

УДК 551.4.012:551.435.134+551.89

doi: 10.26907/2542-064X.2020.1.180-200

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЧНОЙ СЕТИ БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ КАМЫ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

Н.Н. Назаров, С.В. Копытов

*Пермский государственный национальный исследовательский университет,
г. Пермь, 614990, Россия*

Аннотация

В плейстоцене формирование речной сети в бассейне Верхней Камы проходило сложно и часто разнонаправлено. В истории развития бассейна выделяются события разного масштаба: межбассейновые – смена принадлежности к разным речным системам (вычегодской, вятской, камской), региональные – осуществление прорывов озерных вод через водораздел Кирсинской реки с Весляной и уролкинско-вишерский водораздел, образовавших единую камскую долину от истока до устья Вишеры. К региональному уровню событий также может быть отнесено формирование левого притока Камы – Южной Кельтмы, своим местоположением наследующей нижнее течение пра-Косы – реки, которая еще в среднем плейстоцене текла на север и принадлежала бассейну пра-Вычегды. К локальным событиям относятся формирование макроизлучин в долинах притоков пра-Камы и образование позднеплейстоценовых врезов русловых систем на низкой надпойменной террасе Камы. В современном ландшафте русла этих водотоков представлены эрозионным микрорельефом, сохранившимся среди болотных геосистем.

Ключевые слова: бассейн Верхней Камы, Верхнекамская депрессия, Кельтминская ложбина, гидрографическая сеть, спиллвей, плейстоцен, голоцен, радиоуглеродное датирование, данные дистанционного зондирования Земли

Введение

Изучение истории формирования гидрографической сети в бассейне Верхней Камы играет важную роль в познании и понимании особенностей развития морфо- и литогенеза в приледниковой зоне востока Русской равнины [1–5]. Перестройка гидрографической сети камско-вычегодского водораздела и ближайших к нему широтных отрезков долин рек Камы и Вычегды уже на протяжении долгого времени является предметом исследований, направленных на решение различных палеогеографических проблем региона. Важное место в ряду еще нерешенных вопросов, связанных с перетоком вод из приледникового подпрудного озера через Кельтминский спиллвей, занимает проблема определения времени последнего случая образования стока в бассейн Камы, в которое и происходило формирование основных черт рельефа речных долин. При всей востребованности новых данных о реакции речной сети на смены природных условий в плейстоцене пока нет однозначных ответов на вопросы о времени и продолжительности объединений бассейна Камы с бассейнами Вятки, Вычегды и Печоры в этот период. В связи с этим особого внимания заслуживает вопрос об основных этапах

развития речных долин северо-восточного сектора Русской равнины в межледниковые эпохи. Внедрение новых методов и технологий дистанционного зондирования земной поверхности, а также возросшая в последние десятилетия доступность материалов космических съемок определили возможности получения современных знаний о масштабах, скорости и направленности перестройки речной сети [6]. Новые данные о формировании речных систем на всем протяжении плейстоцена могут стать ключом к пониманию очередности сменяемости ландшафтов и условий в периоды освоения человеком Северного Прикамья [7].

1. Реки бассейна Верхней Камы в неоген-четвертичный период (изученность вопроса)

Анализ публикаций, посвященных геологическому строению речных долин Прикамья [3–5], показывает, что существует некоторая неопределенность в понимании того, какую же реку вообще следует считать Верхней Камой. Есть мнение, что участок современной реки от истока и до места соединения с р. Вишера вообще не имеет прямого отношения к древней Каме. Какую реку следует понимать под «верхней пра-Камой», в свое время высказался Г.И. Горецкий [8]. В качестве верхнего течения пра-Камы (назовем ее *восточной* пра-Камой – *Н.Н., С.К.*) была определена «цепочка» рек (сверху вниз): Березовка – Вишерка – Колва – Вишера (рис. 1). Последняя из этого списка сегодня является крупнейшим притоком современной Камы в ее верхнем течении. Обосновывалось это тем, что по данным глубокого бурения выше устья Вишеры и до с. Бондюг древнее русло Камы в пределах речной долины не было обнаружено. Здесь зафиксированы только аллювиальные отложения валдайского оледенения и днепровско-валдайского межледниковья, в то время как в долине *восточной* пра-Камы (в долинах Колвы и Вишеры) вскрываются речные отложения и дочетвертичного возраста.

О сравнительно недавнем объединении участка западной пра-Камы (отрезка реки от ее истока до устья Вишеры) с восточной пра-Камой (рис. 2) говорят факты, основанные на материалах по геологическому и геоморфологическому строению речной долины на участке от устья Уролки до Вишеры [9–12]. Общеизвестным сегодня является вывод об обособленном друг от друга развитии этих двух систем на ранних этапах формирования русловой сети в Пермском Прикамье. При этом важнейшая роль в процессе последующего объединения этих двух бассейнов практически всеми исследователями отводится плейстоценовым оледенениям, обусловившим в период глобальной перестройки гидрографической сети Русской равнины непосредственную связь рек водосборов Верхней Камы, Вычегды и Печоры.

Одной из особенностей функционирования рек бассейна западной пра-Камы до их объединения с реками колво-вишерской системы современного камского водосбора является их принадлежность к бассейну Вычегды (Северной Двины). По мнению В.А. Апродова [4], еще в среднем плейстоцене северная часть Прикамья выглядела равниной, открытой на север, и поэтому современная Кама на этом фоне представляет собой явление чуждое, возникшее сравнительно недавно. Отмечается, что северное направление выдерживали участки древних ложбин, в которые вложены современные долины Уролки, Сумыча, Тимшера, Северной

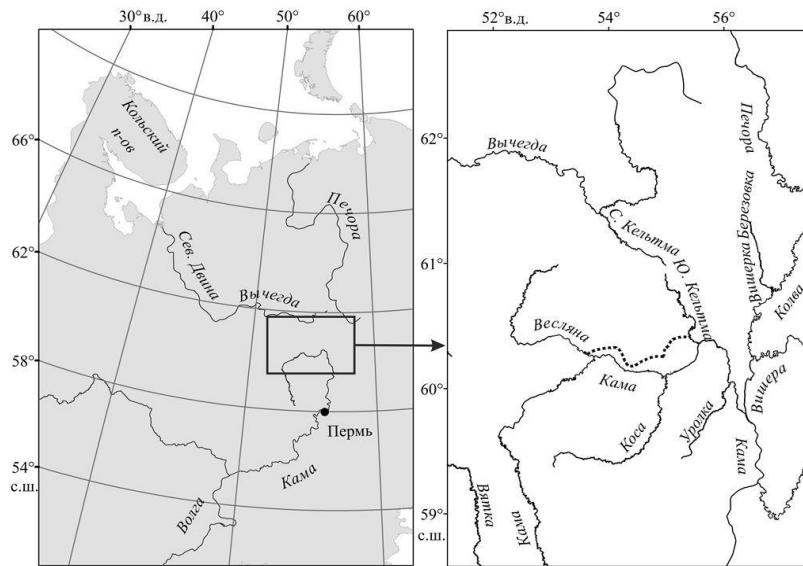


Рис. 1. Верхние течения рек Кама и Вычегда (территория исследования): пунктирной линией показан контур Верхнекамской депрессии

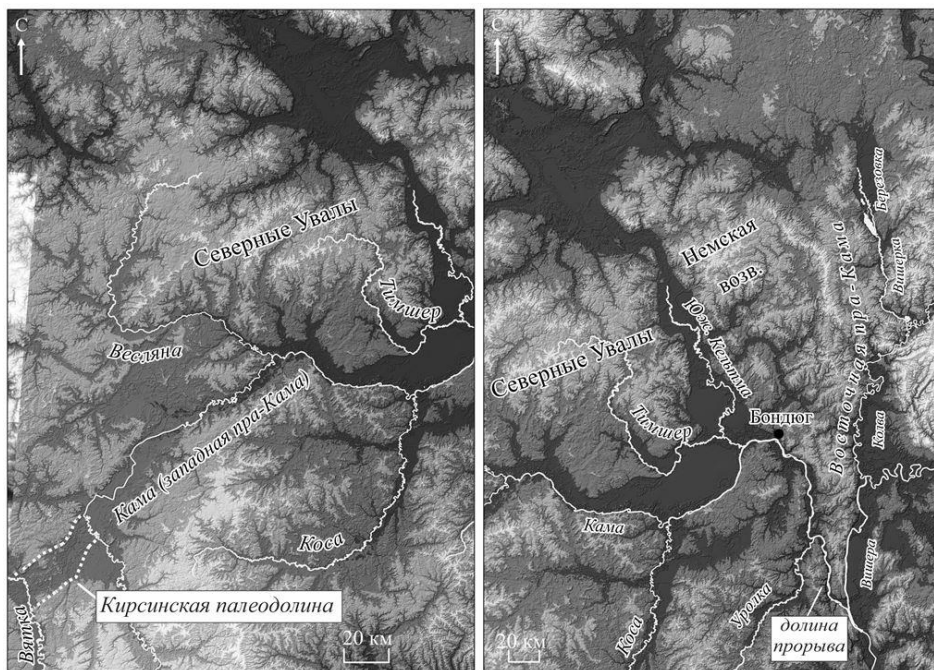


Рис. 2. Западная и восточная пра-Камы

и Южной Кельтмы, а главной рекой дочетвертичного беломорского бассейна являлась Кама (от истока до с. Бондюг) [3]. Н.Г. Кассин [2] (исследователь геологического и геоморфологического строения Вятского края) пришел к заключению, что до ледниковой эпохи верхнее течение Вятки было обратным современному и составляло с истоком Камы одну систему, что значительно увеличивало ее площадь по сравнению с современным бассейном. Изменение ситуации, по мнению

большинства исследователей, произошло в среднем плейстоцене. Наступление льдов в начальный период первого равнинного оледенения перекрыло сток рек в северном направлении. В результате верховья Печоры и Вычегды перенаправили свой сток на юг через Кельтминскую ложбину – сквозную долину камско-вычегодского водораздела, а верховья Камы – через вятско-камский внутриводораздел в бассейн Вятки [1, 3, 11].

