60°13'29" с.ш. 56°10'38,1" в.д.	СПб-1004	111	1	4,5	2543±80	5
25	Печинки (2013)	древесина	алеврит	60°13'28,4" с.ш. 56°10'37,9" в.д.	СПб-1005	114	1	5	6676±80	5
26	Курган (2013)	древесина	алеврит	60°09'09,7" с.ш. 56°09'02,4" в.д.	СПб-1006	114	2,5	2	1566±30	4(5)
27	Курган (2014)	торф	алеврит	60°08'59,60" с.ш. 56°09'23,10" в.д.	ГИН-15222	114	0,28	1,95	960±50	4(5)
28	Пянтег-1 (2013)	древесина	торф	60°09'30,3" с.ш. 56°12'24,2" в.д.	СПб-1007	111	0,3	4	1182±35	3 (2)
29	Пянтег-2 (2014)	торф	торф	60°08'03,10" с.ш. 56°16'15,60" в.д.	ГИН-15223	110	2,75	2,25	4390±40	5(6)
30	Мелехина (2013)	древесина	торф (на кровле илов)	60°07'45,1" с.ш. 56°16'04,5" в.д.	СПб-1008	106	3,5	1,5	2435±100	4(5)

Продолжение таблицы 4.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
31	Абог (2013)	древесина	оторфованный алеврит	60°03'33,50" с.ш. 56°17'05,30" в.д.	СПб-1009	93	1	1,5	785±80	3
32	Абог (2014)	древесина	оторфованный алеврит	60°03'33,50" с.ш. 56°17'05,30" в.д.	СПб-1699	93	2	0,5	1277±35	3
33	Шакшер (2014)	плохо разложив- шиеся древесные остатки	оторфованный алеврит	60°02'12,90" с.ш. 56°18'43,30" в.д.	СПб-1698	109	0,8	1,8	3009±80	5(6)
34	Керчевский (2014)	торф	торф	59°57'57,80" с.ш. 56°18'29,70" в.д.	ГИН- 15224	109	1,95	2,3	8750±40	6
35	Устье Вишеры (2014)	торф	оторфованный алеврит	59°55'42,80" с.ш. 56°22'43,70" в.д.	СПб-1700	109	0,68	1,4	4316±100	5
36	Тюлькино (2014)	торф	алеврит	59°52'21,90" с.ш. 56°27'55,60" в.д.	ГИН- 15225	109	1,45	1,45	3770±40	5
37	Тюлькино (2014)	плохо разложив- шиеся древесные остатки	алеврит	59°52'21,90" с.ш. 56°27'55,60" в.д.	СПб-1374	109	1,3	1,6	4341±80	5

Набс – абсолютная высота уреза на момент отбора, *Нотн* – относительная высота (над меженным уровнем реки), *D* – глубина отбора образца от поверхности

Пойменные массивы третьей генерации расположены вблизи современного русла, но не повторяют его конфигурацию. Русло в это время (третья генерация формировалась 2,2–3 тыс. лет) стало вновь слабоизвилистым. Наиболее крутые излучины спрямились на предыдущем этапе развития реки, и в русле начали образовываться новые излучины, их зарастающие выпуклые берега стали сейчас третьей пойменной генерацией. Можно сделать вывод об увеличении водности Камы в раннем субатлантическом периоде, что привело к массовому спрямлению крутых излучин реки предыдущего периода (формирования четвертой генерации).

Для реконструкции локальных биотопов третьей пойменной генерации получен образец на палеокарпологическое исследование из разреза Амбор-1. Он располагается на левом берегу в 1,3 км от д. Амбор ниже по течению р. Камы. Образец объемом 700 мл представлен горизонтально-слоистым торфом с включением веток и листьев. Всего из образца было извлечено 590 макроостатков растений. В образце встречаются древесные угли диаметром до 5 мм.

По растительным макроостаткам определены 16 таксонов: до вида — 11 таксонов, до рода — 3 таксона, до семейства — 2 таксона (табл. 4.7). Древесная растительность представлена остатками ели (*Picea obovata*), сосны (*Pinus sylvestris*), пихты (*Abies sibiricus*), березы (*Betula sect. Albae*) и ольхи (*Alnus*). Среди остатков травянистой растительности доминируют осоки (*Carex*). Семена растений переувлажненных местообитаний (таволга *Filipendula ulmaria*, вахта *Menyanthes trifoliata*) единичны. Виды мелководий представлены частухой *Alisma plantago-aquatica*, стрелолистом *Sagittaria* и ежеголовником *Sparganium*. Водную растительность характеризуют виды медленно текущей и стоячей воды — рдест плавающий *Potamogeton cf. natans* и кубышка *Nuphar luteum*. Семена *Nuphar luteum* хорошо вызревшие.

В целом, по данным палеокарпологического метода, формирование изученных отложений происходило в условиях лесной зоны на берегу водоема со слабопроточной водой и заиленным грунтом. В исследуемом районе существовали хвойные леса из ели, сосны и пихты в сочетании с березой и ольхой. Уча-

стие пихты и сосны в составе древостоя указывает на отсутствие избыточного переувлажнения почвы. В травянистом ярусе доминировали осоки. Зафиксированы следы пожара. Видовой состав комплекса растительных макроостатков соответствует современным средне-таежным пихтово-еловым лесам (Овеснов, 2007), что позволяет реконструировать природные условия схожие с современными.

Таблица 4.7

Таксономический и количественный состав комплекса растительных макроостатков местонахождения Амбор-1 (выполнено С.С. Трофимовой)

Экология	Таксоны	Количество макроостатков
Деревья и кустарники	<i>Picea obovata</i> Ldb.	57 фрагмента хвои, 12 семян, 31 семенное крыло
	<i>Abies sibiricus</i> L.	3 фрагмента хвои, 3 семени
	<i>Pinus sylvestris</i> L.	6 хвои, 9 семян
	Pinaceae gen. indet.	5 семян, 8 семенных крыльев
	<i>Betula</i> sect. <i>Albae</i>	146 орешков, 135 кроющих чешуй
	<i>Alnus</i> cf. <i>incana</i> (L.) Moench.	11 орешков
Виды берегов рек, озер, болот и сырых лугов, зарослей пойменных кустарников	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	1
	<i>Carex</i> sp.sp.	72
	<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	2
Виды прибрежно-водной полосы, мелководий	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	2
	<i>Sagittaria</i> cf. <i>sagittifolia</i> L.	1
	<i>Sparganium</i> sp.	16
Водные виды	<i>Nuphar luteum</i> (L.) Sibth. et Smith.	12
	<i>Potamogeton</i> cf. <i>natans</i> L.	55
	<i>Potamogeton</i> sp.	2
экология неопределена	Apiaceae gen. indet.	1
всего макроостатков растений		590

Вторая пойменная генерация слагает прирусловые части шпор современных излучин и молодые пойменные острова, изредка встречающиеся в русле. Возраст ее не превышает 1,4 тыс. лет, и русло в период своего формирования имело в целом нынешнюю конфигурацию. В нижней части участка третья, а затем вторая пойменные генерации продолжают наращивать односторонние пойменные массивы, расположенные в шахматном порядке вниз по течению. Первая генерация поймы Камы формируется сейчас в современном русле (возраст менее 1 тыс. лет).

В ряде случаев, внутри одной генерации можно выделить промежуточные пойменные поверхности, маркирующие собой локальные этапы переформиро-

ваний отдельных участков русла, или следы существовавших в нем пойменных протоков.

Определенную информацию о хронологии формирования пойменных генераций можно получить из археологических данных. Как показали исследования (Демаков и др., 2015), между возрастом археологических памятников и их расположением существуют определенные взаимосвязи (рис.4.16). Так, памятники эпохи камня располагались либо на первой надпойменной террасе, либо на коренном берегу. Сохранившиеся памятники эпохи раннего железного века привязаны к четвертой пойменной генерации и располагаются в отдалении от реки. Интенсивность освоения человеком исследуемого региона зависела от климатических изменений и, прежде всего, от изменения русла Камы и ее водности. Отсутствие большого количества памятников раннего железного века может быть связано с их разрушением в результате изменений русла Камы.

