

УДК 551.435.1

*Н.Н. Назаров, С.В. Копытов, А.В. Чернов***ПОЙМЕННЫЕ ГЕНЕРАЦИИ КАК ОБЪЕКТЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ДОЛИН ШИРОКОПОЙМЕННЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ ВЕРХНЕЙ КАМЫ)***

Комплексные исследования по изучению геоморфологической дифференциации пойм были проведены на верхней Каме на участке от с. Бондюг до устья Вишеры. Данные исследования базировались на методах геоморфологии, палеорусловедения и геохронологии. Абсолютные и относительные отметки высот, соотношение меженичных уровней р. Камы и урезов водной поверхности старичных озер, радиусы кривизны старичных озер и сухих староречий могут быть использованы в качестве морфометрических характеристик пойменного рельефа. Эти характеристики отражают геоморфологические различия и своеобразие разновозрастных пойменных генераций. По результатам исследований были выявлены признаки геоморфологической индивидуальности. Такие признаки помогут установить относительный возраст генераций в структуре пойменных геосистем верхней Камы. Наиболее устойчивые признаки присутствуют у первой, второй и третьей генерации. Признаки принадлежности элементарной геосистемы к нескольким (чаще двум) пойменным генерациям присутствуют у всех образований данного вида.

Ключевые слова: пойма, пойменная генерация, морфометрия, радиоуглеродное датирование, река Кама.

В последние годы географическому (геоморфологическому, палеогеографическому) изучению пойм уделяется особое внимание, что объясняется их повышенной уязвимостью по сравнению с другими элементами рельефа речных долин. Именно поймы становятся сегодня ареной катастрофических переформирований долинных геосистем, спровоцированных закономерными или случайными (относительно сложившейся к данному моменту модели развития) изменениями природных условий. Как следует из истории формирования речных долин в голоцене, за короткий период, измеряемый порой первыми десятками лет, в результате изменений климата или вмешательства человека в ход геоморфологических процессов уже неоднократно происходили масштабные переформирования рельефа поймы [1-3]. В своих крайних проявлениях изменение активности русловых процессов, вызванное климатическими изменениями или антропогенной деятельностью, часто приводит к появлению новой генерации поймы – более или менее выраженной ступени рельефа. В одном случае это проявляется в образовании новой, самой низкой поверхности, увеличивающей общее количество пойменных генераций в днище речной долины, в другом – к захоронению существовавших до этого генераций и, таким образом, к сокращению их общего количества. В обоих случаях происходит изменение рельефа пойм: увеличиваются или уменьшаются высота, размеры и очертания микроформ, расстояния между ними, увеличивается или уменьшается радиус кривизны грив, диагностирующий активность и направленность развития русла на соответствующем временном этапе формирования поймы.

Наибольшей неоднородностью ландшафтной структуры пойм вне зависимости от их принадлежности к той или иной природной зоне характеризуются поймы широкопойменных рек. Обычно эти поймы бывают представлены не одним каким-либо типом, а несколькими. Даже на относительно небольших по протяженности участках речной долины одновременно могут встречаться сегментные ровные, сегментные гривистые, параллельно-гривистые и некоторые другие типы, которые, в свою очередь, могут также включать в себя сразу несколько генераций. Степень многообразия временных (событийных) явлений, проявившихся в наборе пойменных генераций, указывает на смены активности, а часто и направленности развития русловых процессов на всем протяжении истории формирования речных долин [3-5].

Материалы и методы исследований

Комплексные исследования по изучению геоморфологической дифференциации пойм, базирующиеся на методах геоморфологии, палеорусловедения и геохронологии, были проведены в 2013–2014 гг. на верхней Каме на участке от с. Бондюг до устья Вишеры.

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 13-05-41281).

Абсолютный возраст пойменных генераций был получен из образцов древесины, обнаруженных в береговых уступах. Радиоуглеродное датирование проводилось в Лаборатории изотопных исследований факультета географии РГПУ им. А.И. Герцена (г. Санкт-Петербург) М.А. Кульковой.