Сам механизм и возможность существования реверсированного, противоположного по отношению в современному направлению течения рек в камской долине практически все исследователи объясняют образованием в Верхнекамской депрессии обширного озера, по мере повышения уровня которого ледниково-озерные воды заполняли впадающие в нее речные долины и через пониженные части междуречий переливались в смежные речные системы бассейна Каспийского моря [13]. Все пространство современных Камско-Кельтминской и Косинской низменностей занимало озеро, северная оконечность которого соединялась с приледниковым подпрудным озером. В заключительную стадию московского оледенения недалеко от устья Вишеры в результате переполнения сформировавшегося в депрессии водоема была образована долина прорыва и как следствие спущено Верхнекамское озеро – долина западной пра-Камы «открылась» в колвинско-вишерский бассейн и присоединилась к бассейну Волги [3].

Как показывает анализ работ, посвященных перестройке речной сети в приледниковой зоне северо-востока Русской равнины, представленная в них модель функционирования и развития бассейна Верхней Камы в плейстоцене лишь в общем виде и достаточно схематично описывает этапы смены направленности и масштабы развития русловых процессов в пространстве и времени. Одним из немногих примеров, детализирующих процесс фрагментации русловой сети на отдельной стадии развития бассейна западной пра-Камы, являются результаты изучения речной долины самого верхнего участка реки – от истока до устья Весляны. Детальные поисково-разведочные работы на песчано-гравийное сырье и россыпное золото, проводившиеся в Кирсинском районе Кировской области в 60–70-е годы XX в., дали достаточно исчерпывающие сведения о строении Кирсинской палеодолины и прилегающей местности. Продолженные казанскими учеными в 80-х годах геолого-геоморфологические исследования в пределах палеодолины и примыкающей к ней с востока долины пра-Камы позволили им сделать вывод о существовании в раннем и среднем плейстоцене Камско-Вятской (Кирсинской) реки. Утверждалось, что Кама через Кирсинскую палеодолину соединялась с долиной Вятки, принимая справа перед входом в нее приток, исток которого находился «...где-то между Каем и Гайны» [14, с. 53], т. е. имел обратное направление по отношению к течению современной Камы в этой части речной долины. Основанием для такого вывода, по словам А.П. Дедкова и В.И. Стурмана, послужили левосторонняя асимметрия Камской долины (правосторонняя для Кирсинской реки) и результаты массовых замеров направления наклона косых слоев в раннеплейстоценовом и среднеплейстоценовом (лихвинском) аллювии трех цокольных террас. Магнитные азимуты их наклона в интервалах 223°–310° и 185°–353° четко указывали на то, что сток в это время был направлен соответственно в западном и юго-западном направлении – к Вятке. Подобная перестройка функционирования речной сети, приведшая к временному «отсечению»

верховьев западной пра-Камы от остальной части ее бассейна, по мнению исследователей, могла быть связана с расчленяющей деятельностью лопасти днепровского ледника, не исключавшей при этом в качестве первопричины и роль неотектонического фактора.

2. Материалы и методы

При проведении исследований использовались топографические карты масштаба 1:25 000, а также карты четвертичных образований разных масштабов [11, 15, 16]. По материалам отчета Камской партии Печорской экспедиции Всесоюзного гидрогеологического треста [17] было изучено и проанализировано более 80 разрезов и скважин. Важное место в исследованиях было отведено установлению относительного и абсолютного возраста (прямых датировок) болотных, аллювиальных и подстилающих их отложений древних водоемов. В качестве основного метода при изучении геосистемного строения Камско-Кельтминской низменности, особенностей формирования мезо- и микрорельефа, распределения растительности, характера и степени увлажнения применялось дешифрирование космических снимков со спутника Landsat-8 OLI, SPOT-5 за период 2014–2018 гг. и данным открытого картографического сервиса ESRI ArcGIS World Imagery.

Для изучения особенностей строения рельефа применялись наиболее приемлемые для геоморфометрического анализа и построения топографических профилей цифровые модели рельефа из свободно распространяемых (ArcticDEM, Alos DEM, TanDEM-X), а также созданных на основе векторизации карт масштаба 1:100 000 и 1:25 000.

Полевые работы проводились на ключевых участках в долинах и междуречьях рек Камы, Южной Кельтмы, Пильвы и Тимшера. В ходе экспедиций 2015–2018 гг. проводились зачистки обнажений, бурение скважин с отбором образцов на радиоуглеродный анализ.

3. Формирование долины Верхней Камы в раннем и среднем плейстоцене

До настоящего времени нераскрытыми остаются многие детали развития гидрографической сети в периоды формирования, стабильного положения и спуска периодически возникающих подпрудных озер в Верхнекамской депрессии на всем протяжении плейстоцена. Для установления хронологии перестройки речной сети бассейна Верхней Камы первостепенными по своей значимости становятся исследования по определению условий и очередности возникновения прорывов озерных вод в смежные бассейны. В первую очередь это касается восточного прорыва, образовавшегося в стадию стабильного положения московского ледника на уролкинско-вишерском водоразделе, в результате которого западная пра-Кама соединилась с восточной пра-Камой.

Соглашаясь с выводами казанских исследователей [14] о существовании Кирсинской реки с истоком, располагавшимся выше устья современной Весляны, реалистичными становятся предположения и о существовании западного прорыва озерных вод в сторону Кирсинской палеодолины, приведшего впоследствии к полноценному восстановлению долины пра-Камы от истока до Вишеры.

Анализ существующей на данный момент аргументации относительно причин смены в отдельные периоды плейстоцена направления течения реки (рек?), долина которой в настоящее время является долиной Верхней Камы, позволяет рассматривать несколько вариантов развития перестроек речной сети. Первый – это образование непосредственно выше устья Весляны временного поднятия, перегораживающего сток верхнего участка пра-Камы на север, и сформировавшихся таким образом условий для образования Кирсинской реки. Причиной образования поднятия, сыгравшего роль перемычки в долине пра-Камы, кроме расчленяющей деятельности ледника и неотектоники, могло стать образование валообразного гляциоизостатического поднятия литосферы (предледникового компенсационного вала; *glacial forebulge*) вдоль периферии московского ледника. Существуют данные о формировании приледниковых компенсационных поднятий в днепровское и московское время [18]. Геоморфологический эффект воздействия ледникового щита на приледниковую зону подробно изучен и для валдайского оледенения (LGM) [19–22].

Второй вариант предполагает наличие реки, которая была образована водотоком, вытекающим из переполненной вычегодскими водами Верхнекамской депрессии в направлении Вятки. Подобное развитие событий в целом не противоречит аргументации А.П. Дедкова и В.И. Стурмана в части формирования асимметрии склонов речной долины на участке от современного устья Весляны до Кирсинской палеодолины – крутой склон восточной экспозиции и пологий западной говорят о направлении течения водотока в сторону Вятки.

Третий из возможных вариантов формирования реверсированного стока в долине Верхней Камы представляет собой совмещение двух первых вариантов – по мере переполнения Верхнекамской депрессии северными водами через Кельтминский спиллвей компенсационный вал преодолевается водотоком; озерные воды попадают в долину Кирсинской реки (долину западной пра-Камы), образуя при этом новую реку.

Исходя из всего объема имеющейся на данный момент информации об истории формирования бассейна западной пра-Камы в среднем плейстоцене, можно констатировать, что пока нет полного понимания последовательности смены этапов перестройки русловой сети. Данный вывод подтверждается результатами сравнительного анализа разномасштабных карт четвертичных отложений, выполненных на отдельные участки камской долины и долин ее притоков в рамках государственных геологических съемок [15, 16]. Косвенно на разнонаправленность течения реки в отдельные периоды формирования долины современной Камы на участках ниже и выше ее соединения с Кирсинской палеодолиной указывает структура аллювиальных комплексов, представленных на геологических картах (рис. 3).

