

Ж.В. ХОДОСОВСКАЯ

**ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ РУСЛА р. БЕРЕЗИНА (НЕМАНСКАЯ)**

The features of morphological shape of a channel Berezhina are revealed and detailed in the work. The morphological homogeneous sites of the bottom of a valley are allocated, the various types of channels are concretized in their limits; within the framework of homogeneous sites the meanings of morphometric parameters of various types of bends are determined.

Изучение морфологии русел средних рек представляет собой логическое звено в системе исследований руслоформирования на бассейновом уровне и составляет одну из важнейших задач комплексного гидрологического анализа.

Цель работы заключалась в выявлении и детализации особенностей морфологического облика русла р. Березина.

В процессе исследований для определения количественных характеристик отдельных морфологических элементов излучин использовались топографические карты масштаба 1:25 000.

Размеры и формы излучин оценивались по следующим показателям: шаг излучины ( $L$ ), стрела прогиба ( $h$ ), длина по руслу ( $l$ ), радиус кривизны ( $r$ ), степень развитости излучины ( $l/L$ ).

Река Березина является крупнейшим правым притоком Немана из числа водных артерий бассейна, формирующих свое русло от истока до устья на территории Беларуси. Водоток берет начало из заболоченного оврага, расположенного в 1,5 км юго-западнее с. Бортники на высоте 300 м н. у. м., впадает в Неман на 751-м км от его устья. Речная сеть Березины представлена 535 водотоками длиной более 1 км общей протяженностью 1870 км. Длина реки составляет 226 км, площадь водосбора – 4000 км<sup>2</sup>, среднегодовой расход воды в устье – 30 м<sup>3</sup>/с, общее падение – 172,3 м, средний уклон водной поверхности – 0,76 ‰. Крупные правые притоки: Ольшанка (60 км), Чапунька (38 км), Черница (20 км), Кревлянка (20 км), Лостоянка (18 км), Цветень (14 км), левые: Исlochь (102 км), Волка (36 км). Водосбор реки сложной формы, асимметричный, с более развитым левобережьем, относится к двум гидрологическим районам: Вилейскому и Неманскому. Водораздел, за небольшим исключением в юго-западной части, хорошо выражен, имеет плавные очертания, на севере отделяет бассейн Вилии, на востоке – водосбор рек Свисlochь и Птичь. Общая протяженность водораздельной линии 310 км, коэффициент развития 1,38. Наибольшая длина водосбора 85 км, средняя ширина 47 км [1].

Долина реки хорошо разработана, ее ширина в верхнем течении варьирует в интервале 0,5÷3 км, поймы – 0,2÷0,5 км, на остальной части – 3÷4 км и 0,3÷3 км соответственно. В пределах Ошмянской и Минской возвышенностей глубина вреза долины достигает 20÷40 м. Ширина русла изменяется от 5÷10 до 20÷35 м.

Уклон реки изменяется от 0,13 ‰ в пределах Верхненеманской озерно-аллювиально-зандровой равнины до 5 ‰ в верхнем течении, где река прорезает моренные отложения Минской конечной возвышенности.

Главные особенности водного режима определяются принадлежностью реки к восточно-европейскому типу с высоким весенним половодьем, низкими летней и зимней меженью, несколько повышенным стоком осенью. Годовой сток реки распределяется следующим образом: весенний период 42 %, летне-осенний – 38 %, зимний – 20 %. Наивысший уровень половодья над меженью изменяется от 1,4 до 3,4 м. Сток реки зарегулирован несколькими искусственными водоемами, крупнейшее из которых Саковщинское водохранилище.

Разделение Березины на ряд участков, отличающихся по распространению морфологических типов русла (табл. 1), обуславливается геоморфологическим строением территории, по которой она протекает.