Изучение и сбор данных по морфометрии пойменного рельефа проводились с использованием современных аэро- и космических снимков, а также топографических карт масштаба 1:25000. При подборе снимков особое внимание уделялось их разрешающей способности, которая должна была соответствовать пространственным масштабам изучаемых объектов. Снимок со спутника SPOT-6 (август 2013 г.) с пространственным разрешением панхроматического канала 2 м, спектральных каналов 8 м был получен в период низкой летней межени Камы (уровень воды был ниже среднемноголетнего для этого периода из-за засушливой погоды летом 2013 г.). При таком разрешении отчетливо выявляются веера пойменных грив, хорошо дешифрируются все старичные озера.

Для выявления различий в контрастности рельефа пойменных генераций на всем протяжении участка исследований по единичным отметкам уреза р. Камы проведены расчеты высоты ее меженного уровня на момент создания и корректировки топографических карт (соответственно 1964 и 1982 гг.) с одновременной фиксацией отметок абсолютных высот (горизонталей) элементов пойменного рельефа в пределах пойменных геосистем. Для повышения репрезентативности исходных данных при расчетах также были учтены материалы натурной привязки элементов рельефа, полученные в полевые сезоны 2013 и 2014 гг.

Для расчета радиусов палеоизлучин на исследуемом участке камской долины использовались возможности полуавтоматического создания пространственных объектов в среде ArcGIS 9.3. С помощью инструмента *круг* на космоснимке размещался центр окружности. Затем указатель перемещался до тех пор, пока дуга вписываемой окружности не совпадала с очертаниями русла в привершинной части излучины. Линия от указателя до дуги окружности и являлась радиусом кривизны

Результаты и их обсуждение

Кама на участке от с. Бондюг до устья Вишеры – река с широкопойменной долиной, занятой двухсторонней (к концу участка односторонней, чередующейся в шахматном порядке) поймой, представленной мозаикой гривистых сегментов, старичными ложбинами и озерами. Современное русло не вполне соответствует рельефу поймы – оно преимущественно прямолинейное, с отдельными (или парными) свободными или вынужденными излучинами. Ширина русла составляет 300–500 м, ширина поймы (с руслом) – 2,0–3,5 км в начале и середине участка и 1,5–1,7 км в его нижней части. Аллювий в русле и фация аллювия на пойме представлены песком, в пойменных разрезах при вскрытии рекой стариц и ложбин встречаются слои торфа.

Детальный анализ первичного рельефа поймы показал, что всю мозаику сегментов, отличающихся друг от друга различной ориентировкой грив, из которых состоит пойма, можно объединить в несколько групп. Внутри этих групп пойменные сегменты схожи между собой по ориентировке грив, ложбин и стариц, а также по характеру растительности. Очевидно, что эти группы сегментов отражают различные плановые положения русла во время своего формирования и отличаются друг от друга и по возрасту своего образования. Поэтому группы сегментов можно представить себе как разновозрастные пойменные генерации, т.е. поверхности, сформированные в определенные временные интервалы. Поверхности других генераций, соответственно, маркируют другие этапы развития русла. Всего на верхней Каме отчетливо выделяется шесть разновозрастных генераций [6; 7] (рис.). Относительный возраст пойменной генерации определялся ее местом (номером) в ряду разновозрастных генераций – от самой молодой первой, до более древних второй, третьей, четвертой и т. д.

Шестая пойменная генерация – наиболее древняя на пойме верхней Камы, ее возраст датируется 6,0–5,0 ¹⁴C т.л.н. Встречается она фрагментарно, в основном в тыловых частях современной поймы, так как за время, прошедшее после ее формирования, значительная часть пойменных массивов была размыта последующими деформациями русла. Однако по сохранившимся гривам и старицам этой генерации можно сказать, что русло в то время отличалось слабой извилистостью – гривы на пойме либо пологие, либо относительно прямолинейные, вытянутые вдоль тылового шва поймы.