Для северного участка (устье палеодолины – пос. Кай) характерно развитие озерно-аллювиальных отложений лихвинского горизонта, которые широкой полосой располагаются на склонах камской долины и далее, продолжаясь в Кирсинской палеодолине, прослеживаются в долинах Вятки и ее притоков. Образуется четкий след направления течения единого водотока в направлении северо-восток – юго-запад (рис. 4). В пределах же южного участка долины (южнее устья Кирсинской палеодолины в сторону истока пра-Камы) лихвинский аллювий вообще

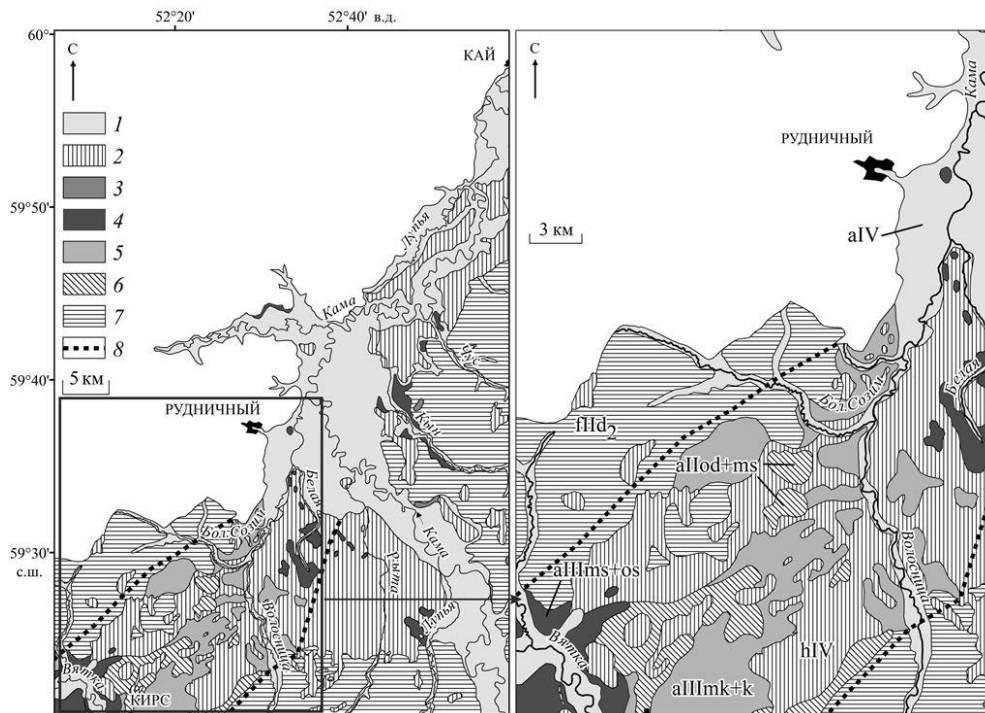


Рис. 3. Четвертичные отложения Кирсинской палеодолины (фрагмент Государственной геологической карты СССР [15]). Отложения: 1 – современные аллювиальные (суглинки, пески с гравием и галькой) (aIV); 2 – современные болотные (торф) (hIV); 3 – современные средне- и верхнечетвертичные (элювиально-делювиальные суглинки и пески) (edII-IV); 4 – верхнечетвертичные аллювиальные I надпойменной террасы (пески с гравием и галькой мологосхексинского и ошастковского горизонтов) (aIII_{ms+os}); 5 – верхнечетвертичные аллювиальные II надпойменной террасы (пески с гравием и галькой, суглинки и глины микулинского и калининского горизонтов) (aIII_{mk+k}); 6 – среднечетвертичные аллювиальные III надпойменной террасы (пески с гравием и галькой, прослоями глинистые одинцовского и московского горизонтов) (aII_{od+ms}); 7 – среднечетвертичные флювиогляциальные времени отступления днепровского ледника (пески с гравием и галькой, суглинки) (fII_{a2}); 8 – контур Кирсинской палеодолины

не картируется, что может говорить о наличии относительно пассивного развития этого участка камской долины в лихвинское межледниковье.

Принимая подобную схему формирования гидросети в среднем плейстоцене, в котором верховья западной пра-Камы относились к бассейну пра-Вятки, напрашивается вывод, что к северу от истока Кирсинской реки в это время формировался весляно-косинско-уролкинский бассейн, главной рекой в котором, по видимому, следует считать пра-Косу. На это указывает ее большая удаленность от края московского ледника по сравнению с пра-Весляной и, соответственно, более продолжительный период развития и функционирования в качестве главного постоянного водотока. Принимая пра-Весляну слева, а ниже по течению справа пра-Уролку, можно считать, что именно пра-Коса, а не западная пра-Кама направляла через кельтминскую ложбину свои воды в бассейн Вычегды в лихвинское межледниковье (рис. 4, а).

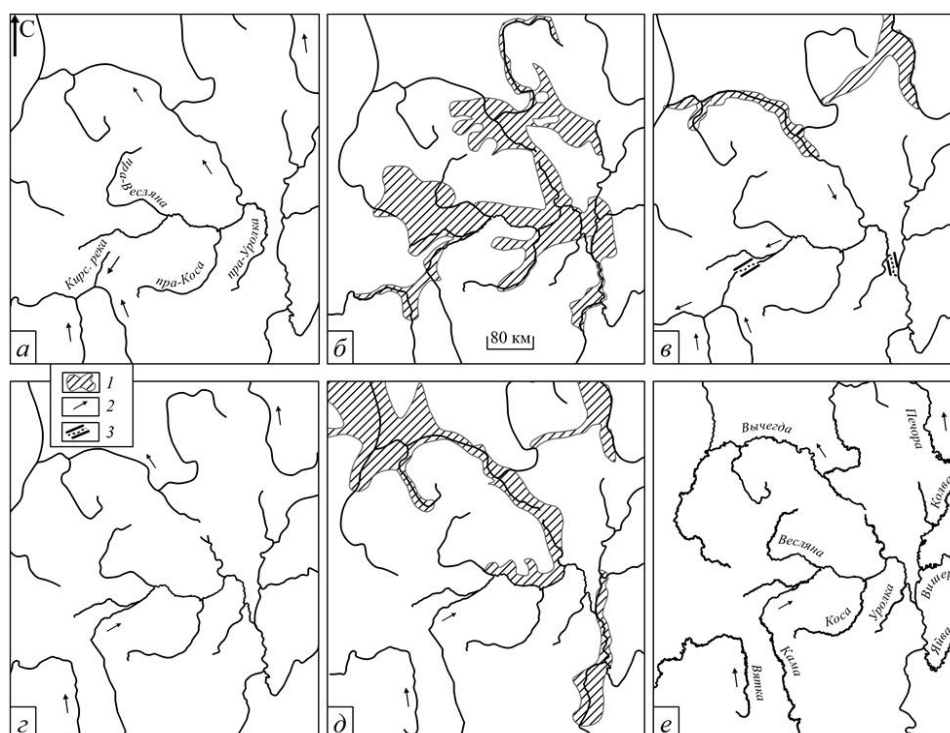


Рис. 4. Перестройки гидрографической сети бассейна Верхней Камы в плейстоцене: *а* – речная сеть в лихвинское межледниковье (МИС 11); *б* – среднеплейстоценовое ледниково-подпрудное озеро (МИС 6); *в* – речная сеть в заключительную стадию разрушения среднеплейстоценового ледника (МИС 5 – МИС 4); *г* – речная сеть в микулинское межледниковье (МИС 4 – МИС 3); *д* – позднеплейстоценовое ледниково-подпрудное озеро (МИС 3 – МИС 2); *е* – современная речная сеть (МИС 2 – МИС 1); 1 – контуры ледниково-подпрудных озер; 2 – направление течения (стока); 3 – долины прорыва

4. Развитие Верхнекамской депрессии и Кельтминской ложбины в позднем плейстоцене как заключительная фаза формирования бассейна Верхней Камы

О существовании связи бассейна Камы с бассейном Вычегды в позднем плейстоцене упоминается в работе Н.В. Рябова [23]. В разрезе днища Кельтминской ложбины (низкая терраса с абсолютной высотой 130–135 м) верхний горизонт автор определяет как микулинский аллювий. Позднее [5] им же делается корректировка в сторону омоложения этих отложений до калининского горизонта. По мнению А.С. Лаврова и Л.М. Потапенко [24], днище ложбины и Верхнекамскую депрессию, относящихся к камскому бассейну, а также озеровидные расширения речных долин бассейна Вычегды занимает единая поверхность озьягской террасы. По результатам исследований разных авторов возраст аллювия, установленного под отложениями террасы в бассейне Вычегды, находится в интервале от ~ 40000–50000 л.н. [24, 25] до ~ 27000–35000 л.н. [26, 27]. Относительно позднего валдая (осташковская стадия) связь Вычегодского и Камского бассейнов исследователями также подтверждается [11].

Другой взгляд на временные рамки, в которые бассейн Вычегды через Кельтминскую ложбину соединялся с бассейном Камы, образуя тем самым единый камско-вычегодский бассейн, представлен в работах [28–32]. Утверждается, что в позднем валдае подпрудного водоема, достигающего своим уровнем кельтминского порога, не существовало. В качестве основного аргумента в такой позиции выступает наличие в разрезах вычегодской террасы отложений аллювиально-дельтового происхождения, не соответствующих по составу типичным озерным отложениям, что, по мнению исследователей, понимается как отсутствие прямых доказательств возможности функционирования спиллвея в заключительной стадии позднего плейстоцена.

Для понимания направленности морфолитогенеза, развивающегося в предголоценовое время в северной части Верхнекамской депрессии и примыкающей к ней Кельтминской ложбины – Камско-Кельтминской низменности, необходимо рассмотреть основные элементы современного рельефа, которые вносят наибольший вклад в его вертикальную и горизонтальную расчлененность. В первую очередь к ним следует отнести речные долины притоков Камы, расчленяющих озерную террасу и примыкающую к ней первую надпойменную террасу Камы. Глубина вреза пойменно-руслowych комплексов Южной Кельтмы, Лопьи, Джурича, Тимшера, Пильвы, Иктыма и некоторых других рек в поверхности террас в настоящее время достигает в среднем 6–8 м. Как правило, врезанные излучины и обычно односторонние узкие поймы этих рек располагаются в пределах древних макроизлучин. Последние из-за своей морфологии и размеров уверенно дешифрируются на космоснимках. Расчленяющее воздействие на днище Камско-Кельтминской низменности осуществляют и немногочисленные короткие (нетранзитные) водотоки, дренирующие широко распространенные здесь болотные массивы. При длине таких рек в первые километры глубина их вреза в поверхность озерной и первой надпойменной террас также может достигать значений, характерных для рек, берущих начало с местных водоразделов.

