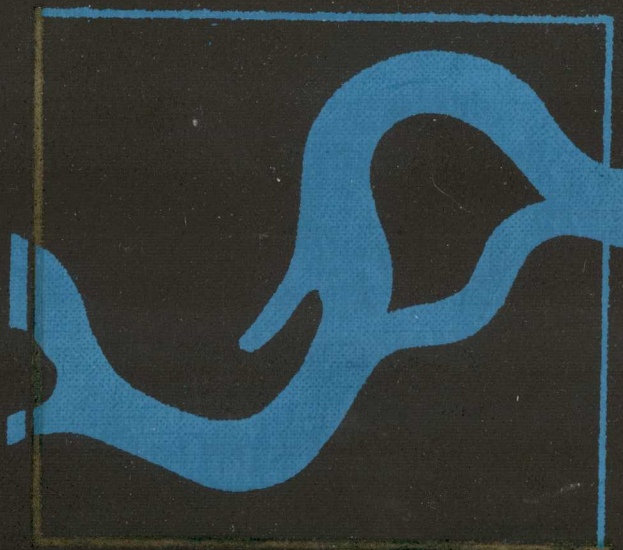


Р.С. ЧАЛОВ

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ**



**РУСЛОВЫХ
ПРОЦЕССОВ**

Р.С. ЧАЛОВ

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ**

**ПОД РЕДАКЦИЕЙ
ПРОФ. Н. И. МАККАБЕЕВА**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
1979**

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Московского университета

Рецензенты:
доктор географических наук,
профессор *С. Л. Вендров*,
кандидат географических наук *Н. В. Хмелева*

Чалов Р. С.

Географические исследования русловых процессов. Под ред. проф. Н. И. Маккавеева. М., Изд-во Моск. ун-та, 1979.

234 с.

В монографии обобщены результаты исследования речных русел в разных районах страны, дан анализ руслоформирующей деятельности рек в зависимости от природных условий и выявлена региональная специфика проявления русловых процессов. Предложены схемы районирования по характеру руслового режима. В книге рассмотрены некоторые вопросы регулирования речных русел с учетом географических особенностей их режима.

Рассчитана на научных работников, преподавателей, студентов и специалистов в области геоморфологии, гидрологии, гидротехники.

Ч 20801—055 128—79 1904060000
077 (02)—79

ВВЕДЕНИЕ

В формировании рельефа поверхности материков среди многих экзогенных факторов ведущее значение имеет деятельность водных потоков. Особое место в системе водных потоков занимают реки — постоянно действующие водные артерии, пересекающие значительные части материков, регулярно перемещающие огромное количество твердого материала в виде наносов и обуславливающие расчленение земной поверхности сетью речных долин. Врезаясь в поверхность суши, особенно энергично в условиях восходящего развития рельефа, реки усиливают его контрасты, обуславливают увеличение уклонов и тем самым способствуют активизации плоскостного смыва, развитию элементарных эрозионных линейных форм, интенсификации разнообразных склоновых процессов — от медленных смещений коры выветривания до быстротекущих катастрофических явлений.

Со склонов в реки поступают продукты процессов выветривания и денудации, происходящих на территории водосборной площади. В результате само существование речной системы возможно только в том случае, если в каждом ее звене поток будет «...иметь такие скорости течения, при которых не только будет вынесен по тальвегу материал, приносимый в русло склоновыми потоками, ветром, ледниками и попадающий путем оползания, осыпания, обрушивания склонов, но также углубится и очистится от отмерших остатков водной растительности дно тальвега. Иначе русло постепенно исчезнет — ...вследствие заполнения минеральным и растительным материалом...» (Макавеев, 1955, стр. 45).

Перемещение поступившего в речной поток твердого материала — сложный многосторонний процесс, закономерности которого весьма специфичны в разных звеньях

речной системы. Также своеобразны проявления этого процесса в зависимости от сочетания различных природных условий. Осуществляя транспортировку наносов, представляющих собой не только продукты денудации суши, но и результат взаимодействия водных потоков с грунтами, слагающими их ложе, т. е. размыва дна и берегов, реки формируют плесы и перекаты, излучины, острова, пойму. Последняя, с одной стороны, представляет собой скопление вышедших из транзитного перемещения речных наносов (аллювия), а с другой — служит основой для образования речных террас.