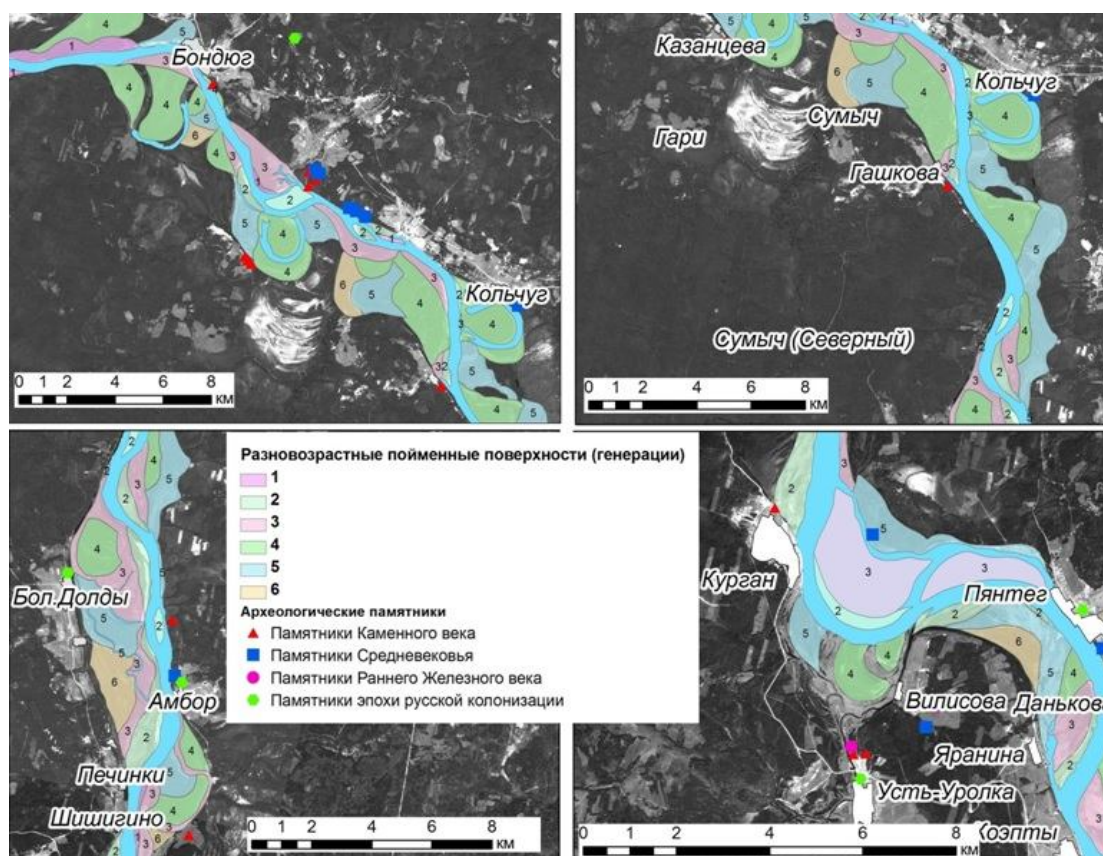


Рис. 4.16. Расположение археологических памятников в долине верхней Камы

Городища и могильники эпохи средневековья, в основном, располагались на коренном берегу, а селища – на краю уступа второй пойменной генерации. Мы полагаем, что древний человек активно использовал только сформировавшиеся пойменные участки в своей хозяйственной деятельности и обитал (по крайней мере, в теплое время года) у самой границы суши и воды.

4.6. Направленность взаимодействия аллювиальных и почвообразовательных процессов

Изучение почв, слоев торфа и аллювия, обнажающихся в береговых уступах пойменных генераций верхней Камы, в сочетании с другими исследованиями по характеристике пойменных геосистем, включая результаты радиоуглеродного анализа, позволили определить с возраст образования их инвариантного начала. В качестве примеров рассмотрим некоторые из разрезов пойменных генераций, где временные рубежи *современного* функционирования геосистемы фиксируются особенностями формирования почв и/или седиментов – скоростью и продолжительностью накопления (рис. 4.17).



Рис. 4.17. Местоположение разрезов
Разрезы: 1 – Кольчуг-1; 2 – Печинки; 3 – Мелехина; 4 – Абог

Опорный разрез «Кольчуг-1» по своему местоположению соответствует эрозионному уступу второй генерации. Верхняя часть разреза, начиная с бровки уступа и до глубины 2 м, представлена песчаным наилком (1,1 м), ниже переходящим в толщу из слоев песка, и пятью четко выраженными дерновыми горизонтами почв (по 10–15 см). Нижняя часть разреза до уровня воды сложена русловой фацией – переслаивающимися песками и алевроитами прирусловой отмели и стрежневыми песками. Время формирования минеральной основы генерации по данным радиоуглеродного анализа древесного фрагмента, обнаруженного *in situ* в верхней части русловой фации, – 1423 ± 35 л.н. (СПб-1011) (рис. 4.18).

Для определения времени формирования самого верхнего почвенного горизонта, с которого можно отсчитывать период возникновения инвариантного урочища, в качестве расчетной величины была использована скорость седиментации дерновых слоистых почв – 3–10 см/век (для вычислений выбрано среднее значение – 6 см/век). При суммарной величине всех почвенных горизонтов примерно в 60 см получается, что время, затраченное на их формирование, составляет примерно 1000 лет. Поскольку время окончания накопления минеральной основы пойменной генерации немногим менее 1400 л.н., можно предположить, что период функционирования современной геосистемы в качестве инварианта составляет не более 400 лет. Некоторая неопределенность в оценке «не более» объясняется очень высокими скоростями накопления наилка, установленными на других опорных разрезах второй генерации. Например, мощность пойменного аллювия, расположенного выше погребенных под ним деревьев, возраст которых по данным радиоуглеродного анализа определен как «современный» (примерно 60-е гг. прошлого века) (СПб-992, СПб-993), составила 1,0 и 1,5 м, что соответствует скоростям соответственно 200 см/век и 300 см/век (Назаров и др., 2016).

Особенности формирования третьей генерации хорошо видны в обнажении старичной ложбины (опорный разрез «Абог»), выполненной отложениями старичной и пойменной фаций (рис. 4.19).



Рис. 4.18. Опорный разрез «Кольчуг-1»

Литолого-фациальное строение: 1 – песчаная толща пристрежневой фации руслового аллювия; 2 – песок фации прирусловой отмели; 3 – серия дерновых горизонтов погребенных почв; 4 – наилок пойменной фации; 5 – местоположение отбора образца на радиоуглеродный анализ (древесина)

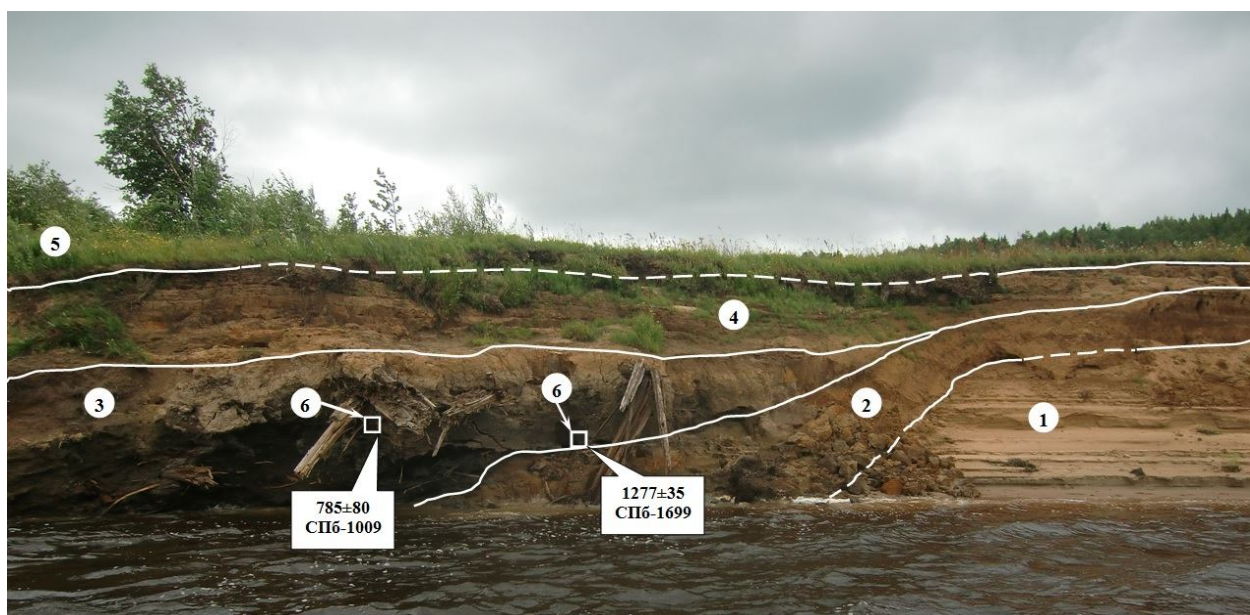


Рис. 4.19. Опорный разрез «Абог»

Литолого-фациальное строение: 1 – песчаная толща пристрежневой фации руслового аллювия; 2 – песок фации прирусловой отмели (слабопроточного рукава); 3 – ил старичной фации; 4 – наилок пойменной фации; 5 – дернина; 6 – местоположение отбора образца на радиоуглеродный анализ (древесина)

В правой части снимка хорошо опознается фрагмент русловой фации, погружающийся под урез реки. Выше русловых песков располагается слой красно-коричневого алеврита, представляющего, по-видимому, древний наилок, ко-

торый сформировался сразу же после образования минеральной основы пойменной генерации. Заполнение ложбины, на первом этапе относительно неширокий и неглубокий водоем, сначала осуществлялось только илами, позднее – илами с плавником из древесной и кустарниковой растительности. Судя по датам радиоуглеродного анализа древесины из разных слоев этих отложений (785 ± 80 л.н. – СПб-1009 и 1277 ± 35 л.н. – СПб-1699), процесс ее первичного заполнения продолжался немногим более пятисот лет (по времени совпадает со средневековым климатическим оптимумом) и закончился в XIII-XIV вв. с наступлением малого ледникового периода (МЛП).