Пойма *пятой* генерации (образовалась ~ 4,5 ¹⁴C т.л.н.) сохранилась лучше: она слагает части шпор ныне спрямленных излучин. Конфигурация грив и стариц указывает на увеличение кривизны излучин в русле того времени, что, в свою очередь, свидетельствует о снижении водности Камы в начале суббореального периода.

Пойма *четвертой* генерации наиболее широко распространена на данном участке Камы: она занимает почти 30 % от ее общей площади. Возраст этой части поймы принимается за 3,1–3,5 ^{14}C т.л.н. В это время Кама отличалась наибольшей извилистостью. Сильноизогнутые гривистые сегменты этой генерации выполняют шпоры почти всех спрямленных ныне излучин, врезаясь в созданные ранее массивы 5-й генерации. Излучины русла Камы были в то время наиболее крутыми, что говорит о продолжавшемся в середине суббореального периода снижении водности реки. На нижнем участке Камы перед слиянием её с Вишерой, где пойма односторонняя («шахматная»), массивы 4-й генерации продолжают фиксировать направленное смещение пологих вынужденных излучин русла в узкой долине вниз по течению параллельно самим себе. Они следуют в пойменных массивах ниже 6-й и 5-й генераций, последовательно сменяя их и наращивая шпоры этих излучин.

