

CENOZOIC EVOLUTION OF THE SIKHOTE-ALIN RELIEF

A.M. KOROTKY

Summary

To ascertain the Cenozoic evolution features of mountain relief we searched the traces of certain development stages, studied the deposits remained in summit mountain zone, and analyzed the correlative deposits, which structure corresponds to different relief morphology. Aerial crusts of weathering in different relief types are characteristics of ancient planation surfaces; they are unconformable to present day mountain relief and reflect the early stages of the Sikhote-Alin and East-Manchurian arch development. Crusts of weathering were being developed in conditions of warm and wet climate and growing relief, they have reached their maximal occurrence in the Early-Average Miocene. Oligocene age of crust of weathering in the summit belt of Sikhote-Alin at absolute height over 1300 m was determined on the base of the studying the plant debris, diatoms, spores and pollen in alluvial and lake deposits. Accumulation of coarse alluvium in hollows corresponds to epochs of rising.

Geomorphologic position of relict crusts of weathering and character of geological sections in depressions of the Southern Far East prove the complex dynamics of relief formation. During the first stage (Pg–N₁²) some weakening of the Sikhote-Alin tectonic contrast took place; its morpostructure combined intermountain depressions, zones of eugenic type, and mountain rises. The second stage (N₁²–Q) was the epoch of generalization of the structural-tectonic plan of this highland. This process was accompanied by the growth of highlands and by transformation of previous stage crusts of weathering into relict form.

УДК 551.435.122(–924/–925)

© 2011 г. А.В. ПАНИН, А.Ю. СИДОРЧУК, А.В. ЧЕРНОВ

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЙМ РАВНИННЫХ РЕК СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ¹

Введение

Исследованию пойм (или пойменно-русловых комплексов по А.В. Чернову [1]) современных рек посвящена большая литература [2–6], классификации пойм созданы, обычно, на основе морфодинамического типа, формирующего пойму русла реки [7–10]. Существенно меньшее внимание было уделено истории формирования пойменного рельефа [5, 11–15], хотя и отмечена необходимость такого исследования, например при анализе сукцессий пойменных лесов [16]. Палеогидрологические работы, которые во многом основываются на изучении морфологических характеристик староречий, показали, что поймы рек перигляциального пояса северного полушария Земли представляют собой гетерогенные образования, где часто лишь малая доля площади сформирована в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности русла современного морфологического типа. Еще в пионерных работах G.H. Duri [17] и И.А. Волкова [11] на поймах и низких террасах рек выявлено широкое распространение староречий с большими размерами, чем у современных русел этих рек. Н.И. Маккавеев [18] показал, что на поймах меандрирующих рек выделяются как староречья большего размера, чем современные, так и более мелкие старицы. Реконструкция основных этапов формирования пойм рек, восстановление морфологии палеорусел, их возраста и роли в образовании пойменного рельефа создает основу для качественного и количественного анализа эволюции долинных ландшафтов и для оценки изменения во времени водоносности рек. Такие реконструкции могут быть использованы для прогнозирования подобных изменений в будущем в условиях глобального изменения климата и увеличения антропогенной нагрузки на ландшафт.

¹Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-05-00955) и гранта Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (НШ-3284.2010.5).

Основные этапы формирования речных пойм на равнинах Северной Евразии

Рельеф пойм рек сформировался относительно недавно – наиболее древний датированный флювиальный рельеф на пойме р. Маррамбиджи в Австралии имеет возраст около 100000 лет [19]. Поймы рек равнин Северной Евразии, которые анализируются в настоящем исследовании, обычно не старше 17000 лет – времени начала дегляциации. Поэтому флювиальный рельеф здесь хорошо сохранился. На поймах меандрирующих рек обычно отчетливо читаются веера блуждания древних русел, хорошо выражены системы староречий. Морфометрические характеристики древних русел – ширина русла, амплитуда и шаг излучин, оцениваются достаточно достоверно. Полевые исследования, а также анализ карт, аэрофотоснимков и космических изображений показывают, что развитие пойм меандрирующих рек на равнинах Северной Евразии проходило в три основных этапа (рис. 1).

На первом этапе поймы формировались реками очень больших размеров, ширина русел, шаг и амплитуда излучин этих рек превосходили размеры современных рек до 13–15 раз. На этом этапе возникли очень широкие поймы, соответствующие поясу меандрирования этих больших рек. Частично эти поймы на следующих этапах развития вышли из-под уровня затопления и превратились в низкие террасы.

На втором этапе поймы формировались реками в 1.5–2 раза меньших размеров, чем современные, но с более крутыми излучинами. Иногда поймы этого этапа занимают лишь небольшую часть пойменного массива, созданного большими руслами предшествующего этапа. Но нередко значительная часть самой древней унаследованной поймы переработана в ходе блуждания малых меандрирующих рек, и тогда следы первого этапа формирования пойм в рельефе данного участка речной долины не выражены.

Третий, современный этап формирования речных пойм связан с увеличением размеров рек и уменьшением кривизны и амплитуды излучин речных русел. В результате пояс меандрирования рек стал уже, что способствовало сохранению рельефа пойм предыдущих этапов на многих участках речных долин. Только на самых крупных реках унаследованная пойма полностью переработана. Тем не менее блуждание меандрирующих рек приводит к уничтожению древнего пойменного рельефа, поэтому характерные этапы образования пойм часто выявляются лишь при рассмотрении достаточно протяженных участков речных долин.

Иногда меандрирующие на первом этапе своего развития реки в последующем начинали разветвляться на рукава и/или сопровождаться активной пойменной многорукавностью; в этом случае второй и третий этапы формирования пойм не различаются.

