

На правах рукописи

Украинцев Вадим Юрьевич

**Поздневалдайские палеоруслы рек бассейна Волги:
условия формирования, возраст, палеогеографическое значение**

Специальность 1.6.14 — Геоморфология и палеогеография

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой
степени кандидата географических
наук

Москва – 2023

Работа выполнена в отделе палеогеографии четвертичного периода
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
«Институт географии Российской академии наук» (г. Москва)

Научный руководитель: **Панин Андрей Валерьевич**
член-корреспондент РАН, доктор географических
наук, заместитель директора по науке, заведующий
отделом палеогеографии четвертичного периода
ФГБУН «Институт географии РАН»

Официальные оппоненты: **Чернов Алексей Владимирович**
доктор географических наук, ведущий научный
сотрудник географического факультета Московского
государственного университета им. М.В.Ломоносова

Ермолаев Олег Петрович
доктор географических наук, профессор кафедры
ландшафтной экологии Института экологии и
природопользования Казанского (Приволжского)
федерального университета

Ведущая организация: **ФГАОУ ВО «Пермский государственный
национальный исследовательский университет»**

Защита диссертации состоится 22 декабря 2023 года в 14 часов 00 минут на
заседании диссертационного совета 24.1.049.02 на базе ФГБУН «Институт географии
Российской академии наук» по адресу: 119017, г. Москва, Старомонетный переулок,
д. 29, стр. 4.

Факс: (495) 959-00-16, e-mail: d00204603@igras.ru

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

Автореферат разослан « » ноября 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат географических наук



Е.А. Белоновская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Древние русла рек, по размерам значительно превышающие русла современных рек («большие палеорусла»; см. рис. 1) широко встречаются на поймах рек центральных и южных районов Восточно-Европейской равнины, в том числе в бассейне Волги (Панин и др., 1992, 2011б; Vorisova *et al.*, 2006; Sidorchuk *et al.*, 2009). Размер больших палеорусел говорит о значительно более обильном, по сравнению с современным, речном стоке, их формировавшем (Sidorchuk *et al.*, 2000; 2003). Причины их формирования в различных районах Восточно-Европейской равнины исследованы в разных аспектах — геологическом, геоморфологическом, палеоклиматическом. Однако опубликованные работы относятся в основном к западной части равнины, на большую часть бассейна Волги эти результаты переносятся априори за неимением данных по этой территории (Панин, Сидорчук, 2006). Имеется ряд крупных работ по изучению речных долин западной и центральной Европы (Howard *et al.*, 2004; Heine, 1982 и др.), затрагивающих и проблему больших палеорусел. Упомянутые аспекты изучения больших палеорусел тесно между собой связаны: гидрологические изменения отражались в развитии речных долин – их углублении или заполнении, в динамике и морфометрии речных русел, следы которых остались в рельефе дна речных долин (Sidorchuk *et al.*, 2008). Это показывает, что проблему больших палеорусел, их возраста и динамики развития следует изучать в комплексе геолого-геоморфологических и палеогидрологических аспектов. Изучение больших палеорусел рек бассейна Волги и выполненные на этой основе оценки речного стока могли бы внести вклад в решение целого ряда палеогеографических проблем южной половины Восточно-Европейской равнины, в частности, в понимание механизмов трансгрессивных событий Каспийского моря.

Степень разработанности темы исследования определена малым количеством исследованных больших палеорусел бассейна Волги, недостатком материалов по абсолютной геохронологии их аллювия и непроработанностью вопроса о вертикальных русловых деформациях и стоке рек бассейна в поздневалдайскую эпоху.

Цель работы — установить географическое распространение, геолого-геоморфологические и палеогеографические условия, время и причины формирования больших палеорусел рек бассейна Волги. Для достижения этой цели необходимо решить следующие **задачи**: 1) получить данные о геологическом строении и геоморфологическом положении больших палеорусел в разных частях бассейна Волги; 2) определить возраст аллювия, соответствующего активной фазе формирования больших палеорусел, а также возраст подстилающих и перекрывающих отложений; 3) провести измерения морфометрических параметров больших палеорусел по всему бассейну Волги по космическим снимкам и цифровым моделям рельефа; 4) получить с помощью гидролого-морфологических зависимостей количественные оценки величин речного стока, формировавшего большие палеорусла; 5) оценить вертикальные русловые деформации, сопровождавшие формирование больших палеорусел.

Объект исследования — большие палеорусла бассейна Волги.

Предмет исследования — пространственное распространение, возраст и механизм формирования больших палеорусел речных долин бассейна Волги.

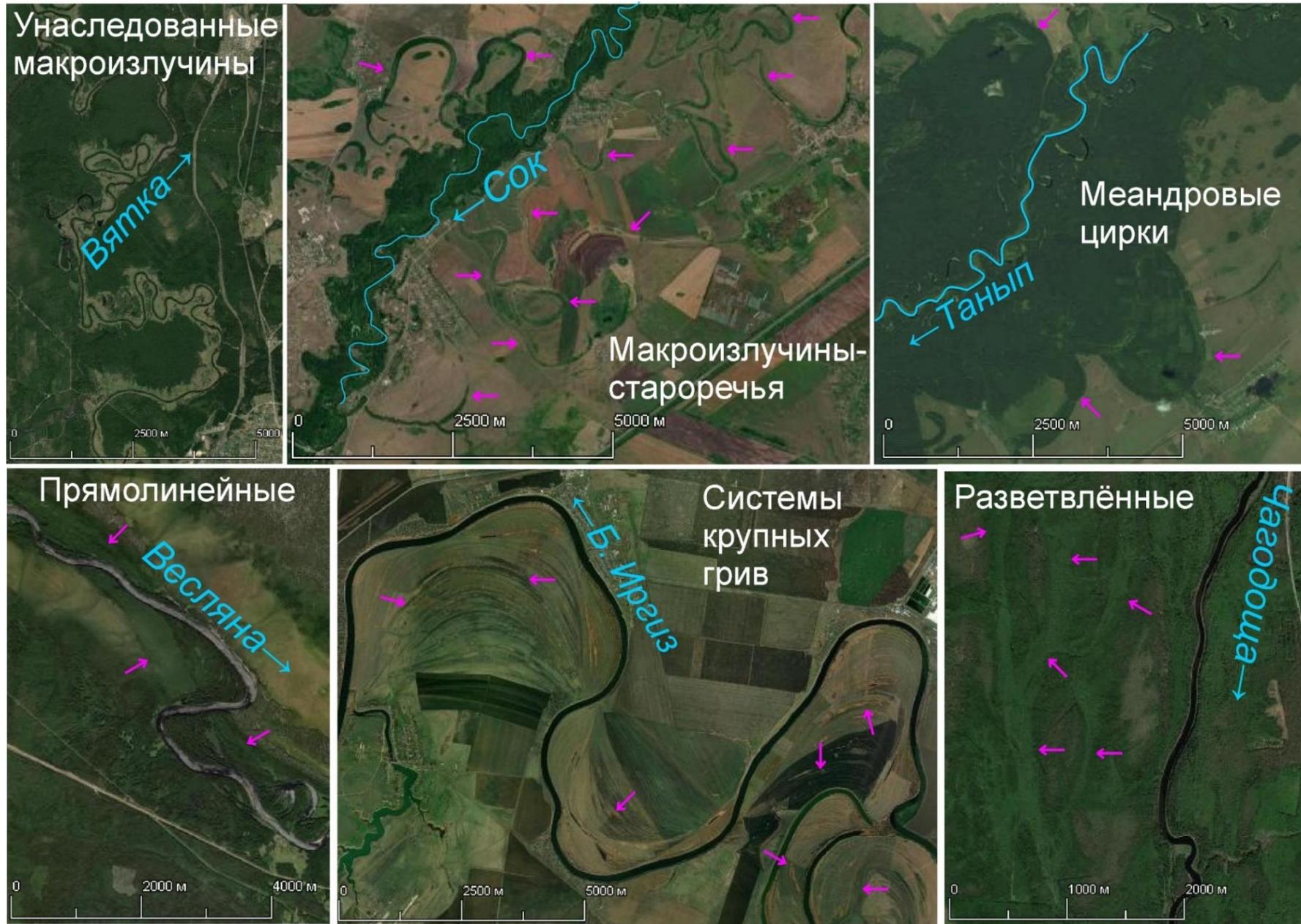


Рис. 1. Типы больших палеорусел в бассейне Волги (снимки ESRI).

Материалы и методы исследования. Для решения поставленных задач работы применён комплекс геоморфологических и литолого-стратиграфических методов, в том числе морфологический (выявление больших палеорусел, измерение их параметров), топографо-геодезический (полевая DGPS-съёмка высотного положения скважин и разрезов относительно уровней современных рек), фациальный анализ кернов скважин, в отдельных случаях — с опорой на данные гранулометрического анализа, радиоуглеродный метод датирования аллювия, малакофаунистический метод диагностики морских и пресноводных обстановок осадконакопления (для северного Прикаспия). Изучение пространственного распространения больших палеорусел и измерения их параметров производились по космоснимкам высокого разрешения (ESRI, Bing, Yandex, Google) и цифровым моделям рельефа (ЦМР, преимущественно ALOS3D).

В основу работы положен фактический материал, собранный автором в 2019–2022 году. При участии автора было проведено несколько экспедиций (бурение, топографо-геодезические измерения) в разных частях бассейна Волги: в 2019 году — в долине реки Мокши (приток Оки), в 2020 — дважды в бассейне озера Неро, в долинах рек бассейна Камы (Кама, Коса и Лолог, Южная Кельтма, Язьва, Иж, Вятка, Пижма, Кильмезь), Оки (снова Мокша), средней (Ветлуга) и верхней Волги (Унжа и Дубна). В 2021 году были проведены работы снова в бассейне Неро, а также в остальной части бассейна под руководством автора — Тёша (бассейн Оки), Пьяна, Сура, Свияга, Илеть (бассейн средней Волги), Мёша, Шешма и Ик (бассейн Камы), Танып, Дёма, Инзер, Уршак, Ашкадар (бассейн Белой), Большой Черемшан, Кондурча, Сок, Самара и ряд её притоков (Ток, Бузулук, Большой Кинель), Большой Иргиз и Камелик, Еруслан, Терешка, а также Большой и Малый Узени, которые являются реками бессточной области Прикаспия. Общее количество скважин, которые используются в работе, равняется 155, суммарная глубина проходки — 1666 погонных метров. Были получены результаты радиоуглеродного (64 даты), петрографического (для 2 образцов), минералогического (для 4 образцов), диатомового (14), малакофаунистического (20), палеонтологического (1), гранулометрического (21) анализов, анализа биологических останков (21). Общее количество обнаруженных участков с большими палеоруслами равняется 1712, из них 123 участка было использовано для гидролого-морфологического анализа. На них было произведено 806 измерений шага современных русел рек и 803 измерения их ширины, а также 856 — шага больших палеорусел и 1024 — их ширины. Также выполнено 334 измерения абсолютной высоты скважин и рек и на этих данных сделано 129 оценок вреза поздневалдайских рек. В тексте приводится описание больших палеорусел 44 рек.

Научная новизна исследования заключается в том, что впервые получены массовые систематические данные о геологическом строении, возрасте, высотном положении больших палеорусел по всей территории бассейна Волги, оценены вертикальные русловые деформации во время и после их формирования. На порядок величин расширена база данных о пространственном распространении крупных палеорусел в бассейне Волги, измерены их параметры, осуществлён гидролого-морфологический анализ. По усовершенствованной методике уточнены оценки величин речного стока в крупных частях бассейна Волги и в бассейне в целом.