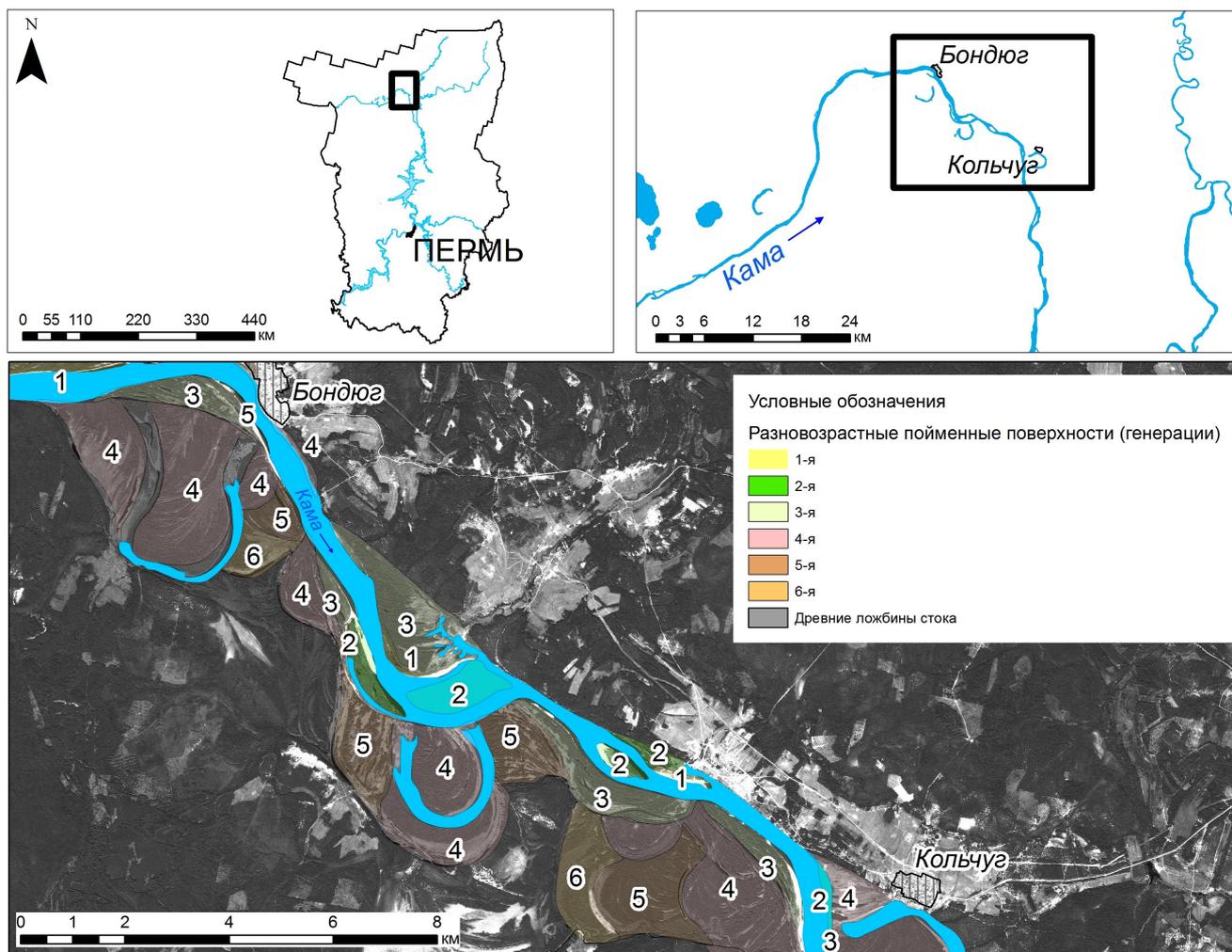


Рис. Пойменные генерации в верхней части участка исследований

Пойменные массивы *третьей* генерации расположены вблизи современного русла, но не повторяют его конфигурацию. Русло в это время (3-я генерация формировалась 2,0–1,7 ^{14}C т.л.н.) стало вновь слабоизвилистым. Наиболее крутые излучины спрямились на предыдущем этапе развития реки, и в русле начали образовываться новые излучины, их зарастающие выпуклые берега стали сейчас 3-й пойменной генерацией. Можно сделать вывод об увеличении водности Камы в раннем субатлантическом периоде, что привело к массовому спрямлению крутых излучин реки предыдущего периода (формирования 4-й генерации).

Вторая пойменная генерация слагает прирусловые части шпор современных излучин и молодые пойменные острова, изредка встречающиеся в русле. Возраст ее не превышает 1000 ^{14}C лет, и русло в период своего формирования имело в целом нынешнюю конфигурацию. В нижней части участка третья, а затем вторая пойменные генерации продолжают наращивать односторонние поймен-

ные массивы, расположенные в шахматном порядке вниз по течению. *Первая* генерация поймы Камы формируется сейчас в современном русле.

Подобный экспресс-анализ изменений водности верхней Камы в среднем и позднем голоцене требует подтверждения другими видами палеогеографического анализа, но уже сейчас видно, что водность реки, а следовательно, и количество осадков в ее бассейне в относительно устойчивом в климатическом отношении периоде времени заметно изменялись. Это отражалось на характере деформаций русла Камы, запечатленных в пойменном рельефе.

В качестве морфометрических показателей, отражающих своеобразие рельефа геосистем той или иной пойменной генерации, использовались абсолютные и относительные отметки высот, а также некоторые из характеристик палеоизлучин, стариц, грив и межгривных понижений палеоизлучины. В атрибутивной базе данных значения радиусов кривизны увязывались с конкретными генерациями.

Особенности развития русловых и собственно пойменных процессов наложили свой отпечаток на «выразительность» рельефа, формируя уровенные поверхности пойменных генераций разной высоты с различной степенью горизонтальной расчлененности. Сравнительный анализ высотных отметок элементов рельефа поймы показал, что наименьшими средними значениями отличается первая пойменная генерация – самая молодая, всегда располагающаяся вдоль речного русла – 3,8 м (табл. 1).

Для других геосистем эти показатели находятся в интервале 5,5–6,3 м, причем максимальные значения среди них характерны для четвертой пойменной генерации и шестой (самая древняя из генераций). Примечательно, что наибольшие и наименьшие отметки поверхностей этих генераций не отличаются большими различиями и находятся в интервале 2,5 м: 7,8–10,3 и 1,0–3,5 м соответственно.

