

© 2014 г. А.Ю. СИДОРЧУК

УНАСЛЕДОВАННЫЕ ПОЙМЫ И СЕДИМЕНТАЦИОННЫЙ РЕЖИМ В ПОЙМЕННО-РУСЛОВЫХ КОМПЛЕКСАХ¹

*Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва;
sidorchuk@mtu-net.ru*

Введение

Термин “унаследованные поймы” был предложен И.В. Поповым [1]. К ним были отнесены (в основном, по Р.А. Еленевскому [2]) такие поймы, происхождение которых не обусловлено работой современного потока. Одной из первых работ, привлечших внимание к феномену унаследованных пойм, является магистерская диссертация В.В. Докучаева [3], в которой он обосновал происхождение многих речных долин европейской России из цепочек древних озерных водоемов. Во многих руководствах по русловедению [4, 5] к унаследованным также относятся поймы, в основании разреза которых залегают не аллювиальные, а озерные или лиманные отложения.

В то же время, существуют речные долины, где пойма представляет собой морфологически сложное разновозрастное образование, созданное рекой с изменяющимся во времени водоносностью и морфодинамическим типом [6–8]. Палеогеографические исследования днищ речных долин показали, что именно такие поймы преобладают у средних и малых равнинных рек северной Евразии [9]. Лишь малая часть пойм этих рек создана потоками современного типа, так что такие поймы с полным основанием могут быть отнесены к категории унаследованных.

В южном полушарии Земли унаследованная пойма такого типа возрастом около 100000 лет выделена в долине р. Маррамбиджи [10] (Австралия) под названием “Приречная равнина” (Riverine Plain). В северном полушарии долины рек с унаследованной поймой возрастом около 16000 лет имеют циркумполярное распространение и, по данным [11–15], в основном тяготеют к перигляциальной зоне последнего материкового оледенения (рис. 1). Таким образом, это явление имеет глобальное распространение и требует углубленного изучения. Такое изучение можно осуществлять с позиций палеогеоморфологических [9], палеогидрологических [16, 17], экологических [18] и т. п. В предлагаемой статье на нескольких примерах рассматривается геоморфологический аспект явления – унаследованные поймы как фактор руслового рельефообразования, их воздействие на режим аккумуляции и транспорта наносов в реках.

Долина р. Мокши

Современная р. Мокша (приток р. Оки) имеет длину 656 км. Совместно с основными притоками, рр. Цна (длина 451 км, площадь водосбора 21500 км²) и Вад (соответственно – 222 км и 6500 км²), она дренирует бассейн площадью 51000 км². Средний расход воды на станции Шевеловский Майдан (водосбор 28600 км²) составляет 104 м³/с, расход наносов – 11 кг/с, что дает годовой сток наносов около 0.35 млн. т. Объем рассчитанной эрозии на этом водосборе [19] около 12.4 млн. т, т.е. река транспортирует здесь около 3% смываемых на водосборе наносов.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-05-00146) и гранта Президента РФ для поддержки ведущих научных школ (НШ-1010.2014.5).

Пойма р. Мокши и ее притоков представляет собой типичный пример унаследованной поймы – большая часть ее площади сформирована во время первого этапа образования пойм рек Восточно-Европейской равнины [9]. В тот период, около 14–16 тыс. радиоуглеродных лет назад, ширина пра-Мокши (рис. 2) составляла в верхнем течении (площадь водосбора около 4800 км²) 190–250 м при современной ширине 30 м, средний годовой расход воды в реке был около 70 м³/с (современный около 18 м³/с). Эта большая река меандрировала практически на всем протяжении (только в устье, возможно, формировалось многорукавное русло), и ширина пояса меандрирования определила ширину современной поймы. Бывшие плесы, частично заполненные наносами, представляют собой цепочки больших староречий и торфяных болот, сохраняющих конфигурацию древнего русла. Пояс меандрирования современного (голоценового) русла занимает малую часть поймы. Для него характерны многочисленные старицы, прорывы и рукава, создающие пойменную многорукавность.