Показательным примером разнообразия отдельных видов морфолитогенеза, имевших свое развитие на стадии постозерного развития Верхнекамской депрессии, является участок в районе оз. Нахты (рис. 5). Дешифрирование космоснимков с использованием прямых признаков, присущих изображению рельефа, растительности, водоемов и некоторых других объектов природного комплекса, позволило выделить пять геосистем, дифференцирующихся по рисунку ландшафтной структуры. Подобное формирование оригинальных природных комплексов может быть связано с особенностями набора ведущих экзогенных геоморфологических процессов, избирательно моделировавших рельеф днища низменности на всем протяжении заключительной стадии позднего плейстоцена и голоцена.

Геосистему А образует камская пойма, которая на этом участке представлена старичными озерами и геосистемами, типичными для самых молодых элементов широкопойменных речных долин – урочищами грядового (гривистого) рельефа. Гряды хорошо опознаются по характеру растительности – дугообразным очертаниям развития растительных сообществ в вогнутостях излучин. Геосистема Б – самая значительная по площади территория, занятая практически на всем своем протяжении верховым болотом без явных признаков проявления каких-либо других геоморфологических процессов. Исключение составляет небольшой

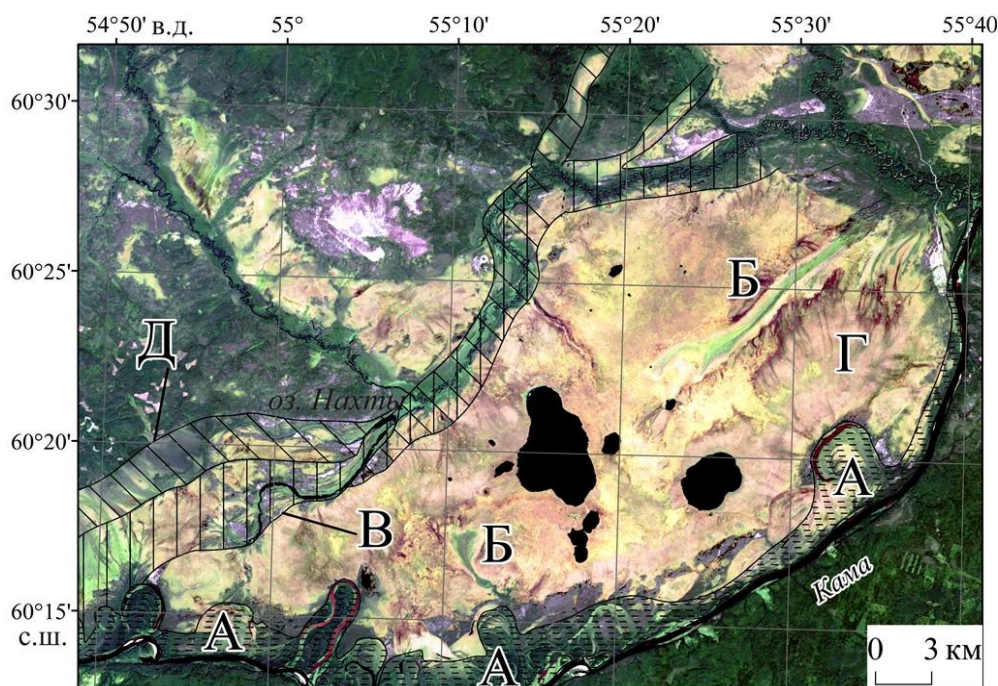


Рис. 5. Геосистемы Верхнекамской депрессии (расшифровка обозначений по тексту)

фрагмент контура древнего русла, сохранившегося в непосредственной близости от поймы. В ландшафтном отношении старое русло так же, как и основная часть геосистемы Б, сегодня представлено геосистемой верхового болота. Геосистема В – центральная русловая система (ЦРС) – состоит из комплекса урочищ, формирование которых напрямую связано с развитием русловых процессов в постозерную стадию моделировки рельефа Верхнекамской депрессии. Основные ландшафтообразующие элементы рельефа здесь образованы в результате продольно-поперечного блуждания русла. Дугообразные гривы вдоль озера Нахты свидетельствуют о достаточно продолжительном существовании на его месте постоянного водотока. Если центральная и восточная части этой геосистемы на космоснимке представлены формами рельефа, созданных пойменно-русловыми процессами, то западная, ограничиваемая камской поймой (геосистемой А), основательно переработана процессами заболачивания. Русловый рельеф в этой части геосистемы лишь «просвечивает» через толщи торфа, а сами границы пояса меандрирования древнего потока на космическом снимке заметны лишь по резкой смене растительных ассоциаций.

Наименее однородной в ландшафтном отношении выглядит геосистема Г (болотно-русловая система). Здесь наряду с комплексами флювиального генезиса важную роль играют и те, которые связаны с развитием процессов болотообразования. Характер контакта данной геосистемы с типичной «русловой» (В) говорит о том, что ее формирование по времени происходило раньше. Поток не отличался активными поперечными смещениями, но имел значительную ширину. Наличие в краевой части этой геосистемы хорошо выраженных валов высотой до 3 м может говорить о повышенной пульсации потока, а аккумулятивные

образования в западной части характеризуют сложное геоморфологическое развитие данного природного комплекса. По своей морфологии последние во многом напоминают дельтовые скопления наносов, образующие на финальной стадии развития процесса совершенно специфический рисунок геосистем – «острова» с древесно-кустарниковой растительностью на фоне озеровидных заболоченных понижений и ложбин. Геосистема Д – северная русловая система (СРС) – располагается между цепочкой валообразных форм вдоль северной границы геосистемы Г и коренным склоном Верхнекамской депрессии. В геоморфологическом плане ее поверхность выглядит достаточно однородно – ровная поверхность верхового болота, осложненная лишь несколькими небольшими островками с древесно-кустарниковой растительностью. Отличием этой геосистемы от соседнего участка служит ярко выраженная вытянутость (полосчатость) расположения болотных выделов, протягивающихся в направлении от коренного склона к центру депрессии. Современное русло р. Бортом повторяет пойму древней реки. Такой вывод можно сделать, судя по наличию древнего гривистого рельефа в ее среднем и нижнем течении и ширине пояса меандрирования в 1 км. В позднем плейстоцене эта река по своим размерам, по-видимому, на несколько порядков превышала характеристики современного водотока.

Дополнить представления об особенностях формирования русловой сети на рассматриваемой территории позволяют проанализированные нами материалы бурения, проведенного Всесоюзным гидрогеологическим трестом в 50–60-х годах XX в. при проведении исследований в зоне проектировавшегося Верхне-Камского водохранилища. Состав отложений, вскрытых скважинами в каждой из рассмотренных выше геосистем, в совокупности с геоморфологическими построениями, осуществленными на основе материалов дистанционных исследований и профилирования рельефа, однозначно указывают на позднеплейстоценовый возраст развивавшихся здесь ранее водотоков. На геологическом разрезе, построенном нами от правого берега Камы до северного коренного склона Камско-Кельтминской низменности, фиксируются ранее неотображенные в отчетных материалах разновременные врезы древней гидросети (рис. 6). Геосистема В (ЦРС) на геологическом разрезе представлена русловой фацией и фацией размыва осташковского горизонта, в который оказался вложенным голоценовый аллювиальный комплекс отложений р. Тимшер.

В геосистеме Д (СРС), исходя из особенностей ее расположения относительно отложений, в которые она врезалась, время формирования древней реки следует отнести к осташковской стадии оледенения. Данный фрагмент СРС расположен между песчаным массивом, являющимся сохранившейся от размыва частью второй надпойменной (озьягской) террасы, и коренным склоном Верхнекамской депрессии.

В настоящее время ложбина древней русловой системы (бывшая чепецкая ложбина) не имеет прямой связи с кельтминскими болотами, поскольку пересекается пойменно-русловыми комплексами р. Чепец, отложения которых заполнили северо-восточную оконечность позднеплейстоценового вреза реки.

