

*Р.С. Чалов*

**РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ  
И ИХ СВЯЗЬ С ДИНАМИКОЙ РУСЛОВЫХ ПОТОКОВ**

*R.S. Chalov*

**CHANNEL PROCESSES AND CHANNEL FLOW DYNAMICS**

*В историко-научном плане дается анализ соотношений исследований русловых процессов и динамики водных потоков. Показано, что в зависимости от постановки задачи они могут быть частью друг друга или представлять самостоятельные отрасли знаний.*

*The analysis of channel processes and channel flow dynamics research is made in its historic and scientific perspectives. Their mutual interaction or the independence according to the purposes of the definition is shown.*

Н.И. Маккавеев [1955, с. 139] писал: «Исследования процессов развития форм рельефа русла нельзя отрывать от исследования структуры потока», определив тем самым органическую связь теории русловых процессов и гидродинамики (динамики русловых потоков). Речной поток и русло реки составляют единую систему, в которой происходит движение различных физических сред, осуществляется взаимодействие потока – элемента гидросферы, находящегося в постоянном движении, обладающего кинетической энергией и мощностью – и грунтами, слагающими ложе рек, представляющими собой элемент литосферы – неподвижную часть системы. Последние под воздействием потока частично переходят в новое состояние, создавая вместе с поступающими в поток с площади водосбора продуктами эрозии временными нерусловыми (эрозия почв) и линейными (овражная эрозия) водотоками на склонах поток наносов. Перемещаемые водными потоками наносы представляют собой уже особую, промежуточную между гидро- и литосферой среду, в которой отдельные элементы находятся в различных соотношениях как с потоком (во взвеси, более или менее равномерно распределяясь по всей его толще, так и концентрируясь у дна и составляя влекомые наносы), так и с поверхностью дна реки. Эти соотношения изменяются во времени вследствие сезонных колебаний стока воды, что определяет дискретный характер как транспорта наносов и его непосредственного воздействия на ложе потока, так и условий контакта самого потока со своим ложем. Поток наносов, сосредоточенный в придонной области текущей воды, в зависимости от их концентрации может создавать своеобразный защитный слой у дна, препятствующий прямому контакту водного потока с ложем. В результате «в наиболее общей форме процесс руслообразования можно определить как процесс «отображения» по-

верхностью твердой среды (т.е. грунтами, слагающими ложе) особенностей движения воды и перемещаемых ею наносов» [Маккавеев, 1955, с. 137].

В этом сложном многофазном взаимодействии различных сред активной действующий силой является водный поток; его наличие определяет и видоизменения литогенной основы (ложе реки), и формирование потока наносов. Подчеркивая этот факт, один из основоположников учения о русловых процессах Н.С. Лелявский назвал свой труд «О речных течениях и формировании речного русла» [1893], акцентируя внимания, с одной стороны, именно на ведущей роли потока в системе «поток-русло», а с другой - на непрерывности взаимодействия между формой ложа реки и ее течением. Обоснованное таким образом еще Н.С. Лелявским диалектическое положение о взаимной связанности причин и следствий в русловых явлениях, по существу, стало основополагающим в современной теории русловых процессов. Правда, последователи Н.С. Лелявского в первые три десятилетия XX века в своих исследованиях и теоретических представлениях сделали акцент на изучение только одной стороны двуединого процесса – речных течений. Это привело к тому, что учение о русловых процессах (в узком его понимании) длительное время развивалось как учение о русловом потоке. Отсюда, по-видимому, и рассмотрение русловых процессов как части динамики русловых потоков, что нашло отражение в названиях и структуре ряда монографий и учебников [Великанов, 1954, 1955; Караушев, 1960; Гришанин, 1969] и до сих пор (начало XXI века) сохраняет своих приверженцев. Таковую точку зрения отстаивал, например, К.В. Гришанин в своем последнем и, к сожалению, неопубликованном докладе на XVI планерном Межвузовском совещании по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов в октябре 2001 г.

С другой стороны, М.А. Великанов, первым давший определение уже встречающегося к тому времени в литературе термина «русловые процессы» [1946] и обосновавший положение учения о русловых процессах как одной из составных частей динамики русловых потоков [1954, 1955], будучи сам представителем инженерно-гидродинамического направления в их изучении, в своей последней книге [1958] рассматривал основные вопросы динамики русловых потоков (турбулентность, кинематику потока, поперечную циркуляцию и т.д.), а также все вопросы движения наносов в потоках в качестве разделов общей теории русловых процессов. Это фактически признавал и К.В. Гришанин [1972, с. 4], писавший, что «на определенном этапе сделалось возможным говорить о возникновении теории руслового процесса, в которой сочетаются геоморфологические и гидродинамические методы и которая не только обобщает, но и объясняет наблюдаемые явления», хотя одновременно и позднее в других работах он подчинял ее динамике русловых потоков.