Замеры радиусов кривизны старичных озер и сухих староречий показали наличие неоднородности в их величинах между третьей пойменной генерацией и четвертой – разница составляет около 85 м (табл. 2). Почти на 50 м зафиксировано уменьшение значений этого показателя у четвертой пойменной генерации относительно пятой. Подобное соотношение величины радиусов бывших речных излучин может говорить об изменениях гидрологических параметров р. Камы во времени без конкретизации характера и силы воздействия. Для первой и второй пойменных генераций радиусы кривизны староречий из-за отсутствия следов излучин (следствие относительной узости этих геосистем в плане) и их расположения вдоль современного русла не измерялись. Таким образом, изучение морфометрических показателей пойменных генераций позволило выявить их некоторые индивидуальные признаки, по которым может быть установлен, а при необходимости и скорректирован их «номер» – относительный возраст в структуре пойменных геосистем верхней Камы (табл. 3).

Наиболее устойчивые признаки геоморфологической индивидуальности (отличимости) присутствуют у первой, второй и третьей генераций. Признаки, допускающие принадлежность элементарной геосистемы к нескольким (чаще двум) пойменным генерациям, присутствуют у всех образований данного вида.

Выводы

1. Радиоуглеродное датирование образцов древесины из пойменных генераций показало, что абсолютный возраст шестой генерации определяется 6,0–5,0 ^{14}C т.л.н., пятой – около 4,5 ^{14}C т.л.н., четвертой – 3,1–3,5 ^{14}C т.л.н., третьей – 2,0–1,7 ^{14}C т.л.н., второй – не более 1,0 ^{14}C т.л.н.

2. В качестве морфометрических характеристик пойменного рельефа, отражающих геоморфологические различия и своеобразие разновозрастных пойменных генераций, могут быть использованы относительные отметки высот и радиусы кривизны русла, старичных озер и сухих староречий.

3. Наименьшими средними значениями высотных отметок рельефа поймы на исследуемом участке долины верхней Камы отличается первая генерация – самая молодая, располагающаяся вдоль речного русла – 3,8 м. Для других геосистем (второй, третьей, ... шестой генераций) этот показатель находится в интервале 5,5–6,3 м.

4. Различия в средних значениях радиусов кривизны русла в пределах третьей и четвертой пойменных генераций составляют около 85 м. Почти на 50 м зафиксировано уменьшение значений этого показателя между четвертой и пятой генерациями.

5. Наиболее устойчивые признаки геоморфологической индивидуальности (отличительности), по которым может быть установлен, а при необходимости и скорректирован относительный возраст пойменной генерации верхней Камы, присутствуют у первой, второй и третьей генераций. Признаки, допускающие принадлежность элементарной геосистемы к нескольким (чаще двум) пойменным генерациям, присутствуют у всех образований данного вида.