На участке от истока до с. Березовцы река прорезает грядово-холмистые конечно-моренные и наклонные зандровые поверхности, уклон изменяется от 0,5 ‰ в нижней по течению части участка до 5 ‰ в верховье реки. Ширина русла варьирует в интервале 5÷8 м. Преобладает относительно прямолинейный тип русла. В структуре меандрирующего 22,9 %

приходится на русло с пологими сегментными излучинами, на участки с сегментными развитыми, сегментными крутыми, омеговидными и синусоидальными – 29,5, 14,8, 21,3 и 11,5 % соответственно. Ширина пояса меандрирования в среднем составляет 50 м. На расстоянии 0,5 км к северо-востоку от с. Гердутишки вниз по течению на протяжении 0,9 км русло мелиорировано. На участке два пруда: у сел Васьковцы и Гердутишки с полным объемом 450 тыс. м<sup>3</sup> и 225 тыс. м<sup>3</sup> соответственно.

Таблица 1

## Распространение типов русла р. Березина

Участок русла	Тип широкопойменного русла							
	меандрирующее					относительно прямолинейное	разветвленное	мелиорированное
	сегментное	прорванное	омеговидное	синусоидальное	адаптированные излучины			
Исток – н. п. Березовцы	$\frac{4,9^*}{14,5}$	–	$\frac{1,6}{4,6}$	$\frac{0,8}{2,5}$	–	$\frac{25,2}{75,2}$	–	$\frac{0,9}{3,2}$
н. п. Березовцы – н. п. Литва	–	–	–	–	–	–	–	$\frac{16,4}{100}$
н. п. Литва – устье р. Кревлянка	$\frac{20,4}{42,4}$	–	$\frac{2,1}{4,3}$	$\frac{1,4}{2,9}$	–	$\frac{24,1}{50,2}$	–	–
Устье р. Кревлянка – Саковщинское вдхр.	–	–	–	–	$\frac{15,9}{46,6}$	$\frac{18,1}{53,4}$	–	–
Саковщинское вдхр. – устье р. Исlochь	$\frac{9,8}{22,3}$	–	–	$\frac{1,6}{3,6}$	–	$\frac{30,7}{69,8}$	$\frac{1,9}{4,3}$	–
Устье р. Исlochь – впадение в р. Неман	$\frac{14,8}{33,7}$	$\frac{4,2}{9,5}$	$\frac{3,6}{8,2}$	$\frac{4,2}{9,5}$	–	$\frac{17,2}{39,1}$	–	–

Примечание. \*Русла рек в пределах участка: в числителе – длина в километрах, в знаменателе – процент длины русла в пределах участка.

На участке от с. Березовцы до с. Литва русло мелиорировано.

Участок от с. Литва до устья р. Кревлянка приурочен к маргинальной ложбине стока, уклон русла изменяется от 0,13 до 0,29 ‰. В верхней по течению части участка (Литва – Городьки) расположены осушительные мелиоративные системы, и хотя непосредственно русло Березины здесь не изменено в ходе мелиоративного строительства, однако пойма реки осушена, а многочисленные притоки – реки Хохловка, Юровщина, Дворище, Мацуковщина, Дубина, Березка – полностью трансформированы. Ширина русла вниз по течению возрастает до 18 м, глубины изменяются от 0,7 до 3 м. Средняя ширина пояса меандрирования 125 м. Длина русла, приходящаяся на относительно прямолинейные и меандрирующие участки, практически одинакова. На сегментные пологие излучины приходится 48,6 % от длины меандрирующего русла, сегментные развитые – 21,8 %, сегментные крутые – 15 %, омеговидные – 8,7 %, синусоидальные – 5,8 %.

На участке сквозной долины от устья р. Кревлянка до Саковщинского водохранилища уклон русла составляет в среднем 0,29±0,30 ‰, лишь на отрезке Неровы – Савичи снижается до 0,22 ‰, ширина русла изменяется от 14 до 22 м. Соотношение между относительно прямолинейным руслом и участками с адаптированными излучинами приблизительно 1:1. Излучины характеризуются значительным ростом морфометрических параметров в сравнении с аналогичными макроформами на выше- и нижележащих участках. Так, для излучины, расположенной между с. Синяя Гора и с. Поти, величина шага составляет 1000 м, длина – 1175 м. В соответствии с этим значительно увеличивается ширина пояса меандрирования – до 625 м (участок с. Поти – с. Лостоянцы), уменьшаясь, однако, в нижней по течению части участка до 100 м.