Защищаемые положения:

1. Встречаемость больших палеорусел на поймах и низких террасах речных долин бассейна Волги максимальна в современной степной зоне и падает к северу и югу. Это отражает геолого-геоморфологические условия формирования больших палеорусел и их последующей сохранности.
2. Большие палеорусли в речных долинах бассейна Волги формировались в конце плейстоцена – начале позднеледникового (17,5–14 тыс. лет назад) одновременно во всех частях бассейна Волги.
3. Речной сток в конце плейстоцена – начале позднеледникового в разных частях бассейна Волги был выше современного в 1,5–1,9 раз, бассейна в целом — в 1,7 раз. Изменения речного стока в пространстве были похожи на современные: наибольшие показатели были характерны для северной и горной части бассейна, наименьшие — для его южных частей. Рост речного стока в бассейне Волги совпал по времени с раннехвалынским подъёмом уровня Каспия, что позволяет считать его одной из ведущих причин этой трансгрессии.
4. В средневалдайскую эпоху в равнинной внеледниковой части бассейна Волги реки были врезаны на значительную глубину. В конце средневалдайской – первой половине поздневалдайской эпохи происходило заполнение этих врезов, закончившееся около 18–19 тыс. лет назад. В период формирования больших палеорусел 17,5–14 тыс. лет назад вследствие увеличения стока воды аккумуляция в речных долинах сменилась врезанием рек.

Степень достоверности полученных результатов определяется большим объёмом натурального материала, собранного в ходе полевых работ и при дистанционном изучении объектов исследования, большим объёмом данных абсолютной геохронологии (радиоуглеродное датирование), наличием комплексных данных лабораторных анализов вещественного состава отложений. Проводилась взаимная верификация данных, полученных в рамках двух блоков исследования – полевого и дистанционного.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость исследования заключается в разработке хроностратиграфии осадконакопления и детализации фациального состава аллювия в долинах рек бассейна Волги. Уточнено строение и возраст речных пойм, выявлены временные границы эпохи повышенного речного стока в позднем плейстоцене – начале межледникового. Результаты исследования могут использоваться при поисках нерудных полезных ископаемых (песок, гравий), а также для практических прогнозов: экологических, климатических, инженерных (при расчёте вероятных русловых изменений и гидрологических параметров рек при проектировании крупных долговременных сооружений).

Личный вклад автора. Все полевые работы, бурение скважин проведены при непосредственном участии автора или под его руководством, им же выполнено документирование большей части кернов скважин, построены и проанализированы все буровые колонки, проведено генетическое расчленение отложений и их фациальная интерпретация, отобраны образцы на различные виды анализов. Лично автором выполнен гранулометрический анализ, анализ дистанционных данных — космоснимков

и ЦМР, задокументированы следы больших палеорусел бассейна Волги, сделаны палеогидрологические расчёты и построены карты палеостока.

Апробация. Результаты и выводы работ представлены на научных конференциях: The 4th International Conference on Paleolimnology of Northern Eurasia, «Тридцать пятое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов», «European Geosciences Union General Assembly», «Марковские чтения: Актуальные проблемы палеогеографии плейстоцена и голоцена», «VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование» (2020), «Пути эволюционной географии», «From the Caspian to Mediterranean: environmental change and human response during the Quaternary» (INQUA IFG POCAS, IGCP 610), «Evolution of fluvial systems at different time scales: FLAG Online Meeting» (2021), «Тринадцатый семинар молодых ученых вузов, объединяемых Межвузовским научно-координационным советом по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов при МГУ», «Геохронология четвертичного периода: инструментальные методы датирования новейших отложений», на научном семинаре лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена МГУ «Великая хвалынская трансгрессия Каспийского моря: проблемы и перспективы» (2022), «Палео- и историческое русловедение», «Перигляциал Восточно-Европейской равнины» (2023). Также результаты обсуждались на заседаниях отдела палеогеографии четвертичного периода ИГРАН.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 работ, среди которых 6 статей в журналах, рекомендуемых ВАК, в том числе одна персональная, и 11 статей и тезисов в других журналах и сборниках материалов конференций.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы (252 наименования, из которых 157 на иностранных языках). Основной текст изложен на 160 страницах, содержит 122 рисунка и 11 таблиц.

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность своему научному руководителю — чл.-корр. РАН, д.г.н. А.В. Панину (ИГ РАН) за неоценимую помощь в подготовке диссертации, полевых работ, организации камеральных работ, а также постоянные консультации и организацию финансирования работы; сотрудникам Института географии РАН: А.Ю. Качалову — за проведение буровых работ и ценные консультации; к.г.н. А.Л. Захарову — за помощь в проведении полевых работ и консультации по работе с GNSS-приёмником; к.г.н. Е.А. Константинову — за помощь в проведении полевых и камеральных работ и консультации, а также благоприятную творческую атмосферу в экспедициях; д.г.н. О.К. Борисовой — за помощь в проведении полевых работ, разборе керна и отбора образцов, а также научные консультации; сотрудникам Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова: д.г.н. А. Ю. Сидорчуку — за помощь в оценке речного палеостока Волги, д.г.н., профессору Т.А. Яниной — за проведение малакофаунистического анализа, к.г.н. Е.Ю. Матлаховой — за помощь в проведении полевых работ; сотрудникам других организаций: к.б.н. О.Н. Успенской (ВНИИ овощеводства РАН) — за проведение комплексного биологического анализа; специалистам М. А. Комагоровой, Д.В. Ульяновой и в.н.с., д.г.-м.н. В.Ю. Карпенко (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН) — за проведение

минералогического и петрографического анализов; к.г.н. М.В. Власову (ООО «Фрэком») — за помощь в проведении полевых работ. Полевые работы и радиоуглеродное датирование выполнялись на средства проекта РНФ-19-17-00215. Автор благодарен руководителю проекта А.Н. Гельфану (ИВП РАН) за поддержку палеогеографического блока исследования. Наконец, автор благодарит коллектив отдела палеогеографии четвертичного периода ИГ РАН за создание благоприятной атмосферы для профессионального роста.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Состояние проблемы

В главе рассматривается опыт изучения истории развития речных долин внеледниковой области Европы (преимущественно центральной и восточной) в последнюю ледниковую эпоху. Показаны примеры строения речных долин, возраст отдельных их элементов, этапы развития и их связь с изменениями климата (долины Мааса, Рейна, Темзы, Варты, Вислы, Дуная, Днестра, Дона и рек их бассейнов, Вычегды) (Горецкий, 1964; Обедиентова, 1975; Heine, 1982; Antoine, 1994; Sidorchuk *et al.*, 1999; Панин и др., 2011a; Gábris *et al.*, 2012; Starkel *et al.*, 2015 и др.). С разных сторон раскрывается проблема больших палеорусел — история изучения проблемы, критерии выделения больших палеорусел, их географическое распространение, возраст; рассматриваются различные гипотезы причин их формирования (Волков, 1960; Tobolski, 1975; Kozarski, 1991; Bohncke *et al.*, 1995; Panin *et al.*, 1999; Vandenberghe, Woo 2002; Kasse *et al.*, 2010; Krupa, 2015; Suther *et al.*, 2018; Vandenberghe, Sidorchuk, 2020 и др.). Описаны методы количественных палеогидрологических реконструкций, развитие представлений о гидролого-морфологических зависимостях и их использования для реконструкции палеогидрологических характеристик. Отдельно рассмотрены гидравлический и палеогеографические методы реконструкции речного стока. Последний включает в себя методы реконструкции водного баланса и палеофлористический, для которых приведены примеры реконструкций (Leopold, Maddock, 1953; Dury, 1964a и б, 1965; Sidorchuk, Borisova, 2000; Popov *et al.*, 2008; Сидорчук и др., 2019б; Борисова, 2021).

Крайне малое количество исследованных больших палеорусел в бассейне Волги отражает недостаточную степень изученности речных долин, связанные с этим неопределённости реконструкций речного палеостока Волги, недостаток материалов по абсолютной геохронологии поздневалдайских русел и непроработанность вопроса о вертикальных русловых деформациях рек в поздневалдайскую эпоху (Панин и др., 2001; Sidorchuk *et al.*, 2009; Панин и др., 2013; Сидорчук и др., 2018a).

Глава 2. Природные условия бассейна Волги

Бассейн Волги занимает большую часть Восточно-Европейской равнины и несколько природных зон, от средней тайги до сухой степи. Современные вертикальные движения земной коры в пределах бассейна Волги крайне слабы. По геолого-геоморфологическим условиям большая часть бассейна, за исключением некоторых участков в верховьях Волги и восточной горной периферии, расположена в области

свободного развития русловых деформаций. В бассейне преобладают свободно-меандрирующие широкопойменные русла. Основная часть стока происходит весной в половодье, преобладает снеговое (более 50%) питание рек. Слой речного стока убывает от севера бассейна к югу, увеличиваясь только на востоке и на отдельных возвышенностях. Большая часть бассейна находится в лесных зонах (тайга, широколиственные леса, лесостепь) (Раковская, Давыдова, 2001).

История развития бассейна в поздневалдайскую эпоху связана в основном с развитием и деградацией покровного оледенения и динамикой береговой линии Каспия. Поздневалдайское оледенение началось около 27 тысяч лет назад (тыс. л.н.) и достигло в бассейне Волги пика около 20 тыс. л.н. (Hughes *et al.*, 2016; Rinterknecht *et al.*, 2018); в это время льдами была покрыта северо-западная часть бассейна Волги (Astakhov *et al.*, 2016). Остальная часть бассейна была перигляциальной зоной. Среднегодовая температура держалась на отметках около -6° (Борисова, 2021). Граница оледенения ушла за пределы бассейна около 16,5 тыс. лет назад (Hughes *et al.*, 2016); среднегодовая температура становится выше 0° , а в бёллинг-аллерёдском межстадиале почти достигает современных значений. В МИС (морская изотопная стадия) 2 начала развиваться ранневалынская трансгрессия Каспия с максимальной фазой около 17–15 тыс. л.н. и уровнями не ниже +22 м абс. (Курбанов и др., 2023). В позднеледниковье, около 12,5 тыс. л.н., наступила енотаевская регрессия с уровнем моря не выше -43 м абс. (Makshaev, Tkach, 2022; Свиточ, 2016).

Глава 3. Методы исследования

В исследовании применялись полевые, лабораторные и дистанционные методы. Полевые включали в себя механическое бурение палеорусел и измерение высот скважин и меженного уровня рек GNSS-приёмником. По измеренной в поле абсолютной высоте устья скважины и данным фациального анализа керна определялась высота кровли руслового аллювия как оценка положения дна больших палеорусел. По измеренным высотам меженного уреза воды рек и средней глубине рек определялась абсолютная высота дна современной реки. Глубина рассчитывалась с помощью эмпирических связей с шириной русла и площадью бассейна (Нежиховский, 1971). По данным о высотах дна палеорусел и современных рек оценивались величины вертикальных русловых деформаций.

Был применён целый ряд лабораторных методов. Лично автором был выполнен гранулометрический анализ аллювия в ряде кернов скважин. Датирование образцов радиоуглеродным сцинтилляционным методом было осуществлено в лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана СПбГУ, образцов на AMS-датирование — в лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии ИГРАН в сотрудничестве с Центром прикладных изотопных исследований Университета Джорджии (США). Малакофаунистический анализ отобранных автором образцов выполнен д.г.н., профессором Т.А. Яниной (лаборатория новейших отложений и палеогеографии плейстоцена МГУ), диатомовый анализ выполнен в лаборатории палеоархивов природной среды ИГРАН, комплексный биологический анализ выполнен к.б.н., в.н.с.

О.Н. Успенской (лаборатория агрохимии ВНИИ овощеводства РАН). Петрографический и минералогический анализы выполнены М.А. Комагоровой, Д.В. Ульяновой и к.г.-м.н., в.н.с. В.Ю. Карпенко (Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН).

