

Научные сообщения

УДК 551.435.122 → 556.536

© 2012 г. Н.Б. БАРЫШНИКОВ, М.В. СОБОЛЕВ, Е.А. ПОТАШКО,
Е.М. СКОМОРОХОВАОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ МОРФОЛОГИИ РУСЕЛ И ПОЙМ
НА ГИДРАВЛИКУ РУСЛОПОЙМЕННЫХ ПОТОКОВ¹

Ранее бытовало мнение о том, что именно гидравлика потоков в речных руслах и поймах определяют их морфологическое строение [1]. Однако низкая эффективность методов расчетов пропускной способности русел с поймами, основанных на концепции равномерного движения потока, привел к изменению этой точки зрения на противоположную [2], согласно которой особенности морфологического строения русел и особенно пойм в значительной мере определяют гидравлику их потоков. И сразу же остро встал вопрос о необходимости совершенствования морфометрических характеристик. Действительно, если для речных русел разработаны и широко используются такие показатели как средняя глубина, ширина и площадь поперечного сечения для больших и средних рек с открытым руслом, а для малых рек и рек под ледяным покровом – гидравлический радиус и смоченный периметр, то для пойм дело обстоит значительно сложнее, в частности, из-за их сложного морфологического строения. Многие поймы имеют ступенчатое строение. Поэтому при затоплении очередного отсека поймы происходит резкое увеличение ее ширины, а учитывая небольшие глубины в пределах данного отсека, средняя глубина потока на пойме, как правило, не только не увеличивается, а значительно уменьшается. Благодаря этому зависимость $h_n = f(H)$ имеет очень сложный вид, при котором увеличение средних глубин на пойме (h_n) при увеличении уровней воды в реке (H) сменяется их уменьшением. Такой же сложный характер имеют зависимости ширин и площадей поперечного сечения поймы от уровней воды. Все это существенно снижает возможность использования этих показателей для расчетов гидравлических характеристик пойменных потоков, таких как средняя скорость и расход воды. Сделанные рядом авторов, в частности Б.В. Поляковым [1], предложения о делении пойм на морфологические однородные отрезки, с целью использования их морфометрических характеристик для расчета гидравлических параметров пойменных потоков не решают проблемы. Это обусловлено в первую очередь низкой точностью натурной информации, а также большими погрешностями определения коэффициентов шероховатости для каждого из этих пойменных отсеков, обусловленными сложным рельефом поймы и растительностью.

Различными авторами, в частности И.В. Поповым [3], предложено большое количество морфометрических характеристик, особенно для пойм при типе руслового

¹ Работа выполнена в рамках мероприятия 1.2.1 Федеральной целевой программы “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2009–2013 гг. (государственный контракт № П11079 от 24 августа 2009 г.) по направлению “География и гидрология суши”.