Динамика русловых потоков как отрасль знаний, часть гидрологии рек, занимается вопросами кинематики и структуры потоков, их турбулентностью, распределением скоростей в руслах разных поперечных сечений и очертаний

в плане, поперечными и вихревыми течениями, волновыми явлениями в потоках, смешением вод, гидравлическими сопротивлениями, возникающими при взаимодействии потока с руслом, а также ледяным покровом, движением примесей, разбавлением сточных вод, взаимодействием руслового и пойменного потоков и т.д. Среди этих задач многие оказываются прямо не связанными с русловыми процессами. Вместе с тем гидродинамический подход к описанию переноса потоком наносов, приведший к возникновению различных теорий движения, в первую очередь, взвешенных наносов – диффузионной (В.М. Маккавеев – А.В. Караушев), гравитационной (М.А. Великанов) и других, также не дает решений вопросов русловых процессов. Таким образом, динамика русловых потоков, занимаясь изучением именно потоков, охватывает значительно более широкий круг проблем, чем это необходимо для решения задач формирования речных русел. Со своей стороны, теория русловых процессов требует специфического подхода к оценке тех или иных гидродинамических явлений, и вместе с тем многие решаемые ею задачи не являются гидродинамическими.

Исторически сложившийся разрыв между инженерно-гидродинамическим и естественно-историческим (морфодинамическим, гидролого-морфологическим или геоморфологическим, по терминологии разных исследователей) подходами в изучении русловых процессов способствовал появлению схем развития речных русел, основанных в геоморфологии на интуитивных представлениях или метафизических воззрениях об их динамике (такова, например, теория профиля равновесия, в основе которой лежит идея превращения русла в канал стока воды и наносов при умолчании об источниках их поступления, переотложении и накоплении при выносе в приемный бассейн – воззрения, в достаточно жесткой форме подвергнувшиеся Н.И. Маккавеевым [1955] критическому анализу), а в гидрологии – на преувеличении роли некоторых гидродинамических явлений без учета возникающих в процессе взаимодействия потока и русла определенных форм русла и руслового рельефа. Таковы, например, были выводы А.И. Лосиевского [1934] о роли поперечной циркуляции потока в формировании русла, хотя целый ряд идей, касающихся квазиоднородности потока или его расчленения на несколько динамических осей, были плодотворны и до сих пор не утратили своего значения. В этой связи нельзя не вспомнить заключения Н.С. Лелявского о взаимоуправляемости потока и русла, развитого в дальнейшем М.А. Великановым (1958) (его словесная формула «поток управляет руслом, русло управляет потоком» стала хрестоматийной) и не согласится с высказыванием Н.И. Маккавеева [1955]: «Как только под влиянием этого взаимодействия (потока и русла – *Р.Ч.*) возникает некоторая форма русла, последняя также становится важным фактором русловых процессов, поскольку она в значительной мере определяет гидравлические особенности потока» (с. 137). Поэтому при исследовании процессов

развития речных русел должно органически сочетаться изучение форм русла руслового рельефа, структуры и кинематики потока.

Такой подход, впервые прозвучавший в книге Н.И. Маккавеева [1955], очень быстро в той или иной форме получил широкое распространение. Так, в известной коллективной монографии ГГИ «Русловой процесс» Н.Е. Кондратьев [1959, с. 6] признал, что хотя «непосредственный механизм взаимодействия потока и размываемого дна вполне определяется законами механики и гидродинамики, ... возможности такого одностороннего подхода оказались весьма ограниченными». И далее пояснил: «русловые формы возникают в условиях переменного водного режима, отображают все разнообразие характеристик жидкого и твердого стока, т.е. факторов гидрологического характера, и, следовательно, не могут быть объяснены только средствами гидродинамики». Поэтому в цитируемой монографии [Кондратьев, 1959] ее авторы по существу рассматривают русловые процессы как объект самостоятельного исследования на основе анализа речной гидравлики и геоморфологии, хотя в ней еще сохранилось независимое друг от друга сосуществование разделов, посвященных собственно русловым процессам, движению наносов и кинематики потока.