По космоснимкам и ЦМР производился поиск больших палеорусел и измерение их морфометрических параметров. Использовалась классификация больших палеорусел из работы (Панин и др., 2013): унаследованные макроизлучины, макроизлучины-староречья, меандровые цирки, прямолинейные, системы крупных грив и разветвлённые. Для количественной оценки величин стока по параметрам больших палеорусел применялась методика, разработанная д.г.н А.Ю. Сидорчуком (географический факультет МГУ).

Глава 4. Морфология и строение больших палеорусел в разных частях бассейна Волги

В главе представлены результаты исследования больших палеорусел в разных частях бассейна Волги, их геоморфологическое положение, геологическое строение. Весь бассейн был разделён на 5 подбассейнов: верхней Волги, Оки, средней Волги (границы — бассейн и устье Оки на западе и бассейн и устье Камы на востоке), Камы и нижней Волги. Далее рассматриваются типичные примеры больших палеорусел (Медведица, Мокша (рис. 2) и др. реки).

4.1. Бассейн верхней Волги

В бассейне верхней Волги пробурены большие палеоруслы рек Медведица, Дубна, Устье и Которосль, Унжа. Медведица — левый приток верхней Волги, водосбор расположен на западе бассейна. На Медведице выделяется 2 уровня поймы (2 и 3 м), её общая ширина составляет около 100 м. На пойме реки изучено одно палеорусл (2 скважины: 19551 и 19552) около деревни Вересково (рис. 3А). Оно хорошо различимо как в ландшафте, так и по высоте (врезано в террасу на 4–5 м). Кроме того, на этом же участке реки сохранились унаследованные большие палеоруслы. Изученное палеорусл шире современного в 4 раза. Пойменная фация (до 0,5 м) сложена торфом и суглинком, фация заиления имеет мощность до 1,8 м, состоит из супесей (рис. 4). Образец из неё имеет возраст около 10 тыс. кал. л.н. Подстилающие пески и суглинки отнесены к русловой фации, по образцу получен возраст около 15,2 тыс. кал. л.н. Подстилающие пески и суглинки формировались около 18,3 тыс. кал. л.н. (IGAN AMS 7352–54).

4.2. Бассейн Оки

В бассейне Оки пробурены большие палеоруслы Мокши, Цны и Тёши. Мокша — крупнейший правый приток Оки, водосбор занимает юго-восточную часть бассейна. В низовьях Мокши пробурено несколько палеорусел, суммарно 18 скважин. Сама долина здесь имеет ширину 13 км в самом узком месте — примерно в 100 раз больше ширины современного русла. Пойма сегментно-гривистая высотой до 6 м (рис. 2). Ширина палеорусел больше ширины современного русла в 2 раза, шаг — в 3 раза.

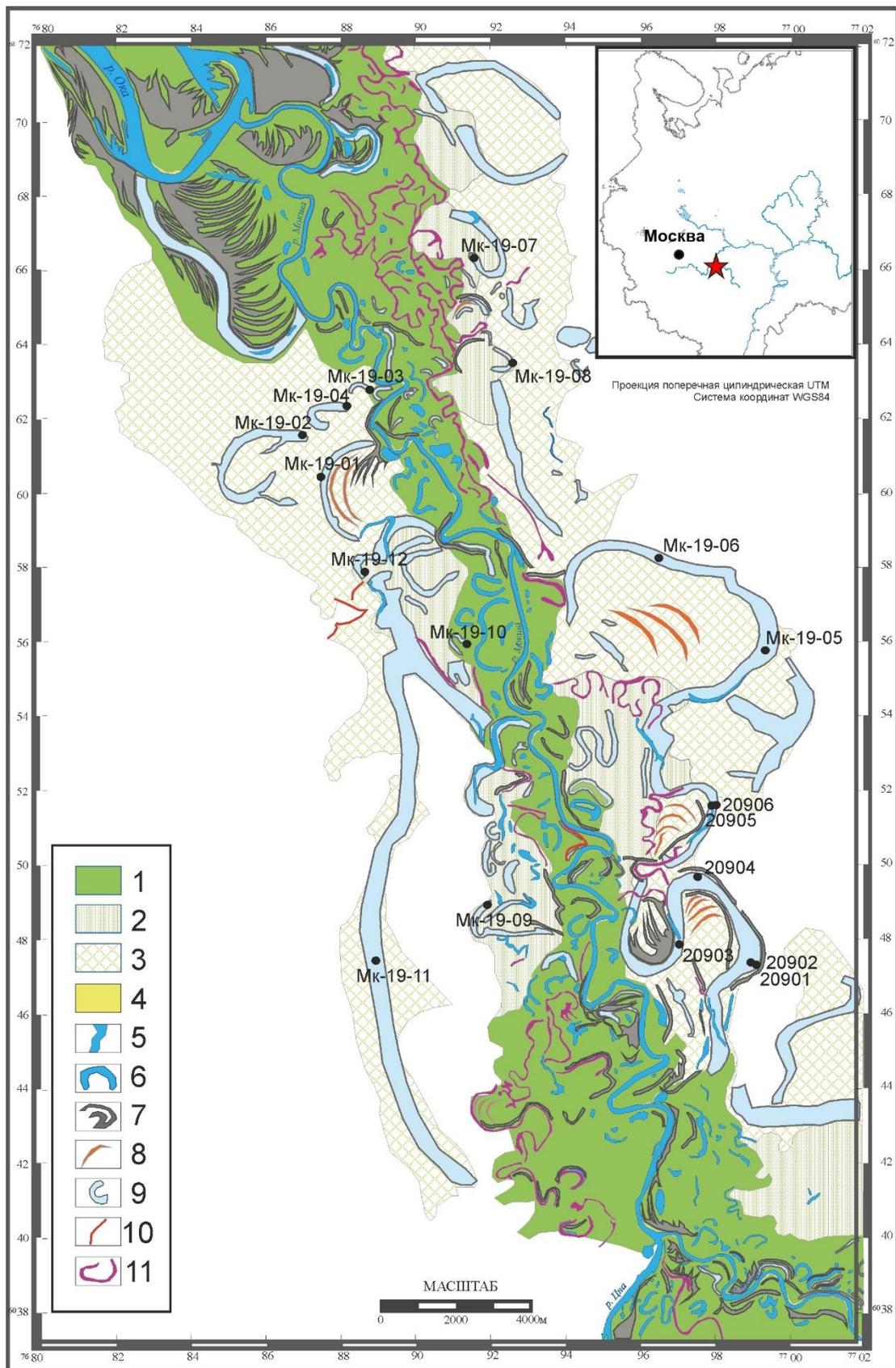


Рис. 2. Геоморфологическая схема участка с большими палеорусли реки Мокши. Морфологические комплексы рельефа: пойма: 1 – позднеголоценовая сегментно-гивистая с хорошо сохранившимся первичным рельефом, 2 – раннеголоценовая сегментно-гивистая, 3 – позднеплейстоценовая со слабо сохранившимся первичным рельефом; формы рельефа: 4 – прирусловые отмели, 5 – русло реки, 6 – старицы, 7 – прирусловые валы, 8 – гривы, 9 – палеорусли, 10 – эрозионные уступы, 11 – русла пойменных проток

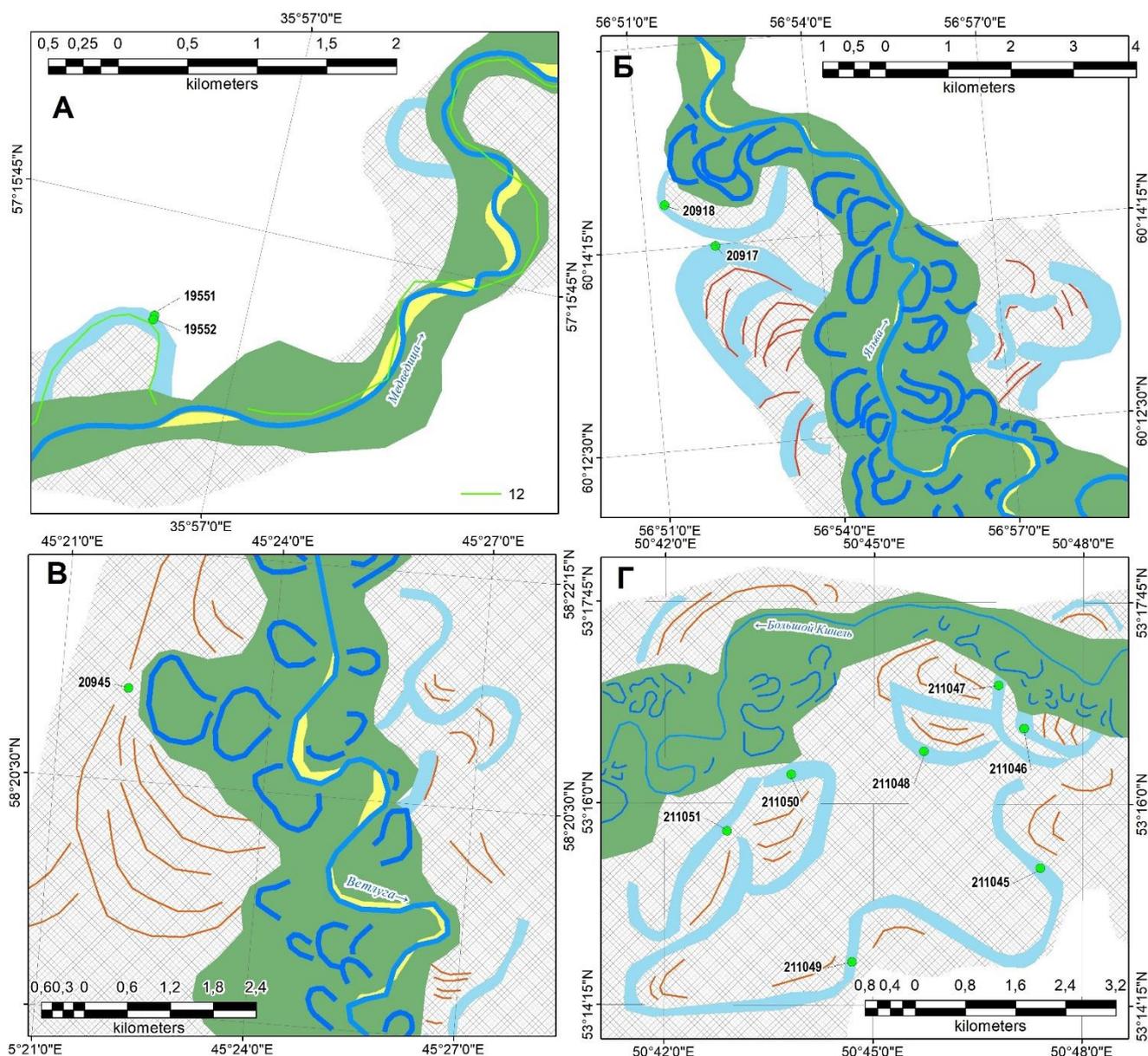


Рис. 3. Геоморфологические схемы некоторых изученных участков: А — долина р. Медведицы; Б — долина р. Язьвы; В — долине р. Ветлуги; Г — долина р. Б. Кинеля.

Условные обозначения см. на рис. 2, кроме: 12 (только на рис. 5А) — унаследованные макроизлучины (осевая линия палеореки).