Современный седиментологический режим Мокши и ее притоков во многом определяется описанным соотношением морфологии древнего и современного русла (следовательно, унаследованной поймы и современного русла). Ширина поймы по основной реке изменяется от 2 км на верхнем участке до 6.5 км на приустьевом (табл. 1), уменьшаясь до 3 км на участке пересечения рекой Окско-Цнинского вала. Ширина современного русла изменяется от 1.7 до 3.6% ширины поймы. Только в районе Окско-Цнинского вала это отношение достигает 6.4%. В.В. Докучаев [3] (на основании измерений И.Ф. Леваковского [20]) отметил такое несоответствие ширин поймы и русла для рек юга России, но характерные для Мокши отношения приводятся им лишь для самых малых рек – Лохвицы и Слепорода (таблица в работе [3]). Не менее показательны цифры отношения длины размываемых руслом участков бортов долины к их общей длине. На некоторых 100-километровых участках русло вообще не подходит к бортам долины, на других размывается 2.3–6.7% длины бортов, и только на участке пересечения Мокшей Окско-Цнинского вала размывается 31% длины бортов долины. Для р. Цны получены близкие характеристики (табл. 1).

Таким образом, современное русло Мокши и ее главных притоков отделено широкой унаследованной поймой от водосбора. Такой контакт устанавливается только во время самых высоких половодий, когда большая часть поймы залита водой. Однако в период большинства половодий затопляется только часть поймы. Многие мелкие притоки в бассейне Мокши выходят на пойму и, не достигая русла, формируют на ней конуса выноса. На основном протяжении долины только притоки с площадью водосбора более 1300 км² достигают основного русла.

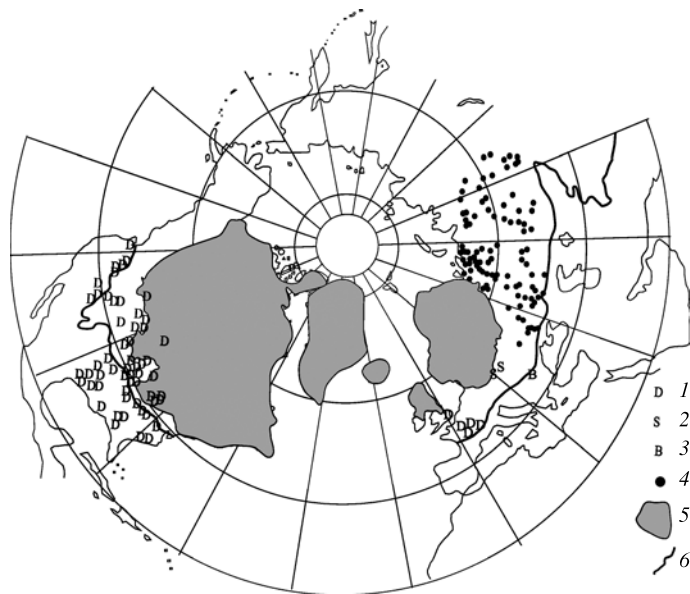


Рис. 1. Циркумпольное распространение речных долин с фрагментами больших палеорусел на унаследованных поймах и низких террасах

По данным: 1 – [11], 2 – [12], 3 – [13], 4 – [14, 15]; 5 – ледниковые щиты последнего материкового оледенения; 6 – граница вечной мерзлоты в максимум последнего оледенения