Позднее Н.Б. Барышников и И.В. Попов (1988), подчеркнув самостоятельность русловых процессов как природного явления и признав ведущую роль водных потоков и транспорта наносов в развитии речных русел, предложили называть соответствующую отрасль знаний «динамикой русловых потоков и русловыми процессами». С таким названием как учебная дисциплина она вошла в учебные планы подготовки специалистов-гидрологов, хотя в МГУ раздельно читаются курсы «Русловые процессы и «Динамика русловых потоков» [Чалов, 2002], а в РГГМУ в едином курсе оба его раздела велись разными специалистами. При этом программа единого курса, как и упомянутый учебник Н.Б. Барышникова и И.В. Попова, построены таким образом, что в них включены только те части динамики потоков, которые определяют механизмы русловых процессов. Характерно, что в настоящее время и в РГГМУ произошло разделение единого курса на два самостоятельных – «Динамика русловых потоков» и «Русловые процессы», по каждому из которых подготовлены и сейчас находятся в издательстве одноименные учебники, написанные Н.Б. Барышниковым.

К таким же выводам относительно соотношения динамики русловых потоков и русловых процессов пришел Б.Ф. Снисенко [2002, с. 7]: «В то время как в ДРП (аббревиатура динамики русловых потоков – *Р.Ч.*) вопросы движения речного потока и наносов (взвешенных) решаются с помощью уравнения гидродинамики, в русловом процессе получить такие решения «с позиции сил» оказалось невозможно. Здесь потребовалась помощь геоморфологии и гидрологии». Тем не менее, в предложенной им структурной схеме гидрологии русловые процессы (динамика русел) рассматриваются, наряду с гидравликой потоков и динамикой речных наносов, как один из трех разделов дина-

мики русловых потоков. Однако, ссылаясь на «Международный гидрологический словарь», изданный в 1992 г., Б.Ф. Снисенко отождествляет термин «динамика русловых потоков» с предложенным словарем термином «динамика рек», определение которого он приводит в следующей редакции: «раздел гидрологии рек, изучающий силы, действующие на материал русла и русловой поток воды» [2002, с. 7].

Подобные расхождения являются терминологическими, составляют предмет дискуссии и во многом определяются исходным направлением в изучении русловых процессов. В частности, самостоятельное положение русловых процессов, для которых водный поток является активным фактором, «двигательной пружиной» (по Н.С. Лелявскому), изначально свойственно гидролого-морфологическому подходу к изучению явлений, связанных с взаимодействием речных потоков с руслами рек. При исходном гидродинамическом подходе в формировании теории русловых процессов, даже при признании ее определенной автономности, в той или иной форме предпочтение отдается общности ее с динамикой русловых потоков в рамках единой отрасли знаний. Вне зависимости от этого именно взаимодействие потока и русла, причем потока, транспортирующего наносы, составляет сущность самого явления – русловых процессов.

### **Литература**

1. Барышников Н.Б., Попов И.В. Динамика русловых потоков и русловые процессы. – Л.: Гидрометеоздат. 1988. – 456 с.
2. Великанов М.А. К постановке проблемы русловых процессов // Метеорология и гидрология, 1946, № 3, с. 36–46.
3. Великанов М.А. Динамика русловых потоков. Т.1. Структура потока. – М.: Гостехиздат, 1954. – 324 с.
4. Великанов М.А. Динамика русловых потоков. Т. 2. Наносы и русло. – М.: Гостехиздат, 1955. – 324 с.
5. Великанов М.А. Русловой процесс. – М.: Госфизматиздат, 1958. – 395 с.
6. Гришанин К.В. Динамика русловых потоков. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 488 с.
7. Гришанин К.В. Теория руслового процесса. – М.: Транспорт, 1972. – 216 с.
8. Караушев А.В. Проблемы динамики естественных водных потоков. – Л.: Гидрометеоздат, 1960. – 392 с.
9. Кондратьев Н.Е., Ляпин А.Н., Попов И.В., Пиньковский С.И., Федоров Н.Н., Якунин Н.А. Русловой процесс. – Л.: Гидрометеоздат. 1959. – 372с.
10. Лелявский Н.С. О речных течениях и формировании речного русла // Труды 2-го съезда инженеров-гидротехников в 1893 г. СПб., 1893 (Вопросы гидротехники свободных рек. – М.: Речиздат, 1948, с. 18–136).
11. Лосиевский А.И. Лабораторные исследования процессов образования перекатов / Труды ЦНИИВТ, 1934. вып. 36. – 98 с.
12. Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 347 с.
13. Снисенко Б.Ф. Развитие теории руслового процесса в XX в. // Труды ГГИ, 2002, вып. 361, с. 5–26.
14. Чалов Р.С. Эрозионные и русловые процессы в учебных курсах при подготовке гидрологов и геоморфологов в государственных (классических) университетах / Проблемы эрозионных и русловых процессов в учебных курсах вузов. – Арзамас: Изд-во АГПИ, 2002. – с. 6–11.