На поверхности первой надпойменной террасы (скв. 20906), исходя из данных гранулометрического анализа, до глубин 5–6 метров распространены эоловые и переработанные эоловые осадки — они почти не имеют грубообломочной и глинисто-алевритистой фракции, доминирует тонкий и мелкий песок. В совокупности с доминированием песков в строении палеорусел, а также наличием эоловых форм рельефа на междуречье Мокши и Оки, это указывает на большую роль эоловых процессов в прошлом. Русловая фация аллювия (2–4 м) больших палеорусел представлена мелкими и средними песками, которые перекрыты тонкими песками и суглинками (мощностью до 3–5 м) и подстилаются похожим (с переслаиваниями) древним аллювием. Для нескольких образцов из скважин получены даты, свидетельствующие о том, что 23–34 тыс. кал. л.н. интенсивно накапливались пески,

подстилающие русловую фацию больших палеорусел (IGAN AMS 7719–29; 9334–40), что говорит о направленной аккумуляции — заполнении предшествующего вреза. Аллювий этого вреза вскрыт на глубинах 10–20 и более метров ниже современной поймы и датирован временем от 35 до 30 тыс. кал. л.н. (рис. 4). По русловому аллювию макроизлучин в скв. 20903 получены даты около 16,4–16,5 тыс. кал. л.н. Перекрывающие тонкие пески начали формироваться уже около 13,9 тыс. кал. л.н.

4.3. Бассейн средней Волги

В бассейне средней Волги изучены большие палеоруслы Суры, Пьяны, Ветлуги, Илети и Свяги. Ветлуга — крупнейший левый приток, который занимает северную часть бассейна. Река имеет широкую пойму с относительно узким руслом и обилием русловых форм рельефа (старицы, веера блуждания, гривы; рис. 3В). В средней части долины Ветлуги пробурена скважина 20945 в крупногравистой системе на пойме реки около г. Шарьи. Она вскрыла суглинистую фацию заиления большого палеоруслы до 5 м, русловую фацию (пески средние, в базальной фации — с обильными включениями гравия) и суглинки ниже 8 метров, которые её подстилают. Результаты датирования показали, что эти суглинки имеют запредельный возраст (сформировались более 43 тыс. кал. лет назад, ЛУ-10258), в то время как тонкие пески над классической русловой фацией имеют возраст около 13,9 тыс. кал. л.н. (IGAN AMS 9879; рис. 4).

4.4. Бассейн Камы

В бассейне верхней Камы изучены большие палеоруслы Камы, Лолога, Язьвы, Ика и Ижа, Шешмы и Мёши, в том числе в бассейне Белой (Агидель; крупнейший правый приток Камы) — Ашкадар, Инзер, Уршак, Дёма и Танып, а в бассейне Вятки (крупнейший левый приток) — Вятка, Пижма, Кильмезь и Ловать. Пробурено по скважине в двух больших заболоченных палеоруслы Язьвы (рис 3Б). До 2,7 м в обеих скважинах толща сложена торфом и суглинками, ниже идут пески средние, которые с 5 м грубеют, появляется гравий (базальная фация руслового аллювия). С 5,5 метров песок становится тонким. Из скв. 20918 получено две даты — около 10 тыс. кал. л.н. (из подошвы торфа; ЛУ-10252) и более 40 тыс. кал. л.н. (из песков на глубине 8 м; ЛУ-10253; рис. 5).

Большие палеоруслы реки Дёмы — крупнейшего левого притока Белой — расположены на протяжении почти всей долины начиная с её верхних частей и вплоть до устья (пробурено 9 скважин и палеорусел). Параметры макроизлучин изучены на почти всём протяжении течения реки (кроме самых верховий). Древние излучины имеют достаточно правильную форму с равными шагами и стрелой прогиба. Древний шаг макроизлучин растёт закономерно: 880–920–1030 метров в верховьях, среднем и нижнем течении соответственно (примерно 190–230–290 у современной реки), а вот ширина — в меньшей степени (150–150–180 м), что, впрочем, характерно и для современной реки (ок. 45–43–48 м). Одна из пробуренных макроизлучин Дёмы, в верхнем течении (скв. 211029), имеет следующее строение: фации пойменная и заиления (до 3,5 м — торф и суглинки), русловой песок до 5,5 м и затем базальная фация (гравелистый песок). Из низов фации заиления (глубина 3 м) получена дата — образцу примерно 11 тыс. кал. лет (ЛУ-10542; рис. 5).

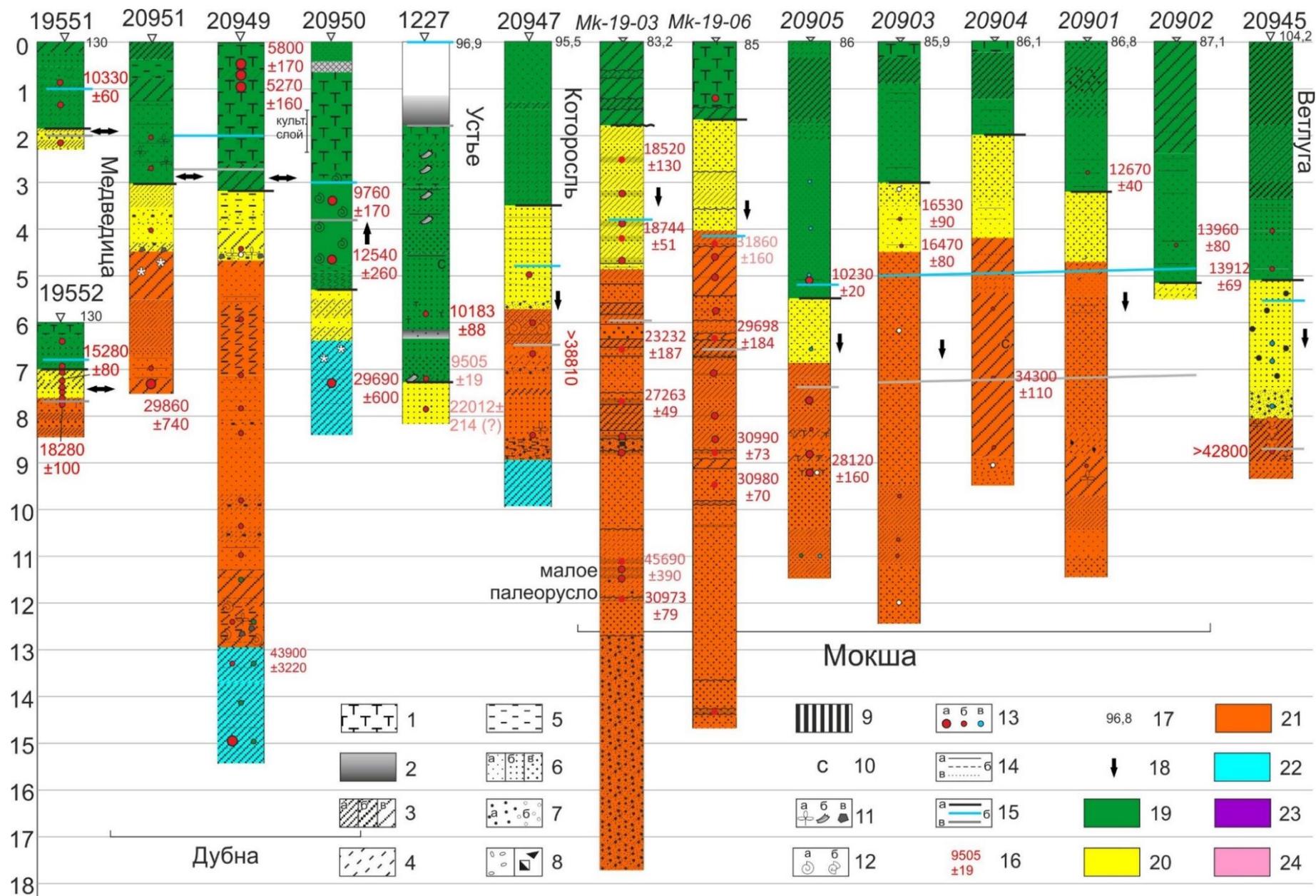


Рис. 4. Скважины с радиоуглеродными датами в больших палеоруслах рек бассейнов верхней и средней Волги, Оки

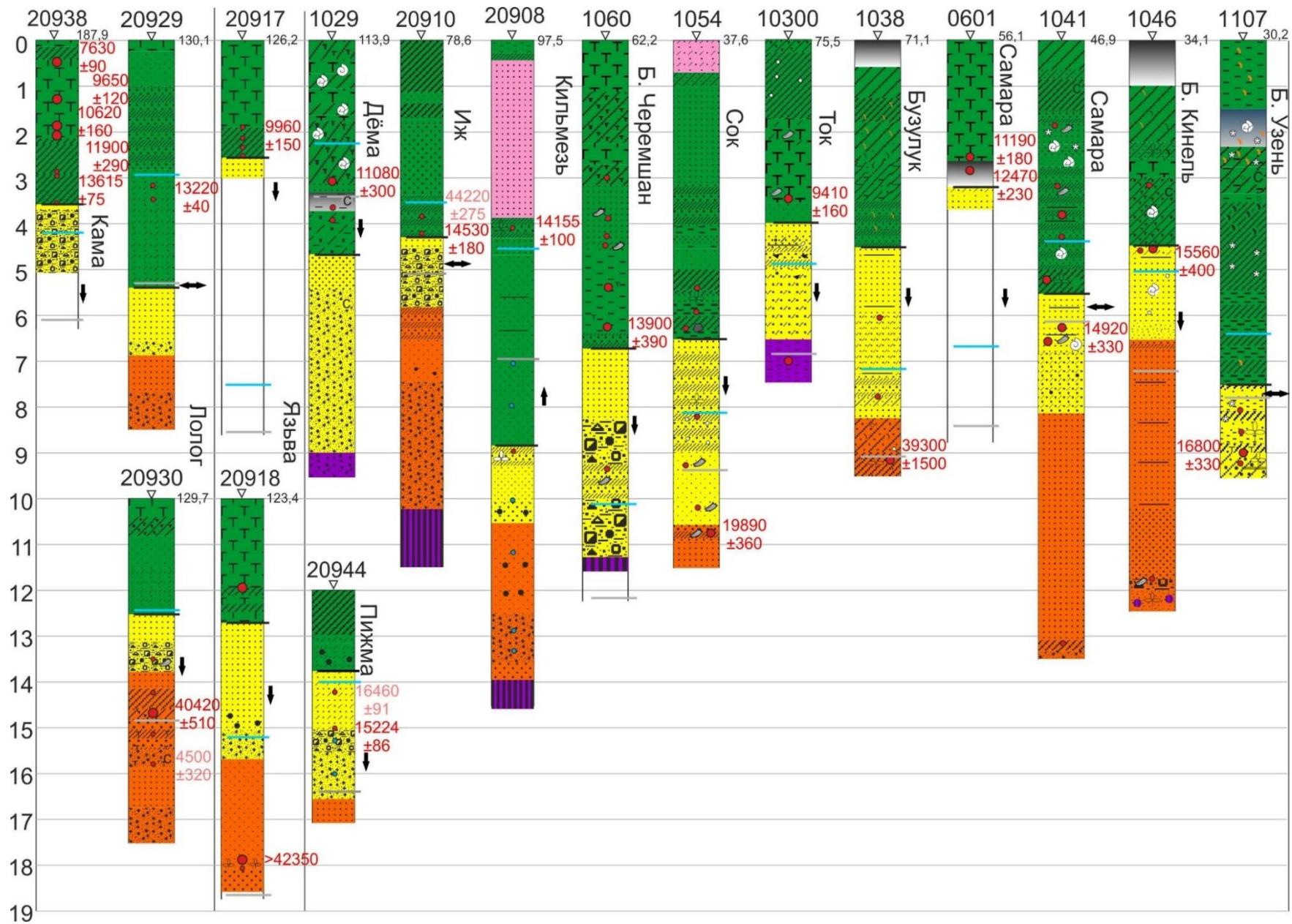


Рис. 5. Скважины с радиоуглеродными датами в больших палеорулах рек бассейнов Камы, нижней Волги