Этап формирования пойм реками, размеры которых превышали современные

На Русской равнине, в Западной Сибири и северном Казахстане поймы первого этапа формирования обнаружены во всех ландшафтных зонах от тундры до сухой степи. Эти поймы отчетливо выделяются по характерному крупногрядистому рельефу, наличию фрагментов палеорусел очень больших размеров, в которых часто расположены мощные торфяники. В настоящее время описано более 250 хорошо выраженных в рельефе участков таких пойм [20]. Их исследование на ключевых участках в бассейнах Вычегды, Сейма, Хопра, Москвы, Протвы показало, что основная часть ширины днища современных долин рек была сформирована на этом этапе. Тогда же образовалась большая часть толщи аллювиального заполнения днищ долин, так как нормальная мощность аллювия (от дна плесовых ложин до гребней прирусловых валов) на первом этапе была максимальной для всего периода формирования поймы. Так, в долине Хопра у г. Поворино нормальная мощность аллювия для поймы первого этапа



Рис. 1. Три этапа формирования поймы р. Сысолы выше г. Сыктывкара (пояснения в тексте)

формирования была около 16 м при современной около 6 м. Такие мощности аллювия определялись значительной водоносностью рек первого этапа формирования пойм и очень большой величиной максимального расхода весеннего половодья. В период своего максимума сток воды на северном мегасклоне Русской равнины составлял около 380 км³/год, что в полтора раза больше современного с той же водосборной площади. В бассейне Волги годовой сток составлял около 500 км³, несмотря на существенно меньшую площадь водосбора верхней Волги. Основной вклад в этот сток вносили Ока и Кама, сток которых был больше современного в 3–3.5 раза. В 3–4 раза поздневалдайский сток превышал современный в бассейнах Днепра и Дона. В бассейне Оби сток был в 2 раза больше современного, в бассейне Иртыша – в 3 раза больше [21].

Продолжительность первого этапа формирования пойм и возраст больших палеорек равнин Северной Евразии определены по данным радиоуглеродного и пылецевого анализе старичных отложений. Максимум водоносности рек и образование широких днищ речных долин, заполненных аллювием большой мощности, относится к периоду 13–16 тыс. л. н., когда в условиях холодного перигляциального климата, малого испарения и практического отсутствия грунтового питания увеличились зимние осадки, что вызвало резкое возрастание стока половодий. В дальнейшем и средние, и максимальные расходы воды в реках постепенно уменьшались, но оставались больше современных вплоть до начала голоцена. При этом в холодные эпохи древнейшего, древнего и молодого дриаса сток рек увеличивался из-за уменьшения потерь на испарение и просачивание (хотя осадков в эти эпохи было меньше), а в теплые эпохи бёллинга и аллереда уменьшался из-за увеличения этих потерь (несмотря на увеличение осадков). В условиях значительной временной изменчивости стока воды в отдельных долинах изменялись во времени и размеры палерусел. Так, на поймах Сейма, Хопра, Мокши отчетливо выделяются палеоруслa с промежуточными размерами и возрастом: меньше имеющихся здесь максимальных, но больше, чем у современных русел. Уменьшение высоты половодий приводило к выходу из-под уровня затопления наиболее высоких частей пойм первого этапа формирования, в результате образовались (часто среди пойм) фрагменты низких террас, которые некоторые исследователи относили к первым надпойменным, а некоторые называли промежуточными между поймой и первой террасой. Эти террасы, впервые описанные И.А. Волковым в Западной Сибири [11], являются полностью климатическими, так как для их формирования не потребовалось врезания рек.

В долине нижней Вычегды в районе г. Сольвычегодска хорошо сохранились палеоруслa всех этапов формирования поймы (рис. 2) [14, 22]. На первом этапе формировалась сегментно-островная пойма, на которой сохранились фрагменты больших разветвленно-извилистых палеорусел “А” и “Б”. Их ширина составляла 1300 м (в расширениях до 1.5 км), шаг излучин основного русла – около 6–7 км, шаг вторичной извилистости – 4 км. Отмирание палеоруслa “Б” (конец первого этапа формирования поймы) началось 8600–8400 ¹⁴С л. н.

Таким образом, на первом этапе определились главные морфометрические характеристики пойм рек равнин Северной Евразии: эти поймы вместе с промежуточными террасами составили морфологическую и литологическую основу днищ современных речных долин. Их рельеф и литология определяются в основном активностью меандрирующих палеорусел максимальных размеров возрастом 13–16 тыс. л. н. Большие палеоруслa промежуточных размеров, которые формировались в период 13–9 тыс. л. н., имеют меньшее распространение. На следующих этапах формирования пойм крупногрядистый рельеф первого этапа на отдельных участках мог быть уничтожен в ходе эрозионно-аккумулятивной деятельности потока, однако глубокие врезы больших палеорусел, заполненные позднеледниковыми и голоценовыми отложениями, законсервированы в палеорельефе и литологии и являются источником информации об этом важном этапе развития рельефа речных долин.