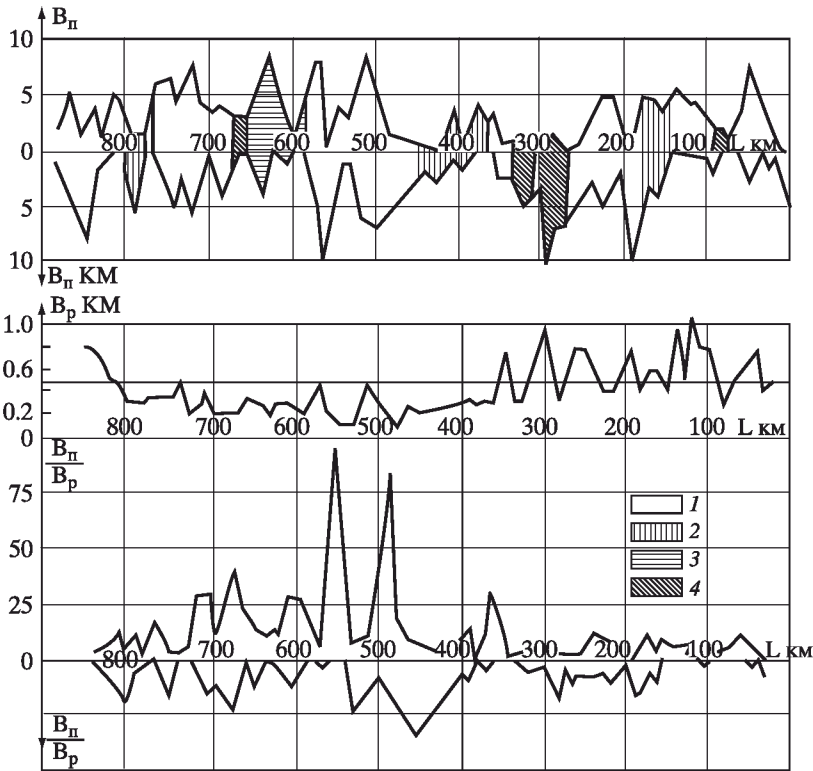


Рис. 1. Зависимость от типа руслового процесса изменения ширины русел (B_p) и поймы (B_n) и их относительных величин (B_p/B_n) по длине р. Оки
 1 – свободное меандрирование, 2 – немеандрирующие русла, 3 – ограниченное меандрирование, 4 – данные о типе руслового процесса отсутствуют

процесса – свободно меандрирующих рек, таких как длина излучин, углы их разворота, кратчайшее расстояние между точками перегиба излучин и др. Однако их трудно использовать для расчетов гидравлических параметров пойменных потоков. Поэтому возникла необходимость разработки новых морфометрических характеристик, исключительно необходимых для установления расчетных гидравлических параметров. Более того, эти характеристики должны характеризовать не только особенности морфологического строения поперечного строения пойм, но и их изменение по длине реки. Действительно, как показали исследования Н.Б. Барышникова [2], одной из таких характеристик является угол α между геометрическими осями русел и пойм, который приравнивается к углу между динамическими осями русловых и пойменных потоков. В частности, введение этого параметра позволило создать методику расчета средних скоростей, α , следовательно, и пропускной способности русел, при взаимодействии потоков в них с пойменными. Как показали исследования, проведенные в РГГМУ², все морфометрические характеристики пойм весьма существенно изменяются по длине реки. На рисунке 1 в качестве примера приведены графики изменения ширины русел (B_p) и поймы (B_n) и их относительных величин (B_p/B_n) по длине р. Оки, ширина пойм изменяется от 0 до 10 км.

Эти изменения, особенно ширины пойм, характеризуют и изменения углов α по длине реки в довольно широких пределах. Действительно, углы α в пределах одного пойменного массива при свободном меандрировании могут изменяться от $+150^\circ$ до

² Российский государственный гидрометеорологический университет.

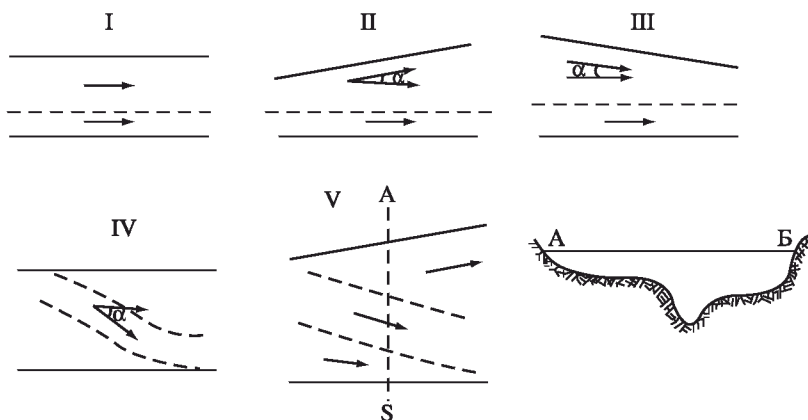


Рис. 2. Схема взаимодействия русловых и пойменных потоков (по [5])
 I – параллельность осей потоков, II – расходящиеся оси, III – сходящиеся оси, IV – пересечение осей, V – пересечение осей при разновысотных поймах. А–Б – поперечный профиль

–150°. Поэтому методика определения этих углов, как правило, ограничивается участками расположения гидрометрических створов. Для определения величин этих углов используются данные крупномасштабных планово-высотных съемок. При этом величина угла α в основном зависит от направления горизонталей на пойменном массиве.

Значение этой характеристики особенно возросло после вскрытия эффекта взаимодействия русловых и пойменных потоков. В частности, несмотря на все недостатки этой характеристики, ее использование позволило разработать типизацию процесса взаимодействия руслового и пойменного потоков, в основу которой было положено взаимное расположение геометрических осей русла и поймы на участке, расположенном ниже расчетного створа [5]. Выделено пять типов взаимодействия руслового и пойменного потоков (рис. 2).