Условные обозначения к рис. 4 и 5: 1 — торф, оторфованность; 2 — почва, органо-минеральный грунт; 3 — суглинок (а — тяжёлый, б — средний, в — лёгкий); 4 — оглиненность; 5 — алеврит, алевритистость; 6 — песок (а — тонкий, б — мелкий-средний, в — крупный-грубый), опесчаненность; 7 — гравий (а — обломки соотв. цвета, б — глинистый); 8 — галька (а — мелкая, б — крупная); 9 — коренные породы/морские четвертичные отложения; 10 — дополнительное обозначение для слоистости; 11 — органика (а — растительная, б — древесная, в — уголь), 12 — ракуша (а — цельная, б — обломки; результаты малакофаунистического анализа: зелёный цвет — застойные условия; жёлтый — проточные; синий — морские); 13 — образцы на датирование (радиоуглеродное: а — общее сцинтилляционное, б — AMS; в — ОСЛ); 14 — прослой (а — суглинка, б — алеврита, в — песка); 15 — уровни (а — кровля русловой фации больших палеорусел, б — меженный уровень современной реки, в — дно современного русла); 16 — даты (тусклый цвет — инверсии или удревнённые); 17 — абсолютная высота скважины, м; 18 — направленность вертикальных русловых деформаций после формирования больших палеорусел (стрелка вверх — аккумуляция, стрелка вниз — врезание, горизонтальная стрелка — стабильное положение); генезис отложений: аллювий: 19 — фация заиления, пойменные, 20 — русловая фация, 21 — древний (первая половина МИС 2/МИС 3 и старше); 22 — озёрные, 23 — дочетвертичные, 24 — покровные (склоновые, эоловые)

Пижда — правый приток нижней Вятки. У реки широкая и низкая пойма, сама река обильно меандрирует, частично используется свои палеоруслу. Пробурено длинное, хорошо сохранившееся большое палеоруслу, в котором сохранились следы (гривы) стадии мощного речного стока и следы осложнения палеоруслу (конец эпохи мощного стока). В строении скважины 20944 выделяется фация заиления (до 2 м, суглинки), русловая фация (глинистый песок, песчано-гравийная смесь и гравийный песок), древний аллювий (мелкий песок, с 4,5 м). Получено две даты из руслового аллювия — около 16,5 тыс. кал. л.н. (IGAN AMS 9877) и около 15,2 тыс. кал. л.н. (IGAN AMS 9878) (рис. 5).

1.1. Бассейн нижней Волги

В бассейне нижней Волги пробурены большие палеоруслу всех крупных рек: Большого Черемшана, Сока, Кондурчи, Самары, Тока, Бузулука, Большого Кинеля, Большого Иргиза, Камелика, Терешки, Еруслана. Кроме того, скважины пробурены в долинах Большого и Малого Узеней, которые сейчас относятся к бессточной области Северного Прикаспия, но в поздневалдайское время, наряду с Большим Иргизом, Ерусланом и Терешкой (ныне притоки Волги) впадали в раннехвалынский бассейн.

Река Большой Кинель (приток нижней Самары) имеет крупный бассейн, широкую долину (5–13 км) и пойму с обилием больших палеорусел (рис. 5Г). Средняя ширина больших палеорусел увеличивается с 92 м в верховьях до 135 м в низовьях, средний шаг с 883 м до 1 км, у голоценовых излучин — с 31 м до 65 м и со 174 м до 428 м, соответственно. Как и у других рек бассейна нижней Волги, в тыловой части поймы выделяются хуже выраженные, возможно, более древние палеоруслу. Мощность фации заиления у больших палеорусел составляет 3–4 метра, она в основном суглинистая. Русловая фация — средний песок, иногда разнозернистый, с включениями гравия. В скважине 211046 из глинистого песка на 4,5 м (кровля русловой фации аллювия) получена дата около 15,5 тыс. кал. лет (LU-10552) (рис. 5).

В долине Большого Иргиза пробурена большое палеоруслу-староречье и одно унаследованное, в низовьях. Река весьма извилиста, повсеместно распространены

заваленные и пальцеобразные излучины (рис. 1, справа сверху). В среднем течении большое палеоруло сложено суглинком до 6 м (фа́ция заиления), встречаются раковины *Unio* sp. и перламутр, ниже идут переслаивания песков и суглинков и пески (русовая фа́ция). В низовьях Большого Иргиза по профилю через лестницу террас в шпоре унаследованной излучины около Балаково пробурено три скважины, характеризующие рост большого палеорула во времени. В скважине 211066 фа́ция заиления сложена суглинком и переслаиваниями суглинка и алеврита, мелкий песок появляется на абсолютной высоте 16 м. В скважине 211067, расположенной на террасе реки, первые песчаные слои появляются на глубине около 5 м, мелкие пески появляются на глубине 8 м. В скважине 211068 мелкие пески ещё на полметра ниже, их русловой генезис подтверждён данными малакофаунистического анализа — переотложенные раковины *Dreissena* sp., а также *Valvata naticina* и *Unio* sp. Такое строение указывает на направленное врезание реки в ходе развития макроизлучины.

Большой Узень имеет смежный с Ерусланом (самый нижний приток Волги) бассейн, однако относится к бессточной области Прикаспия. Скважины в верхнем течении Большого Узеня пробурены в больших палеорулах реки. Во всех них мощная фа́ция заиления (и пойменная; раковины *Valvata piscinalis*, *Valvata pulchella*), представленная суглинками и алевритами. На глубине 7,5–8,5 метров (около 22–23 метров н.у.м.) появляются русловые отложения (переслаивания песков и суглинков; раковины *Valvata* cf. *naticina*, *Sphaerium* sp.). В скважине 211107 с глубины 9 м (21 м н.у.м.) из русловой фа́ции аллювия отобран образец на радиоуглеродный анализ, возраст которого составил около 16,8 тыс. кал. л.н. (LU-10558; рис. 5).

Глава 5. Развитие речных долин бассейна Волги во второй половине поздневалдайской эпохи

5.1. Распространение больших палеорусел

С использованием космоснимков и ЦМР в бассейне Волги удалось выявить более 1700 участков, где распространены следы высокого стока (рис. 6). Больше всего больших палеорусел обнаруживается в южной части бассейна, причём прослеживается корреляция между широтой и частотой встречаемости больших палеорусел. Встречаемость увеличивается от средней тайги до степи, а затем, в полупустыне, их количество снова падает. Это может быть объяснено несколькими причинами — во-первых, для современной степи характерна высокая неравномерность стока. Возможно, она была характерна и для сектора пленигляциальной тундростепи, который попадает на современную степь, то есть две эти зоны были похожи всем, кроме температуры. Во-вторых, реки в северной части бассейна расположены в зоне распространения плейстоценовых оледенений, обычно имеют относительно узкие долины и поймы, что ограничивает возможности для горизонтальных русловых деформаций и формирования хорошо выраженных палеорусел, а также их сохранности. В южной половине бассейна реки обычно имеют хорошо разработанные древние долины с широкими поймами, в пределах которых могли как формироваться, так и сохраняться следы миграции речных русел за длительный промежуток времени. В-третьих, такое географическое распределение и особенно наличие в степной и лесостепной зонах нескольких

возрастных генераций макроизлучин, может свидетельствовать о том, что именно в этой широтной полосе проявления обильного стока были наиболее частыми и длительными.

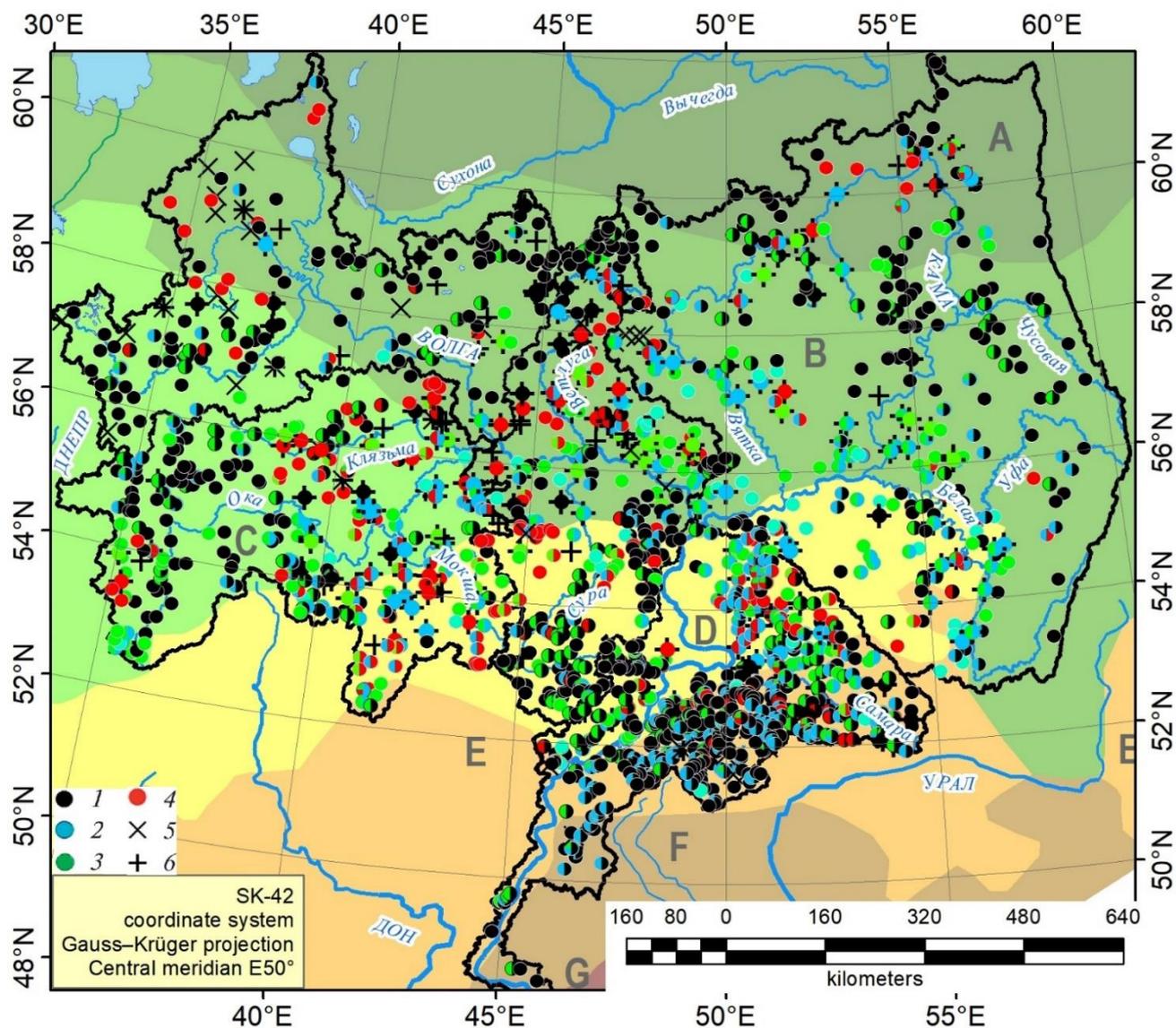


Рис. 6. Распространение участков с большими палеоруслулами разных типов в бассейне Волги. Большие палеоруслула: 1 — унаследованные макроизлучины, 2 — макроизлучины-старицы, 3 — меандровые цирки, 4 — прямолинейные, 5 — системы крупных грив, 6 — разветвлённые. Современные природные зоны: А — средняя тайга, В — южная тайга, С — широколиственные леса, D — лесостепь, Е — степь, F — сухая степь, G — полупустыня, пустыня

5.2. Построение карты слоя палеостока и оценка стока по основным бассейнам

Для оценки речного стока из найденных участков с палеоруслулами были выделены те, которые подходят для палеогидрологических оценок (хорошо сохранившиеся и различимые на космоснимках палеоруслула), и измерены параметры их плановой геометрии, такие как руслонаполняющая ширина русла и шаг излучин. Выделялись относительно бесприточные участки рек, на которых представлено не менее 5 крупных палеоруслул (критерии выделения обозначены в работе (Панин, Сидорчук, 2006)). Водосборная площадь бралась для середины участка измерений ширины; из справочников (Основные гидрологические..., 2015а; 2015б; 2015в) брались средние

максимальные и годовые расходы воды. Всего измерения параметров палеорусел проведены на 123 участках. Усовершенствованная методика реконструкции речного стока через гидролого-морфологические связи детально описана в работе (Сидорчук и др., 2021). Больше всего таких участков на юге бассейна, к северу их количество уменьшается.