Современный наилок, представленный чередованием песчано-алевритовых слоев без признаков почвообразования, окончательно заполняет ложбину, тем самым упрощая геосистемное строение поверхности третьей генерации по сравнению с периодом существования здесь старицы. Мощность его колеблется от 0,6 м (вне пределов бывших ложбин) до 2,0 м (в бывших понижениях рельефа). Принимая во внимание скорости накопления пойменного аллювия «без заметных признаков почвообразования» 10–25 см/век, можно рассчитать примерное время накопления наилка и, соответственно, определить примерный возраст пойменной геосистемы в пределах третьей генерации на данном участке камской поймы. Используя для расчета мощность наилка в 0,6 м – возраст пойменного урочища, сформировавшегося после исчезновения ложбины (в морфоструктурном отношении, по-видимому, ранее исполнявшую роль подурочища), с высокой степенью вероятности можно утверждать, что он не превышает 250 лет и поэтому может характеризоваться как *современный*.

Разрез поймы в пределах четвертой генерации (опорный разрез «Мелехина») вскрывает толщу отложений, выполняющих старичную ложбину (межгрядное понижение), на левом берегу Камы в 2 км ниже поселения Пянтег (рис. 4.20). В левой части снимка хорошо опознается четкий переход светло-желтых песков русловой фации в красно-коричневые осадки алевритовой толщи, постепенно замещающиеся в направлении наиболее глубокой части старицы илами темной окраски. Выше алевритово-иловых отложений располагается полу-

метровый слой слаборазложившегося торфа с включениями древесных остатков.

Торфяная линза выклинивается в направлении краевых частей ложбины, не выходя на дневную поверхность. Частицы древесины, отобранные на радиоуглеродный анализ (СПб-1008) из торфяных отложений, фиксируют возраст данного слоя старичной фации, как сформировавшегося 2435 ± 100 л.н. В центральной части ложбины слой торфа перекрывается песчаным наилком, выше переходящим в слоистые отложения (седименты) с признаками почвообразования. Применив для расчета продолжительности формирования наилка значения скорости осадконакопления 10–25 см/век, мы получаем время возникновения инвариантного начала данного урочища порядка 2 тыс. лет назад.

Определение местоположения опорного разреза «Печинки» в качестве одного из примеров формирования пойменного урочища в пределах пятой генерации обусловлено довольно редким для данной практики выбором места взятия пробы на радиоуглеродный анализ. Все известные факты отбора таких проб из пойменных отложений (Зарецкая и др., 2014; Лычагина и др., 2015; Чернов и др., 2015; Karmanov et al., 2011) обычно связаны с получением материала из старичных и пойменных фаций – носителей органического вещества (торф, оторфованные илы, погребенные почвы и др.). Как правило, это бывают отложения, заполняющие понижения рельефа (ложбины, староречья и др.), сформировавшегося на поверхности русловых фаций в результате эрозионных, мерзлотных, карстовых и некоторых других экзогенных процессов. В случае с опорным разрезом «Печинки» проба была отобрана непосредственно из русловой фации. В результате зачистки эрозионного уступа удалось обнаружить древесный фрагмент *in situ* в средней части минерального основания пятой генерации (рис. 4.21). Располагался он в 2 м выше контакта стрежневой (песчаной) фации (нижний «этаж» генерации) с алевроитово-песчаной толщей фации прирусловой отмели, перекрытой полуметровым слоем косослоистых песков и почвой мощностью 0,1–0,2 м. Возраст обнаруженной «палочки» по данным радиоуглеродных исследований составил 6676 ± 80 л.н. (СПб-1005).

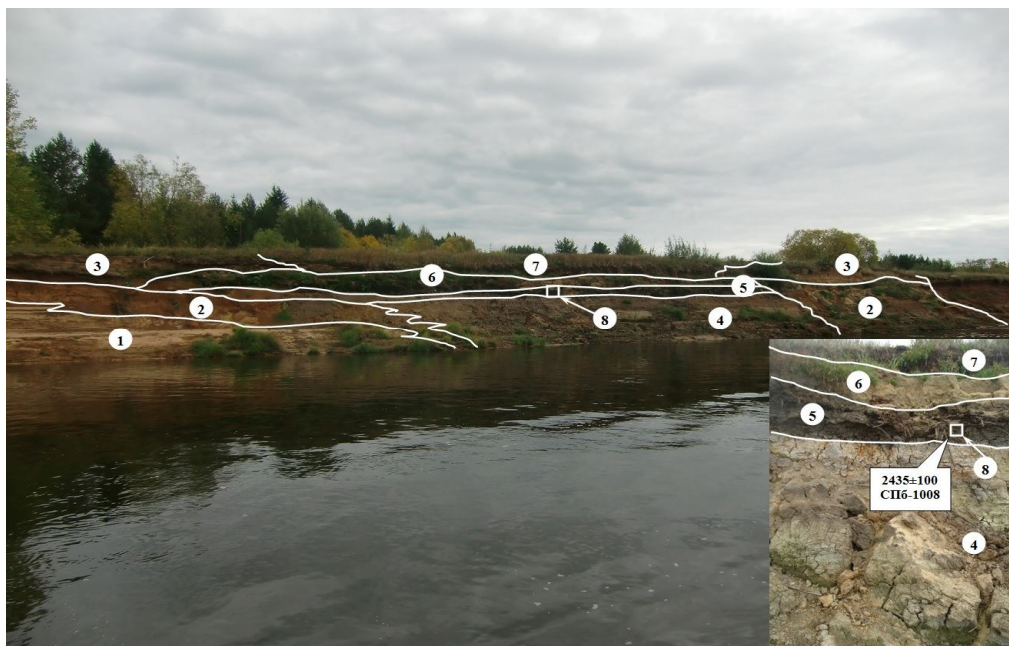


Рис. 4.20. Опорный разрез «Мелехина»

Литолого-фациальное строение: 1 – песчаная толща пристрежневой фации руслового аллювия; 2 – песчано-алевритистая толща фации прирусловой отмели; 3 – наилок пойменной фации (в верхней части подвергался почвообразованию); 4 – ил старичной фации; 5 – торф с полуразложившимися древесными остатками; 6 – песок (al+eol?); 7 – дерновые слоистые почвы (седименты с признаками почвообразования); 8 – местоположение отбора образца на радиоуглеродный анализ (древесина)



Рис. 4.21. Опорный разрез «Печинки»

Литолого-фациальное строение: 1 – песчаная толща пристрежневой фации руслового аллювия; 2 – песчано-алевритистая толща фации прирусловой отмели; 3 – эоловые пески (перевеянный аллювий); 4 – местоположение отбора образца на радиоуглеродный анализ (древесина)

С учетом скорости формирования почв (3 см/век) и скорости накопления пойменного аллювия «без заметных признаков почвообразования» (10–25 см/век), выбранных нами для установления времени развития пятой генерации как поликомпонентной геосистемы, омоложение возраста последней относительно возраста радиоуглеродной датировки составило 700 лет. Исходя из принятых для расчета параметров возраст пойменного урочища, сформировавшегося в пределах пятой генерации *в этой* части камской долины, по нашим расчетам составляет около 6 тыс. лет.

В 20 м от данного опорного разреза выше по течению была получена еще одна проба на радиоуглеродный анализ. Боковой эрозией в пойменном массиве была вскрыта V-образная древняя эрозионная форма (долина ручья, овраг) шириной в своей верхней части около 7–8 м. Днище вреза находилось на уровне стрежневой (песчаной) фации и было заполнено мелким песком серо-сизой окраски, в котором *in situ* обнаружен крупный фрагмент дерева (рис. 4.11). Выше по разрезу эрозионная форма была выполнена переувлажненным песком и алевроитом, что послужило причиной локального оплывания здесь берегового уступа. Возраст древесины определен как 2543 ± 80 л.н. (СПб-1004).



Рис. 4.11. Опорный разрез «Печинки». Остатки древесины в днище эрозионного вреза

Сравнительный анализ возраста отложений из русловых и старичных фаций показал, что полученные в конце 2015 г. три датировки органических ос-

татков из *минеральных толиц* четвертой, пятой и шестой генераций характеризуются довольно значительным удревнением относительно возраста проб из старичных отложений этих же генераций.

Подводя итог изучению возраста пойменных геосистем, разделяющих пойму – «единую геоморфологическую поверхность» на структурные элементы – урочища (подурочища), следует отметить имеющиеся различия между возрастом геосистем и возрастом генераций, устанавливаемым, как правило, отталкиваясь от самых древних дат формирования аккумулятивного тела. При детальном исследовании пойменных разрезов выяснилось, что во многих случаях чередование динамических фаз аллювиальной аккумуляции (в первую очередь перстративной и констративной) в среднем и позднем голоцене приводит к существенному омоложению пойменных геосистем относительно возраста пойменных генераций. Особенно это отличает самые древние из генераций, у которых самые низкие уровни поверхности могли неоднократно подвергаться сначала занесению наилоком, а затем формированию на них почвенных и торфяных горизонтов, причем процесс почвообразования мог неоднократно прерываться новым циклом аккумуляции наносов.