Таблица 1

Относительная высота (превышение) элементов рельефа пойменных генераций, м

	ПГ1			ПГ2			ПГ3			ПГ4			ПГ5			ПГ6		
	ABY	ABP	OBP	ABY	ABP	OBP	ABY	ABP	OBP									
	114,5	119,5	5	114	119	5	114	118	4	114	121,5	7,5	114,5	118,5	4	113,9	122,7	8,8
	114,5	122,6	8,1	113	118,3	5,3	114	121	7	114	122,2	8,2	113,6	120	6,4	113	116,5	3,5
	114,5	119,5	5	113	118,6	5,6	114	119	5	114	123,3	9,3	114	115	1	111,3	117,6	6,3
	114,5	121,5	7	112	116,2	4,2	113,6	119,5	5,9	114	119,5	5,5	113	118,5	5,5	109,6	116	6,4
	113,6	115	1,4	111,6	118,6	7	113,6	117,6	4	113,9	118,5	4,6	113	120,2	7,2	109,6	118,2	8,6
	113	115	2	111	115,2	4,2	113,6	117,1	3,5	114,5	120,1	5,6	112	116,2	4,2	113,9	119,1	5,2
	110,7	115	4,3	111	116	5	113,6	116,8	3,2	114,5	123	8,5	112	117,7	5,7	111	115	4
	109	113	4	111	113	2	113,6	117,9	4,3	113,6	118	4,4	112	116,8	4,8	111	118,8	7,8
	108,8	110	1,2	110,4	114,7	4,3	113	118	5	113,6	115	1,4	111,6	119,6	8	111	119,5	8,5
	110,7	112,5	1,8	110,4	115,4	5	113	116	3	113	120,5	7,5	111,6	118,8	7,2	110,7	115	4,3
	113,6	116	2,4	110,4	115,2	4,8	113	117,6	4,6	113	120,8	7,8	111,3	117,2	5,9	109	115	6
				110,1	117	6,9	113	116	3	113	121,5	8,5	111,3	114,8	3,5			
				109,2	119,1	9,9	113	115,5	2,5	113	122,6	9,6	111	115,1	4,1			
				109,2	117,2	8	111,6	116,7	5,1	113	117,8	4,8	111	113,5	2,5			
				108,8	117,1	8,3	111,3	118,6	7,3	113	118	5	111	116	5			
				108,5	114,5	6	111,3	117,2	5,9	113	115,2	2,2	110,2	117,4	7,2			
				108,5	114,2	5,7	111	118,2	7,2	113	116	3	110,2	119,8	9,6			
				108,5	116	7,5	111	116,4	5,4	112	118,2	6,2	110,1	117,7	7,6			
				108,1	115,5	7,4	110,7	115,5	4,8	111,6	115,5	3,9	109,6	115,4	5,8			
				108,1	113,8	5,7	110,7	117,4	6,7	111,6	117,6	6	109,6	117,6	8			
				108,1	113	4,9	110,3	116,8	6,5	111,6	118,8	7,2	108,8	115,8	7			
							110,3	117,7	7,4	111	113,6	2,6	108,8	114	5,2			
							110,3	116,8	6,5	110,1	117,3	7,2	108,1	116,6	8,5			
							110,3	114,8	4,5	110,1	115,9	5,8						
							110,2	117,9	7,7	109,6	117,6	8						
							110,2	116	5,8	109,2	119,5	10,3						
							109,6	117,3	7,7	108,5	115,5	7						
							109,2	116,1	6,9	109	118,8	9,8						
							109,2	115,8	6,6									
							108,5	116,3	7,8									
Среднее значение	112,5	116,3	3,8	110,2	116,1	5,8	111,7	117,2	5,5	112,3	118,6	6,3	111,2	117,1	5,8	111,3	117,6	6,3
max	114,5	122,6	8,1	114,0	119,1	9,9	114,0	121,0	7,8	114,5	123,3	10,3	114,5	120,2	9,6	113,9	122,7	8,8
min	108,8	110,0	1,2	108,1	113,0	2,0	108,5	114,8	2,5	108,5	113,6	1,4	108,1	113,5	1,0	109,0	115,0	3,5

Примечание. ABY – абсолютная высота уреза р. Камы; ABP – абсолютная высота элемента рельефа поймы; OBP – относительная высота элемента рельефа поймы, ПГ - пойменные генерации.

Таблица 2

Радиусы кривизны старичных озер и сухих староречий, м

Радиус кривизны излучин, м	Пойменные генерации			
	3	4	5	6
	957,16	1119,86	1338,35	990,98
	443,16	1145,41	479,14	1118,88
	1028,45	752,02	717,58	986,39
	880,50	1020,45	739,57	527,05
	661,40	481,62	540,20	402,65
	1148,27	630,54	338,62	
	713,13	787,56	923,55	
	863,90	322,44	1193,12	
		895,91	940,48	
		829,00		
		660,44		
		811,58		
		498,83		
		575,13		
Среднее значение	837,00	752,20	801,18	805,19
max	1148,27	1145,41	1338,35	1118,88
min	443,16	322,44	338,62	402,65

Таблица 3

Средние значения анализируемых показателей рельефа пойменных генераций и радиусов кривизны старичных озер и сухих староречий, м

Параметры	Пойменные генерации					
	1	2	3	4	5	6
ОВР	3,8	5,8	5,5	6,3	5,8	6,3
РК	–	–	837	752	801	805