В настоящее время учение о формах руслового рельефа и динамике речных русел представляет собой один из наиболее физически обоснованных разделов геоморфологии. Роль рек в формировании рельефа земной поверхности освещена в капитальном труде *Н. И. Маккавеева* «Русло реки и эрозия в ее бассейне» (1955). Вместе с тем географические особенности проявления русловых процессов и их соотношение с аazonальными факторами, связанными с законами гидравлики руслового потока и не зависящими от географических координат, раскрыты пока еще недостаточно полно. Решение этой проблемы даст возможность установить типичные комплексы руслового рельефа, связанные природными условиями на территории водосбора, а также с особенностями режима рек, геоморфологией их долин и более точно и обоснованно определить роль и место руслового процесса в общей системе экзогенного рельефообразования.

Познание закономерностей формирования речных русел имеет большое значение и для решения разнообразных задач, выдвигаемых многочисленными запросами практики. Любая отрасль народного хозяйства, развивающаяся в пределах речных долин, в той или иной мере должна учитывать деятельность реки, поскольку вмешательство в ее режим вызывает цепочку явлений, которые необходимо предвидеть, чтобы предотвратить возможные отрицательные последствия. Например, для того, чтобы работы по углублению водных путей были достаточно эффективны, необходимо максимальное использование руслоформирующей деятельности самого речного потока. Правильный выбор трассы фарватера и устойчивость глубин на судовых ходах во многом зависят от того, в какой мере соответствует методика выправления русла реки ее русловому режиму и насколько при этом учтены особенности динамики рельефа речного русла. Иными словами, условия судоходства и методы их улучшения зависят от природных условий территории, по которой протекает река и которые определяют характер ее руслового режима.

Строительство крупных гидротехнических сооружений требует обоснованных прогнозов русловых деформаций, которые могут произойти вследствие искусственного изменения режима рек. Строительство мостовых переходов, водозаборов, набережных и других сооружений также не может обойтись без учета руслового процесса. Проектируемые крупные переброски стока приведут не только к появлению искусственно созданных речных русел, но вызовут изменения руслоформирующей деятельности естественных потоков, причем в обоих случаях русловые процессы будут развиваться по-разному в зависимости от местных природных условий. Своеобразная область применения теории русловых процессов — сельское хозяйство, поскольку наиболее богатые луговые угодья приурочены к речным поймам; деятельность рек необходимо учитывать при разработке проектов мелиорации. Огромное значение имеет изучение русел и пойм для анализа строения толщ аллювия и при поисках аллювиальных россыпных месторождений полезных ископаемых.

В соответствии с производственными запросами речные русла оказались предметом исследования как естественных, так и технических дисциплин. Такое положение весьма благоприятно сказалось на развитии учения о русловых процессах, поскольку наблюдаемые в природе явления получили строгое физическое объяснение, а непосредственное его инженерное приложение позволило на практике проверять и уточнять выявленные закономерности. Вместе с тем дальнейший прогресс в изучении речных русел как природного объекта возможен только в том случае, если русловые процессы не будут рассматриваться «...как цепи явлений, развитие которых происходит изолированно от географической среды, без учета конкретных особенностей, характеризующих ландшафт водосбора» (Маккавеев, 1955, с. 3). Физико-географические основы теории руслового процесса были заложены в трудах Н. И. Маккавеева, впервые рассмотревшего речное русло как нижнее звено в сложной цепи эрозионно-аккумулятивных процессов; это позволило ему прийти к выводу о влиянии на руслоформирующую деятельность рек всей ландшафтной обстановки на территории водосбора.

Настоящая работа посвящена выявлению особенностей морфологии речных русел, формирующихся в различных природных условиях, общих и региональных особенностей проявления руслового процесса. Наряду с анализом физико-географических и геолого-геоморфологических факторов и их влияния на русло, наиболее подробно рассматриваются различные типы русел и пойм равнинных и горных рек и их динамика. Это позволяет, не претендуя на полноту из-

ложения, показать некоторые важнейшие особенности руслоформирующей деятельности рек в различных регионах СССР, а также обосновать возможности использования результатов региональных исследований руслового процесса при решении практических задач.

В основу работы положены материалы исследований на Северной Двине, Вычегде, Оби, Амударье, Бие, Катунь, Лене, Киренге, в устьях рек Таза, Пура, Яны, Индигирки, а также на горных и полугорных реках Западного Закавказья. Большинство из них было связано с решением различных народнохозяйственных задач и, в частности, с разработкой генеральных схем судовых ходов и комплексов мероприятий по улучшению условий судоходства.