Вопросом, который неожиданно возник перед нами после получения результатов радиоуглеродного анализа органических остатков из руслового аллювия четвертой, пятой, шестой, явилось увеличение возраста минерального основания этих генераций относительно возраста, установленного для этих же генераций на камской пойме ниже впадения р. Вишеры (район д. Чашкино) (Лычагина и др., 2015). Для проб из четвертой и пятой генераций удревнение возраста составило соответственно около 200 и 1500 лет, шестой – более 2 тыс. лет. Причиной такого несовпадения периодов повышенной активности русловых процессов в долинах верхней Камы и Вишеры, по всей видимости, могут являться различия в характере (продолжительности, активности и т. д.) развития русловых процессов в бассейне типичной равнинной реки (Камы) и в бассейне предгорной (Вишеры). Косвенно на это указывает сохранившаяся до настоящего времени высокая степень меандрированности нижних течений Више-

ры и ее крупнейших притоков Колвы и Язьвы. Другой причиной увеличения возраста пойменных генераций Камы ниже устья Вишеры могут стать различия в местоположениях отбора проб в разрезах пойменных отложений – над минеральной основой генерации (обычно из старичной фации в районе Чашкино) и из русловой фации (выше устья Вишеры).

Выявление локальных особенностей развития ландшафтогенеза в пределах пойм, имеющих длительную историю своего развития, показало, что поиск объяснений пространственной дифференциации возраста пойменных геосистем верхней Камы и, как правило, его несоответствия возрасту пойменных генераций, равно как и понимания причин рассогласованного развития русловых процессов у двух самых крупных рек Пермского края, по-видимому, может не состояться без изучения вопроса о наличии связи между голоценовыми изменениями речных русел и внутри- и межбассейновыми перестройками флювиальных систем в позднем плейстоцене. Вполне возможно, что фиксируемые в течение всего голоцена масштабные и практически одномоментные перестройки русла Камы в границах современной долины не только являются следствием изменений климата в последние тысячелетия, но и обусловлены геолого-геоморфологическими особенностями строения речной долины на разных ее участках.

Таким образом, изучение разрезов пойменных генераций верхней Камы позволило по особенностям расположения в них почв, торфа, пойменного, старичного и руслового аллювия установить возраст пойменных геосистем – время возникновения их инвариантного начала. Возраст геосистем может колебаться от первых сотен лет у сформировавшихся на второй и третьей генерациях, до 6 тыс. лет на четвертой и пятой, причем для древних генераций в зависимости от их современного расположения в речной долине (удаленности от русла) и принадлежности к той или иной пойменной зоне в период формирования разброс этих значений, по-видимому, может быть достаточно большим (сотни – тысячи лет). Причиной возникновения таких различий в пределах отдельной генерации может являться достаточно ощутимая изменчивость относительных высот гео-

морфологических элементов поверхности, определяющая их попадание или, напротив, непопадание в зону затопления в период половодий, начиная с момента ее функционирования в качестве самостоятельной геоморфологической единицы пойменного массива.

Выводы по главе 4

1. Для выявления ландшафтной неоднородности поймы проведена типизация ПРК. Выделено 2 типа ПРК: аккумулятивный и цокольный и 10 подтипов. Особенность данных ПРК – присутствие пойм двучленного типа и включения сразу нескольких генераций (разновозрастных участков).

2. В ходе геоморфологического картографирования выделено 6 пойменных генераций, которые отличаются друг от друга ориентировкой грив, ложбин, стариц и фототонем. Наиболее представительной по площади генерацией на ключевом участке является четвертая (около 30%), наименее – шестая (6%).

3. Анализ аэрофото- и космоснимков, а также крупномасштабных топографических карт показал, что различия генераций по их средней высоте относительно небольшие и если не брать в расчет формирующуюся в настоящее время первую генерацию, то они составляют всего 0,8 м. При этом разница между минимальными и максимальными значениями высотных отметок даже внутри одной генераций в отдельных случаях может достигать 7–9 м. Самое высокое положение со средними отметками 6,3 м над меженным уровнем Камы занимают четвертая и шестая пойменные генерации. При проверке на статистическую однородность значения относительных высот практически всех генераций принадлежат к одним генеральным совокупностям. Исключения составили вторая и третья генерации, для которых при исключении «пограничных» отметок из выборок повторные расчеты доказали принадлежность значений относительных высот второй пойменной генерации к одной совокупности.

4. Изучение разрезов пойменных генераций верхней Камы позволило установить по особенностям расположения в них почв, торфа, пойменного, старичного и руслового аллювия возраст пойменных геосистем – время возникно-

вения их инвариантного начала. Пестрота литологических горизонтов снижается от более молодых генераций к более древним. Связано это с длительным воздействием грунтовых вод, которые снижают (упрощают) строение разрезов пойм пятой и шестой генераций. Возраст геосистем может колебаться от первых сотен лет у сформировавшихся на второй и третьей генерациях, до 6 тыс. лет на четвертой и пятой, причем для древних генераций в зависимости от их современного расположения в речной долине (удаленности от русла) и принадлежности к той или иной пойменной зоне в период формирования разброс этих значений, по-видимому, может быть достаточно большим (сотни – тысячи лет).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе изучения «следов состояния» пойменных геосистем выявлены основные черты структуры, процессов эволюции (развития), динамики, функционирования природных комплексов долины верхней Камы на разных этапах ее истории.

Для выявления основных факторов и условий формирования камской долины проведена систематизация имеющегося на сегодняшний день довольно скудного библиографического материала. Геологические, геоморфологические, климатические, гидрологические, почвенно-растительные компоненты и интегральный фактор русловых процессов создают основной фон геосистем в долине верхней Камы.

Пространственно-временная дифференциация набора типов русел и пойм, обусловленная обратимыми (не приводящими к коренной перестройке) изменениями природных условий по долине является прямым следствием более масштабных эволюционных трансформаций, происходивших в позднем плейстоцене и в течение всего голоцена. В долине верхней Камы на исследуемом участке выделено два типа ПРК: аккумулятивный и цокольный и десять подтипов. Особенностью данных ПРК является наличие пойм двучленного строения и включения сразу нескольких генераций (разновозрастных участков).

Морфологические следы речных перестроек, изменений положений русел и их морфодинамических типов в Камско-Печорско-Вычегодском водоразделе позволил выделить три уровня, отличающихся временем своего происхождения и масштабами проявлений: межбассейновый, внутрибассейновый и внутридолинный.

Долинный уровень перестроек – самый молодой, исчисляемый голоценом. Прямым отражением эволюции долины верхней Камы в это время является структура пойменно-русловых комплексов, морфологические и морфометрические характеристики пойменных геосистем, отражающие направленность изменения русла в голоцене. Современные физико-географические (геологические, геоморфологические, климатические, гидрологические, почвенно-

растительные) условия бассейна и интегральный фактор русловых процессов формируют особенности динамики и функционирования, создают основной фон пойменно-русловых комплексов в долине верхней Камы в настоящее время.

В ходе геоморфологического картографирования выделено шесть пойменных поверхностей (генераций), которые отличаются друг от друга ориентировкой грив, ложбин, стариц и фототонем. Степень многообразия временных (событийных) явлений, проявившихся в наборе пойменных генераций, указывает на смены активности, а часто и направленности развития русловых процессов на всем протяжении истории формирования долины р. Камы.

Различия генераций по их средней высоте относительно небольшие и если не брать в расчет формирующуюся в настоящее время первую генерацию, то они составляют всего 0,8 м. При этом разница между минимальными и максимальными значениями высотных отметок даже внутри одной генераций в отдельных случаях может достигать 7–9 м. Самое высокое положение со средними отметками 6,3 м над меженным уровнем Камы занимают четвертая и шестая пойменные генерации. При проверке на статистическую однородность значения относительных высот практически всех генераций принадлежат к одним генеральным совокупностям. Исключения составили вторая и третья генерации, для которых при исключении «пограничных» отметок из выборок повторные расчеты доказали принадлежность значений относительных высот второй пойменной генерации к одной совокупности.

Вопрос о возрасте пойм относится к сложным и пока еще не имеющим однозначного решения вопросам теории развития геосистем речных долин. Общеизвестный факт их преимущественно голоценового возраста, безусловно, не может полностью удовлетворить интерес исследователей и практиков к пространственно-временной дифференциации поверхностей пойменных террас, знания о которой являются «ключом» к научно обоснованному прогнозированию развития пойменных геосистем и речных долин в целом. По результатам радиоуглеродного анализа возраст шестой генерации составляет 5–6 тыс. лет,

пятой – 4,5 тыс. лет, четвертой – 3,1–3,5 тыс лет, третьей 2,2–3 тыс. лет, второй – около 1,4 тыс. лет, первая формируется сейчас в современном русле (возраст менее 1 тыс. лет).

Изучение литологического строения пойменных генераций верхней Камы позволило установить возраст пойменных геосистем. Для этого были использованы следы погребенных гумусовых горизонтов и отложенного во время половодий наилка. Возраст геосистем может колебаться от первых сотен лет у сформировавшихся на второй и третьей генерациях, до 6 тыс. лет на четвертой и пятой. В связи с чем целесообразно использовать почву целях идентификации структурных элементов поймы (фаций, урочищ, подурочищ).