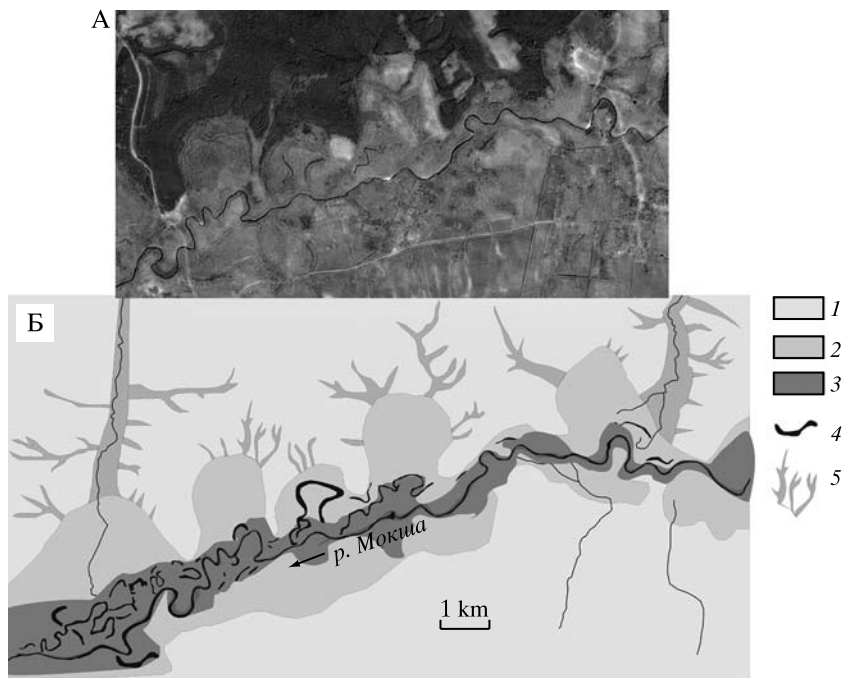


Рис. 2. Схема строения дна долины р. Мокши выше Наровчата
 А – снимок из космоса, Б – дешифрирование космоснимка.

1 – террасы; пойма: 2 – унаследованная, 3 – голоценовая; 4 – современное русло и старицы на пойме; 5 – овражно-балочные системы

Таблица 1

Изменение ширины поймы, относительной ширины русла и доли длины размываемых в межень берегов по длине рр. Мокши и Цны

Мокша				Цна			
Расстояние от устья, км	$W_{\text{п}}$, м	$W_{\text{ч}}/W_{\text{п}}$	$L_{\text{ер}}/L_{\text{вал}}$	Расстояние от устья, км	$W_{\text{п}}$, м	$W_{\text{ч}}/W_{\text{п}}$	$L_{\text{ер}}/L_{\text{вал}}$
0–70	6500	0.017	0	0–100	2940	0.048	0.241
>70–100	3000	0.064	0.31	>100–230	3630	0.025	0.021
>100–200	5650	0.024	0	>230–330	2640	0.029	0.059
>200–300	5600	0.02	~0				
>300–400	5000	0.02	0.023				
>400–500	3900	0.023	0.067				
>500–600	2300	0.036	0.045				
0–600	4650	0.026	0.038	0–330	3120	0.033	0.1

Примечание. $W_{\text{ч}}$ – ширина русла, $W_{\text{п}}$ – ширина поймы, $L_{\text{ер}}$ – длина размываемых в межень берегов, $L_{\text{вал}}$ – общая длина бортов реки по долине.

Основная часть наносов со склонов и из овражно-балочных систем поступает на пойму и остается либо на ее поверхности, либо в пойменных водоемах. Лишь в сужениях дна долины наносы со склонов и овражно-балочных систем поступают в русло реки. Например, гидрологический пост Шевеловский Майдан расположен в таком сужении, где русло шириной 200 м только в 14 раз уже поймы (2800 м шириной). На протяжении 20 км русло прижато к прямолинейному высокому берегу, изрезанному

оврагами. Наносы из этих оврагов попадают непосредственно в русло, берег размывается рекой, и сток наносов, измеряемый на гидрологическом посту, в основном формируется за счет этих локальных источников. Во всяком случае, режим стока наносов здесь совершенно не коррелирует с режимом стока наносов на других постах в бассейне Мокши (рис. 3). На посту Шевеловский Майдан (72 км от устья) годовой сток наносов постепенно увеличивался за все время наблюдений и резко уменьшился в начале 1980-х гг. На посту Темников (224 км от устья, площадь водосбора 15800 км²) период пониженного стока наносов в 1940–1950-х гг. сменился периодом повышенного стока в 1960-х – начале 1970-х гг. В 1975 г. здесь начался новый период пониженного стока наносов. На посту Авдалово на притоке Мокши – р. Вад (191 км от устья Мокши, водосбор 1930 км²) – выявлено уменьшение стока наносов за весь период наблюдений.

Подобное несоответствие режима стока наносов наблюдается и на остальных гидрологических постах, где ведется (или велось до 1986 г.) наблюдение за стоком наносов. Коэффициенты корреляции между отношениями среднегодового расхода наносов и среднегодового расхода воды Q_s/Q для каждой пары постов, расположенных на едином водотоке, составляют 0.05–0.46 при расстояниях 150–350 км между постами и становятся отрицательными при расстояниях более 400 км (рис. 4). Это говорит об отсутствии существенного транзитного потока наносов, объединяющего эрозионно-русловую систему, и о преобладании локальных источников поступления наносов в русло. Основной причиной такого разорванного стока наносов является слабая связь между водосбором и руслом, обусловленная наличием широкой унаследованной поймы.