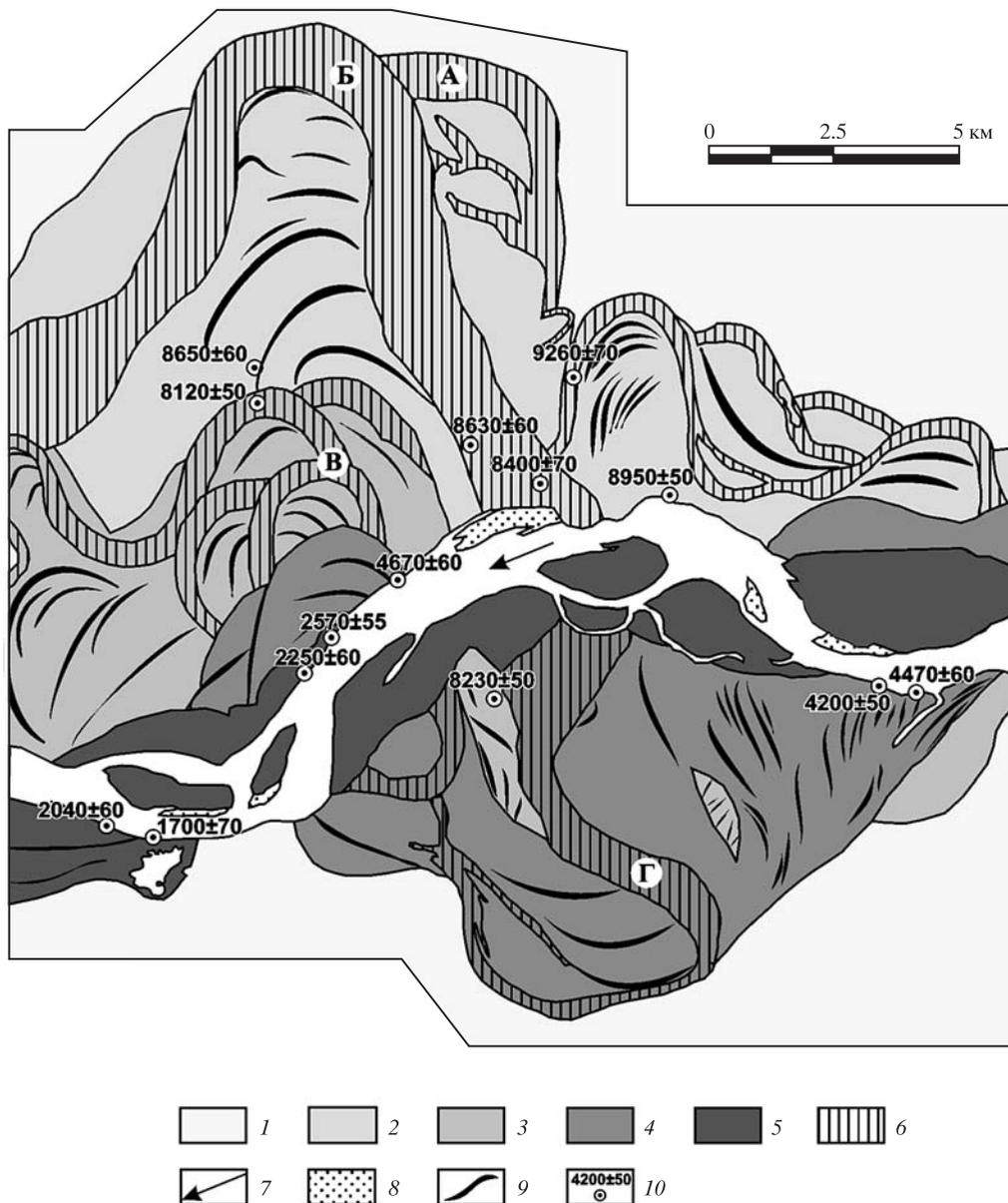


Рис. 2. Схема эволюции русла нижней Вычегды в голоцене
 1 – III аллювиально-дельтовая терраса; комплекс: 2 – высоких аллювиальных террас (II терраса) возрастом 10–8.5 тыс. л. н., 3 – низких террас (I терраса) возрастом 8.0–5.0(?) тыс. л. н., 4 – пойм возрастом 5.0(?)–2.5 тыс. л. н.; 5 – современная пойма (<2.5 тыс. л. н.); 6 – палеорусла на террасах и пойме; современные: 7 – русло и направление течения, 8 – высокие пески; 9 – гряды на террасах и пойме; 10 – точки отбора образцов на ^{14}C

На обширных территориях (например, в бассейне верхней Волги) морфология современных русел малых и средних рек практически полностью определяется конфигурацией русел больших рек первого этапа формирования пойм. Эти реки описывают большие реликтовые излучины, размеры которых не соответствуют их современной водоносности. При уменьшении стока воды в конце первого этапа эти реки не перерабатывали древнюю пойму (часто перешедшую в террасу) и флювиальный рельеф первого этапа был здесь законсервирован.

Этап формирования пойм реками, размеры которых были меньше современных

Многие из систем староречий, выявляемых на поймах рек, имеют ширину русел и размеры излучин меньше, чем у современных русел, расположенных среди этих пойм. Часто это связано с формированием пойменной многорукавности, образованием пойменных протоков, размеры которых меньше размеров основного русла и могут варьировать в самых широких пределах. Иногда это следы блуждания притоков на поймах основных рек. Однако на значительном количестве участков речных пойм малые размеры староречий и вееров блуждания древних русел трудно объяснить этими эффектами. Обычно такие участки приурочены к областям относительного сужения поймы, для которых пойменная многорукавность не характерна. Иногда следы единого древнего меандрирующего русла малых размеров прослеживаются как на правобережных, так и на левобережных массивах поймы, а современное русло с более крупными излучинами занимает осевое положение (рис. 3А). В других случаях следы единого древнего меандрирующего русла малых размеров прослеживаются на участках с односторонней поймой и прижатым к коренному (террасовому) берегу руслом (рис. 3Б). Там, где на пойме имеются фрагменты поверхности с большими староречьями первого этапа формирования и фрагменты поверхности с малыми старицами, их относительное расположение свидетельствует об относительной молодости поймы с малыми старицами и отнесении ее ко второму этапу формирования пойм.