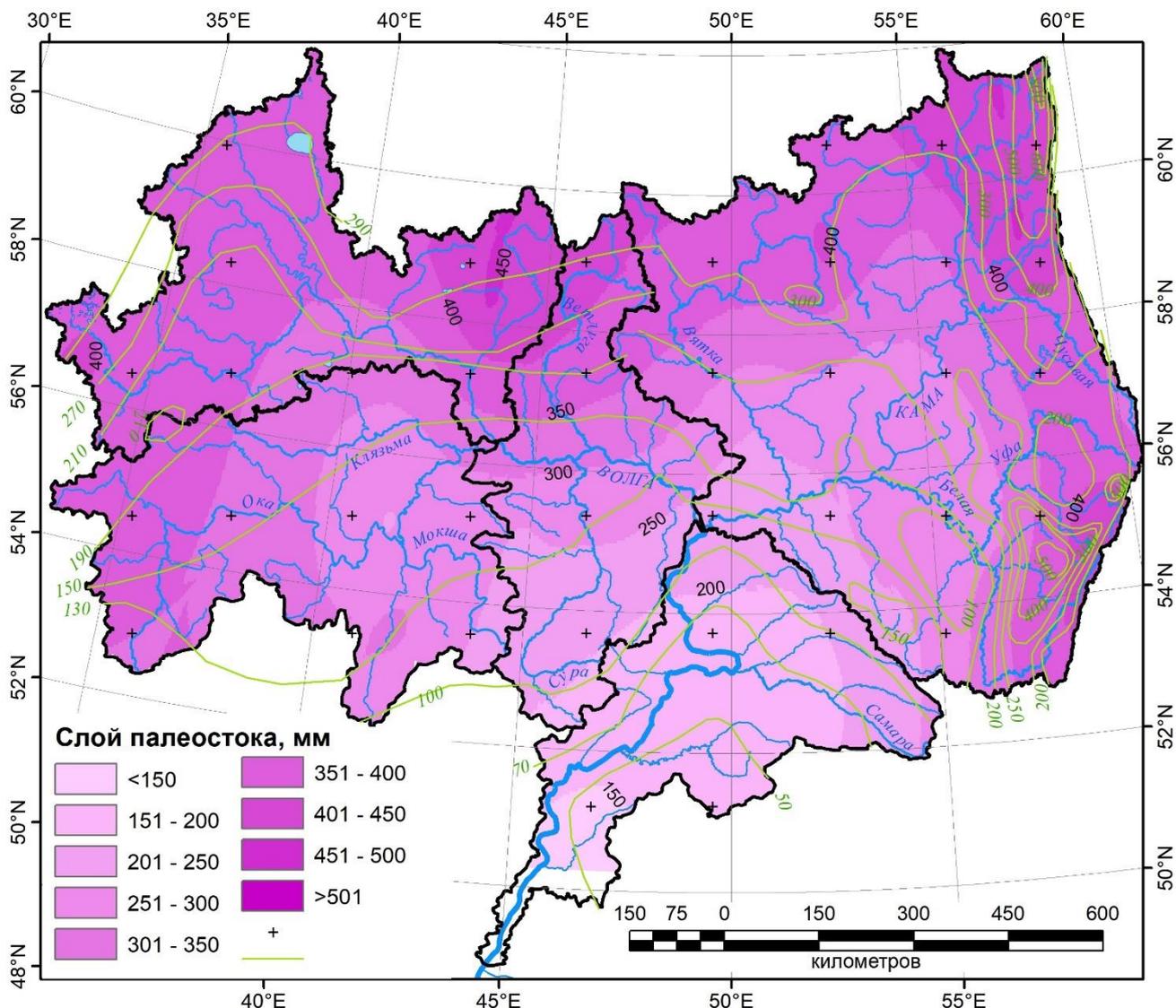


Рис. 7. Карта слоя стока в поздневалдайскую эпоху обильного стока (интерполяция по усреднённым точкам). + – усреднённые точки, — – изолинии современного слоя стока

Для перехода от среднемаксимальных палеорасходов воды к среднегодовым для каждой реки строилось соотношение современной и древней ширины русла и современных и древних среднемаксимальных расходов воды. Далее через площадь водосбора и среднегодовые расходы воды получены слой и объём стока для соответствующего бассейна. В соседних малых бассейнах полученные величины стока могут значительно различаться. Это отражает как природную изменчивость, так и ограничения метода. Для построения карты слоя стока бассейна Волги проведено осреднение методом скользящего окна и затем интерполяция на весь бассейн (рис. 7).

Реконструированное поле речного стока в поздневалдайскую эпоху имеет зональность, в целом аналогичную современной: максимальный слой стока (до 450–550

мм) наблюдался на Верхней Волге и в верховьях бассейна Камы, минимальный (100–200 мм) – на Нижней Волге. Для разных частей водосбора Волги слой палеостока получился в 1,5–1,9 раза больше современного, для всей Волги – в 1,7 раза. Величина годового стока Волги у Волгограда в поздневалдайскую эпоху оценивается в 420 км³ при современном среднемноголетнем годовом стоке 250 км³. Этого объёма достаточно, чтобы поддерживать уровень Каспия на отметках максимума хвалынской трансгрессии.

5.3. Возраст больших палеорусел

Исходя из проведённого стратиграфического расчленения толщ в пробуренных скважинах и полученных дат складывается следующая картина истории формирования больших палеорусел в бассейне Волги. Подстилающие русловую фацию аллювия больших палеорусел отложения (древний аллювий) имеют в большинстве своём возраст 39–42 тыс. кал. лет и меньше. Поскольку большинство дат имеют пограничные для радиоуглеродного метода значения (более 35 тыс. кал. л.н.), временной интервал начала формирования древнего аллювия нам неизвестен. По наиболее молодым датам из подстилающих русловую фацию палеорусел отложениям время окончания направленной аккумуляции составляет около 18 тыс. кал. л.н. (см. рис. 8).

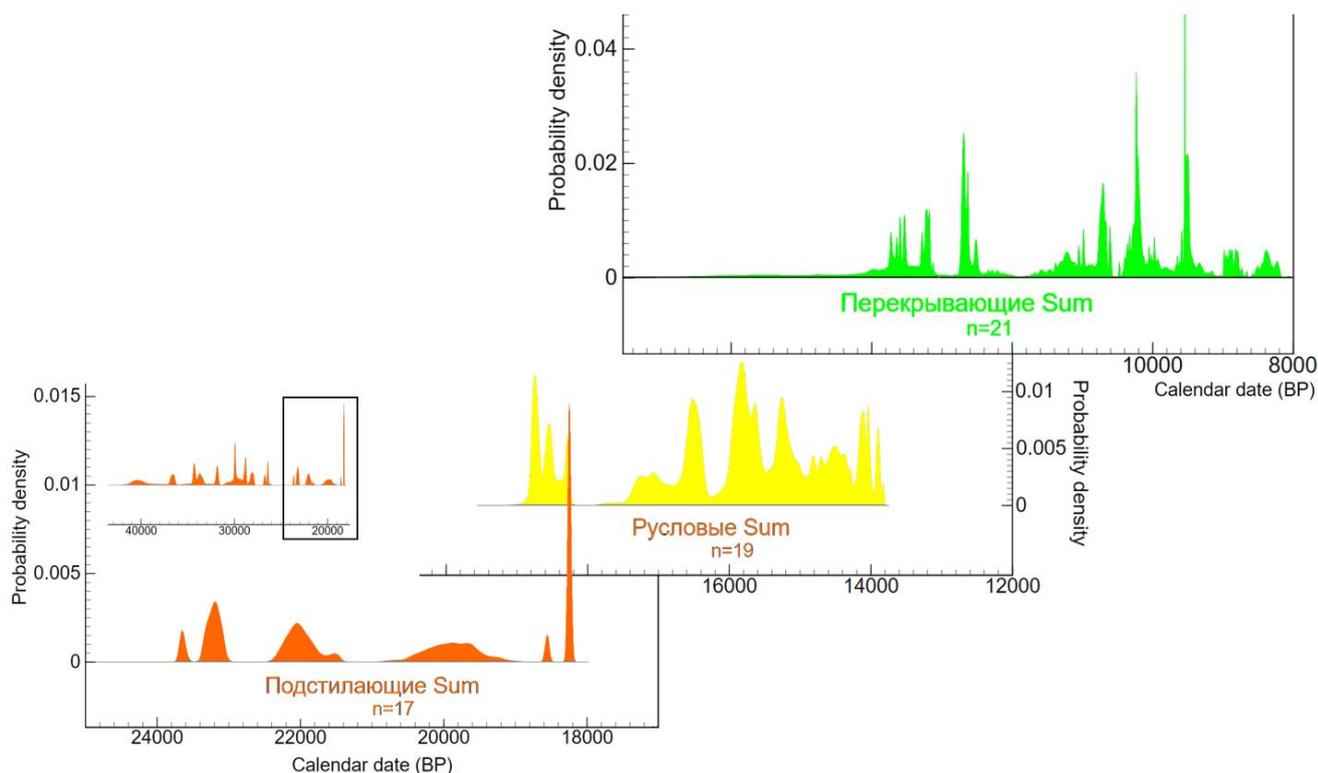


Рис. 8. Суммированные массивы дат по русловому аллювию больших палеорусел в речных долинах бассейна Волги, подстилающим и перекрывающим отложениям.

Основная масса дат русловой фации аллювия больших палеорусел относится к периоду времени около 17,3–14,9 тыс. кал. л.н. Ещё несколько дат — в интервале 14,5–13,9 тыс. кал. л.н. — интерпретируются неоднозначно, они получены из отложений над русловой фацией аллювия, которые, однако, сложно отнести и к фации заиления палеорусла (тонкие–мелкие пески, переслаивания песков и суглинков). По всей видимости, они формировались в обстановке сниженных расходов воды, однако всё же

функционирования большого палеорула. Периодичности внутри эпохи высокого стока не выявлено: даты по всему бассейну распределяются внутри указанного временного интервала без значимых перерывов и территориальных неоднородностей (рис. 9). Есть выходы за пределы этого интервала: например, две даты из скв. Мк-19-03 в палеоруле реки Мокши ~18,7 тыс. кал. л.н. (рис. 4). Однако это палеоруло Мокши имеет размеры значительно меньше макроизлучин и соразмерно с излучинами современной реки (рис. 2). По-видимому, оно отражает водность реки до начала эпохи обильного стока. В статье (Vandenberghе, Sidorchuk, 2020) приводятся примеры более ранних дат по русловой фации больших палеорусел рек Восточно-Европейской равнины (р. Дон, р. Свапа), однако это касается только части дат; другая укладывается в наши интервалы (р. Протва, р. Сейм (Панин, Сидорчук, 2006), р. Волга (Panin *et al.*, 2018), верхний Дон (Матлахова и др., 2019), р. Дубна (Панин и др., 2022). Заиление больших палеорусел началось не позднее среднего дриаса; ряд дат из фации заиления палеорусел относится к около 14,2–13,9 тыс. л.н. (рис. 4). Общий интервал формирования больших палеорусел, с учётом интервалов дат и округлений — 17,5–14 тыс. кал. л.н.