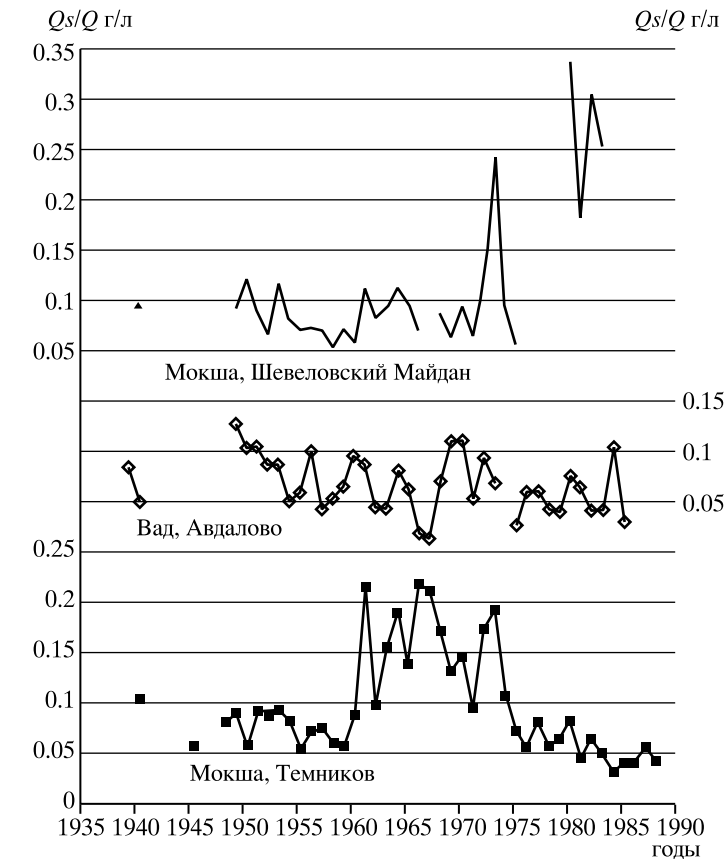


Рис. 3. Изменение во времени “среднегодовой мутности” на гидрометрических станциях в бассейне р. Мокши

Сток наносов в бассейне р. Хопер

Река Хопер (один из основных притоков р. Дон) берет начало, как и Мокша, на Приволжской (Керенско-Чембарской) возвышенности, откуда течет на ЮЮЗ. Длина реки по современному руслу составляет 1008 км, вместе с притоками Ворона, Савала, Бузулук и др., она дренирует водосбор площадью 61000 км². Среднегодовой расход воды на посту Дундуковский составляет 152 м³/с, расход наносов 13.4 кг/с (0.42 млн. т/год).

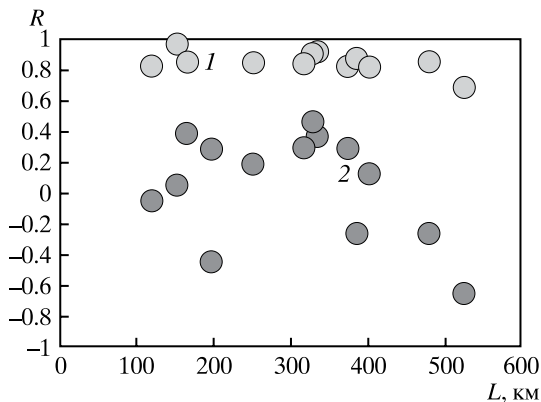


Рис. 4. Изменение коэффициентов корреляции R для рядов расходов воды (1) и “среднегодовой мутности” (2) в зависимости от расстояния по реке L между гидрометрическими станциями в бассейне р. Мокши