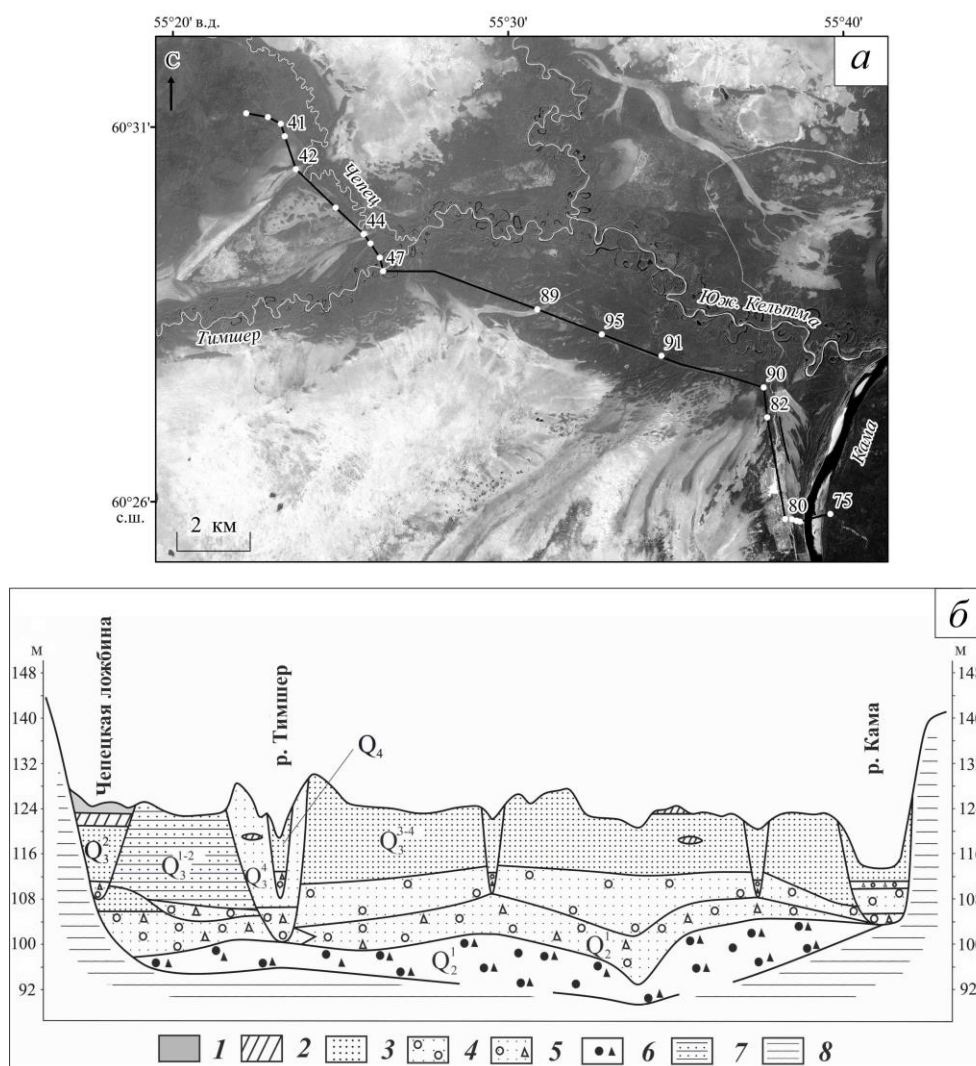


Рис. 6. Геологическое строение Верхнекамской депрессии (по данным литологического описания скважин [17]): а – местоположение разреза, цифрами обозначены номера скважин; б – геологический разрез; 1 – торф; 2 – суглинок; 3 – песок; 4 – песок с галькой; 5 – песок с галькой и гравием; 6 – галька с гравием; 7 – супесь; 8 – коренные породы

5. Возраст формирования основных элементов гидрографической сети

Определить время формирования современного рисунка гидросети бассейна Верхней Камы, по-видимому, возможно, принимая во внимание время образования макроизлучин Южной Кельтмы и ее основных притоков, днища которых в настоящее время представлены надпойменными террасами этих рек. По имеющимся данным, полученным в разных регионах приледниковой зоны Европейской части России и Сибири, время формирования подобных палеорусел приходится на период 18–13 тыс. л.н. [33–36]. Считается, что развитие макроизлучин было обусловлено высокими объемами расходов воды в периоды коротких дружных половодий [37], а также контролировалось особенностями приспособления русловых

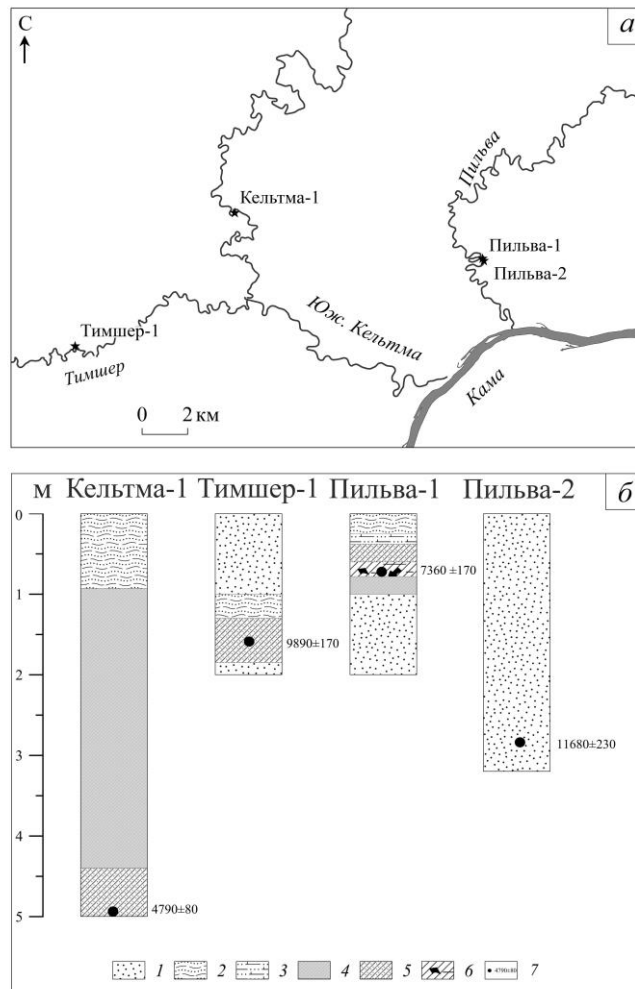


Рис. 7. Разрезы надпойменных террас Южной Кельтмы, Пильвы и Тимшера: *а* – места расположения; *б* – литологические колонки; 1 – песок; 2 – супесь; 3 – оторфованная супесь; 4 – суглинок; 5 – оторфованный суглинок; 6 – торф; 7 – калиброванная радиоуглеродная дата

потоков к неровностям рельефа, сформировавшегося после моделировки озерных террас криогенными и эоловыми процессами в период существования перигляциальных условий [38–41]. В результате формирования первичных долин поверхность озерной террасы подверглась окончательному расчленению. Врезаясь в нее, реки Джурич, Лопья, Тимшер при участии других небольших водотоков, направлявших свои воды в днище палеодолины, в результате слияния образовали центральный водоток – Южную Кельтму. Примерно в это же время происходило и развитие долины Пильвы в ее нижнем течении, которое также привело к врезанию реки в поверхность озерной террасы.

Изучение разрезов надпойменных террас Тимшера и Пильвы с определением абсолютного возраста слагающих их отложений, показало, что время образования торфа в составе пойменной фации (рис. 7) укладывается в интервал 9.9–11.7 тыс. л.н. Формирование минерального основания пойменно-русловых

комплексов подобных рек обычно составляет не одно тысячелетие. Время развития макроизлучин может быть скорректировано в сторону удревления их возраста до значений, характерных для смежных регионов, – $\approx 13\text{--}15$ тыс. л.н. В целом же для бассейна Южной Кельтмы возраст «реанимации» русловой сети говорит о начале периода функционирования бассейна Верхней Камы в современных границах лишь с окончанием времени LGM (рис. 4, *e*). На протяжении большей части голоцена (предбореал – суббореал) в бассейне Верхней Камы происходило саморазвитие пойменно-русловых комплексов главной реки и ее притоков. Чередование сухих и влажных, теплых и прохладных эпох сказалось на морфологическом строении русел. Главной особенностью этого периода стало активное развитие процесса меандрирования, что привело к относительно быстрому формированию широких пойм с преимущественно поперечным смещением русел в днище долины. Судя по конфигурации стариц на камской пойме, коэффициент извилистости реки на протяжении большей части голоцена превышал значения 1.5–1.7. Ситуация начала кардинально меняться в субатлантическое время. Интенсивно меандрировавшее еще 2–3 тыс. л.н. широкопойменное русло Камы к настоящему моменту превратилось в относительно прямолинейное. На поймах большей части рек, дренирующих Камско-Кельтминскую низменность, включая Каму, произошла довольно резкая дифференциация пойменных генераций по высоте – на низкую и высокую поймы [42].

Заключение

Общая картина развития речной сети бассейна Верхней Камы, которая выстраивается из анализа работ предшественников и результатов собственных исследований, показывает, что ее формирование в плейстоцене проходило сложно и часто разнонаправлено. В истории бассейна запечатлелись события разного масштаба: межбассейновые – объединение или разрыв бассейна западной пра-Камы со смежными речными системами (вычегодской, вятской), региональные – осуществление прорывов озерных вод через водораздел Кирсинской реки с Весляной и уролкинско-вишерский водораздел, образовавших единую камскую долину от истока до устья Вишеры. К региональному уровню событий может быть отнесено и формирование левого притока Камы – Южной Кельтмы, своим местоположением наследующей нижнее течение пра-Косы, которая еще в среднем плейстоцене текла на север и принадлежала бассейну пра-Вычегды. К локальным событиям относятся позднеплейстоценовые врезы ЦРС и СРС, наиболее «рельефно» представленные в Верхнекамской депрессии эрозионными геосистемами (к этому же периоду, по-видимому, следует отнести формирование макроизлучин в долинах притоков пра-Камы) и весь голоценовый этап образования пойменно-русловых комплексов рек бассейна Верхней Камы. Пока не ясным остается вопрос об уровне значимости (и самостоятельности) этапа «выпрямления» русла Камы в субатлантическое время, состоявшегося после продолжительного периода активного меандрирования реки в предшествующие фазы голоцена.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-05-00276.