Все годы исследований автор пользовался неизменной поддержкой и советами заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора географических наук, профессора *Н. И. Маккавеева*, которому он выражает свою искреннюю и глубокую благодарность. В проведении исследований и обработке материалов принимали участие *К. М. Беркович*, *О. А. Борсук*, *В. Н. Коротаев*, *Р. В. Лодина*, а также *Б. В. Белый*, *А. Л. Богомолов*, *О. М. Кирик*, *А. А. Зайцев*, *С. Н. Рулева*, *Е. И. Сахарова* и другие сотрудники Проблемной лаборатории эрозии почв и русловых процессов МГУ. Обширные материалы были получены в Северном, Обском, Ленском и Иртышском бассейновых управлениях пути Министерства речного флота РСФСР, предоставивших широкую возможность для постановки исследований на крупных равнинных реках. Всем своим товарищам по работе, а также *М. М. Бездежных*, *Н. С. Любимову*, *Е. М. Плескевичу* и другим работникам бассейновых управлений автор глубоко благодарен за постоянное содействие в проведении исследований.

РАЗВИТИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Зарождение учения о русловых процессах относится ко второй половине XIX в. и связано главным образом с интенсивным развитием судоходства, требовавшего улучшения состояния водного пути и, следовательно, искусственного вмешательства в жизнь речного русла. Первые крупные работы по формированию русел рек, их морфологии и динамике появились почти одновременно за рубежом и в России, причем наиболее крупные успехи в познании закономерностей руслового режима рек были сделаны русскими учеными. В России впервые сведения о русловых деформациях были опубликованы в 1854 г. в «Судоходном дорожнике Европейской России», в котором отмечалось, что интенсивные изменения русел происходят во время половодья; в межень они затухают, вызывая только локальные преобразования тех форм руслового рельефа, которые были созданы весной. Наиболее подробно в этом труде описаны переформирования русла Волги.

Интересные данные о смещении в русле Волги островов были опубликованы К. М. Бэрм в 1857 г. Всего лишь десятилетием позже вышла из печати работа Н. Я. Данилевского, в которой впервые в мировой литературе был рассмотрен механизм формирования устьев рек (на примере кубанской дельты).

Начиная с середины прошлого столетия вопросы улучшения условий судоходства на русских реках встали особенно остро. В этот период широко применяются дноуглубительные и выправительные работы, с выполнением которых связана постановка специальных исследований, проводимых так называемыми «описными» партиями. Благодаря им стало возможным появление ряда очерков и атласов по отдельным рекам, а затем, к концу XIX в., обобщающих монографий М. П. Рудского, В. М. Лохтина, Н. С. Лелявского, В. Г. Клейбера, С. П. Максимова и других. Их труды до сих пор не утратили своего значения, а

идей, высказанные ими, лежат в основе современных представлений о механизме формирования речного русла. В. М. Лохтину принадлежит мысль о зависимости руслоформирующей деятельности рек от природных условий; он же ввел понятие устойчивости русла и предложил соответствующий показатель, широко применяемый и сейчас как «число Лохтина».

Среди зарубежных исследователей конца XIX — начала XX в. в первую очередь выделяется французский инженер Л. Фарг, установивший ряд общих закономерностей формирования русел меандрирующих рек, типичных для Западной Европы. Несколько раньше французский инженер Г. Жирардон создал первую классификацию речных перекатов. Исследования процессов развития речных излучин, а также морфологии и динамики перекатов проводились Р. Ясмундом, Ф. Экснером, М. Моллером. Однако выводы зарубежных ученых, основанные на реках с сравнительно однородными условиями формирования, оказались в большей или меньшей степени неприемлемыми для рек Русской равнины. И хотя они в ряде случаев превосходили работы русских гидротехников по глубине и физической обоснованности выводов, тем не менее В. М. Лохтин, Н. С. Лебявский и другие русские инженеры вынуждены были отказаться от механического перенесения на русские реки методов выправления русел, разработанных для характеризующихся иными условиями руслоформирования рек Западной Европы, и заложили основы современных представлений о русловых процессах на реках России.