вистый рельеф, созданный голоценовой меандрирующей рекой, приурочен к поясу ее меандрирования и занимает лишь узкую полосу на унаследованной пойме. Но голоценовый пойменный аллювий, как показывает бурение по профилю выше пос. Поворино [21], перекрывает более древние отложения по всей ширине унаследованной поймы и частично заполняет заброшенные плесы больших палеорусел. Объем этих отложений на пойме шириной 9.5 км достигает 27000 м³ на погонный метр длины долины или 2.8 м в слое. Средняя скорость осадконакопления варьирует на разных элементах рельефа поймы, достигая 1–1.2 мм/год и более на современных прирусловых валах и в древних глубоких плесах больших палеорусел. В период формирования голоценовой поймы (последние 7–8 тыс. лет) скорость осадконакопления была довольно стабильна и колебалась вокруг 0.3 мм/год (рис. 5). Объем пространства между современной поверхностью поймы и горизонтом высоких вод, который может быть заполнен наносами (при современном гидрологическом режиме), составляет 23000 м³ на погонный метр длины долины или 2.4 м в слое.

Ниже устья Савалы древняя пойма, сформированная большой позднеледниковой рекой, практически полностью переработана в ходе горизонтальных переформирования меандрирующей рекой относительно малых размеров.

В долине Хопра на 19 гидрологических постах измеряется (или измерялся до 1986 г.) сток взвешенных наносов, из них 5 расположены по длине основной реки: Пановка (893 км от устья, площадь водосбора 1120 км²), Балашов (595 км, 14300 км²),

Рассчитанная величина эрозии на склонах в бассейне Хопра [19] равна 7.3 млн. т/год, так что до устья реки доходит только 6% этого смыва.

Днище долины в верхнем и среднем течении Хопра (примерно до устья р. Савалы) и по всему течению р. Вороны представлено широкой унаследованной поймой. Здесь хорошо выражены остатки больших позднеледниковых меандрирующих палеорусел, иногда нескольких генераций [21]. Бывшие плесы этих палеорусел в ряде случаев (особенно по р. Вороне) сохранились в виде пойменных озер и староречий, торфяных болот. Очевидно, что ширина поймы определяется поясом блуждания больших рек в позднеледниковое время. Гри-

Таблица 2

Изменение ширины поймы, относительной ширины русла и доли длины размываемых в межень берегов по длине рр. Хопер и Ворона

Хопер				Ворона			
Расстояние от устья, км	W_{fl} , м	W_{ch}/W_{fl}	L_{er}/L_{val}	Расстояние от устья, км	W_{fl} , м	W_{ch}/W_{fl}	L_{er}/L_{val}
0–120	3070	0.04	0.28	0–70	3430	0.03	0.13
>120–220	2030	0.056	0.22	>70–170	3040	0.031	0.15
>220–320	2540	0.042	0.2	>170–270	3230	0.02	0.11
>320–420	3900	0.023	0.17	>270–370	3500	0.025	0.1
>420–520	3430	0.02	0.15				
>520–780	3130	0.029	0.1				
0–780	3050	0.034	0.17	0–370	3300	0.026	0.12