В настоящее время выделено 55 участков речных долин, где достоверно выделяются следы второго этапа формирования пойм в результате активности древнего меандрирующего русла с шагом излучин меньшим, чем у современного русла [23]. В зоне тундры таких участков не обнаружено, но в лесотундре уменьшившие размеры (малые) древние русла представлены (р. Хадутгэ). Наибольшее количество таких участков выделяется в лесной зоне, в основном в хвойных лесах северо-востока ЕТР, особенно в бассейнах Вычегды и Вятки. Малые древние русла есть в зоне широколиственных лесов (р. Десна), в лесостепи (р. Иртыш у Омска), в степи (рр. Дон, Северский Донец). Большинство участков приходится на Восточно-Европейскую равнину и на Западносибирскую низменность, их меньше на низменностях Восточной Сибири (р. Тюнг) и в низовьях Яны. В западной части Евразии малые староречья видны на притоках верхнего Днепра, на Немане, Западном Буге и верхнем Днестре. В Западной Европе малые староречья на поймах рек не выделяются. Соотношение ширин малых и современных русел изменяется на разных реках от 0.32 до 0.99. Хотя количество исследованных участков и невелико, видна общая тенденция к увеличению этого соотношения как на север, так и на юг от северной широты 57–58°, и как на восток, так и на запад от восточной долготы 50°. Размеры древних малых русел наиболее существенно отличаются от размеров современных русел в бассейне Вятки и в бассейне среднего Иртыша. Кривизна древних излучин повсеместно была больше, чем современных. Прослеживается слабая тенденция к увеличению соотношения кривизны излучин на восток и на запад от 50° в.д.

Период формирования поймы второго этапа и возраст малых палеорек равнин Северной Евразии определен по данным радиоуглеродного и пыльцевого анализом старичных отложений. Период формирования меандрирующего русла верхней Оби оценивается как 6.5–3 тыс. л. н., после чего здесь произошла трансформация русла в многорукавное [24]. Радиоуглеродные датировки по низовьям Яны в низовьях Куларского хребта дают близкую оценку – пойма формировалась здесь небольшим меандрирующим водотоком 5–7 тыс. л. н. Наиболее подробная геохронология средне- и позднеголоценовой трансформации речных русел имеется по Вычегде – по нижней [14, 22] и по верхней и средней [25, 26].

На нижней Вычегде во время второго этапа сформировалась сегментно-гривистая пойма с крутыми гривами и небольшой ширины сегментами в результате активности меандрирующих палеорусел: “В” со средней шириной 600 м и шагом излучин 3500 м и “Г” с шириной 800 м и шагом излучин 4500 м (рис. 2). Первое отмирает

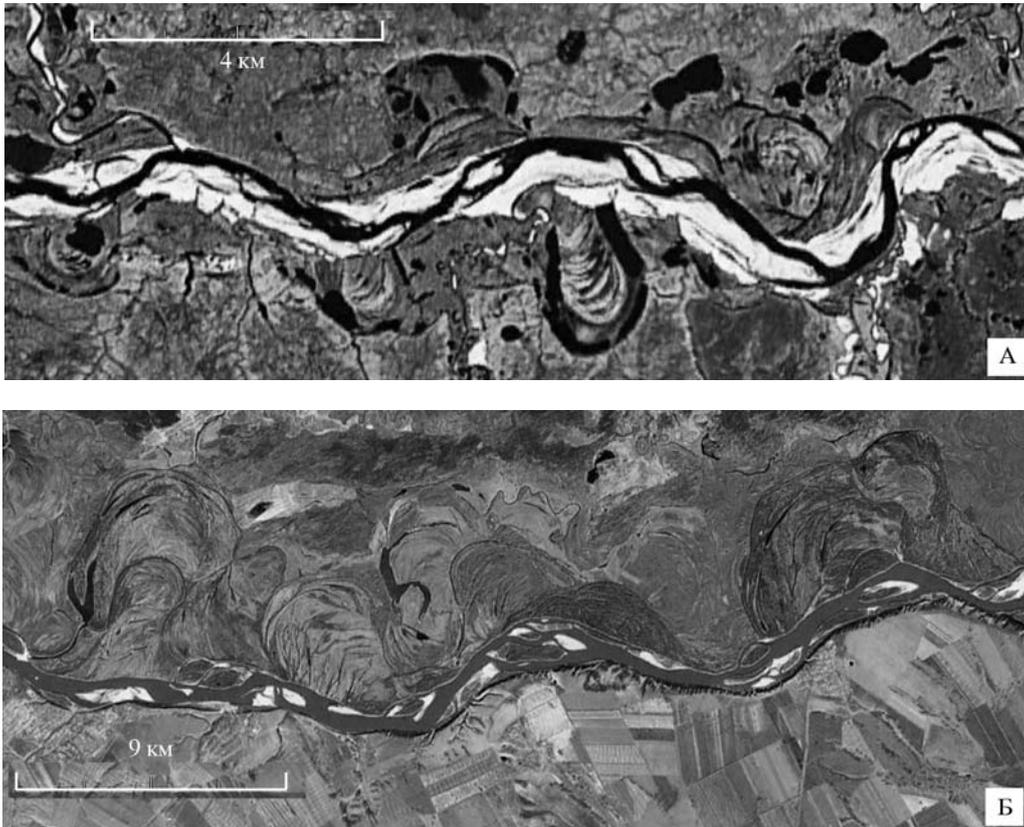


Рис. 3. Трансформация русла из крутотеандрирующего с малыми излучинами в пологотеандрирующее с большими излучинами и побочными на участках: А – с двухсторонней поймой (р. Хадутгэ, приток нижнего Пура) и Б – с односторонней поймой (верхняя Обь; по А.В. Чернову и Л.М. Гаррисон [24], это событие произошло около 3000 л. н.)