Ниже Саковщинского водохранилища и практически до устья Исlochи река дренирует равнинную озерно-аллювиальную поверхность. Скорость течения ниже водохранилища возрастает до  $0,4 \div 0,7$  м/с, ширина русла увеличивается до 31 м. Севернее с. Новосельцы тип русла изменяется на разветвленный, однако в целом тенденция чередования относительно прямолинейных участков с меандрирующими сохраняется. В структуре наиболее распространенных сегментных излучин 45,8 % приходится на пологие, 25,5 % – на развитые и 13,8 % – на крутые. Ширина пояса меандрирования уменьшается по сравнению с предыдущим участком и составляет в среднем 200 м.

От устья р. Исlochь до впадения в р. Неман Березина протекает по равнине, сложенной аллювиальными осадками. Среднегодовой расход потока значительно возрастает благодаря крупным притокам: рекам Исlochь, Чапунька, Волка. Уклон реки изменяется от 0,24 ‰ при пересечении урочищ Королево, Коники, Поташня, Дрозды до 0,13 ‰ на участке ниже впадения р. Чапунька, площадь водосбора увеличивается до 4000 км<sup>2</sup>. Характерно широкое разнообразие русловых макроформ, в преобладающих сегментных излучинах 54 % приходится на пологие, 31,3 – на развитые, 14,7 – на крутые. Ширина русла возрастает до  $45 \div 50$  м, ширина пояса меандрирования варьирует в интервале  $250 \div 4000$  м.

Ширина днища долины (заливаемый во время половодья участок) в связи с трансформацией геоморфологической обстановки вниз по течению реки заметно изменяется, достигая экстремальных значений на участках исток – Березовцы ( $0,25 \div 0,5$  км) и устье р. Исlochь – впадение в Неман ( $4,0 \div 4,4$  км). Близкие по значению показатели характерны также отрезку от с. Литва до устья р. Кревлянка (4,2 км), долина реки здесь выражена слабо, границы между элементами флювиального комплекса нечеткие. Заметно выделяется в этом отношении

по сравнению с выше- и ниже расположенными участками район сквозной долины, где ширина дна заметно уменьшается и составляет 0,75 км по линии профиля через села Синяя Гора и Поты и 1,3 км – близ с. Рудники (рис. 1).

Для детального анализа морфологических особенностей русла в пределах каждого выделенного участка определялись параметры излучин, впоследствии использованные для классификации макроформ речного русла (табл. 2).

Сегментные излучины ( $1,15 < l/L < 2,0$ ) являются наиболее типичной формой меандрирующего русла Березины, для них характерно преобладающее продольное смещение. Этот вид меандр, как никакой другой, наиболее широко представлен на всех свободномеандрирующих участках реки.

Иерархию дальнейшей эволюции излучин составляют омеговидные, синусоидальные и прованские виды. Фрагментарно они встречаются практически на всех морфологически однородных участках (исключая мелиорированный отрезок от с. Березовцы до с. Литва), однако наиболее ярко представлены от устья р. Исlochь до впадения Березины в р. Неман.

Омеговидные излучины ( $2,0 < l/L, L/h > 1$ ) характеризуются продольно-поперечным смещением. Шпоры этих излучин пережаты вдоль оси пояса меандрирования с образованием узкой шейки между верхним и нижним крыльями. Спрявление омеговидных излучин происходит на поздних стадиях их развития за счет встречного размыва