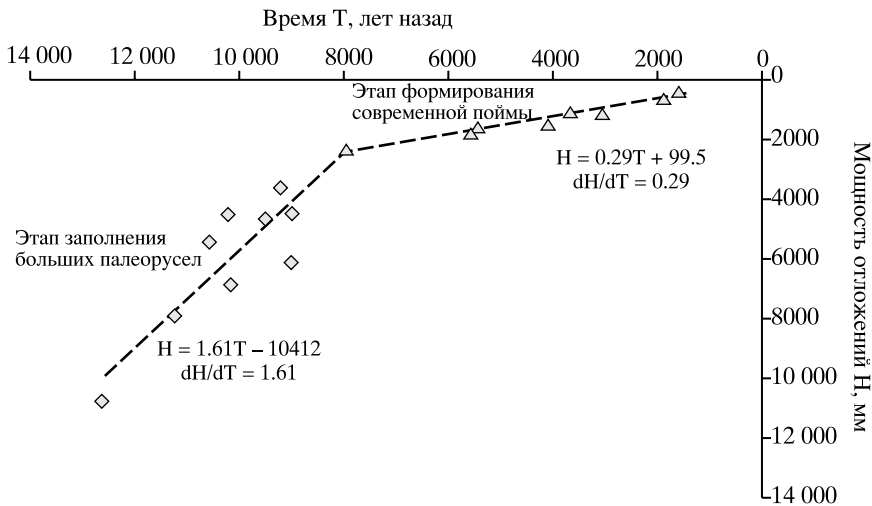


Рис. 5. Темпы осадконакопления на пойме р. Хопер у Поворино

Новохоперск (323 км, 34800 км²), Бесплемяновский (244 км, 44900 км²) и Дундуковский (45 км, 60600 км²). Изменения во времени “среднегодовой мутности” Q_s/Q сходны на всех этих постах (рис. 6): период сравнительно высокого стока наносов в 1930-х – начале 1940-х гг. сменился периодом относительно низкого стока в конце 1940-х гг. В начале 1950-х гг. сток наносов увеличился, стабилизировался в 1960-х гг. и начал снижаться в середине 1970-х гг. Те же тренды характерны для хода “среднегодовой мутности” на р. Вороне (гидростанция Чуртановка). Эти изменения в “среднегодовой мутности” в целом отражают изменение землепользования в бассейне: увеличение площади распашки в 1920–1930-х гг., резкое падение хозяйственной активности в годы Великой Отечественной войны, ее возобновление в 1950-х гг. Некоторое сокращение площади пашни и внедрение противоэрозионных технологий привело к снижению стока наносов в 1970–1980-х гг.

Парные корреляции между значениями “среднегодовой мутности” на разных постах, расположенных на одной речной артерии, составляют 0.48–0.81 при расстояниях между постами менее 150 км и уменьшаются до 0.22–0.51 при расстояниях более 600 км (рис. 7). И временной ход “среднегодовой мутности”, и сравнительно высокие коэффициенты корреляции указывают на наличие в бассейне Хопра устойчивого транзитного стока наносов, который обусловлен эрозионными процессами на водосборе. Устойчивость транзита наносов связана с достаточно высокой долей долины бортов долины, размываемых рекой – 19% в долине собственно Хопра (и до 28% в нижней части долины), 12% – в долине Вороны (табл. 2). Большинство притоков Хопра впадают в основную реку, лишь самые малые притоки с площадями водосбора менее 800 км² рассеиваются на пойме. Такая геоморфологическая ситуация сложилась в результате относительно высокой активности малых голоценовых рек и довольно высоких скоростей как голоценового осадконакопления, так и переработки унаследованной поймы в ходе горизонтальных миграций меандрирующих русел.

Заключение

В период циркумполярного распространения больших позднеледниковых рек с высокой водоносностью (рис. 1) в днищах речных долин были сформированы пойменно-руслевые комплексы с соответствующими этим рекам морфологическими характеристиками – широкими поймами с высокоамплитудным рельефом. По мере уменьшения водоносности рек этот рельеф лишь частично перерабатывался в ходе