Почти одновременно с разработкой основ теории формирования русел рек зарождается учение о пойме, развиваемое луговедами и почвоведом А. М. Дмитриевым, В. Р. Вильямсом и другими, что объясняется запросами сельскохозяйственного производства. Вместе с классическими трудами В. В. Докучаева и А. П. Павлова по формированию речных долин их исследования положили начало геолого-геоморфологическому направлению в изучении русловых процессов. Однако это направление при объяснении особенностей морфологии поймы и строения аллювиальных толщ опиралось в большинстве случаев на интуитивные представления о динамике речных русел, а не на точные познания ее закономерностей. С другой стороны, при инженерном подходе к решению вопросов формирования русла исследователи обычно абстрагировались от выявления особенностей морфологии поймы, не учитывали ее роль в русловом режиме.

Особенно интенсивно исследования руслового режима рек стали развиваться после Великой Октябрьской Социалистической революции, причем в течение всего довоенного времени сохранялись четко выраженные инженерно-гидрологическое и геолого-геоморфологическое направления в изучении речных русел. Среди работ первого направления господствующее положение занял воднотранспортный подход, связанный с именами Н. Н. Жуковского, К. А. Акулова, А. И. Лосиевского, И. Ф. Попкова, Н. И. Макка-

веева и В. С. Советова, Г. И. Шамова. И. Ф. Попков предложил развернутую классификацию перекаатов, применяемую с небольшими изменениями и сейчас. Н. И. Маккавеев и В. С. Советов, а также Л. И. Кустов обобщили опыт землечерпания на реках европейской части СССР и показали зависимость методики улучшения условий судоходства от особенностей руслового режима рек. В послевоенный период это направление с успехом развивалось в трудах Г. Л. Садовского, Р. И. Гринько и И. Л. Розовского, А. И. Чекренева и К. В. Гришанина, В. В. Дегтярева.

Разработка проектов крупного гидротехнического строительства на равнинных реках обусловила также проведение специальных исследований, в задачу которых входило обоснование прогноза возможных изменений русла после создания гидроузлов. Первой опубликованной работой этого плана была статья Б. В. Полякова (1933), открывающая теперь длинный список трудов по результатам исследований руслового режима рек с зарегулированным стоком (Н. И. Маккавеев, А. В. Серебряков), размывам русел в нижних бьефах ГЭС (К. И. Россинский, И. Л. Розовский, Б. Г. Федоров) и их переформирований в зонах выклинивания подпора водохранилищ (С. В. Русаков, Н. И. Маккавеев, В. В. Лысенко). Вопросы учета руслового процесса при ирригационном строительстве получили освещение в трудах главным образом среднеазиатских русловиков. С именем С. Т. Алтунина связана постановка исследований русел рек Средней Азии, характеризующихся рядом специфических особенностей, и разработка методов их регулирования.

В 20—30-е годы вопросы морфологии русел и пойм получают освещение и в геолого-геоморфологических работах в связи с изучением речных отложений, аллювиальных россыпей и палеогеографическими реконструкциями. К решению проблемы формирования россыпных месторождений как к продукту руслоформирующей деятельности рек привлекаются и гидрологи (М. И. Львович), участие которых позволило выявить механизм россыпеобразования. Впервые при этом внимание было привлечено к изучению русловых процессов на горных и полугорных реках. Обобщение результатов исследований, проводившихся на малых реках Восточной Сибири в довоенные годы, было выполнено Ю. А. Билибиным, в книге которого специальные главы посвящены гидрологическому режиму горных рек, переносу потоком твердого материала, механизму глубинной и боковой эрозии.

Вопросы морфологии речных пойм в довоенный период продолжали разрабатываться главным образом в трудах почвоведов и геоботаников. Из них наибольшее значение имеют работы Р. А. Еленевского, описавшего поймы Оки, Белой, Волги и некоторых других рек европейской части СССР. В книге «Вопросы изучения и освоения пойм» (1936) он подвел итоги многолетних исследований и предложил детальную генетическую классификацию пойм. Многие термины, впервые предложенные Р. А. Еленевским, прочно вошли в литературу, а некоторые позднейшие классификационные

схемы по существу лишь развивают и уточняют его классификацию. Среди других исследователей пойм этого периода следует отметить А. Я. Бронзова и З. Н. Барановскую. Последней принадлежит объяснение формирования поймы в процессе причленения к берегу островов, сделанное ею на основе наблюдений на Волге.