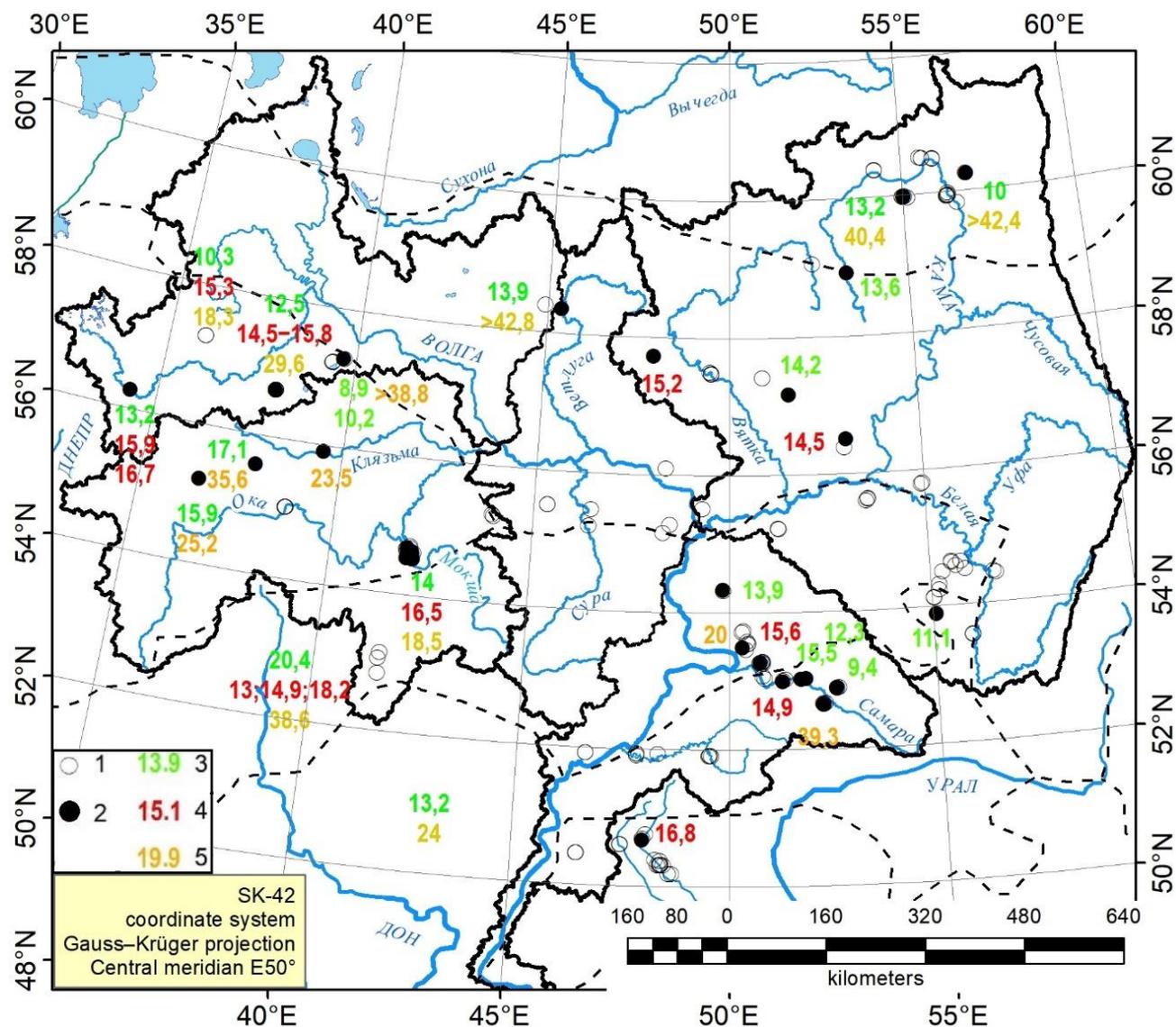


Рис. 9. Время формирования фаций аллювия больших палеорусел в разных частях бассейна Волги. 1 — все скважины, 2 — скважины с датами; время формирования: 3 — фации заиления, 4 — русловой фации, 5 — подстилающих аллювий отложений

5.4. Динамика врезания и аккумуляции в речных долинах

По данным бурения и радиоуглеродного анализа, в средневалдайскую эпоху или раньше многие реки испытывают сначала врезание, что видно по переуглублениям с грубообломочным материалом (древней русловой фацией), вскрытым скважинами, а также по датам из отложений, заполняющих эти врезы, возраст которых составляет 39–42 тыс. лет и меньше. Начало врезания и временной интервал аккумуляции нам неизвестны, однако наличие дат от 36 тыс. л.н. и вплоть до конца LGM говорит о том, что речная аккумуляция происходила постоянно, начиная как минимум с этого времени. В южной половине бассейна врез был более существенным (9–15 и более метров ниже уровня современной поймы — у рек Мокша, Сок, Бузулук), в то время как у северных рек он составлял до 8–9 м (Ветлуга, Лолог, Язьва, Дубна).

Пользуясь колонками скважин с фациальным расчленением аллювия была проведена оценка направленности вертикальных русловых деформаций, осуществлённых древними реками, формировавшими большие палеоруслу. Для анализа темпов врезания/аккумуляции поздневалдайских рек были взяты абсолютные высоты устьев скважин и высоты зеркала современной реки в непосредственной близости к палеоруслу, полученные геодезической съёмкой. Затем были использованы эмпирические зависимости Р. А. Нежиховского (1971) по соотношению ширины русла в межень и его максимальной глубины с площадью бассейна реки. Через ширину современного русла и площадь бассейна определялась средняя глубина реки и далее высота дна современных русел. На самих скважинах отмечалась кровля русловой фации поздневалдайского аллювия (как оценка положения дна палеоруслу), меженный уровень воды и положение дна русла современной реки (рис 4, 5). По разнице высоты дна (кровли руслового аллювия) палеоруслу и высот дна современного русла определялась величина и направленность вертикальных русловых деформаций.

Повышенные расходы воды при формировании больших палеорусел должны были вызвать адаптацию продольного профиля и врезание рек. Полученный результат, что в большинстве случаев дно палеорусел находится выше дна современных русел (рис. 10), на первый взгляд, противоречит этому положению. Однако если обратить внимание на положение кровли древнего аллювия у рек, где были пробурены унаследованные макроизлучины и заведомо имеющие более древний возраст палеоруслу-староречья (например, Большой Иргиз, Малый Узень, Дубна (рис. 4)), то можно заметить, что в староречье древний аллювий часто залегает выше современного дна реки, но унаследованные палеоруслу имеют врезанный характер с лестницей террас в шпоре и кровлей руслового аллювия, спускающейся ниже уровня дна современного русла, т.е. в ходе развития унаследованных макроизлучин происходило врезание реки.

Данные по долинам, где были пробурены большие серии скважин, также указывают на врезание рек в ходе эпохи обильного стока: положение дна разных макроизлучин может изменяться в достаточно широких пределах. Например, в долине р. Дёмы одна макроизлучина находится несколько выше современного русла (до 1–1,5 м), но большая часть — на уровне или ниже (до 1,5–2 м). Первая формировалась в начале эпохи обильного стока, когда врезание только началось, остальные — в конце, когда врезание закончилось. Река врезалась глубже современной, при уменьшении стока

произошло выравнивание продольного профиля путём небольшой аккумуляции. Последовательное углубление наглядно иллюстрируется сопоставлением положения дна палеорусл в макроизлучинах разных возрастных генераций, выделяемых по их взаимным соотношениям (когда одна подрезает другую), например, скважины 1042 и 1041 в долине Самары, 1052 и 1053 в долине Сока. Дно самых молодых макроизлучин во многих долинах находится ниже дна более древних подрезаемых ими палеорусл.

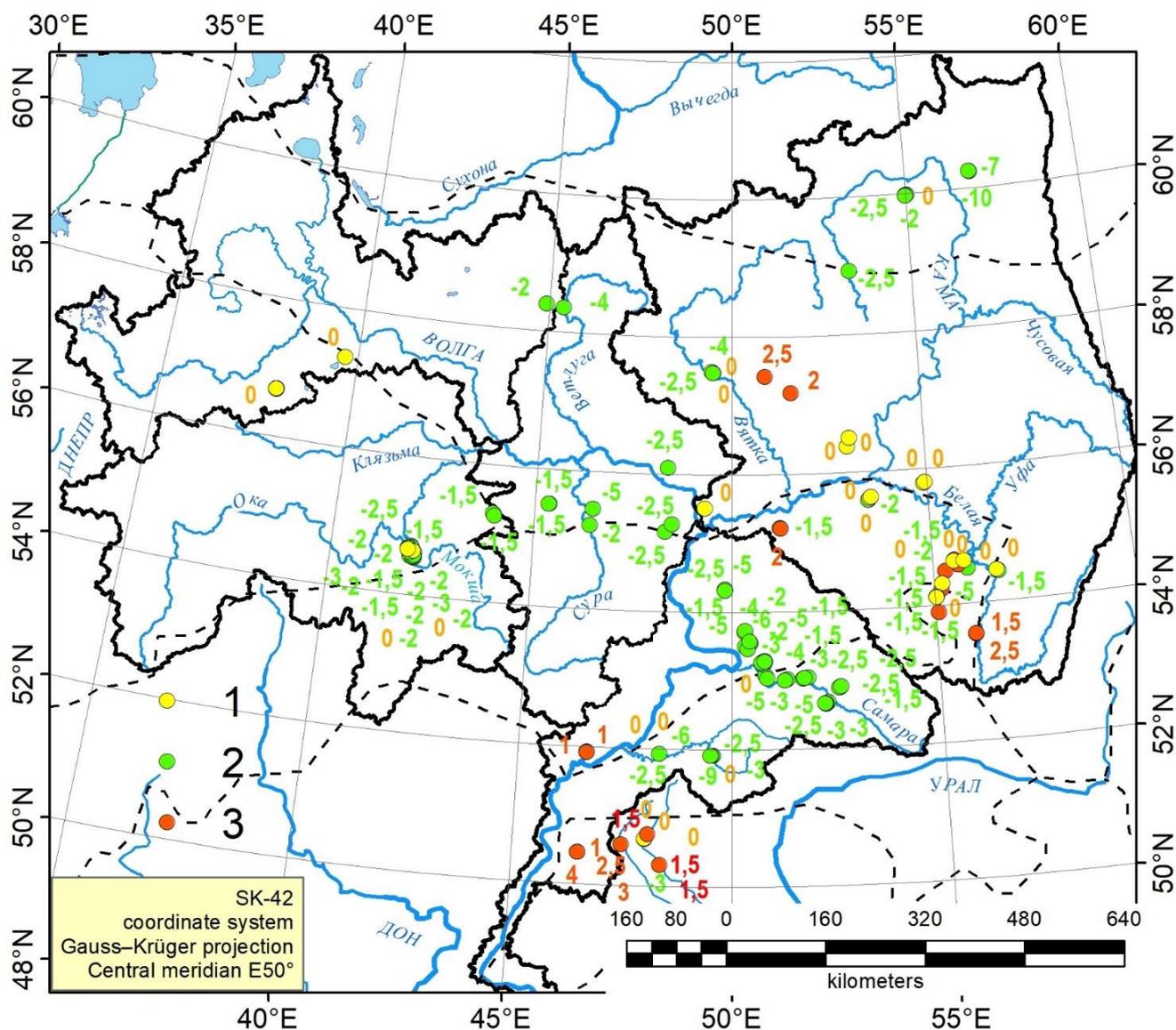


Рис. 10. Положение дна современных русел относительно больших палеорусл (в метрах): 1 — на том же уровне, 2 — ниже, 3 — выше

На процессы углубления и выполнения долин, кроме климатически обусловленных изменений речного стока, влияли и другие факторы. В бассейне нижней Волги врезание сдерживалось высоким уровнем Каспия, поскольку именно в эпоху обильного стока в бассейне Волги происходила раннехвалынская трансгрессия. Также можно предполагать, что врезанию ряда рек бассейна препятствовал высокий твёрдый сток, обусловленный поступлением в реки эолового материала. В пользу этого говорит обилие эоловых форм рельефа в днищах речных долин и на междуречьях (Мокша, Сура, Илеть, Кильмезь, Самара и др.), а также обвалованность некоторых русел (Которосль, Большой Узень).