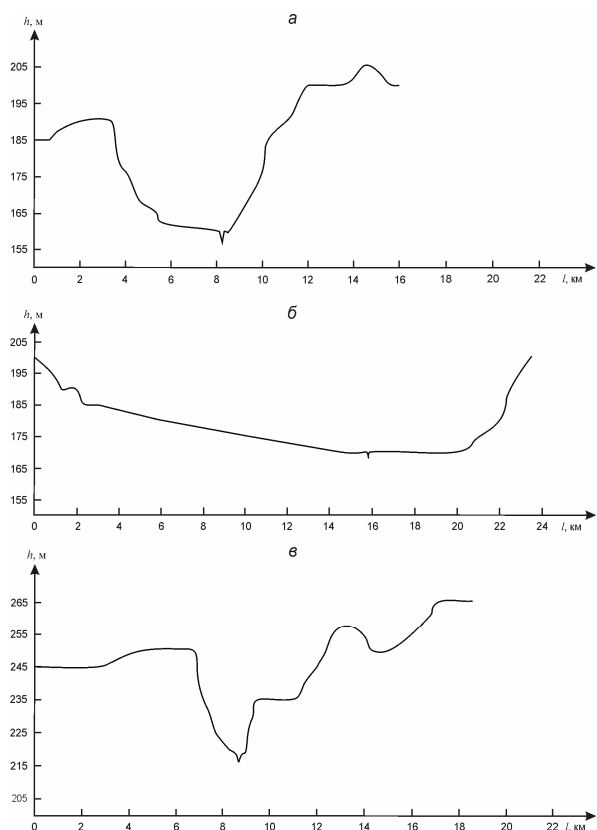


Рис. 1. Поперечные профили через пойменно-русловые комплексы отдельных морфологически однородных участков р. Березина: а – участок устье р. Кревлянка – Саковщинское вдхр. Линия профиля через с. Синяя Гора – Поты; б – участок устье с. Литва – устье р. Кревлянка. Линия профиля через с. Литва; в – участок исток – с. Березовцы. Линия профиля через с. Еленка

берегов на крыльях. При этом формирующиеся старицы быстро отделяются от реки и превращаются в пойменные старичные озера.

Таблица 2

Средние значения морфометрических параметров свободных излучин р. Березина с учетом стадийности их развития

Участок	Параметры				
	$l/L$	$L, м$	$h, м$	$l, м$	$r, м$
Исток – н. п. Березовцы	$1,15 < l/L < 1,4$	34,8	34,8	101,8	65,6
	$1,4 < l/L < 1,7$	29,8	29,8	85,1	24,6
	$1,7 < l/L < 2,0$	31,3	31,3	75	12,5
	$2,0 < l/L, L/h > 1$	25	25	78,1	15,9
	$2,0 < l/L, L/h < 1$	43,8	43,75	90,6	19
н. п. Литва – устье р. Кревлянка	$1,15 < l/L < 1,4$	130,9	58,9	155,1	47,7
	$1,4 < l/L < 1,7$	102,3	64,2	151,8	36,6
	$1,7 < l/L < 2,0$	112,5	75,0	194,4	56,3
	$2,0 < l/L, L/h > 1$	132,5	85,0	265	57,5
	$2,0 < l/L, L/h < 1$	72,9	77,1	150	25,4
Саковщинское вдхр. – устье р. Исlochь	$1,15 < l/L < 1,4$	126,3	67,4	151,2	48,4
	$1,4 < l/L < 1,7$	96,9	66,4	146,4	37,7
	$1,7 < l/L < 2,0$	81,9	68,0	145,3	26,9
	$2,0 < l/L, L/h > 1$	–	–	–	–
	$2,0 < l/L, L/h < 1$	65,0	73,8	142,5	22,0
Устье р. Исlochь – впадение в р. Неман	$1,15 < l/L < 1,4$	213,8	83,2	228,4	86,2
	$1,4 < l/L < 1,7$	175,0	114,1	259,4	52,3
	$1,7 < l/L < 2,0$	175,0	135,4	308,3	50,0
	$2,0 < l/L, L/h > 1$	220,8	172,9	512,5	110,4
	$2,0 < l/L, L/h < 1$	175	210,9	446,9	62,5

Синусоидальные излучины ( $2,0 < l/L, L/h < 1$ ) отличаются преобладанием поперечного смещения. Они вытянуты в поперечном по отношению к оси пояса меандрирования направлении и имеют протяженные участки (вставки) на крыльях. Прорванные излучины являются результатом завершения их эволюции и имеют чаще всего крутую сегментную форму. Такие излучины спрямляются в половодье, формируя через шпору новое русло. Деформации в старом русле постепенно прекращаются, и оно отмирает, образуя серповидноизогнутую старицу.