около 8100 ^{14}C л. н., второе – позднее 3600 ^{14}C л. н. На р. Виледи – левом притоке Вычегды – ширина палеоруsla и шаг излучин на пойме второго этапа были в 2.6 раза меньше современных, возраст этого палеоруsla 7700 ^{14}C л. н.

На участке верхней Вычегды ниже устья Нема пойма Вычегды имеет ширину 2.0–3.5 км. Здесь также выделены три возрастные генерации поймы [25]: (1) выровненная пойма с плохо сохранившимся ложбинно-островным первичным рельефом; (2) сегментно-гривистая пойма, образованная в результате миграции по дну долины малых крутых излучин петлеобразной формы; (3) сегментно-гривистая пойма, образованная при развитии излучин современного русла. Современные излучины больше излучин предыдущего этапа и имеют заметно меньшую кривизну. Из датирования палеоруsla этапа формирования малых излучин следует, что на верхней Вычегде второй этап начался ранее 3600 и окончился после 2800 ^{14}C л. н.

На участке Вычегды выше устья Локчима в районе пос. Пезмог основная часть гривистой поймы сформирована при блуждании меандрирующей реки с излучинами существенно меньше и круче современных излучин. Образование одного из наиболее древних фрагментов поймы с малыми староречьями, на котором расположена неолитическая стоянка Пезмог-4, происходило более 6700–6800 ^{14}C л. н. [26].

Таким образом, на Вычегде повсеместно четко выделяется второй этап формирования сегментно-гривистой поймы в результате эрозионно-аккумулятивной деятельности меандрирующего русла с размерами меньше как современного, так и более

древнего. В низовьях реки ширина этого русла была 600 м (1.8 раза меньше современной) в начале этапа и 800 м (1.4 раза меньше современной) в его конце. Этот второй этап существенного уменьшения размеров русла реки и увеличения крутизны излучин охватывает весь атлантический период голоцена и заканчивается в суббореальном периоде, с минимальными размерами русла реки в оптимум голоцена.

Судя по размерам палеорусел, пойма второго этапа формирования была образована при довольно малом стоке воды. На северном мегасклоне Русской равнины сток составлял около 180 км³/год, что на 30% меньше современного с той же водосборной площади. В бассейне Волги годовой сток составлял около 134 км³, что почти в два раза меньше современного. Здесь выделяется бассейн Вятки, где сток был на 60% меньше современного. Такой сток Волги вполне объясняет глубокую Мангышлакскую регрессию послехвалынского Каспия, когда уровень моря опускался до отметки –50 м абс. В бассейнах Дона и Днепра сток в оптимум голоцена был на 40% меньше современного. В бассейне Оби и Иртыша сток был на 30% меньше современного.

Третий этап формирования пойм руслами рек современного морфодинамического типа

Около 4000 л. н. начались общее некоторое похолодание климата и увеличение количества осадков: атлантический период голоцена сменяется суббореальным и субатлантическим. Существенное (в 1.5–2 раза) увеличение стока воды привело к смене морфодинамического типа речных русел на значительных территориях. На верхней Оби произошло переформирование однорукавного русла с крутыми излучинами в разветвленное на рукава русло с очень пологими извилинами основных рукавов. В низовьях Вычегды, для которой имеется достаточное число радиоуглеродных датировок, чтобы проследить все этапы эволюции русла, этот процесс начинается около 3600 л. н., когда отторгаются от реки и превращаются в старицы малые крутые излучины, и заканчивается около 2500–2700 л. н., когда русло полностью приобретает современный, разветвленно-извилистый вид с шириной около 1000 м и шагом пологих излучин с островами у выпуклых берегов 6000 м. При этом увеличиваются ширина русла, шаг излучин, но уменьшается их амплитуда и, как следствие, ширина пояса меандрирования. Чаше (рр. Хадутгэ, Белая, средняя Вычегда, верхний Днестр, Вилуй, Тюнг) русло с крутыми малыми меандрами преобразуется в более широкое полого-извилистое русло с побочными и осередками. В большом количестве случаев переформирование русла не приводит к изменению его морфодинамического типа: оно остается однорукавным меандрирующим, но амплитуда излучин уменьшается, а шаг – увеличивается (рр. Днестр, Десна, Дон, Северский Донец, Иртыш, Тобол и др.).

Пространственные морфометрические закономерности в рельефе речных пойм

Пространственные распределения отношений ширин русел первого и третьего этапов формирования поймы (рис. 4) и русел второго и третьего этапов формирования поймы (рис. 5) характеризуются тремя хорошо выраженными областями, где размеры излучин речных русел на протяжении позднеледниковья – голоцена претерпели максимальные изменения – до 20 раз. Эти области расположены на юго-западе Восточно-Европейской равнины на левобережье Днепра, на северо-востоке Восточно-Европейской равнины в бассейнах верхней Вычегды и Вятки и на юго-западе Западносибирской низменности в бассейнах Тобола – среднего Иртыша.