При этом установлено, что изменение средней скорости руслового потока при его взаимодействии с пойменным, находится в прямой зависимости от величины угла α . Так при расхождении динамических осей потоков (второй тип) и соответственно геометрических осей русла и поймы, и больших углах α ($\alpha \approx 45\text{--}50^\circ$) средние скорости руслового потока могут увеличиваться в два и более раз. При схождении же осей потоков (третий тип), наоборот, при больших углах α ($\alpha \approx 50^\circ$) средние скорости русловых потоков уменьшаются в два и более раз.

Несмотря на достоинства этой характеристики, позволяющей использовать ее в расчетных схемах, она является недостаточной и может быть использована для расчетов на участках ограниченной длины, как правило, в пределах одной “четки” – расширения долины [4]. В то же время, как вытекает из анализа характера изменения ширины русел и пойм, в частности приведенных на рис. 1, необходимо иметь и другие морфометрические параметры, характеризующие закономерности изменения морфологического строения русел и пойм на участках значительно большей длины.

Таким образом, следует констатировать, что морфометрические характеристики речных русел разработаны только для оценки их морфологического состояния в поперечном сечении и на участках ограниченной длины. Несмотря на это, они вполне успешно используются при расчетах гидравлических параметров русловых потоков. В то же время резко возросла потребность в надежных морфологических характеристиках пойм при расчетах средних скоростей и расходов воды пойменных потоков с учетом их взаимодействия.

Введение в качестве одной из основных расчетных характеристик угла α между геометрическими осями русла и поймы помогло решить некоторые частные проблемы расчетов гидравлических параметров пойменных потоков. Например, очень важно ре-

шить проблему положения динамической оси пойменного потока. Однако этой величины явно недостаточно для окончательного решения проблемы пойменных потоков. Поэтому необходимы разработки принципиально новых морфометрических характеристик пойм, охватывающих не только участки ограниченной длины, но и участки значительной протяженности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поляков Б.В. Гидрологический анализ и расчеты. Л.: Гидрометеиздат, 1946. 454 с.
2. Барышников Н.Б. Динамика русловых потоков. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2007. 314 с.
3. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 363 с.
4. Макавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1965. 347 с.
5. Барышников Н.Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 280 с.

РГГМУ, С.-Петербург

Поступила в редакцию
18.03.2011

RIVER CHANNEL AND FLOOD-PLAIN MORPHOLOGY AS DETERMINATIVE FACTOR OF CHANNEL AND FLOOD-PLAIN FLOWS

N.B. BARYSHNIKOV, M.V. SOBOLEV, E.A. POTASHKO, E.M. SKOMOROKHOVA

Summary

Morphometric characteristics of the flood-plain are not integral variables and cannot adequately reflect the features of the flood-plain morphological structure. We used the angle between the geometric axes of channel and flood-plain as a measure of the angle between the dynamic axes of the channel and flood-plain flows. It gives the possibility of calculating the hydraulic characteristics of the channel and the flood-plain flows. However this morphometric parameter can't characterize thoroughly the features of the morphological structure of the flood-plains. Therefore further research is needed to develop new parameters, which would characterize the morphology of the flood-plains not only in transverse sections but also in longitudinal ranges.

УДК 551.435.1 → 551.438:631.6(470.323)

© 2012 г. В.Н. ГОЛОСОВ, В.Р. БЕЛЯЕВ, М.В. МАРКЕЛОВ, Е.Р. ШАМШУРИНА

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОСОВ НА МАЛОМ ВОДОСБОРЕ ЗА РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ЕГО ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ (ВОДОСБОР ГРАЧЁВА ЛОЩИНА, КУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)¹

Введение

Водосборы долин первых порядков являются основными компонентами бассейновой структуры рельефа поверхности суши по занимаемой площади, количеству водотоков и их суммарной длине [1]. В ландшафтно-геоморфологических условиях равнин гумидных областей умеренного климатического пояса они являются основным

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-05-00976) и грантов Президента РФ для поддержки молодых ученых – кандидатов наук (МК-8023.2010.5) и ведущих научных школ (НШ-3284.2010.5).