Параллельное, независимое развитие инженерно-гидрологического и геолого-геоморфологического направлений привело к накоплению обширного материала, теоретическое осмысление которого стало невозможно без разрушения исторически сложившихся преград между техническими и естественными дисциплинами, относящимися к теории русловых процессов. «Синтез физической гидродинамики, с ее усложненными экспериментальными методами и теоретическими обобщениями, и геоморфологии, собирающей и анализирующей фактические материалы по формированию речных русел» (Великанов, 1948, с. 12) обусловил интенсивное развитие учения о русловых процессах в послевоенное время, приведшее сейчас к тому, что с точки зрения глубины проработки физической стороны процесса образования и развития элементарных форм рельефа это учение стало одной из передовых отраслей геоморфологии (Маккавеев, 1960; Щукин, 1960). Такое сближение гидрологических и геолого-геоморфологических основ теории руслового процесса стало возможным благодаря обобщающим исследованиям Н. И. Маккавеева (1949, 1955), Е. В. Шанцера (1951), М. А. Великанова (1954, 1955, 1958), Н. Е. Кондратьева и др. (1959), Н. А. Ржаницына (1960), И. В. Попова (1965).

Н. И. Маккавеев (1949) показал, что «...необходимо всесторонне изучать условия, создающие русловой режим реки» (с. 12), поскольку «...потоки с одинаковыми гидравлическими характеристиками могут в различных природных условиях создавать различные русловые формы, и, в свою очередь, внешне одинаковые русловые образования могут возникнуть под влиянием совершенно различных гидравлических процессов» (с. 15). В 1955 г. он опубликовал книгу «Русло реки и эрозия в ее бассейне», в которой развитие русловых процессов не только было поставлено в непосредственную зависимость от природных условий, но и было определено их место в общей системе эрозионно-аккумулятивных процессов. Более того, сам русловой процесс рассматривался не только в нижних звеньях его проявлений (излучины, рукава, перекаты), а начиная с формы продольного профиля реки, представляющей собой наиболее общий результат взаимодействия природных условий, потока и грунтов, определяемых геологическим строением территории.

С середины 50-х годов комплексное изучение русловых процессов начало развиваться в Государственном гидрологическом институте. К настоящему времени оно завершилось публикацией нескольких монографий (Кондратьев и др., 1959; Попов, 1965), а также рекомендаций по учету руслового процесса при строительстве на берегах рек. Эти работы, объединенные их авторами общим названием — гидролого-морфологическая теория руслового про-

цесса,— получили сейчас достаточно широкое признание. Созданная в них морфологическая классификация речных русел обоснована не только качественными описаниями типов русел, но и морфометрическими показателями. Следует отметить, что Н. Е. Кондратьев, И. В. Попов и др., следуя идеям Л. Леопольда и Г. Уолмена (Leopold, Wolman, 1957), впервые попытавшихся найти эмпирико-математическое обоснование развитию той или иной формы русла, создали широкую картину морфологических проявлений руслового процесса.

Выявление общих закономерностей развития речных русел сразу же привлекло внимание специалистов по смежным дисциплинам, объект исследования которых требовал познаний в области руслоформирования. Уже в первые послевоенные годы вышли в свет работы Г. И. Горецкого, Н. И. Николаева, Г. Ф. Мирчинка, посвященные формированию пойм, В. В. Ламакина, выявившего основные закономерности образования аллювиальных толщ, Д. А. Козловского, обосновавшего гидрологический метод определения тенденции развития продольного профиля реки в условиях активных тектонических движений. Наиболее крупной геологической работой, опирающейся на учение о русловых процессах, была монография Е. В. Шанцера (1951), в которой раскрыт механизм образования аллювия, причем уже в названии книги нашел отражение географический подход к проблеме. Последний в еще большей степени прозвучал в работах Ю. А. Лаврушина и А. А. Лазаренко, в которых было дано описание русел и строения аллювия рек Крайнего Севера, лесостепной и степной зон и выявлены общие и специфические его особенности. Аллювий горных рек подробно изучали А. А. Чистяков, Н. П. Костенко и А. В. Кожевников.

Одновременно были предприняты попытки выявления региональных закономерностей руслоформирующей деятельности рек. Известны схемы районирования территории СССР, предложенные Я. И. Марусенко (1957) и С. И. Пиньковским. Первый выделил 12 районов, отличающихся по влиянию на русловые деформации таких различных факторов, как вечная мерзлота, заторные явления, пересыхание или промерзание рек. С. И. Пиньковский (1966) составил карту типов русел рек СССР в соответствии с классификацией Н. Е. Кондратьева и И. В. Попова. Для Западного Закавказья, кроме того, районирование территории по русловым процессам проводилось К. М. Берковичем и Р. С. Чаловым (1976), опирающихся на предложенную Р. С. Чаловым типизацию русел горных рек; З. Д. Копалиани и В. С. Цхададзе (1972) составили карту типов русел, несколько видоизменив для горных рек классификацию ГГИ.