Как подтверждают результаты обработки морфометрических данных, увеличение длины  $l$  и стрелы прогиба  $h$  является прямым следствием закономерной эволюции излучин и перехода их от стадии сегментных к стадии омеговидных и синусоидальных (рис. 2). Хорошо прослеживается связь между указанными параметрами и таким условием формирования русла, как его уклон (рис. 3). С учетом того, что условия формирования русла наиболее полно отражают излучины со степенью развитости от 1,40 до 1,70, т. е. наиболее близкие по своей форме к полуокружности [2], для построений были использованы средние значения параметров указанного диапазона развитости в пределах каждого морфологически однородного участка.

Изменение такого параметра, как радиус кривизны  $r$  излучины, в отличие от названных ранее пока-

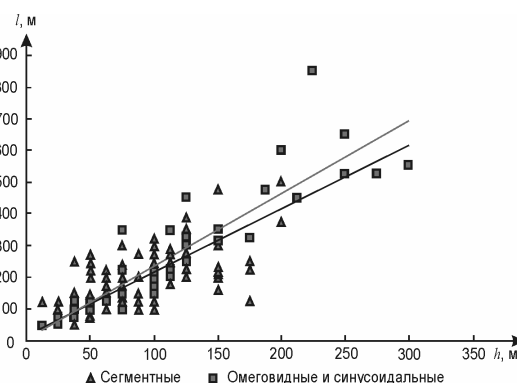


Рис. 2. Зависимость между длиной и стрелой прогиба свободных излучин р. Березина

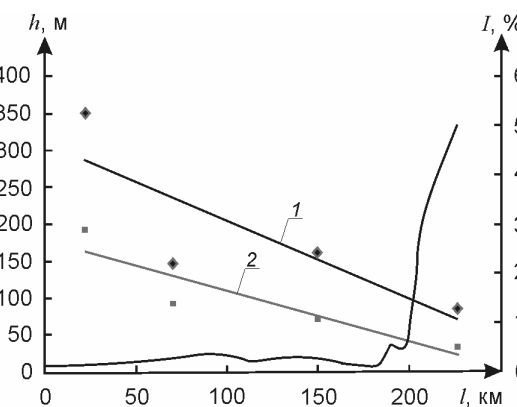


Рис. 3. Связь длины (1) и стрелы прогиба (2) свободных излучин с уклоном русла ( $I, \%$ )

зателей, носит более сложный характер. Так, среднее значение этого параметра на участке устье р. Исlochь – впадение в Неман на стадии сегментных пологих излучин составляет 86,2 м, при переходе от пологой к крутой сегментной форме радиус кривизны уменьшается до 50 м за счет сближения крыльев, однако в дальнейшем его значения несколько возрастают при формировании омеговидной излучины – до 110,4 м, чему способствуют развивающиеся выше и ниже по течению смежные излучины; при трансформации сегментной излучины в синусоидальную радиус кривизны уменьшается (до 25 м) благодаря интенсивному поперечному смещению и формирующейся вытянутой вершине.

Таким образом, по результатам проведенных исследований установлено:

- на широкопойменный относительно прямолинейный тип русла приходится 52,3 % длины реки, на долю широкопойменного меандрирующего, мелиорированного и разветвленно-го – 38,9, 7,9, 0,9 % соответственно;
- излучины реки в пределах выделенных морфологически однородных участков, формируясь в конкретных условиях и находясь на разных стадиях развития, отличаются размерами, формой и сложностью своей конфигурации в плане;
- морфометрические параметры свободных излучин изменяются в соответствии с нарастанием водности реки и в целом постепенно увеличиваются от участка к участку. Стрела прогиба и длина последовательно возрастают в соответствии со стадийностью развития излучин и достигают максимальных значений у синусоидальных и омеговидных форм. Изменение величины шага и радиуса кривизны излучин по мере их развития носит более сложный характер.

1. Ресурсы поверхностных вод СССР: Описание рек и озер и расчеты основных характеристик их режима: в 20 т. Т. 5. Белоруссия и Верхнее Поднепровье / Под ред. К.А. Ключевой. Л., 1971.

2. Чалов Р.С., Завадский А.С., Панин А.В. Речные излучины. М., 2004.

Поступила в редакцию 16.07.07.

**Жанна Валерьевна Ходосовская** – аспирант кафедры общего землеведения. Научный руководитель – доктор географических наук, доцент, заведующий кафедрой общего землеведения П.С. Лопух.