Установление наличия или отсутствия связи между разными уровнями перестроек позволит в дальнейшем решить многие проблемы русловедения и палеогеографии четвертичного периода, что будет иметь весомую научную основу при прогнозировании изменений окружающей среды и планировании видов природопользования в данном регионе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александровский А.Л., Александровская Е.И. Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука, 2005. 223 с.
2. Александровский А.Л., Гласко М.П. Взаимодействие аллювиальных и почвообразовательных процессов на разных этапах формирования пойм равнинных рек в голоцене (на примере рек центральной части Восточно-Европейской равнины) // Геоморфология. 2014. № 4. С. 3–17.
3. Александровский А.Л., Кренке Н.А., Низовцев В.А. и др. Предварительные результаты изучения погребенных почв и археологических памятников в пойме Москвы-реки // Звенигородская земля. Звенигород: Изд-во Звенигородского музея, 2001. С. 99–116.
4. Александровский А.Л. Эволюция почвенного покрова Русской равнины в голоцене // Почвоведение. 1995. №3. С. 290–297.
5. Александровский А.Л. Этапы и скорости развития почв в поймах рек Русской равнины // Почвоведение. 2004. № 11. С. 1285–1295.
6. Алексеевский Н.И. Формирование и движение речных наносов. М.: Изд-во МГУ. 1998, 202 с.
7. Алексеевский Н.И., Чалов С.Р. Гидрологические функции разветвленного русла. М.: Изд-во геогр. ф-та, 2009. 240 с.
8. Алисов Б.П., Полтараус Б.В. Климатология. М: изд-во МГУ, 1962. 228 с.
9. Ананьева Э.Г. Литолого-минералогический анализ при геоморфологических и палеогеографических исследованиях. Смоленск: Изд-во СГУ, 1998. 140 с.
10. Ананьев Г.С. Возраст рельефа // Проблемы теоретической геоморфологии. М.: Изд-во МГУ, 1999. С. 180–191.
11. Андреичева Л. Н., Марченко-Вагапова Т. И., Буравская М. Н., Голубева Ю. В. Природная среда неоплейстоцена и голоцена на Европейском Северо-Востоке России. ГЕОС, 2015. 224 с.

12. Апродов В.А. О речной сети в средней части западного склона Урала и Приуралья. // Материалы по геоморфологии Урала М.-Л.: Изд-во Мин. геол. СССР, 1948. С. 219–224.
13. Арманд А.Д., Таргульян В.О. Некоторые принципиальные ограничения эксперимента в географии (принцип дополнительности и характерное время) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1974. №4. С. 129–138.
14. Асеев А.А. Флювиальный морфо- и литогенез на равнинах под влиянием чередования гумидных и перигляциальных морфоклиматических условий // Климат, рельеф и деятельность человека. Под ред. А.А. Асеева и А.П. Дедкова. М.: Наука, 1981. С. 128–135.
15. Астахов В. И., Свенсен Й. И. Покровная формация финального плейстоцена на крайнем северо-востоке европейской России // Региональная геология и металлогения. 2011. № 47. С. 12-27.
16. Атлас Пермского края. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. 124 с.
17. Баранов А.В. Об оценке эрозионной опасности земель бассейна р. Камы // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1996. С. 25–30.
18. Барышников Н.Б. Динамика русловых потоков. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2007. 314с.
19. Барышников Н.Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 280 с.
20. Барышников Н.Б. Русловые процессы. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2008. 439 с.
21. Башенина Н.В., Леонтьев О.К., Пиотровский М.В., Симонов Ю.Г. Методическое руководство по геоморфологическому картированию и производству геоморфологической съемки в масштабе 1:50 000–1:25 000. М.: Изд-во МГУ, 1962. 204 с.
22. Беркович К.М., Чалов Р.С., Чернов А.В. Экологическое русловедение. М.: ГЕОС, 2000. 332 с.
23. Борисенков В.А., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. М.: Мысль, 1988. 552 с.

24. Борисова О.К. Ландшафтно-климатические изменения в голоцене // Изв. РАН. Сер. геогр. 2014. № 2. С. 5–20.
25. Бронгулеев В.В. Активные разломы и интенсивность экзогенных процессов на Русской равнине // Геоморфология. 1998. № 2. С. 3–13.
26. Брукс К. Климаты прошлого. М.: Изд-во иностранной лит-ры, 1952. 360 с.
27. Булатов С.Н. Расчет прочности тающего ледяного покрова и начала ветрового дрейфа льда // Тр. ГМЦ СССР. 1970. Вып. 74. 111 с.
28. Бутаков Г.П. Плейстоценовый перигляциал на востоке Русской равнины. Казань: Изд-во Казанского университета, 1986. 143 с.
29. Ван дер Варден Б.П. Математическая статистика. М., ИЛ, 1960. 431 с.
30. Васильев Ю.М. Отложения перигляциальной зоны Восточной Европы. М.: Наука, 1980, 172 с.
31. Введенская Н.В. Планетарно-тектонические закономерности в современном рельефе бассейна Камы // Геология Урала и Приуралья. Пермь: Перм. политех. ин-т, 1969. С. 35–40.
32. Власов М.В. Морфодинамика русел рек центра Русской равнины в голоцене: дисс. ... канд. геогр. наук. М., 2005. 198 с.
33. Власов Ю.А. Из истории транспортных связей и проектирования водных путей из Прикамья в Печорско-Вычегодский край // География Пермской области. Вып. 2. Пермь: Перм. ун-т, 1964. С. 29–37.
34. Волков И. А. Следы мощного стока в долинах юга Западной Сибири // ДАН СССР. 1963. Т.151. №3. С.648-651.
35. Ганешин Г.С., Соловьев В.В., Чемяков Ю.Ф. Проблема возраста рельефа // Геоморфология. 1970. № 3. С. 6–15.
36. Голосов В.Н. Эрозионно-аккумулятивные процессы и баланс наносов в бассейне р. Протвы // Вестник Московского университета. Сер. 5: География. 1988. №3. С.19–25.
37. Горецкий Г.И. Аллювий великих антропогенных прарек Русской равнины. Прареки Камского бассейна. М.: Наука, 1964. 416 с.

38. Гричук М.П., Постоленко Г.А. Врез рек, накопление и фациальный состав аллювия в связи с ритмичными изменениями климата в позднем кайнозое // Изв. ВГО. 1982. Т. 114. Вып. 3. С. 215–220.
39. Гросвальд М.Г. Оледенение Русского Севера и Северо-Востока в эпоху последнего великого похолодания // Материалы гляциологических исследований. М.: Наука, 2009. Вып. 106. 152 с.
40. Глотов А.А., Михно В.Б. Основные этапы формирования долинно-речных ландшафтов Воронежской области // Вестник ВГУ. Сер. География. Геоэкология. 2013. № 1. С. 40–46.
41. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1984. 264 с.
42. Дедков А.П., Стурман В.И. Кирсинская палеодолина и перестройка речной сети в верховьях Вятки и Камы // Геоморфология. 1992. № 2. С. 49–54.
43. Демаков Д.А., Копытов С.В., Лычагина Е.Л., Назаров Н.Н., Чернов А.В. Динамика освоения человеком долины верхней Камы в контексте палеорусловых процессов // Человек и Север: Антропология, археология, экология: Мат-лы всероссийской конференции. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2015. Вып. 3. С. 108–111.
44. Еленевский Р.А. Вопросы изучения и освоения речных пойм. М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1936. 100 с.
45. Елпатьевский М.М., Кирюшкин В.Н., Константинов В.К. Лесохозяйственное освоение болот. М.: Лесная промышленность, 1978. 136 с.
46. Жидков М.П., Лихачева Э.А., Трифонов В.Г. Оценка положения городов относительно активных разломов на Русской равнине// Изв. РАН. Сер. геогр. 1999. № 2. С. 51–57.
47. Жучкова В.К. Раковская Э.М. Методы комплексных физико-географических исследований. М.: Академия, 2004. 368 с.
48. Зайков Б.Д. Внутригодовое распределение годового стока Европы. М.: Гидрометеиздат, 1938.

49. Зарецкая Н.Е., Панин А.В., Голубева Ю.В., Чернов А.В. Седиментационные обстановки и геохронология перехода от позднего плейстоцена к голоцену в долине р. Вычегда // Доклады Академии наук. 2014. Т. 455. №1. С. 52–57.
50. Злотина Л.В. Формирование и развитие пойменных геокомплексов верхней и средней Оби. Автореф. дисс. ...канд. географ. наук. М.: МГУ. 1989. 21 с.
51. Иванов В.В., Чалов Р.С. Прямолинейные неразветвленные русла как морфодинамический тип // Геоморфология. 1991. № 2. С. 67–73.
52. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991. 366 с.
53. Калинин В.Г. Водный режим камских водохранилищ и рек их водосбора в зимний сезон. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2014. 184 с.
54. Калинин В.Г. Ледовый режим рек и водохранилищ бассейна верхней и средней Камы. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2008. 252 с.
55. Карманов В.Н., Чернов А.В., Зарецкая Н.Е., Панин А.В., Волокитин А.В. Опыт применения данных палеорусловедения в археологии на примере изучения средней Вычегды (европейский Северо-Восток России) // Археология, этнография и антропология Евразии. 2013. №2 (54). С. 83–93.
56. Кассин Н.Г. Общая геологическая карта Европейской части СССР, лист 107. Вятка – Слободской – Омутнинск – Кай // Труды Геол. ком. Нов. сер. 1928. Вып. 158. 268 с.
57. Кашменская О.В. Поверхности выравнивания и неотектонические движения // Проблемы экзогенного рельефообразования. Книга 11. Поверхности выравнивания, аккумулятивные равнины, речные долины. М.: Наука, 1976. С. 48–52.
58. Квасов Д.Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. Л.: Наука, 1975. 280 с.
59. Кирик О.М., Чалов Р.С. Принципы и методика составления карт русловых процессов на крупных реках // Вестник МГУ. Сер. 5. География. 1980. №5. С. 37–45.