Литература

1. *Кротов П.И.* Материалы для геологии Вятской губернии // Труды о-ва естествоиспытателей при Казан. ун-те. – 1879. – Т. 8, Вып. 2. – 166 с.
2. *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.
3. *Краснов И.И.* Четвертичные отложения и геоморфология Камско-Печорско-Вычегодского водораздела и прилегающих территорий // Материалы по геоморфологии Урала. – М.-Л.: Изд-во Мин. геол. СССР, 1948. – С. 47–88.
4. *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.
5. *Рябков Н.В.* Древние приледниковые бассейны междуречья Камы, Печоры, Вычегды и их реликты // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. – 1976. – № 45. – С. 94–105.
6. *Назаров Н.Н., Копытов С.В.* Использование данных дистанционного зондирования в изучении перестроек речной сети (на примере верхней Камы) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16, № 1. – С. 105–117. – doi: 10.21046/2070-7401-2019-16-1-105-117.
7. *Лаптева Е.Г., Зарецкая Н.Е., Косинцев П.А., Лычагина Е.Л., Чернов А.В.* Первые данные о динамике растительности Верхнего Прикамья в среднем и позднем голоцене // Экология. – 2017. – № 4. – С. 267–276. – doi: 10.1134/S1067413617040099.
8. *Горецкий Г.И.* Аллювий великих антропогенных прарек Русской равнины. Прареки Камского бассейна. – М.: Наука, 1964. – 416 с.
9. *Обедиентова Г.В.* Века и реки. – М.: Недра, 1983. – 120 с.
10. *Гросвальд М.Г.* Оледенение Русского Севера и Северо-Востока в эпоху последнего великого похолодания // Материалы гляциологических исследований. – М.: Наука, 2009. – Вып. 106. – 152 с.
11. *Лавров А.С., Потапенко Л.М.* Неоплейстоцен Печорской низменности и Западного Притиманья (стратиграфия, палеогеография, хронология). – М.: ОАО «Можайский полиграфический комбинат», 2012. – 191 с.
12. *Назаров Н.Н., Чернов А.В., Копытов С.В.* Перестройки речной сети Северного Предуралья в позднем плейстоцене и голоцене // Геогр. вестн. – 2015. – № 3. – С. 26–34.
13. *Назаров Н.Н.* Плейстоценовые перестройки речных русел и современное развитие пойменно-русловых комплексов верхней Камы // Геоморфология. – 2017. – № 3. – С. 88–100. – doi: 10.7868/S0435428117030087.
14. *Дедков А.П., Стурман В.И.* Кирсинская палеодолина и перестройка речной сети в верховьях Вятки и Камы // Геоморфология. – 1992. – № 2. – С. 49–54.
15. *Дубейковский С.Г.* Геологическая карта СССР. Карта четвертичных отложений О-39-V. М-б 1:200 000. – М.: МинГео СССР, 1979.
16. *Чумаков О.Е., Шик С.М., Кириков В.П.* Государственная геологическая карта Российской Федерации, лист О-38, 39 – Киров. М-б 1: 1000 000. – СПб: ВСЕГЕИ, 1999.
17. *Зилинг Д.Г., Капитанова К.В., Кулагин С.И., Галушкин Ю.А., Симонов А.Н., Корганова Л.С.* Отчет о результатах инженерно-геологических исследований, проведенных Камской партией в зоне проектируемого Верхне-Камского водохранилища (на участке от с. Бондюг до с. Гайны) в 1958–59 гг. – М.: Мингео СССР, 1960. – 830 с.
18. *Былинский Е.Н.* Влияние гляциоизостазии на развитие рельефа Земли в плейстоцене. – М.: Изд-во РАН, 1996. – 210 с.

19. Былинский Е.Н. Валообразные гляциоизостатические поднятия литосферы и их возможное воздействие на расположение залежей нефти и газа на севере Европы // Геоморфология. – 1990. – № 4. – С. 3–13.
20. Peltier W.R. Global glacial isostasy and the surface of the ice-age Earth: the ICE-5g (VM2) model and GRACE // Annu. Rev. Earth Planet. Sci. – 2004. – V. 32. – P. 111–149. – doi: 10.1146/annurev.earth.32.082503.144359.
21. Busschers F.S., Kasse C., van Balen R.T., Vandenberghe J., Cohen K.M., Weerts H.J.T., Wallinga J., Johns C., Cleveringa P., Bunnik F.P.M. Late Pleistocene evolution of the Rhine-Meuse system in the southern North Sea basin: Imprints of climate change, sea-level oscillation and glacio-isostasy // Quat. Sci. Rev. – 2007. – V. 26. – P. 3216–3248. – doi: 10.1016/j.quascirev.2007.07.
22. Panin A., Adamiec G., Filippov V. Fluvial response to proglacial effects and climate in the upper Dnieper valley (Western Russia) during the Late Weichselian and the Holocene // Quaternaire. – 2015. – V. 26, No 1. – P. 27–48. – doi: 10.4000/quaternaire.7141.
23. Рябков Н.В. Нижнеплейстоценовые отложения долины Верхней Камы и прилегающего водораздела с Печорой и Вычегдой // Нижний плейстоцен ледниковых районов Русской равнины. – М.: Наука, 1967. – С. 167–173.
24. Лавров А.С., Потапенко Л.М. Неоплейстоцен северо-востока Русской равнины. – М.: Аэрогеология, 2005. – 348 с.
25. Арсланов Х.А., Лавров А.С., Никифорова Л.Д., Потапенко Л.М., Смирнова В.М., Тертычная Т.В. Средневалдайский интервал в бассейне Вычегды: геохронология, климат, генезис отложений // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. Геология и география. – 1979. – № 12. – С. 72–77.
26. Гуслицер Б.И., Дурягина Д.А. Природные обстановки в бассейне Верхней Вычегды в средне-поздневалдайское время // Геология и полезные ископаемые Европейского северо-востока. – Сыктывкар: ИГ Коми фил. АН СССР, 1983. – С. 26–27.
27. Арсланов Х.А., Левина Н.Б., Останин В.Е., Баранова В.Н., Смирнова В.М., Тертычная Т.В. О геохронологии и стратиграфии позднего плейстоцена и раннего голоцена бассейна р. Северной Двины // Вестн. Ленингр. ун-та. Сер. Геология и география. – 1984. – № 12. – С. 57–66.
28. Astakhov V.I., Svendsen J.I., Matiouchkov A., Mangerud J., Maslenikova O., Tveranger J. Marginal formations of the last Kara and Barents ice sheets in northern European Russia // Boreas. – 1999. – V. 28. – P. 23–45.
29. Mangerud J., Jacobsson M., Alexanderson H., Astakhov V., Clarke G.C.K., Henriksen M., Hjort C., Krinnerm G., Lunkkja J.-P., Moller P., Murray A., Nikolskaya O., Saarnisto M., Svendsen J.I. Ice-dammed lakes and rerouting of the drainage of northern Eurasia during the Last Glaciation // Quat. Sci. Rev. – 2004. – V. 23. – P. 1313–1332. – doi: 10.1016/j.quascirev.2003.12.009.
30. Сидорчук А.Ю., Борисова О.К., Ковалюх Н.Н., Панин А.В., Чернов А.В. Палеогидрология нижней Вычегды в позднеледниковье и голоцене // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. – 1999. – № 5. – С. 34–41.
31. 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 РАН. – 2014. – Т. 455, № 1. – С. 52–57. – doi: 10.1134/S1028334X14030118.
32. Zaretskaya N.E., Panin A.V., Karpukhina N.V. The SIS limits and related proglacial events in the Severnaya Dvina basin, Northwestern Russia: Review and new data // Bull. Geol. Soc. Finl. – 2018. – V. 90, No 2. – P. 301–313. – doi: 10.17741/bgsf/90.2.012.
33. Волков И.А., Казьмин С.П. Сток вод последнего оледенения Севера Евразии // География и природные ресурсы. – 2007. – № 4. – С. 5–10.

34. Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Баслеров С.В., Борисова О.К., Ковалюх Н.Н., Шере-мецкая Е.Д. Основные этапы истории речных долин центра Русской равнины в позднем валдае и голоцене: результаты исследований в среднем течении р. Сейм // Геоморфология. – 2001. – № 2. – С. 19–34.
35. Borisova O.K., Sidorchuk A.Yu., Panin A.V. Palaeohydrology of the Seim River basin, Mid-Russian Upland, based on palaeochannel morphology and palynological data // Catena. – 2006. – V. 66. – P. 53–73. – doi: 10.1016/j.catena.2005.07.010.
36. Панин А.В., Матлахова Е.Ю. Периодические проявления мощного речного стока в центре Русской равнины в Валдайскую холодную эпоху // Вестн. Том. гос. ун-та. – 2013. – № 370. – С. 168–174.
37. Сидорчук А.Ю., Панин А.В. Геоморфологические подходы к оценке величины речного стока в геологическом прошлом (ст. 1. Морфометрические зависимости) // Геоморфология. – 2017. – № 1. – С. 55–65. – doi: 10.15356/0435-4281-2017-1-55-65.
38. Sidorchuk A.Yu., Borisova O.K., Panin A.V. Fluvial response to the Late Valdai/Holocene environmental change on the East European Plain // Global Planet. Change. – 2001. – V. 28. – P. 303–318. – doi: 10.1016/S0921-8181(00)00081-3.
39. Эберхардс Г.Я. Морфогенез долин области последнего материкового оледенения и современные речные процессы (на примере Средней Прибалтики): Автореф. дис. ... д-ра. геогр. наук. – М., 1985. – 54 с.
40. Дварецкас В.В. Геоморфологическое строение и развитие речных долин в позд-неледниковье и голоцене на территории Южной Прибалтики // Геоморфология. – 1992. – № 2. – С. 42–48.
41. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2: Морфодинамика речных русел. – М.: КРАСАНД, 2011. – 960 с.
42. 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. – doi: 10.15356/0433-4281-2015-4-79-85.