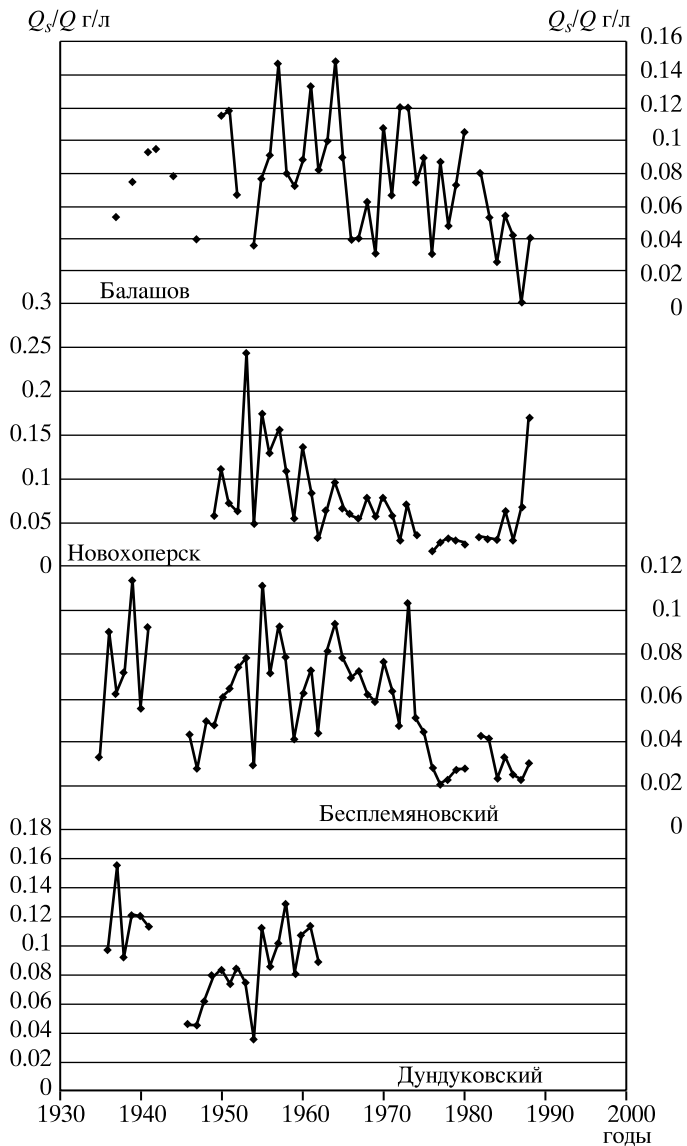


Рис. 6. Изменение во времени “среднегодовой мутности” на гидрометрических станциях в бассейне р. Хопер

валось в стороне от позднеледникового, оставляя не переработанными большие фрагменты унаследованных пойм (рис. 2 в работе [23]).

Влияние унаследованных пойм на современный режим осадконакопления и транспорт наносов заключается в том, что они являются эффективным барьером между эрозионной частью эрозионно-русловой системы (эрозионными бороздами на склонах и оврагами) и балочно-речной частью, в которой в основном транспортируются и аккумулируются наносы. Так как ширина унаследованных пойм непропорционально велика, русло реки лишь на небольшом протяжении подходит к бортам днища долины, и большая часть наносов, поступающих со склонов и из оврагов, оседает на поверхности унаследованной поймы. Те же наносы, что попадают в реку, интенсивно ак-

горизонтальных переформирований речных русел, и сохраняющиеся древние поймы на значительных площадях приобретали характер унаследованных. Такие унаследованные поймы становились мощным фактором рельефообразования в днищах речных долин [5].

Древний флювиальный рельеф с глубокими плесовыми ложинами и высокими перекатами при уменьшении водоносности рек привел к формированию цепочек старичных озер и болот в древних плесах, соединенных русловыми участками на древних перекатах. На первых порах скорость осадконакопления в этих озерах и болотах была довольно высокой (рис. 5), и они быстро заливались. На некоторых участках долин голоценовое русло следовало вдоль древнего, и в этом случае форма пояса меандрирования голоценовой реки повторяет древнее русло. Характерно, что кривизна излучин голоценовой реки выше на древних перекатах, чем в плесах: так палеорельеф “управляет” современным рельефом (рис. 4.1 в работе [22]). На других участках голоценовое русло разви-

кумулируются в русле из-за большой пространственной изменчивости его морфометрии и скоростей течения потока в озерно-плавневой системе. В результате корреляция режима транспорта наносов очень низкая даже между близко расположенными створами реки. Как показывают данные по Хопру (рис. 5), скорость аккумуляции наносов уменьшается по мере заиления наиболее крупных емкостей на пойме и увеличения ее высоты. В конце концов, унаследованная пойма полностью перерабатывается в ходе горизонтальных и вертикальных перестроений русла, и транзит наносов в этом звене эрозионно-русловой системы восстанавливается (рис. 6).

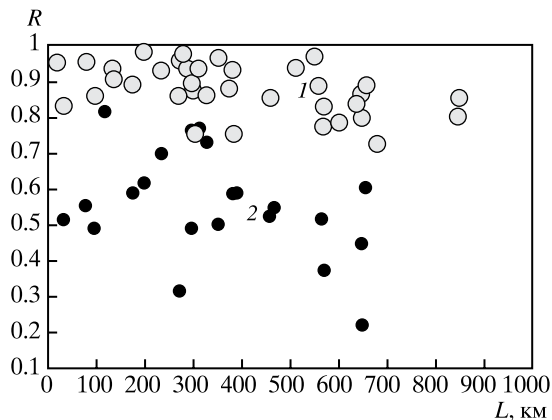


Рис. 7. Изменение коэффициентов корреляции R для пар рядов расходов воды (1) и «среднегодовой мутности» (2) в зависимости от расстояния по реке L между гидрометрическими станциями в бассейне р. Хопер