На юго-западе Восточно-Европейской равнины в позднеледниковье на первом этапе формирования поймы левые притоки Днепра характеризовались высокой водоносностью, широкими руслами и меандрами с большими шагом и амплитудой. Соответственно, в долинах со сравнительно небольшой площадью водосбора формировались широкие поймы. В начале голоцена при деградации вечной мерзлоты и образовании современных ландшафтов произошли кардинальные изменения условий формирования поверхностного стока воды. При этом размеры русел рек на втором этапе форми-

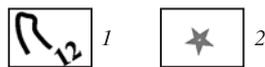
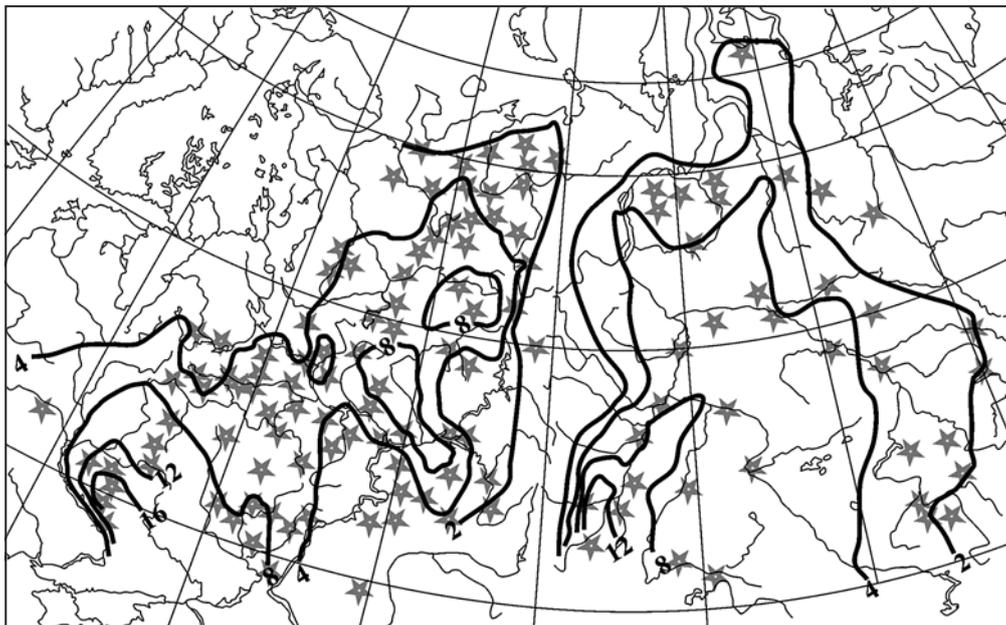


Рис. 4. Распределение отношения позднеледниковых (первого этапа) и современных ширин палео- и современных русел (в изолиниях) на территории Северной Евразии
1 – изолинии отношений древних и современных ширин русла, 2 – положение участков долин с макроизлучинами

рования пойм уменьшились по сравнению с реками первого этапа в 15–20 раз. При переходе к третьему этапу формирования пойм в суббореальное время размеры рек увеличились не более чем на 30%. Большое количество рек формирует здесь русла с пойменной многорукавностью, так что различия в морфологии пойм второго и третьего этапа не выявляются. В результате этот регион характеризуется наибольшими отношениями ширины поймы, образованной на первом этапе большими руслами позднеледниковья, и ширины современного русла реки. Этот феномен несоответствия ширины поймы и русла этих рек был отмечен В.В. Докучаевым [27] (несколько позднее появился термин “misfit rivers” у В.М. Дэвиса [28]). Симметричным по расположению на юго-западе Западной Сибири и схожим по морфологии поймы является бассейн Тобола, где также все днище долины занимает широкая крупногивистая пойма первого этапа формирования, а современное меандрирующее или многорукавное русло трансформирует лишь узкую мелкогивистую полосу.

На северо-востоке Восточно-Европейской равнины выявилась еще одна область максимальной трансформации русел рек на разных этапах формирования поймы. Здесь, в бассейнах Вятки и верхней Вычегды, большими позднеледниковыми реками были разработаны широкие днища долин на первом этапе формирования поймы. К оптимуму голоцена на втором этапе формирования поймы размеры русел уменьшились в 15–20 раз, то есть примерно так же, как и в южных областях максимальной трансформации рек. Но в отличие от южных областей, на северо-востоке Восточно-Европейской равнины максимальна разница размеров русел и водоносности рек для второго и третьего этапов формирования поймы. На каждом последующем этапе уменьшалась ширина пояса меандрирования и, соответственно, ширина поймы данного этапа формирования. В результате на значительном протяжении рек можно выделить на пойме поверхности всех трех этапов ее формирования (рис. 1).