Примечание. ОВР – относительная высота элемента рельефа поймы; РК – радиусы кривизны старичных озер и сухих староречий; выделено полужирным шрифтом – устойчивый признак геоморфологической индивидуальности (отличимости) пойменных генераций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чалов Р.С. Историческое палеорусловедение: предмет, методы исследований и роль в изучении рельефа // Геоморфология. 1996. № 4. С. 13-18.
2. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М.: Корона, 2009. 684 с.
3. Назаров Н.Н., Черепанова Е.С. Морфодинамические изменения русла Верхней Камы (исторический аспект) // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о Земле. 2011. Вып. 4. С. 119-126.
4. Чернов А.В., Гаррисон Л.М. Палеогеографический анализ развития русловых деформаций широкопойменных рек в голоцене (на примере верхней и средней Оби) // Бюл. МОИП. Отдел геологич. 1981. Т. 5, Вып. 4. С. 97-108.
5. Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Чернов А.В. Основные этапы формирования пойм равнинных рек Северной Евразии // Геоморфология. 2011. № 3. С. 20-31.
6. Назаров Н.Н., Копытов, С.В., Чернов А.В. Пространственно-временные особенности формирования разновозрастных генераций поймы Верхней Камы // Географический вестник. 2014. № 4. С. 4-7.
7. Назаров Н.Н., Чернов А.В., Зарецкая Н.Е., Копытов С.В. Эволюция пойменно-русловых комплексов верхней Камы и Вишеры и их освоение человеком в позднеледниковье и голоцене // Геоморфологические ресурсы и геоморфологическая безопасность: от теории к практике: материалы Всерос. конф. «VII Щукинские чтения». М., МГУ, МАКС Пресс, 2015. С. 476-479.

Поступила в редакцию 26.06.15

N.N. Nazarov, S.V. Kopytov, A.V. Chernov

FLOODPLAIN GENERATIONS AS GEOMORPHOLOGIC DIFFERENTIATION OBJECTS OF BROAD FLOODPLAIN RIVER'S VALLEYS (THE UPPER KAMA AS AN EXAMPLE)

Integrated study of the floodplain geomorphologic differentiation was carried out on the upper Kama from the Bondyug village to the Vishera mouth. The research was based on geomorphological, palaeochannel and geochronological methods. Absolute and relative elevations, Kama low water levels and oxbows' water boundary ratio, oxbows' and paleochannels' radiuses of curvature can be used as morphometric characteristics of a floodplain relief. These characteristics reflect geomorphologic differences and singularity of different-age floodplain generations. As a result the individual geomorphological attributes were identified. These attributes will help to identify relative age of generations in upper Kama's floodplain geosystem structure. The most stable attributes are present in the first, third and sixth generations. Attributes of elementary geosystem's accessory to several (usually two) floodplain generations are present in all formations of this type.

Keywords: floodplain, floodplain generation, morphometry, radiocarbon dating, Kama.

Назаров Николай Николаевич,
доктор географических наук, профессор,
заведующий кафедрой физической географии
и ландшафтной экологии
E-mail: nazarov@psu.ru

Копытов Сергей Владимирович, аспирант кафедры
физической географии и ландшафтной экологии
E-mail: kopytov@psu.ru

ФГБОУ ВПО «Пермский государственный
национальный исследовательский университет»
614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Чернов Алексей Владимирович,
доктор географических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник,
Московский государственный университет
им. М.В.Ломоносова
119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы, МГУ
E-mail: alexey.chernov@inbox.ru

Nazarov N.N.,
Doctor of Geography, Professor,
Head of Department of Physical Geography
and Landscape Ecology
E-mail: nazarov@psu.ru

Kopytov S.V., postgraduate student at Department
of Physical Geography and Landscape Ecology
E-mail: kopytov@psu.ru

Perm State University
Bukireva st., 15, Perm, Russia, 614990

Chernov A.V.,
Doctor of Geography, Professor, leading researcher
Lomonosov Moscow State University
Leninskie Gory, Moscow, Russia, 119991
E-mail: alexey.chernov@inbox.ru