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеоздат, 1965. 328 с.
2. Еленевский Р.А. Вопросы изучения и освоения пойм. М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1936. 100 с.
3. Докучаев В.В. Способы образования речных долин Европейской России. СПб.: 1878. 221 с.
4. Барышников Н.Б. Морфология, гидрология и динамика пойм. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 280 с.
5. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 2. Морфодинамика речных русел. М.: Эдиториал УРСС, 2011. 960 с.
6. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Некоторые особенности дна долин больших рек, связанные с периодическими изменениями нормы стока // Вопр. геогр. 1970. Сб. 79. С. 156–167.
7. 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.
8. Чернов А.В. Геоморфология пойм равнинных рек. М.: Изд-во МГУ, 1983. 198 с.
9. Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Чернов А.В. Основные этапы формирования пойм равнинных рек северной Евразии // Геоморфология. 2011. № 3. С. 20–31.
10. Page K., Nanson G., Price D. Chronology of Murrumbidgee River palaeochannels on the Riverine Plain, southeastern Australia // Journ. of Quat. Sci. 1996. V. 11. Is. 4. P. 311–326.
11. Dury G.H. Theoretical implications of underfit streams // U.S. Geol. Survey Prof. Paper 452-C. 1965. 97 p.
12. Starkel L., Kalicki T., Soja R., Gebica P. Analysis of paleochannels in the valleys of the upper Vistula and the Wisloka // Evolution of the Vistula River valley during the last 15000 years. Part. VI. Wroclaw: Wydawnictwo Continuo, 1996. P. 30–35.
13. Borsy Z., Felegyhazi E. Evolution of the network of water courses in the north-eastern part of the Great Hungarian Plain from the end of the Pleistocene to our days // Quat. Studies in Poland. 1983. V. 4. P. 115–124.
14. Сидорчук А.Ю., Борисова О.К., Панин А.В. Поздневалдайские палеоруслу рек Русской равнины // Изв. РАН. Сер. геогр. 2000. № 6. С. 73–78.
15. Сидорчук А.Ю., Панин А.В., Борисова О.К. Позднеледниковые палеоруслу рек Западной Сибири // Изв. РАН. Сер. геогр. 2008. № 2. С. 67–75.
16. 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.

17. Сидорчук А.Ю., Панин А.В., Борисова О.К. Снижение стока рек равнин Северной Евразии в оптимум голоцена // Водные ресурсы. 2012. Т. 39. № 1. С. 40–53.
18. Бекмансуров М.В., Бобровский М.В., Браславская Т.Ю. и др. Восточноевропейские леса. М.: Наука, 2004. Ч. 2. 575 с.
19. Литвин Л.Ф. География эрозии почв сельскохозяйственных земель России. М.: ИКЦ Академкнига, 2002. 255 с.
20. Сборник материалов, относящихся до геологии Южной России, издаваемый профессорами Борисяком и Леваковским. Харьков: Унив. тип., 1867. Кн. 1. 380 с.
21. Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Власов М.В. Мощный поздневалдайский речной сток в бассейне Дона // Изв. РАН. Сер. геогр. 2013. № 1. С. 118–129.
22. Сидорчук А.Ю. Структура рельефа речного русла. СПб: Гидрометеиздат, 1992. 126 с.
23. Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Баслеров С.В. и др. 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.

Поступила в редакцию 29.10.2013

INHERITED FLOODPLAINS AND REGIME OF SEDIMENTATION IN RIVERBED - FLOODPLAIN COMPLEXES

A.Ju. SIDORCHOUK

Summary

During circumpolar distribution of the large rivers with large streamflow the wide floodplains with high amplitude relief were formed in their valleys. While the discharge of the river diminished this relief was partly reformed in the course of the lateral reformations of the river channel and ancient floodplains on the large areas took on inherited character. Due to their wideness inherited floodplains serve as a effective barriers between the erosion part of the river system (erosion furrows on the slopes and gullies) and balka-river part where transit and accumulation of the sediments by the most part take place. The most part of the sediments from gullies and slopes accumulates on the inherited floodplain. In the result there is very low correlation of sediment transport regimes even between close ranges of the river. Dating of the sediments proves that as largest basins on the floodplain are being infilled and the level of the floodplain rises, the rate of accumulation and barrier effect diminish. At last the inherited floodplain relief changes totally due to lateral and vertical river bed deformations and sediment transport in this river range is being retrieved.