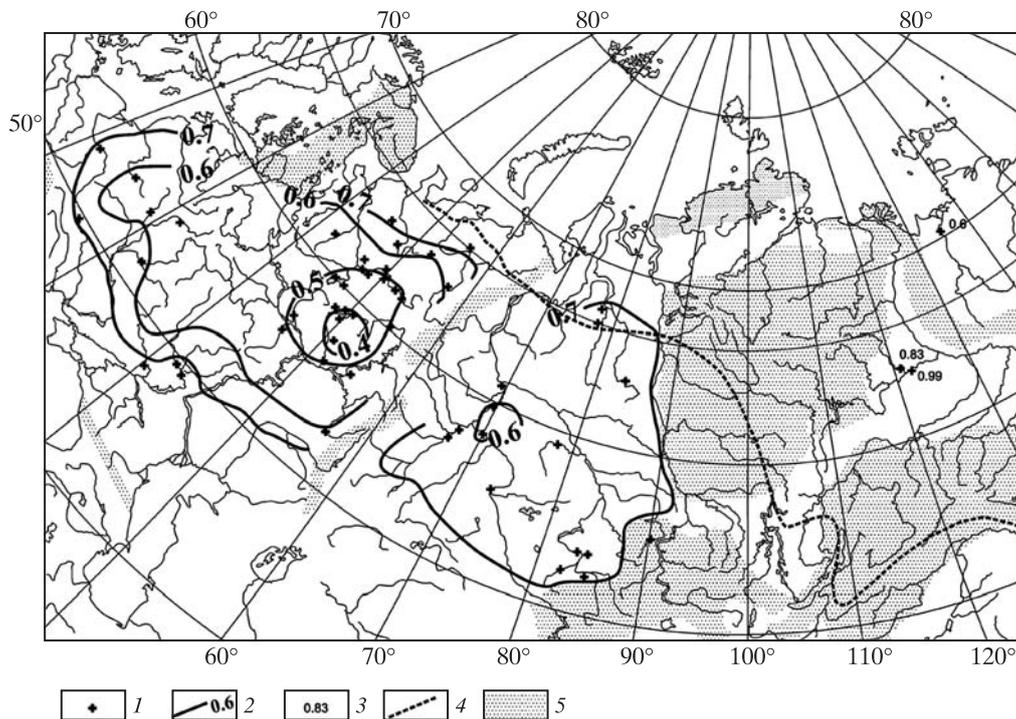


Рис. 5. Распределение отношения среднеголоценовых (второго этапа) и современных ширин палео- и современных русел (в изолиниях) на территории Северной Евразии
 1 – положение участков речных долин с малыми старицами; *отношения древних и современных ширин русла*: 2 – изолинии, 3 – отдельные значения; 4 – южная граница сплошной (с отдельными таликами) вечной мерзлоты, к северу от этой линии условия формирования стока воды мало менялись с позднеледниковья; 5 – области ограниченных русловых переформирований, где мало менялась морфология речных русел

В зоне тундры изменений в морфологии речных русел не наблюдается и поймы рек относительно однородны. Аналогичная ситуация характерна для Восточной Сибири – здесь также изменения в морфологии речных русел минимальны. В первую очередь это связано с большой устойчивостью русел врезанных рек, однако и размеры широкопойменных русел (например, в бассейне Вилюя и в низовьях Яны) менялись мало. В середине голоцена здесь в первую очередь уменьшалась неравномерность стока. Столь же однородны поймы рек областей ограниченного развития русловых переформирований на Восточно-Европейской равнине и на Урале.

Сказанное в основном относится к рекам среднего размера, с площадями водосбора от 3000 до 120000 км². Поймы малых рек и ручьев требуют специального рассмотрения, так как при малой энергии потока резко увеличивается роль ограничивающих факторов [29]. Напротив, скорости русловых переформирований на самых больших реках достаточны для практически полной переработки всей площади поймы на протяжении последнего этапа, так что морфологические следы первых двух этапов формирования пойм здесь обычно уничтожены.

Прикладные аспекты исследования основных этапов эволюции пойм

Прикладные аспекты исследования эволюции пойм многочисленны. Выше была отмечена необходимость районирования пойм по этапам эволюции при анализе сукцессионных рядов пойменных лесов [16]. Важна роль эволюционного фактора при анализе формирования почвенного покрова на поймах. Здесь мы остановимся только на возможностях климатических и гидрологических прогнозов, которые возникают при

анализе второго этапа формирования пойм в атлантическом периоде голоцена. По мнению исследователей палеоклиматов [30], оптимум голоцена является климатическим аналогом глобального антропогенного потепления при увеличении средней температуры на 1 °С. Если принять эту гипотезу, то результаты палеорусловых исследований морфологии малых русел этого периода могут быть использованы при разработке сценариев изменения водоносности и режима рек для середины–конца XXI в. В настоящее время нет единой точки зрения по этому вопросу. Обработка данных прогнозного моделирования климата одними исследователями показывает, что в обширных регионах ЕТР ожидается уменьшение количества водных ресурсов [31]. Вместе с тем другие исследователи при анализе данных прогнозного моделирования климата полагают, что при глобальном потеплении в бассейне Волги, наоборот, сток рек увеличится [32].

Результаты исследования эволюции пойм рек Северной Евразии показывают, что в оптимум голоцена размеры рек были существенно меньше современных, что определялось существенно меньшим и более равномерным стоком воды в них. Если следовать этому сценарию для будущего, изменение размеров русла, ширины пояса меандрирования и положения зон размыва берегов русла скажется на всех отраслях хозяйства, связанных с использованием русел рек и прирусловой области речных берегов. Можно ожидать изменений условий судоходства, работы гидротехнических и инженерных сооружений, увеличения угрозы разрушения построек на речных берегах. Изменится режим уровней и солености Каспийского и Черного морей вплоть до полного осушения современной акватории Северного Каспия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Чернов А.В.* География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М.: Крона, 2009, 682 с.
2. *Шанцер Е.В.* Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит // Тр. Геол. ин-та АН СССР. Сер. геол. Вып. 135. 1951. 275 с.
3. *Попов И.В.* Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеиздат, 1969. Изд. 2-е. 363 с.
4. *Lewin J.* Floodplain geomorphology // Progr. Phys. Geogr. 1978. V. 2. № 3. P. 408–437.
5. *Чернов А.В.* Геоморфология пойм равнинных рек. М.: Изд-во МГУ, 1983. 198 с.
6. *Барышников Н.Б.* Морфология, гидрология и динамика пойм. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 280 с.
7. *Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Сниценко Б.Ф.* Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 272 с.
8. *Чалов Р.С., Чернов А.В.* Геоморфологическая классификация пойм равнинных рек // Геоморфология. 1985. № 3. С. 3–11.
9. *Чернов А.В.* О типизациях и классификациях речных пойм и пойменных процессов // Пойма и пойменные процессы. СПб.: Изд-во РГУ, 2006. С. 12–30.
10. *Nanson G.C., Croke J.C.* A genetic classification of floodplains // Floodplain Evolution // Geomorphology. 1992. V. 4. № 6. P. 460–486.
11. *Волков И.А.* Следы мощного стока в долинах рек юга Западной Сибири // Докл. АН СССР. 1963. Т. 151. № 3. С. 35–46.
12. *Маккавеев Н.И., Чалов Р.С.* Некоторые особенности дна долин больших рек, связанные с периодическими изменениями нормы стока // Вопр. географии. 1970. Сб. 79. С. 156–167.
13. *Rotnicki K.* Retrodiction of palaeidischarges of meandering and sinuous rivers and its palaeoclimatic implications // Temperate Palaeohydrology. Chichester, Wiley. 1991. P. 431–470.
14. *Сидорчук А.Ю., Панин А.В., Чернов А.В. и др.* Сток воды и морфология русел рек Русской равнины в поздневалдайское время и в голоцене (по данным палеоруслового анализа) // Эрозия почв и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 2000. Вып. 12. С. 196–230.
15. *Чалов Р.С., Завадский А.С., Панин А.В.* Речные излучины. М.: Изд-во МГУ, 2004. 371 с.
16. Восточно-европейские леса. История в голоцене и современность / О.В. Смирнова. М.: Наука, 2004. Кн. 2. 575 с.
17. *Dury G.H.* Contribution to a general theory of meandering valleys // Am. J. Sci. 1954. V. 252. № 4. P. 193–224.