Поступила в редакцию
17.01.2020

Назаров Николай Николаевич, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой физической географии и ландшафтной экологии

Пермский государственный национальный исследовательский университет
ул. Букирева, д. 15, г. Пермь, 614990, Россия
E-mail: nikolainazarovpsu@gmail.com

Копытов Сергей Владимирович, кандидат географических наук, доцент кафедры физической географии и ландшафтной экологии

Пермский государственный национальный исследовательский университет
ул. Букирева, д. 15, г. Пермь, 614990, Россия
E-mail: sergkopytov@gmail.com

doi: 10.26907/2542-064X.2020.1.180-200

**Stages of River Network Formation
of the Upper Kama River Basin in the Pleistocene***N.N. Nazarov**, *S.V. Kopytov****Perm State University, Perm, 614990 Russia*E-mail: **nikolainazarovpsu@gmail.com*, ***sergkopytov@gmail.com*

Received January 17, 2020

Abstract

River network formation in the northeast part of the East European Plain was discussed. The relevance of the study is due to a lack of knowledge about the functioning and development of the Upper Kama River basin in the Pleistocene. Most of the available data quite schematically describe the scope and stages of the change in the direction of development of channel processes in space and time.

The decoding of satellite images from the Landsat-8 OLI, SPOT-5 satellite for the period of 2014–2018 and the ESRI ArcGIS World Imagery open mapping service data were used as the main method for studying the structural features of the river network, meso- and microrelief, vegetation distribution, as well as the nature and degree of moisture of the Upper Kama River basin. For geomorphometric analysis, digital elevation models from freely available (ArcticDEM, Alos DEM, TanDEM-X) and created on the basis of vectorization of maps of scales 1: 100 000 and 1:25 000 were used.

As a result, events of different scales were highlighted: inter-basin – the union or rupture of the basin of the western pra-Kama River with adjacent river systems (Vycheгда, Vyatka); regional – breakthroughs of lake waters through the Kirsа–Veslyana and Urolka–Vishera watersheds, which formed a single Kama River valley from the source to the mouth of the Vishera River. The formation of the South Keltma River (the left tributary of the Kama River) can also be attributed to the regional level of events. This river, by its location, inherits the lower course of the pra-Kosa River, which still flowed north in the middle Pleistocene and belonged to the pra-Vycheгда River basin. The local events include the formation of macrobeds in the valleys of the tributaries of the pra-Kama River and the formation of the Late Pleistocene incisions of channel systems on the low terrace of the Kama River. The composition of the sediments (according to drilling data) and the geomorphological data clearly indicate the Late Pleistocene age of watercourses that developed here earlier. In the modern landscape, their channels are represented by an erosive microrelief preserved among the bog geosystems.

Keywords: Upper Kama basin, Upper Kama depression, Keltma hollow, drainage network, spillway, Pleistocene, Holocene, radiocarbon dating, remote sensing

Acknowledgments. The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 20-05-00276).

Figure Captions

Fig. 1. Upper reaches of the Kama and Vycheгда Rivers (case study): the dashed line shows the outline of the Upper Kama River depression.

Fig. 2. Western and Eastern pra-Kama River.

Fig. 3. Quaternary deposits of the Kirsа River paleovalley (fragment of the USSR State Geological Map [15]). Deposits: 1 – modern alluvial (loams, sands with gravel and pebbles) (aIV); 2 – modern marsh (peat) (hIV); 3 – modern mid- and upper Quaternary (eluvial-deluvial loams and sands) (edII-IV); 4 – upper Quaternary alluvial I terrace (sands with gravel and pebbles of the Mologa-Sheksna and Ostashkov horizons) (aIIIms + os); 5 – upper Quaternary alluvial II terrace (sands with gravel and pebbles, loams and clays of the Mikulino and Kalinian horizons) (aIIImk + k); 6 – mid-Quaternary

- alluvial III terrace (sands with gravel and pebbles, clay interlayers of the Odintsovo and Moscow horizons) (aIIod + ms); 7 – mid-Quaternary fluvio-glacial retreat times of the Dnieper glacier (sands with gravel and pebbles, loams) (fIIId2); 8 – contour of the Kirsya River paleovalley.
- Fig. 4. Reorganization of the river network of the Vychegda-Vyatka-Kama basin in the Neo-Pleistocene: *a* – river network in the Likhvinian interglacial (MIS 11); *b* – Middle Pleistocene ice-dammed lake (MIS 6); *c* – river network in the final stage of the Middle Pleistocene glacier termination (MIS 5 – MIS 4); *d* – river network in the Mikulino interglacial (MIS 4 – MIS 3); *e* – Late Pleistocene ice-dammed lake (MIS 3 – MIS 2); *f* – modern river network (MIS 2 – MIS 1); 1 – contour of ice-dammed lakes, 2 – stream course, 3 – water gap valleys.
- Fig. 5. Geosystems of the Upper Kama River depression (decoding of designations according to the text).
- Fig. 6. The geological structure of the Upper Kama River depression (according to the lithological description of the boreholes [17]): *a* – the location of the cross-section, the numbers indicate the boreholes; *b* – geological cross-section; 1 – peat; 2 – loam; 3 – sand; 4 – sand with pebbles; 5 – sand with pebbles and gravel; 6 – pebbles with gravel; 7 – sandy loam; 8 – bedrock.
- Fig. 7. Bank cuttings of terraces of South Keltma, Pilva, and Timsher: *a* – location; *b* – lithological logs; 1 – sand, 2 – sandy loam, 3 – peated sandy loam; 4 – loam; 5 – peated loam; 6 – peat; 7 – calibrated radiocarbon date.

References

1. Krotov P.I. Materials for the geology of the Vyatka province. *Tr. O-va. Estestvoispyt. Kazan. Univ.*, 1879, vol. 8, no. 2. 166 p. (In Russian)
2. Kassin N.G. General geological map of the European part of the USSR, sheet 107. Vyatka – Slobodskoi – Omutninsk – Kai. *Tr. Geol. Kom. Nov. Ser.*, 1928, no. 158. 268 p. (In Russian)
3. Krasnov I.I. Quaternary deposits and geomorphology of the Kama–Pechora–Vychegda watershed and adjacent territories. In: *Materialy po geomorfologii Urala* [Materials on the Urals Geomorphology]. Moscow, Leningrad, Izd. Min. Geol. SSSR, 1948, pp. 47–87. (In Russian)
4. Aprodov V.A. About the river network in the middle of the western slope of the Urals and Pre-Urals. In: *Materialy po geomorfologii Urala* [Materials on the Urals Geomorphology]. Moscow, Izd. Min. Geol. SSSR, 1948, pp. 219–224. (In Russian)
5. Ryabkov N.V. Ancient glacial basins between the Kama, Pechora, Vychegda and their relicts. *Byull. Kom. Izuch. Chetvertichn. Perioda*, 1976, vol. 45, pp. 94–105. (In Russian)
6. Nazarov N.N., Kopytov S.V. The use of remote sensing data in the study of river network reorganization (by example of the Upper Kama River). *Sovrem. Probl. Distantionnogo Zondirovaniya Zemli Kosmosa*, 2019, vol. 16, no. 1, pp. 105–117. doi: 10.21046/2070-7401-2019-16-1-105-117. (In Russian)
7. Lapteva E.G., Zaretskaya N.E., Kosintsev P.A., Lychagina E.L., Chernov A.V. First data on the Middle to Late Holocene dynamics of vegetation in the Upper Kama region. *Russ. J. Ecol.*, 2017, vol. 48, no. 4, pp. 326–334. doi: 10.1134/S1067413617040099.
8. Goretsky G.I. *Allyuvii velikikh antropogenovykh prarek Russkoi ravniny. Prareki Kamskogo basseina* [Alluvium of the Great Antropogenic Pra-Rivers of the Russian Plain. Pra-Rivers of the Kama Basin]. Moscow, Nauka, 1964. 416 p. (In Russian)
9. Obedientova G.V. *Veka i reki* [Ages and Rivers]. Moscow, Nedra, 1983. 120 p. (In Russian)
10. Grosswald M.G. Ice sheets in the Russian North and Northeast during the last Great Chill. *Mater. Glyatsiologicheskikh Issled.*, 2009, no. 106. 152 p. (In Russian)
11. Lavrov A.S., Potapenko L.M. *Neopleistotsen Pechorskoi nizmennosti i Zapadnogo Pritiman'ya (stratigrafiya, paleogeografiya, khronologiya)* [Neopleistocene of the Pechora Lowland and Western Pre-Timan (Stratigraphy, Paleogeography, Chronology)]. Moscow, Mozhaiskii Poligr. Kombinat, 2012. 191 p. (In Russian)
12. Nazarov N.N., Chernov A.V., Kopytov S.V. River's network rearrangements of the northern Pre-Urals in the Late Pleistocene and Holocene. *Geogr. Vestn.*, 2015, no. 3, pp. 26–34. (In Russian)
13. Nazarov N.N. Pleistocene reorganization and recent development of river channels in the Upper Kama River basin. *Geomorfologiya*, 2017, no. 3, pp. 88–100. doi: 10.7868/S0435428117030087. (In Russian)