60. Кириллов А.С. К истории современной долины р. Камы (между реками Южной Кельтмой и Вишерой) // Изв. Гос. геогр. об-ва. 1939. Т. 71. №7. С. 17–25.
61. Кобозев Н.С., Хабаков А.В. Происхождение Северных Увалов // Записки Росс. Минералог. общ. 1931. 2 сер. Ч. 16. Вып. 1.
62. Ковалёва Н.О., Лузянина О.А. Динамика ландшафтов Среднего Урала в позднеледниковье и голоцене // Природа Басег / Тр. ГПЗ «Басеги». Пермь, 2015. Вып. 4. С. 33–63.
63. Козин В.В. Парагенетический анализ речных долин. Тюмень: Изд-во ТГУ, 1979. 87 с.
64. Комлев А.М. Закономерности формирования и методы расчетов речного стока. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2002. 163 с.
65. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Сنيщенко Б.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 272 с.
66. Копытов С.В. Морфологические и морфометрические особенности ландшафтов ледниковой и перигляциальной зон в Пермском крае // Ландшафтные и геоэкологические исследования природных и антропогенных геосистем (к 80-летию со дня рождения Н.И. Дудника): международный сборник научных трудов. Тамбов: Издательский дом ТГУ им. Г.Р. Державина, 2014. С. 111–117
67. Копытов С.В. Об особенностях распространения древней эрозионной сети в Уральском Прикамье // Эрозия почв, овражная эрозия, русловые процессы: теоретические и прикладные вопросы. М.: Географ. фак-т МГУ, 2011. С. 145–148.
68. Копытов С. В. Особенности концентрации песка в русловой фации разновозрастных пойменных генераций верхней Камы // Географический вестник. 2016а. № 1(36). С. 17–23.
69. Копытов С.В. Оценка затопления разновозрастных участков поймы верхней Камы // Эрозионные, русловые и устьевые процессы (исследования молодых ученых университетов): мат-лы XI семинара мол. уч. Н. Новгород: Мининский ун-т, 2016б. С. 137–142.

70. Кораблева О.Л., Чернов А.В. Типизация пойменно-русловых комплексов рек Нижегородского Заволжья и их динамика // География: проблемы науки и образования: мат-лы LXV Герценовских чтений. СПб: Изд-во «Астерион», 2012. С. 41–44.
71. Корепанов А.Д. Эколого-лесоводственное обоснование параметров осушения лесных болот Прикамья (на примере Пермского края) : автореферат дис. ... канд. с.-х. наук. Екатеринбург, 2012. 24 с.
72. Коротаев Н.Я. Почвы Пермской области. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1962. 278 с.
73. Котляков В.М. Слово редактора // Материалы гляциологических исследований. Вып. 106. М.: Наука, 2009. С. 2.
74. Краснов И.И. Четвертичные отложения и геоморфология Камско-Печорско-Вычегодского водораздела и прилегающих территорий. // Материалы по геоморфологии Урала. М.; Л.: Изд-во Мин-ва геологии СССР, 1948. Вып. 1. С. 47–88.
75. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. 232 с.
76. Кривошеков И.Я. Географическо-статистический словарь Чердынского уезда Пермской губернии. Пермь, 1914. 82 с.
77. Кузин П.С. Классификация рек и гидрологическое районирование. Л.: Гидрометеиздат, 1960. 455 с.
78. Кшемень К., Назаров Н.Н., Чалов Р.С., Чернов А.В. Русловые процессы на реках зон перехода от гор к равнинам и их регулирование // Эрозионные и русловые процессы. Вып.4. М.: Географ. фак-т МГУ, 2005. С.116-130.
79. Лазаренко А.А. Литология аллювия равнинных рек гумидной зоны // Тр. ГИН АН СССР, 1964, вып.120, 236с.
80. Лавров А.С. Позднеплейстоценовые подпрудные озера на северо-востоке Русской равнины. – История озер в плейстоцене. Доклады IV Всес. симпозиума. Т. 2. Л., 1975. С. 119–127.

81. Лавров А.С., Потапенко Л.М. Неоплейстоцен Печерской низменности и Западного Притиманья (стратиграфия, палеогеография, хронология). М.: Можайский полиграфический комбинат, 2012. 191 с.
82. Лаврушин Ю.А. Аллювий равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных областей материковых оледенений // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 87. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 267 с.
83. Ламакин В.В. О динамических особенностях аллювиальных отложений // Докл. АН СССР. 1947. Т. 57. С. 65-68.
84. Лаптева Е.Г. Ландшафтно-климатические изменения на восточном склоне Северного Урала за последние 50 тыс. лет // Экология. 2009. С. 284–290.
85. Лидер В.А. Четвертичные отложения Урала. М.: Недра, 1976. 143 с.
86. Лунев Б.С. Дифференциация осадков в современном аллювии. Пермь: Перм. ун-т, 1967. 333 с.
87. Лунев Б.С., Кропачев А.М. Месторождения песка, гравия и глин в Пермской области. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1959. 147 с.
88. Лычагина Е.Л., Чернов А.В., Зарецкая Н.Е., Лаптева Е.Г., Трофимова С.С. Чашкинское озеро и древний человек в голоцене // Неолитические культуры восточной Европы: хронология, палеоэкология, традиции: мат. межд. науч. конф. СПб: Изд-во ИИМК РАН, 2015. С. 183–188.
89. Лютцау С.В. Флювиальные формы рельефа Мещеры как показатель изменений гидрологического режима и водности рек во времени // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5. География. 1968. № 3. С.93–98.
90. Максимов А.А. Структура и динамика биоценозов речных долин. Новосибирск: Наука, 1974. 260 с.
91. Макаров В.И. Активные разломы платформ: представления, реальность, проблемы // Активные геологические и геофизические процессы в литосфере. Методы, средства и результаты изучения. Материалы XII международной конференции. Т.1. Воронеж: Изд. ИПЦ ВГУ. 2006. С. 306–311.
92. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 355 с. Максимова Е.Г. Насекомоядные (отр. EULIPOTYPHILA) из голоце-

новых отложений пещеры Дыроватый камень на реке Вишере. // Динамика современных экосистем в голоцене: материалы Рос. науч. конф. М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. С. 141–146.

93. Мамай И.И. Динамика и функционирование ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 2005. 138 с.

94. Марков К.К., Лазуков Г.И., Николаев В.А. Четвертичный период. Том 2. М.: Изд-во МГУ, 1965. 436 с.

95. Матарзин Ю.М. Гидрология водохранилищ. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2003. 296 с.

96. Матвеев Б.В. Морфология и геолого-геоморфологические факторы развития врезанных и свободных излучин: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1985. 22 с.

97. Махинов А.Н. Современное рельефообразование в условиях аллювиальной аккумуляции. Владивосток: Дальнаука, 2006. 232 с.

98. Мелешко В.П., Катцов В.М., Говоркова В.А., Спорышев П.В., Школьник И.М., Шпееров Б.Е. Климат России в XXI веке. Часть. 3. Будущие изменения климата, рассчитанные с помощью ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана CMIP3 // Метеорология и гидрология. 2008. № 8. С. 5–19.

99. Мещеряков Ю.А. Структурная геоморфология равнинных стран. М.: Наука, 1965. 390 с.

100. Мильков Ф.Н. Ландшафтная сфера Земли. М.: Мысль, 1970. 208 с.

101. Мильков Ф.Н., Михно В.Б. Долинно-речные ландшафты среднерусской лесостепи. Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1987. 256 с.

102. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. М.: Наука, 1971. 576 с.

103. Назаров Н.Н., Егоркина С.С. Реки Пермского Прикамья: Горизонтальные русловые деформации. Пермь: ИПК «Звезда», 2004. 155 с.

104. Назаров Н.Н. Иерархические отношения геосистем пойменно-русловой местности (теоретический аспект) // География, общество, окружающая среда:

развитие географии в странах центральной и восточной Европы. Ч.І. Калининград, 2001. С. 59–60.

105. Назаров Н.Н. К вопросу о времени последнего массового спрямления излучин на верхней Каме // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2014. Вып. 2. С. 105-111.

106. Назаров Н.Н., Копытов С.В. Оценка морфометрических параметров рельефа поймы для выделения ее разновозрастных генераций (на примере верхней Камы) // Геоморфология. 2015. № 4. С. 79–85.

107. Назаров Н.Н., Копытов С.В. Проблема определения возраста пойменных генераций // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2016. Т. 26. Вып. 3. С. 122–126.

108. Назаров Н.Н., Копытов С.В., Фролова И.В. Морфометрические особенности рельефа пойменных генераций верхней Камы // Тридцатое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Набережные Челны, 2015а. С. 179-181.

109. Назаров Н.Н., Копытов С.В., Фролова И.В. Особенности дифференциации содержания песка в пойменных генерациях верхней Камы // Ресурсовоиспользующие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. М.: РУДН, 2015б. С. 378–379.

110. Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В. К вопросу о возрасте пойм прерывисто-динамического развития (на примере верхней Камы) // Географический вестник. 2016. №3(38). С. 15–27.

111. Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В. Пойменные генерации как объекты геоморфологической дифференциации долин широкопойменных рек (на примере верхней Камы) // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2015в. Т. 25. Вып. 3. С. 108–114.

112. Назаров Н.Н., Копытов С.В., Чернов А.В. Пространственно-временные особенности формирования разновозрастных генераций поймы верхней Камы // Географический вестник. 2014. № 4. С. 4–7.

113. Назаров Н.Н. Место речных систем в морфологической структуре ландшафтов суши // Изв. Русск. геогр. об-ва. 2003. Т. 141. Вып. 5. С. 68–72.
114. Назаров Н.Н., Чалов Р.С., Чалов С.Р., Чернов А.В. Продольные профили, морфология и динамика русел рек горно-равнинных областей // Географический вестник. 2006. № 2 (4). С. 37-47.
115. Назаров Н.Н., Чалов Р.С., Чернов А.В. Особенности морфодинамики речных русел в переходных областях от гор к равнинам // Геоморфология гор и равнин: взаимосвязи и взаимодействие // XXIV пленум геоморфолог. ком. РАН. Краснодар, 1998. С. 32-34.
116. Назаров Н.Н., Черепанова Е.С. Пойменно-русловые комплексы Пермского Прикамья. Пермь: Перм. гос. ун-т, 2012. 158 с.
117. Назаров Н.Н., Чернов А.В., Зарецкая Н.Е., Копытов С.В. Эволюция пойменно-русловых комплексов верхней Камы и Вишеры и их освоение человеком в позднеледниковье и голоцене // Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике: мат. всерос. конф. «VII Щукинские чтения». М.: МАКС Пресс, 2015г. С. 476–479.
118. Назаров Н.Н., Чернов А.В., Копытов С.В. Перестройки речной сети Северного Предуралья в позднем плейстоцене и голоцене // Географический вестник. 2015д. № 3. С. 26–34.
119. Назаров Н.Н., Чернов А.В., Копытов С.В. Печорско-Камский и Вычегодско-Камский водоразделы: геоморфологические и ландшафтные маркеры межбассейновых перестроек речной сети в позднем плейстоцене // География и регион: мат-лы межд. науч.-практ. конф. Т. 1. Физическая география и ландшафтная экология. Пермь: изд-во Перм. ун-та., 2015е. С. 111–118.
120. Назаров Н.Н., Чернов А.В. Особенности проявления и оценка интенсивности горизонтальных русловых деформаций на реках Пермского Прикамья // Геоморфология. 1997. № 2. С. 55–60.
121. Наумова О.Б. Атлас форм рельефа: Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2001. Т. 3. Формы рельефа Прикамья. 316 с.

122. Наумова О.Б. Четвертичный аллювий перигляциальной зоны Прикамья: дисс. ... докт. геол.-мин. наук. Пермь, 2002. 507 с.
123. Наумов В.А., Лунев Б.С., Наумова О.Б. Комплексное изучение и использование месторождений песка и гравия Пермского края // Перспективы науки. 2010. №1 (3). С. 5–9.
124. Научно-прикладной справочник: Основные гидрологические характеристики рек бассейна Камы / под ред. В.Ю.Георгиевского / Н. И. Алексеевский, Н. Л. Фролова, С. А. Агафонова и др. СПб: ФГБУ ГГИ, 2015. 135 с.
125. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Вып. 9. Ч. 1–6. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 556 с.
126. Нейштадт М.И. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 404 с.
127. Нейштадт М.И. Палеогеография природных зон Европейской части СССР в послеледниковое время. // Изв. АН СССР Сер. Геогр. 1953. № 1. С. 6–18.
128. Немкова В.К. Стратиграфия поздне- и послеледниковых отложений Предуралья // К истории позднего плейстоцена и голоцена Южного Урала и Предуралья. Уфа, 1978. С. 4–45.
129. Нестеренко Д.П. Водный режим пойм равнинных рек на примере Волжского бассейна: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. М., 2013. 31 с.
130. Нешатаев Б. Н. Природа и ландшафты Верхнего Прикамья. Сумы: Изд-во РИК «Медиа Информ», 2005. 184 с.
131. Обедиентова Г.В. Эрозионные циклы и формирование долины Волги. М., Наука, 1977. 239 с.
132. Овеснов С.А. Конспект флоры Пермской области. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1997. 252 с.
133. Оборин В.А. Заселение и освоение Урала в конце XI – начале XVII века. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1990. 168 с.
134. Осовецкий Б.М. Развитие долины верхней Камы в голоцене по данным изучения аллювия // Геоморфология. 1978. № 4. С. 88–96.

135. Осовецкий Б.М. Процессы формирования современного аллювия (на примере Прикамья): Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. Пермь, 1968. 20 с.
136. Панин А.В., Сидорчук А.Ю. Макроизлучины («большие меандры»): проблемы происхождения и интерпретации // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2006. № 6. С. 14–22.
137. Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Чернов А.В. Основные этапы формирования пойм равнинных рек Северной Евразии // Геоморфология. 2011. № 3. С. 20–31.
138. Панин А.В. Флювиальное рельефообразование на равнинах умеренного пояса Евразии в позднем плейстоцене – голоцене: автореф. дис. ... докт. геогр. наук. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2015. 46 с.
139. Перевощиков А.А. Вопросы происхождения и диагностические признаки антропогенно обусловленного пойменного аллювия (наилка) // Вестн. Удм. ун-та. Науки о Земле. 2007. Вып. 11. С. 111–121.
140. Петров И.Б. Обь-Иртышская пойма. Новосибирск: Наука, 1979. 136 с.
141. Петров М.П. К геоморфологической характеристике верхнего течения р. Вятки // Изв. Гос. геогр. об-ва. 1932. Т. 64. Вып. 4–5. С. 360–371.
142. Поздняков А.В. Динамическое равновесие в рельефообразовании. М.: Наука, 1988. 207 с.
143. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 328 с.
144. Попов И.В. Методические основы исследований руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 208 с.
145. Постоленко Г.А. Формирование рельефа горных долин под влиянием изменений климата // Рельеф и экзогенные процессы гор. Материалы Всероссийской научной конференции. Иркутск: ИГ СО РАН, 2011, с.117–120.
146. Прокашев А.М., Жуйкова И.А., Пахомов М.М. История почвенно-растительного покрова Вятско-Камского края в послеледниковье. Киров: Изд-во ВятГГУ, 2003. 144 с.
147. Роднянская Э.Е. Типология пойменных ландшафтов на примере р. Оби в пределах таежной зоны. Автореф. дисс... канд. геогр. наук. Л., 1963. 13 с.

148. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 424 с.
149. Рябков Н.В. Древняя гидрографическая сеть на междуречье Камы, Печоры и Вычегды // Изв. АН СССР. Сер. География. 1971. №1. С. 100–108.
150. Рябков Н.В. Нижнеплейстоценовые отложения долины Верхней Камы и прилегающего водораздела с Печерой и Вычегдой // Нижний плейстоцен ледниковых районов Русской равнины. М.: Наука, 1967. С. 167–173.
151. Рябова Т.П. Развитие растительности Башкирского Предуралья в голоцене. Научные доклады высшей школы. Биологические науки. 1965. № 1. С. 134–138.
152. Савина С.С., Хотинский Н.А. Зональный метод реконструкции палеоклиматов голоцена // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 231–244.
153. Самочкин В.М. Особенности образования заторов и зажоров на реках Сибири // Труды Новосибирского ин-та инж. ж.-д. транспорта. 1967. Вып.60. С. 27-61.
154. Симонов Ю.Г., Мысливец В.И., Лютцау С.В. Геоморфологические реперы // Проблемы теоретической геоморфологии. М.: Изд-во МГУ, 1999. С. 191–208.
155. Смышляев Д. Сборник статей о Пермской губернии. Пермь, 1891. 47 с.
156. Софроницкий П.А. Восточная часть Русской платформы // Геология СССР. Т. XII. ч. 1. кн. 2. М.: Недра, 1969. С. 12–36.
157. Степанов А.Н. Стратиграфия и условия осадконакопления верхнекайнозойских отложений междуречья Печеры и Камы: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 1974. 34 с.
158. Сурков В.В. Динамика пойменных ландшафтов верхней и средней Оби. М.: изд-во МГУ, 1999. 255 с.
159. Сычева С.А. Малый климатический оптимум голоцена и малый ледниковый период в памяти почв и отложений пойм рек Русской равнины // Известия РАН. Сер. геогр. 2011. № 1. С. 79-93.
160. Сладкопевцев С.А. Развитие речных долин и неотектоника. М.: Недра, 1973. 182 с.