В 50—70-е годы были проведены исследования руслового режима ряда рек СССР — Амударьи, Оби, Волги, Иртыша, Лены, Амура и его притоков, Ангары, Надыма, Северной Двины и Вычегды, Томи, Десны, Мархи, рек Подмосковья, Белой, нижнего Дона, горных рек Закавказья, Киргизии, Восточной Сибири и Карпат. При

этом для большинства рек европейской части СССР наиболее актуальной явилась проблема изучения русловых деформаций в условиях измененного гидрологического режима и искусственно созданных базисах эрозии. В восточных районах страны, где гидроэнергетическое и ирригационное строительство развито еще сравнительно слабо, формирование речных русел протекает в естественных условиях, часто существенно отличающихся от сравнительно хорошо изученных в этом отношении рек европейской части СССР. Создавшееся здесь в настоящее время положение с использованием рек напоминает ситуацию, которая имела место на рубеже XIX и XX столетий, когда В. М. Лохтин, Н. С. Лелявский и другие, отказавшись от автоматического использования достижений зарубежного речного дела, провели оригинальные исследования руслового режима Волги, Днепра, Дона и Невы и создали русскую школу выправления рек.

Различные методические установки и отсутствие общепринятых показателей природных условий, определяющих развитие того или иного типа русла, часто обуславливают несопоставимость результатов исследований и ограничивают возможности их использования при решении практических задач. В этом отношении в лучших условиях оказалось изучение русловых процессов в устьях рек. В начале 50-х годов, когда вышла в свет монография И. В. Самойлова, эти исследования в основном были сосредоточены в Государственном океанографическом институте или подчинены его методическому руководству. Результатом их была серия коллективных монографий, посвященных устьям отдельных рек, в которых рассматриваются особенности руслового режима устьевых участков. Несколько обособленно стоят работы Арктического и Антарктического научно-исследовательского института, в которых вопросы режима русловых деформаций отступают на второй план или сводятся к частным его проявлениям. В результате хорошо изученными к настоящему времени оказались устья рек, впадающих в южные и западные моря. Планомерные исследования устьев северных рек с точки зрения особенностей развивающихся в них русловых процессов были начаты практически только в 70-е годы. Их результаты нашли отражение только в серии статей, опубликованных в разных изданиях (В. В. Иванов, А. Н. Бутаков, В. Н. Коротаев, Р. С. Чалов, А. Ю. Сидорчук и др.). Важным этапом в изучении русловых процессов в устьях рек явилась монография В. Н. Михайлова (1971), выдвинувшая проблему устьевых процессов в самостоятельный раздел учения о речном русле.

В монографиях Н. И. Маккавеева (1949, 1955), Е. В. Шанцера (1951) и И. В. Попова (1965) заметное внимание уделено поймам как продукту руслоформирующей деятельности рек. Н. И. Маккавеев впервые дал принципиальную схему гидрологического режима пойм, которая в последнее время нашла подтверждение и детализирована благодаря работам Государственного гидрологического института. Е. В. Шанцер предложил схему механизма формирова-

ния рельефа пойм, которой придерживаются многие исследователи.

Подробные описания поймы Оби для инженерно-геологической характеристики районов перспективного освоения содержатся в статьях Л. А. Коцербубы и Е. М. Сергеева, С. И. Черноусова, С. А. Сладкопевцева. Начиная с работ Р. А. Еленевского, детальный учет особенностей рельефа и условий затопления пойм характерен для работ почвоведов, геоботаников и ландшафтоведов: Э. В. Роднянской, Б. Г. Иоганзена, Г. В. Добровольского и других. С. К. Горелов, Ю. А. Мещеряков, С. А. Сладкопевцев рассматривают строение поймы как один из методов изучения современных тектонических движений.

За последние 20—25 лет специальные исследования пойм выполнены на Оби, Клязьме, Каме, Белой, Волге, Иртыше, Северной Двине и Вычегде, Лене, а также на горных реках Закавказья, Средней Азии и Дальнего Востока. Однако различные цели и задачи, стоявшие перед исследователями, многочисленность подходов, связанная с тем, что пойма представляет собой объект изучения целого ряда природоведческих дисциплин, а также отсутствие единой концепции создали еще больший разнобой в описании пойм, чем в описаниях русел, не позволяющий в настоящее время получить полное представление о морфологии и режиме пойм, формирующихся в разных природных условиях.