18. Экспериментальная геоморфология / Маккавеев Н.И. М.: Изд-во МГУ, 1969. Вып. 2. 179 с.
19. *Page K., Nanson G., Price D.* Chronology of Murrumbidgee River palaeochannels on the Riverine Plain, southeastern Australia // *J. of Quaternary Science*. 1996. V. 11. Issue 4. P. 311–326.
20. *Панин А.В., Сидорчук А.Ю.* Макроизлучины (“большие меандры”): проблема происхождения и интерпретации // *Вестн. МГУ. Сер. 5. География*. 2006. № 6. С. 14–22.
21. *Сидорчук А.Ю., Панин А.В., Борисова О.К.* Климатические изменения стока воды рек на равнинах Северной Евразии в позднеледниковье и голоцене // *Водные ресурсы*. 2008. Т. 35. № 4. С. 406–416.
22. *Сидорчук А.Ю., Борисова О.К., Ковалюх Н.Н. и др.* Палеогидрология нижней Вычегды в позднеледниковье и голоцене // *Вестн. МГУ. Сер. 5. География*. 1999. № 5. С. 53–41.
23. *Сидорчук А.Ю.* Среднеголоценовый этап пониженной водоносности рек и его выражение в морфологии речных излучин // *Древние и современные долины и реки: история формирования, эрозионные и русловые процессы*. Волгоград: Изд-во ВГПУ, 2010. С. 106–117.
24. *Чернов А.В., Гаррисон Л.М.* Палеогеографический анализ развития русловых деформаций широкопойменных рек в голоцене (на примере верхней и средней Оби) // *Бюл. МОИП. Отд. геол.* 1981. Т. 5. Вып. 4. С. 97–108.
25. *Зарецкая Н.Е., Панин А.В., Сидорчук А.Ю. и др.* Динамика верхней Вычегды во второй половине голоцена (по аналитическим и геоморфологическим данным) // *М-лы V Всерос. совещ. по изуч. четвертич. периода*. 2007. С. 130–133.
26. *Зарецкая Н.Е., Чернов А.В., Карманов В.Н. и др.* История развития и освоения долины средней Вычегды в позднеледниковье и голоцене // *Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты / VI Щукинские чтения*. М.: Геофак МГУ, 2010. С. 421–424.
27. *Докучаев В.В.* Способы образования речных долин Европейской России. СПб.: 1878. 221 с.
28. *Дэвис В.М.* Сена, Мез, Маас и Мозель. Геоморфологические очерки. М.: Иностран. лит., 1962. С. 253–275.
29. *Тарбеева А.М.* Формирование русел самых малых рек юга лесной зоны Русской равнины (на примере р. Медвенки) // *Геоморфология*. 2010. № 1. С. 95–102.
30. *Борзенкова И.И.* Эмпирическая палеоклиматология: состояние проблемы и методы исследования. Изменения климата и их последствия. СПб.: Наука. Ленингр. отд-ние, 2002. С. 75–92.
31. *Кислов А.В., Евстигнеев В.М., Малхазова С.М. и др.* Прогноз климатической ресурсообеспеченности Восточно-Европейской равнины в условиях потепления XXI века. М.: Макспресс, 2008. 290 с.
32. *Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю.* Изменение стока рек России при глобальном потеплении климата // *Докл. VI Всерос. гидрологич. съезда*. 2008. Секция 3. Ч. II. С. 159–163.

Московский государственный университет
Географический факультет,
МПУ

Поступила в редакцию
03.08.2010

THE MAIN STAGES OF THE FLOOD-PLAIN FORMATION IN NORTHERN EURASIA

A.V. PANIN, A.Yu. SIDORCHUK, A.V. CHERNOV

Summary

Characteristic relief features of the Northern Eurasian rivers flood-plains indicate the changing conditions of the bottoms and flood-plains formation, and consequently their governing factors – the value and regime of the intra-annual flow and ground temperatures in the valleys. In the flood-plains relief at least three stages of Late Valdai and Holocene were revealed, which differ by their hydro-climatic characteristics. During the Late Valdai stage, the water content was high and relatively large landforms of the flood-plain arose; in the Middle Holocene, the water content was low and small landforms were formed; the Late Holocene has contemporary conditions of river bottom and flood-plain development. The obtained regularities of river formation may be used for the evaluation of the future changes of human life and activity on the riversides at a different climate change scenarios in the temperate zone of the northern hemisphere.