161. Соболев С. С. Учение о пойме как основа изучения морфологии речных долин и стратиграфии речных террас // Почвоведение. 1935. №5–6. С. 815–826.
162. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
163. Тимофеев Д.А. О некоторых геоморфологических законах // Геоморфология. 1972. № 2. С. 3–12.
164. Тимофеев Д.А. Поверхности выравнивания суши. М: Наука, 1979. 271 с.
165. Тимофеев Д.А., Худяков Г.И. Концепция длительности активного формирования рельефа // Проблемы эндогенного рельефообразования. М.: Наука, 1976. С. 24–41.
166. Тимофеев И.В. Ибн Баттута. М.: Молодая гвардия, 1983. 272 с.
167. Фадеева Т.В., Смирнов Н.Г. Мелкие млекопитающие Пермского Предуралья в позднем плейстоцене и голоцене. Екатеринбург: изд-во «Гощицкий», 2008. 172 с.
168. Философов В.П., Филатов В.Ф. Связь порядков долин и водоразделов с их геологическим возрастом на территории Саратовского Заволжья // Вопросы морфометрии. Вып. 2. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1967. С. 67–74.
169. Фролова Н.Л., Нестеренко Д.П., Шенберг Н.В. Внутригодовое распределение стока рек России // Вестник Московского университета. Сер. 5: География. 2010. № 6. С. 8–16.
170. Хромых В.С. Аллювиальность и ее роль в формировании пойменных почв, растительности и ландшафтов // Двадцать восьмое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: доклады и краткие сообщения. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т, 2013. С. 167–169.
171. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.
172. Худяков Г.И. Геоморфотектоника юга Дальнего Востока: Вопросы теории. М.: Наука, 1977. 256 с.
173. Чазов Б.А. География лесов Молотовской области и их хозяйственное значение: дис. канд. географ. наук. Молотов, 1952. 461 с.

174. Чалов Р.С., Алабян А.М., Иванов В.В., Лодина Р.В., Панин А.В. Морфодинамика русел равнинных рек. М.: ГЕОС, 1998. 287с.
175. Чалов Р.С., Завадский А.С., Панин А.В. Речные излуины. М.: Изд-во МГУ, 2004. 371 с.
176. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов. М.: изд-во Моск. ун-та. 1979. 234 с.
177. Чалов Р.С. Историческое и палеорусловедение: предмет, методы исследований и роль в изучении рельефа // Геоморфология. 1996. № 4. С. 13–18.
178. Чалов Р.С. Рельеф пойм // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 1. М.: МГУ, 1970. С. 192–204.
179. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М.: ЛКИ, 2008. 608 с.
180. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2. Морфодинамика речных русел. М: КРАСАНД, 2011. 960 с.
181. Чалов Р.С. Формирование рельефа пойм меандрирующих рек // Геоморфология. 1973. №2. С.71-77.
182. Чалов Р.С., Чернов А.В. Геоморфологическая классификация пойм равнинных рек // Геоморфология. 1985. № 3. С. 3–11.
183. Чалов Р.С., Чернов А.В. Районирование камского бассейна по факторам и формам проявления русловых процессов на средних и крупных реках // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь, 1996. С. 10–20.
184. Чалов Р. С., Штанкова Н. Н. Сток наносов, руслоформирующие расходы воды и морфодинамические типы русел рек бассейна Камы // Вопросы физической географии и геоэкологии Урала. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2000. С. 99–116.
- Черепанова Картографирование лесных ресурсов на разновременных картах XIX-XXI вв. (территория Пянтежской лесной дачи) // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края: сб. науч. тр. Пермь: Перм. ун-т, 2013. С. 100–103.

185. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М.: Корона, 2009. 684 с.
186. Чернов А.В. Геоморфология пойм равнинных рек. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. 198 с.
187. Чернов А.В., Ефимовская С.Л. Опыт типизации пойменно-русловых комплексов на реках // Двадцать пятое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Астрахань: Изд-во Астраханского ун-та, 2010. С. 224–226.
188. Чернов А.В., Зарецкая Н.Е., Карманов В.Н., Панин А.В. История развития средней Вычегды в позднеледниковье и голоцене // Древние и современные долины и реки: история формирования, эрозионные и русловые процессы. Волгоград: Перемена, 2010. С. 181–190.
189. Чернов А.В., Зарецкая Н.Е., Лаптева Е.Г., Лычагина Е.Л., Трофимова С.С. Применение естественно-научных методов для реконструкции условий обитания древнего человека в долине Верхней Камы (группа Чашкиных стоянок) // Тр. IV (XX) Всерос. археол. съезда. Казань: Отечество, 2014. Т. 4. С. 380–383.
190. Чернов А.В. О перестройках речной сети в предгорьях // Геоморфология на рубеже XXI века. Тр. IV Щукинских чтений. М.: Географ. фак-т МГУ, 2000. С. 344–347.
191. Чернов В.П. К познанию подзолистых почв северных районов Пермской области. Труды Пермского СХИ. Т. XVI. 1958. С. 45–50.
192. Чернов В.П. О подзолистых песчаных почвах севера Пермской области. Труды Пермского СХИ. Т. XVIII. 1961. С. 24–32.
193. Чернышев Ф.Н. Орографический очерк Тимана // Труды Геол. ком. 1915. Т. XII. №1. 136 с.
194. Шанцер Е.В. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит // Тр. Геол. ин-та АН СССР. Сер. геол., 1951. Вып. 135. 275 с.
195. Шанцер Е.В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований // Тр. ГИН АН СССР Сер. геол., 1966. Вып. 161. 239 с.

196. Шкляев А.С., Балков В.А. Климат Пермской. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1963. 191 с.
197. Шмыров В.А., Болонкин П.Ф., Спирин Л.Н. Позднеголоценовая история Соликамской депрессии по геоморфологическим и археологическим данным // Физико-географические основы развития и размещения производительных сил Нечерноземного Урала. Пермь: Перм. ун-т, 1977. С. 48–55.
198. Шумилов Е.Н. Твоя малая родина: краткий историко-топонимич. справ. 4-е изд., испр. и доп. Пермь, 2005. 111 с.
199. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири / под ред. Н.С. Касимова, А.В. Кислова. М.: МАКС Пресс, 2011. 496 с.
200. Юдахин Ф.Н., Щукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформе. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 299 с.
201. Яхимович В.Л., Немкова В.К., Сиднев А.В. и др. Плейстоцен Предуралья. М.: Наука, 1987. 113 с.
202. Brown A.G. Alluvial geoarchaeology: floodplain archaeology and environmental change / A.G. Brown. Cambridge: University Press, 1997. 377 p.
203. Chernov A.V. Formation of fluvial sedimentation zones in piedmonts of southern part of Far East and specifics of their land use // Antropopresja w wybranych sire-fach morfoklimatycznych – zapis zmian w rzeźbie i osadkach. Sosnowec, 2012. p. 97-100.
204. Chernov A.V. On the evolution of a foreland river network // Channel processes in the rivers of mountains, foothills and plains. Inst. of Geography and Spatial Management Jagiellonian University. Cracow, 2006. p. 73–79.
205. Dury G. H. Principles of underfit streams. US Geol. Surv. Prof. Pap. 452-A, 1964, 67 p.
206. Goldberg P., Macphail R.I. Practical and Theoretical Geoarchaeology. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 464 p.

207. Grosswald M.G. Late Weichselian Ice Sheets of Northern Eurasia // *Quaternary Research*. 1980. Vol. 13. P. 1–32.
208. Karmanov V.N., Zaretskaya N.E., Panin A.V., Chernov A.V. Reconstruction of local environments of ancient population in a changeable river valley landscape (the middle Vichегда river, Northern Russia) // *Geochronometria*. 2011. Vol. 38. № 2. P. 128–137.
209. Lychagina E., Zaretskaya N., Chernov A., Lapteva E. Interdisciplinary studies of the Cis-Ural Neolithic (Upper Kama basin, Lake Chashkinskoe): palaeoecological aspects // *Documenta Praehistorica XL* (2013). P. 209–218.
210. Lysa A., Larsen E., Buylaert J., Fredin O., Jensen M., Kuznetsov D., Murray A., Subetto D., Welden A. Late Pleistocene stratigraphy and sedimentary environments of the Severnaya Dvina-Vychedga region in northwestern Russia. *Boreas*. 2014. Vol. 43. p. 1–21.
211. Macklin M.G, Lewin J. River sediments, great floods and centennial-scale Holocene climate change. *J. Quat. Sci.* 2003. 18(2). 101–105.
212. Mangerud J., Jakobsson M., Alexanderson H., Astakhov V., Clarke G., Henriksen M., Hjort C., Krinner G., Lunkka J., Per M., Murray A., Nikolskaya O., Saarnisto M., Svendsen J. Ice-dammed lakes and rerouting of the drainage of northern Eurasia during the Last Glaciation. *Quaternary Science Reviews*. 2004. Vol. 23. p. 1313–1332.
213. Nanson G.C., Croke J.C. A genetic classification of floodplains. *Geomorphology*. 1992, T. 4, № 6. P. 460–486.
214. Nazarov N.N., Chernov A.V. Patterns in foreland fluvial processes // *Channel processes in the rivers of mountains, foothills and plains*. Cracow: Inst. of Geography and Spatial Management Jagiellonian University, 2006. p. 111–118.
215. Rotnicki K. Modelling past discharges of meandering rivers // *Background to Palaeohydrology*. Ed. by K.J.Gregory. Wiley&Sons Ltd.. 1983. P. 321–354.
216. Schumm S.A. *The fluvial system*. Wiley Interscience, 1977. 338 p.

217. Starkel L. Chronology of phases of various fluvial activity, of erosion and deposition in the Vistula catchment during the Late Quaternary. *Geochronometria* 19, 2000, 53–58.
218. Szumanski, A. Paleochannels of large meanders in the river valleys of the Polish lowland // *Quaternary Studies in Poland*, Vol.4, 1983, p.207–216.
219. Vandenberghe J. Timescales, climate and river developments. *Quat.Sci.Rev.* 1995, 14, 631–638