ВИДЫ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И УСЛОВИЯ ИХ РАЗВИТИЯ

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ.

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ВРЕЗАНИЯ РЕК И АККУМУЛЯЦИИ НАНОСОВ

В зависимости от развития деформаций речных русел по отношению к направлению силы тяжести все они могут быть подразделены на два вида: вертикальные, обусловленные трансформацией продольного профиля реки (врезание или аккумуляция), и горизонтальные (боковая эрозия), связанные с перемещениями русла в плане (меандрирование, разветвление на рукава и пр.). Первые связаны с процессами автоматического выравнивания транспортирующей способности потока (Маккавеев, 1955) и определяются колебаниями базиса эрозии, климатическими изменениями, тектоническими движениями; вторые связаны с транспортом наносов в виде аллювиальных форм (гряд, перекатов и т. п.), гидравлическими характеристиками потока, его скоростным полем, циркуляционными течениями и пр. Вертикальные деформации в естественных

условиях проявляются в течение длительного времени, охватывающего исторические и даже геологические периоды. Горизонтальные деформации наблюдаются практически постоянно, и интенсивность их развития колеблется в чрезвычайно широких пределах: от нескольких сантиметров до нескольких сотен, а иногда и первых тысяч метров в год. Скорость развития глубинной эрозии (врезания) или систематической аккумуляции (накопления аллювия в русле) лишь в редких случаях составляет несколько сантиметров в год, измеряясь, как правило, миллиметрами и долями миллиметров.

В последнее время задачи определения общей направленности развития эрозионно-аккумулятивного процесса, скорости развития глубинной эрозии или темпов аккумуляции на дне речной долины стали особенно актуальны в связи с искусственным регулированием стока: в нижних бьефах гидроузлов и в зонах переменного подпора и регрессивной аккумуляции выше водохранилищ трансформация продольного профиля реки протекает настолько интенсивно, что уже в течение нескольких лет после создания водохранилища русло нередко приобретает качественно новый облик. Но и в естественных условиях, когда глубинная эрозия или аккумуляция сказывается в формах русла лишь на протяжении длительного времени, при прогнозировании русловых деформаций требуется учет многолетней тенденции развития продольного профиля реки на каждом конкретном ее участке. Действительно, врезание реки или систематическая аккумуляция приводят к изменению продольного уклона, представляющего собой важнейшую гидравлическую характеристику реки. Поэтому вертикальные деформации в конечном итоге обуславливают изменение характера горизонтальных переформирований, проявляются в трансформации форм руслового рельефа и особенностях их динамики. Например, интенсивная глубинная эрозия в нижних бьефах гидроузлов вызывает быстрое отмирание боковых рукавов. С другой стороны, меандрирование русла приводит к его удлинению, уменьшению продольного уклона и увеличению потерь энергии потока; в результате врезание реки ослабевает или даже на определенных этапах сменяется аккумуляцией. Наоборот, спрямление русла способствует увеличению кинетической энергии потока и, следовательно, благоприятствует развитию глубинной эрозии. Отсюда ошибочность бытующего в геоморфологии противопоставления глубинной и боковой эрозии (Davis, 1912; Щукин, 1960) и получившего в последние годы в теории руслового процесса представления о так называемых «необратимых» и «обратимых» деформациях (Кондратьев и др., 1959), которые лишь сочетаются между собой во времени и в пространстве.

Малая интенсивность глубинной эрозии или систематической аккумуляции в естественных условиях обычно делает необходимым проведение специальных исследований для выявления направленности процесса. Для получения наиболее полных и правильных представлений о развитии продольного профиля необходимо привлечение комплекса методов гидрологических, геоморфологических и