5.5. Факторы развития речных долин

Обобщая полученные результаты, мы видим, что: 1) большие палеоруслы распространены почти на всей площади бассейна Волги. При этом больше всего их сохранилось в долинах рек степной зоны; 2) увеличение речного стока достигало полутора–двукратных величин; распределение величин стока происходило схожим образом с современным; 3) формирование больших палеорусел происходило в период времени 17,5–14 тыс. л.н.; в предшествующую эпоху речные долины испытывали интенсивную аккумуляцию; 4) формирование больших палеорусел сопровождалось их врезанием, а дно современных речных долин унаследовало продольный профиль, сложившийся к окончанию эпохи обильного стока. Пространственная картина речного палеостока и географическое распределение следов больших палеорусел в бассейне Волги указывает на то, что ведущим фактором развития речных долин, русловых процессов, эрозии и аккумуляции в них был климатический, другие же факторы (изменения базиса эрозии, гляциоизостазия, эоловые процессы) были более локальными и меньше влияли на развитие речных долин. Формирование больших палеорусел может быть объяснено увеличением атмосферных осадков в конце плейстоцена и перераспределением их долей в пользу твёрдых осадков холодного сезона года на фоне распространения многолетней мерзлоты, затруднявшей фильтрацию воды в грунт и тем самым увеличивавшей коэффициент стока.

Увеличение атмосферных осадков в позднем плейстоцене на территории Восточно-Европейской равнины реконструируется палеофлористическим методом (Sidorchuk, Borisova, 2000; Borisova *et al.*, 2006). Предполагается, что оно было не очень большим, однако, что более важно, распределение осадков в течение года было более неравномерным — почти все осадки выпадали зимой, в то время как лето было сухим, а растительность — скудная (Борисова, 2021). Существуют модели, способные описать циркуляцию атмосферы в плейстоцене таким образом, что зимняя циклоническая активность была увеличенной (Асеев, 1973). В то же время палеоклиматическое моделирование пока не воспроизводит увеличение осадков в это время, хотя низкое испарение, способствовавшее росту поверхностного стока, реконструируется (Морозова и др., 2021; Kalugin, Morozova, 2023). Существование многолетней мерзлоты в плейстоцене на территории бассейна Волги не ставится под сомнение никем, хотя возрастной интервал её существования неизвестен (Величко, Нечаев, 2009). Математическое моделирование стока Волги показывает, что многолетняя мерзлота значительно увеличивает поверхностный сток (Гельфан, Калугин, 2021). Наконец, в работе (Панин и др., 2021) ледниковый сток в бассейне Волги, существовавший вплоть до 16,5 тыс. лет назад, реконструируется как низкий (около 5% от современного стока Волги). В работе (Panin *et al.*, 2020) показано, что речные перестройки, которые могли увеличить бассейн Волги за счёт смежных бассейнов (Невы, Днепра, Северной Двины, Печоры), происходили в большинстве своём в конце предпоследней ледниковой эпохи (МИС 6). Таким образом, повышенный речной сток, приведший к формированию больших палеорусел в позднем плейстоцене, можно объяснить исключительно климатическими причинами. Это важно для понимания, в частности, природы хвалынской трансгрессии Каспийского моря.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые исследования позволили прийти к следующим выводам:

1. Большие палеоруслы на низких террасах и поймах рек бассейна Волги имеют наиболее широкое распространение в степной зоне. Это объясняется различиями в строении долин в северо-западной (равнинной ледниковой), восточной (возвышенной горной) и южной (равнинной внеледниковой) частях бассейна, что обусловило различия в условиях для образования и сохранности геоморфологических следов палеорусловой динамики. Кроме того, можно предполагать, что именно в этой широтной полосе эпизоды повышенного стока, из которых слагалась общая эпоха обильного стока, были наиболее частыми и длительными, что обусловило формирование наиболее чётких и обильных геоморфологических следов высокого стока.

2. Большие палеоруслы в бассейне Волги формировались в конце позднего плейстоцена, в отрезке времени 17,5–14 тыс. лет назад, то есть в конце пленигляциала – начале межледниковья. Формирование больших палеорусел было синхронным по всему бассейну Волги.

3. Речной сток рек конца пленигляциала в разных частях бассейна Волги был выше современного в 1,5–1,9 раз, бассейна в целом — в 1,7 раз («эпоха обильного стока»). При этом показатели древнего речного стока изменялись в пространстве по-разному с современным образом: наибольшие показатели были характерны для северной и горной части бассейна, наименьшие — для его южных частей. Рост речного стока в бассейне Волги совпадает по времени с раннехвалынским подъёмом уровня Каспия, что позволяет считать его одной из ведущих причин этой трансгрессии.

4. В МИС 3 древние реки бассейна Волги были врезаны на значительную глубину. Во вторую половину МИС 3 — первую половину МИС 2, до 18–19 тыс. л.н., в речных долинах происходило заполнение этих врезов. В течение эпохи формирования больших палеорусел реки бассейна испытывали врезание вследствие роста водного стока. По окончании эпохи обильного стока у части рек произошла адаптация продольных профилей к уменьшившимся величинам стока, другие реки унаследовали профили дна долины от сформированных к концу эпохи обильного стока.

5. Основным движущим фактором развития речных долин бассейна Волги был повышенный речной сток, обусловленный климатическими причинами, о чём говорит широкое, повсеместное в пределах бассейна Волги распространение больших палеорусел. Причиной столь существенных палеогидрологических изменений был рост твёрдых атмосферных осадков на фоне повсеместного распространения многолетней мерзлоты, отсутствия древесной растительности и низкого испарения, что обеспечивало высокие коэффициенты поверхностного стока. Высокие расходы воды во время коротких весенних половодий с дружным таянием снега, выпадавшего в течение длительных зим, привели на значительных по протяженности участках рек к трансформации типа русел в большие излучины (макроизлучины) и увеличению ширины пояса меандрирования.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, RSCI, ВАК

Украинцев В.Ю. Следы мощного речного стока в долинах рек бассейна Волги в поздневалдайскую эпоху //Геоморфология. – 2022. – №. 1. – С. 26-34. DOI: 10.31857/S0435428122010126

Сидорчук А.Ю., **Украинцев В.Ю.**, Панин А.В. Оценка годового стока Волги в позднеледниковье по данным о размерах палеорусел //Водные ресурсы – 2021. – Т. 48. – №. 6. – С. 643-655. DOI: 10.31857/s0321059621060171

Панин А.В., Сидорчук А.Ю., **Украинцев В.Ю.** Вклад талых ледниковых вод в формирование стока Волги в последнюю ледниковую эпоху //Водные ресурсы – 2021. – Т. 48. – №. 6. – С. 656-663. DOI: 10.31857/s0321059621060146

Konstantinov E.A., Karpukhina N.V., Zakharov A.L., Bricheva S.S., **Ukraintsev V.Y.**, Lazukova L.I., Rudinskaya A.I. Fluctuations of Nero Lake in the Holocene //Doklady Earth Sciences – Moscow: Pleiades Publishing, 2022. – Vol. 506. – №. Suppl 1. – P. 48-54. DOI: 10.1134/s1028334x22700258

Матлахова Е.Ю., **Украинцев В.Ю.**, Панин А. В. История развития долины р. Мокши в конце позднего плейстоцена //Геоморфология – 2021. – Т. 52. – №. 3. – С. 105-115. DOI: 10.31857/S043542812103007X

Матлахова Е.Ю., **Украинцев В.Ю.** Строение поймы реки Мокши как ключ к позднеплейстоценовой истории развития долины // Геоморфология — 2022. — Т. 53, № 5. — С. 127–133. DOI: 10.31857/S0435428122050108

Статьи в прочих журналах

Ukraintsev V.Yu., Konstantinov E.A., Zakharov A.L. Drainage changes in the Nero Lake Basin, central European Russia //Limnology and Freshwater Biology. – 2020. – С. 476-477. DOI: 10.31951/2658-3518-2020-A-4-476

Материалы конференций

Украинцев В.Ю. Строение речных долин Нижнего Заволжья // Эрозионные, русловые и устьевые процессы (исследования молодых учёных университетов). — М.: МГУ, 2023. — С. 111–118. EDN: BZLSSR

Матлахова Е.Ю., Панин А.В., **Украинцев В.Ю.** Датирование аллювия р. Мокши для установления основных этапов развития долины в позднем плейстоцене // Сборник тезисов второй Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Геохронология четвертичного периода: инструментальные методы датирования новейших отложений». — М.: ИГ РАН, 2022. — С. 53. EDN: TVVAOM

Украинцев В.Ю. Морфологические следы мощного речного стока в бассейне Волги в поздневалдайскую эпоху // Пути эволюционной географии. Выпуск 2: Материалы II Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А. Величко. — М.: Институт географии РАН, 2021. — С. 412—415. DOI: 10.15356/Velichko2021

Матлахова Е.Ю., Панин А.В., **Украинцев В.Ю.** История развития долины р. Мокши в позднем плейстоцене // Пути эволюционной географии. Выпуск 2: Материалы

II Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А.А. Величко. — М.: Институт географии РАН, 2021. — С. 229–230. DOI: 10.15356/Velichko2021

Panin A.V., Sidorchuk A.Yu., **Ukrainsev V.Yu.** Glacial meltwater versus river runoff as the drivers of the Khvalynian transgression of the Caspian Sea // From the Caspian to Mediterranean: environmental change and human response during the Quaternary (INQUA IFG POCAS, IGCP 610). GSA Connects 2021 in Portland, Oregon. Abstracts with Programs. — Vol 53, No. 6. Paper No. 17-2. DOI: 10.1130/abs/2021AM-369564

Matlakhova E.Yu., **Ukrainsev V.Yu.**, Panin A.V. The History of the Moksha River Valley Development in the Late Pleistocene // Evolution of fluvial systems at different time scales. Fluvial Archives Group (FLAG) Biennial online meeting. Abstracts. — Moscow, IGRAS, 2021 — P. 48–50. DOI: 10.15356/FLAG-2021

Панин А.В., Сидорчук А.Ю., **Украинцев В.Ю.** Ледниковый сток Волги в поздневалдайскую эпоху (МИС 2) и его роль в водном бюджете Каспия // Актуальные проблемы палеогеографии плейстоцена и голоцена: Материалы Всероссийской конференции с международным участием Марковские чтения 2020 года. — М.: Географический факультет МГУ, 2020. — С. 299–302. EDN: RSKBVL

Матлахова Е.Ю., Панин А.В., **Украинцев В.Ю.** Признаки мощного речного стока в бассейне средней Оки в позднеледниковье: палеорусл р. Мокши //VIII Шукинские чтения — М.: Изд. Дом. МГУ, 2020 — С. 332-337. EDN: SNYRZI

Украинцев В.Ю. Реконструкция объёмов речного стока в бассейнах Верхней Волги и Оки в позднеледниковье // Тридцать пятое пленарное межвуз. коорд. совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Доклады и краткие сообщения. — Курск: Курский гос. университет, 2020. — С. 136–137. EDN: QAHFTI

Matlakhova, E., Panin, A., **Ukrainsev, V.** Late Pleistocene Palaeohydrology of the Moksha River (the Volga Basin), EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-5640, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-5640>, 2020.