14. Dedkov A.P., Sturman V.I. The Kirsra paleovalley and the drainage network transformation in the upper reaches of the Vyatka and Kama Rivers. *Geomorfologiya*, 1992, no. 2, pp. 49–54. (In Russian)
15. Dubeikovskii S.G. *Geologicheskaya karta SSSR. Karta chetvertichnykh otlozhenii O-39-V. M-b 1:200 000* [Geological Map of the USSR. Map of the Quaternary Deposits. Quadrangle O-39-V. Scale 1:200 000]. Moscow, MinGeo SSSR, 1979. (In Russian)
16. Chumakov O.E., Shik S.M., Kirikov V.P. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii, list O-38, 39* [State Geological Map of the Russian Federation. Quadrangle O-38, 39]. Scale 1:1000000. Kirov, St. Petersburg, VSEGEI, 1999. (In Russian)
17. Ziling D.G., Kapitanova K.V., Kulagin S.I., Galushkin Yu.A., Simonov A.N., Korganova L.S. *Otchet o rezul'tatakh inzhenerno-geologicheskikh issledovaniy, provedennykh Kamkoi partiei v zone proektiruемого Verkhne-Kamskogo vodokhranilishcha (na uchastke ot s. Bondyug do s. Gainy) v 1958-59 gg.* [Report on the Results of Engineering and Geological Studies Performed by the Kama Party in the Area of the Projected Upper Kama Reservoir (On the Site from the Village of Bondyug to the Village of Gainy) in 1958–1959]. Moscow, Mingeo SSSR, 1960. 830 p. (In Russian)
18. Bylinskii E.N. *Vliyanie glyatsioizostazii na razvitie rel'efa Zemli v pleistotsene* [Glacio-Isostatic Influence on the Earth's Relief Development in the Pleistocene]. Moscow, Izd. Ross. Akad. Nauk, 1996. 210 p. (In Russian)
19. Bylinskii E.N. Swell-like lithospheric uplifts caused by glacio-isostasy and their probable influence on oil and gas deposits location in the north of Europe. *Geomorfologiya*, 1990, no. 4, pp. 3–13. (In Russian)
20. Peltier W.R. Global glacial isostasy and the surface of the ice-age Earth: the ICE-5g (VM2) model and GRACE. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 2004, vol. 32, pp. 111–149. doi: 10.1146/annurev.earth.32.082503.144359.
21. Busschers F.S., Kasse C., van Balen R.T., Vandenberghe J., Cohen K.M., Weerts H.J.T., Wallinga J., Johns C., Cleveringa P., Bunnik F.P.M. Late Pleistocene evolution of the Rhine-Meuse system in the southern North Sea basin: Imprints of climate change, sea-level oscillation and glacio-isostasy. *Quat. Sci. Rev.*, 2007, vol. 26, pp. 3216–3248. doi: 10.1016/j.quascirev.2007.07.013.
22. Panin A., Adamiec G., Filippov V. Fluvial response to proglacial effects and climate in the upper Dnieper valley (Western Russia) during the Late Weichselian and the Holocene. *Quaternaire*, 2015, vol. 26, no. 1, pp. 27–48. doi: 10.4000/quaternaire.7141.
23. Ryabkov N.V. Lower Pleistocene deposits of the Upper Kama River valley and the adjacent watershed with the Pechora and Vychegda Rivers. In: *Nizhnii pleistotsen lednikovyykh raionov Russkoi ravniny* [Lower Pleistocene in Glacial Regions of the Russian Plain]. Moscow, Nauka, 1967, pp. 167–173. (In Russian)
24. Lavrov A.S., Potapenko L.M. *Neopleistotsen severo-vostoka Russkoi ravniny* [Neopleistocene of the Northeastern Russian Plain]. Moscow, Aerogeologiya, 2005. 348 p. (In Russian)
25. Arslanov Kh.A., Lavrov A.S., Nikiforova L.D., Potapenko L.M., Smirnova V.M., Tertychnaya T.V. The Middle Valdai interval in the Vychegda River basin: Geochronology, climate, and deposit genesis. *Vestn. Leningr. Univ. Ser. Geol. Geogr.*, 1979, no. 12, pp. 72–77. (In Russian)
26. Guslitsier B.I., Duryagina D.A. Natural situations in the Upper Vychegda River basin in the Middle Late Valdai. In: *Geologiya i poleznye iskopaemye Evropeiskogo severo-vostoka* [Geology and Minerals of the European Northeast]. Syktyvkar, IG Komi Fil. Akad. Nauk SSSR, 1983, pp. 26–27. (In Russian)
27. Arslanov Kh.A., Levina N.B., Ostanin V.E., Smirnova V.N. Tertychnaya T.V. Geochronology and stratigraphy of the Late Pleistocene and the Early Holocene in the Northern Dvina River basin. *Vestn. Leningr. Univ. Ser. Geol. Geogr.*, 1984, no. 12, pp. 57–66. (In Russian)
28. Astakhov V.I., Svendsen J.I., Matiouchkov A., Mangerud J., Maslenikova O., Tveranger J. Marginal formations of the last Kara and Barents ice sheets in northern European Russia. *Boreas*, 1999, vol. 28, pp. 23–45.
29. Mangerud J., Jacobsson M., Alexanderson H., Astakhov V., Clarke G.C.K., Henriksen M., Hjort C., Krinnerm G., Lunkkja J.-P., Moller P., Murray A., Nikolskaya O., Saarnisto M., Svendsen J.I. Ice-dammed lakes and rerouting of the drainage of northern Eurasia during the Last Glaciation. *Quat. Sci. Rev.*, 2004, vol. 23, pp. 1313–1332. doi: 10.1016/j.quascirev.2003.12.009.

30. Sidorchuk A.Yu., Borisova O.K., Kovalyukh N.N., Panin A.V., Chernov A.V. Paleohydrology of the Lower Vychegda River in the Late Glaciation and Holocene. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5. Geogr.*, 1999, no. 5, pp. 34–41. (In Russian)
31. Zaretskaya N.E., Panin A.V., Chernov A.V. Golubeva Yu.V. Sedimentation settings and the late Pleistocene–Holocene geochronology in the Vychegda River valley. *Dokl. Earth Sci.*, 2014, vol. 455, no. 1, pp. 223–228. doi: 10.1134/S1028334X14030118.
32. Zaretskaya N.E., Panin A.V., Karpukhina N.V. The SIS limits and related proglacial events in the Severnaya Dvina basin, Northwestern Russia: Review and new data. *Bull. Geol. Soc. Finl.*, 2018, vol. 90, no. 2, pp. 301–313. doi: 10.17741/bgsf/90.2.012.
33. Volkov I.A., Kazmin S.P. Water runoff of the last glaciation of the North of Eurasia. *Geogr. Prir. Resur.*, 2007, no. 4, pp. 5–10. (In Russian)
34. Panin A.V., Sidorchuk A.Yu., Baslerov S.V., Borisova O.K., Kovalyukh N.N., Sheremetskaya E.D. The main stages of river valley development in the center of the Russian Plain during the Late Valdai and Holocene: The Middle Seim River basin as an example. *Geomorfologia*, 2001, no. 2, pp. 19–34. (In Russian)
35. Borisova O.K., Sidorchuk A.Yu., Panin A.V. Palaeohydrology of the Seim River basin, Mid-Russian Upland, based on palaeochannel morphology and palynological data. *Catena*, 2006, vol. 66, pp. 53–73. doi: 10.1016/j.catena.2005.07.010.
36. Panin A.V., Matlakhova E.Yu. Periodic manifestations of a powerful river flow in the center of the Russian Plain during the Valdai. *Vestn. Tomsk. Gos. Univ.*, 2013, no. 370, pp. 168–174. (In Russian)
37. Sidorchuk A.Yu., Panin A.V. Geomorphological approach to the river runoff evaluation in the geological past (Paper 1. Regime equations). *Geomorfologiya*, 2017, no. 1, pp. 55–65. doi: 10.15356/0435-4281-2017-1-55-65. (In Russian)
38. Sidorchuk A.Yu., Borisova O.K., Panin A.V. Fluvial response to the Late Valdai/Holocene environmental change on the East European Plain. *Global Planet. Change*, 2001, vol. 28, pp. 303–318. doi: 10.1016/S0921-8181(00)00081-3.
39. Eberhards G.Ya. Morphogenesis of the valleys of the LGM region and modern river processes (the case study of Middle Baltic region). *Extended Abstract of Cand. Geogr. Sci. Diss.* Moscow, 1985. 54 p. (In Russian)
40. Dvareckas V.V. Geomorphology and evolution of river valleys during the Late Glacial time and the Holocene on the Southern Baltic region. *Geomorfologiya*, 1992, no. 2, pp. 42–48. (In Russian)
41. Chalov R.S. *Ruslovedenie: teoriya, geografiya, praktika* [Riverbed Science: Theory, Geography, Practice]. Vol. 2: Morphodynamics of river channels. Moscow, KRASAND, 2011. 960 p. (In Russian)
42. Nazarov N.N., Kopytov S.V. Evaluation of the morphometry parameters of the floodplain to distinguish its generations of different age (using the Upper Kama River as an example). *Geomorfologiya*, 2015, no. 4, pp. 79–85. doi:10.15356/0433-4281-2015-4-79-85. (In Russian)

Для цитирования: Назаров Н.Н., Копытов С.В. Этапы формирования речной сети бассейна Верхней Камы в плейстоцене // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2020. – Т. 162, кн. 1. – С. 180–200. – doi: 10.26907/2542-064X.2020.1.180-200.

For citation: Nazarov N.N., Kopytov S.V. Stages of river network formation of the Upper Kama River basin in the Pleistocene. *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2020, vol. 162, no. 1, pp. 180–200. doi: 10.26907/2542-064X.2020.1.180-200. (In Russian)