литологических, из которых первые наиболее надежны. Анализ кривых на графиках связи уровней и расходов и кривых соответственных уровней за многолетний период дает непосредственное представление о направленности процесса и его темпах. Смещение кривых на графиках связи от года к году вверх или вниз позволяет судить соответственно о накоплении аллювия и повышении дна реки или его размыве. В то же время изменение уровня при одном и том же расходе воды дает представление об интенсивности аккумуляции или глубинной эрозии. Не менее достоверным способом определения направленности процесса является подсчет баланса наносов по данным многолетнего ряда наблюдений в двух створах, расположенных на границах бесприточного участка. В зависимости от того, врезается река или аккумулирует, сток наносов либо возрастает, либо, наоборот, уменьшается. Однако метод баланса в условиях врезающейся реки и при очень большой протяженности участков не может претендовать на точность, и для получения полной уверенности в правильности результата необходимо использовать геоморфологические и динамические признаки, отражающие общую направленность развития продольного профиля реки. Кроме того, степень гидрологической изученности не всегда позволяет выяснить характер подобных связей и соотношений, вследствие чего для оценки направленности эрозионно-аккумулятивного процесса приходится также прибегать к косвенным морфологическим признакам (Маккавеев, Чалов, 1970). Характер почвенного покрова на пойме — один из наиболее надежных признаков современного врезания. Наличие постепенного перехода от луговых пойменных почв к почвам, характерным для данной зоны, свидетельствует о постепенном уменьшении затопляемости пойм и выходе отдельных ее участков из-под уровня высоких вод. Сама пойма врезающейся реки характеризуется ступенчатостью поперечного профиля, и увеличение зональных элементов в почвенно-растительном покрове поверхности пойм наблюдается по мере перехода от низких молодых к высоким более древним ступеням.

В процессе врезания происходит постепенное уменьшение разветвленности русла, т. е. идет объединение островов. На верхней Оби, скорость врезания которой составляет 0,8 мм/год, сопоставление карт русла, составленных около 70 лет тому назад, с современными позволило установить, что на отрезке 15—55 км от слияния Бии и Катунь за этот период объединилось или причленилось к пойме около 20 островов и число последних сократилось на 14% (Маккавеев, Чалов, 1970). Однако этот процесс протекает медленно, и во время первых стадий врезания река может углубляться несколькими рукавами, что приводит к образованию больших скульптурных псевдоостанцовых гряд на поверхности молодой террасы.

Наличие процесса аккумуляции также подтверждается несколькими признаками: увеличением числа островов в русле; регрессивным, т. е. вверх по течению, смещением излучин и островов; раз-

витием наложенной поймы, возникающей при расширении зоны разлива за счет территории низкой надпойменной террасы и погребении зональных почв под слоем свежего пойменного наила. Например, в среднем течении Оби выше впадения Томи за 60-летний период перед сооружением Новосибирской ГЭС число островов возросло на 5—8% и соответственно увеличилась общая длина рукавов. Возле приверхов большинства островов постепенно образуются отмели или осередки, которые затем, закрепляясь растительностью, превращаются в острова. Регрессивное перемещение русловых форм — один из наиболее надежных признаков систематической аккумуляции наносов. Последняя неизбежно сказывается на характере строения поймы и вызывает смещение тылового шва на границе с первой надпойменной террасой. На средней Оби в обрывах пойменных берегов отчетливо выражены горизонты погребенной черноземовидной или серой лесной почвы. Средняя мощность наила на поверхности погребенной почвы составляет около 50 см. В понижениях она заметно возрастает (до 0,7—0,8 м), а на вершинах грив убывает (иногда до нескольких сантиметров). Пойменные массивы, образовавшиеся в результате погребения террасы, названы «наложенной» поймой, в отличие от той поймы, которая формируется обычным путем на приложенных к берегам прирусловых отмелях.

Таким образом, основными признаками современной аккумуляции на дне речной долины являются развитие наложенной поймы и регрессивный рост островов в русле. Что же касается таких признаков, как меандрирование или разветвление русла на рукава, высота поймы и прирусловых валов, наличие в русле мелей или, наоборот, скальных гряд, образование цокольных пойм, то их можно считать второстепенными (вспомогательными), так как они при известных сочетаниях руслового режима могут сопутствовать как аккумуляции, так и эрозии.

ТИПЫ РЕЧНЫХ РУСЕЛ

Наиболее общая классификация рек по характеру руслового режима должна основываться на различиях в степени кинетичности потока, определяющей механизм взаимодействия потока и русла, с одной стороны, и формы транспорта донных (руслообразующих) наносов — с другой. Дальнейшая ее дифференциация определяется условиями формирования русел и их очертаниями в плане, отражающими характер и тип русловых деформаций (табл. 1). В зависимости от величины числа Фруда выделяются равнинные, полугорные и горные реки, характеризующиеся специфическими особенностями перемещения донных наносов. Равнинные реки отличаются спокойным течением; формирующиеся в их руслах гряды имеют пологий верховой склон и крутой низовой откос (подвалье). Бурный характер течения горных рек обусловли-