

ИСТОРИЧЕСКОЕ И ПАЛЕОРУСЛОВЕДИЕ: ПРЕДМЕТ, МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И РОЛЬ В ИЗУЧЕНИИ РЕЛЬЕФА

Речное русло, его формы и рельеф, возникая и развиваясь вследствие взаимодействия потока и грунтов, слагающих его ложе, эрозии, транспорта и аккумуляции наносов, представляют собой функции не только комплекса факторов географической среды, но и ее исторического развития. Познание русловых процессов невозможно без анализа тех изменений руслообразующих условий и русловых форм, которые испытала в различные этапы эволюции данная река. Р. Ясмунд [1] писал: «Кто хочет искусственно содействовать развитию потока, должен знать и понимать наряду с современными действующими силами также предшествующее развитие. Каждый поток имеет свой собственный облик, и его своеобразие определяется геологическим развитием его бассейна». Иными словами,... «познание русловых процессов невозможно без анализа истории каждого конкретного объекта, без учета первичного рельефа и тех изменений руслообразующих условий и русловых форм, которые испытала в различные этапы эволюции данная река» [2, с. 179]. Смена природной обстановки на водосборе приводит к изменению величины и режима стока, количества поступающих в реки наносов и тем самым обуславливает трансформацию одного морфодинамического типа русла в другой, снижение или увеличение темпов русловых деформаций, изменение их направленности (врезание сменяется аккумуляцией и наоборот).

Все это находит отражение в морфологии речных долин, рельефе пойм, строении аллювия, поскольку через механизм русловых процессов реки формируют свои долины, углубляя их или заполняя аллювием в результате вертикальных деформаций (врезания, направленной аккумуляции наносов) и расширяя их смещением русел в плане горизонтальных деформаций. Одновременное развитие обоих видов русловых деформаций обуславливает образование поймы, террас и аллювиальных толщ. При этом перемещение наносов и их консервация в виде аллювиальных отложений происходят через образование наиболее динамичных, постоянно изменяющихся форм рельефа самого русла – гряд, характеристики которых связаны с режимом и гидравлической структурой речного потока, крупностью наносов и параметрами реки. Все это дает возможность восстанавливать по морфологическим и литологическим признакам условия руслоформирования на разных этапах развития речной долины.

Речные русла как формы современного рельефа представляют собой конечный (на данный момент времени) этап эволюции реки как природной системы. Восстановление очертаний и формы русел на различных этапах их развития (в основном в течение голоцена) по морфологическим следам на пойме, фестонам уступов террас и другим признакам и датировки выполняющих их отложений позволяет восстановить природную обстановку каждого этапа, темпы и направленность эрозионно-аккумулятивных процессов. Осуществив реконструкцию параметров русла в прошлые эпохи и соответствующие им природные условия (климат, водоносность и режим реки), можно проводить различного рода экстраполяции дальнейшей эволюции русла при различных сценариях глобальных изменений климата и антропогенных изменений факторов русловых процессов (стока воды и наносов и его регулирования в результате создания водохранилищ, эрозии почв на водосборах, агролесомелиорации и т.д.). Подобные реконструкции и экстраполяции основываются на гидролого-морфологических зависимостях, устанавливающих соотношение между параметрами русел и определяющими факторами – показателями стока воды и наносов, крупностью последних и т.д.

Исторический период в развитии русел характеризуется тем, что их состояние зафиксировано в различных документах. Наиболее точные и позволяющие дать количественную характеристику всех изменений русла – картографические и плановые

материалы. Таковы лоцманские карты (атласы рек – до 1917 г.; карты русел – с 80-х годов), охватывающие в России период от 50 до 150 лет, которые издаются через 5–15 лет, и планы перекаатов и перекаатных участков, получаемые в результате периодических (2–3 раза в год) съемок и промеров русла на судоходных реках с конца XIX столетия. Начало подобным работам было положено еще во второй половине XVIII в., когда в 1767 г. было учреждено Главное управление водных коммуникаций, но они сначала не носили регулярный характер. Первая же карта такого рода (праобраз будущих лоцманских карт) была составлена адмиралом Крюсом и издана в 1700 г. на р. Дон для обеспечения петровских походов на Азов. Самые древние исторические сведения о речных руслах можно почерпнуть в летописях, более поздние – в первых гидрографических описаниях (в первой половине XVII в. была составлена «Древняя Российская гидрография»).

Сопоставление и анализ всех документальных материалов, в первую очередь карт и планов, дает возможность выявить переформирования русла и форм руслового рельефа за исторический период или последние 50–150 лет, а также уточнить гидролого-морфологические зависимости, подобрать входящие в них эмпирические коэффициенты, носящие, как правило, региональный характер.

История развития руслоформирующей деятельности рек является объектом исследований палеорусловедения и исторического русловедения [3]. Первое изучает историю развития речных русел в ходе эволюции природной среды, второе – изменения, происходящие с руслами рек и их рельефом на историческом этапе, главным образом за последние 50–150 лет, в том числе под давлением хозяйственной деятельности. Палеорусловедение опирается на палеогеографические методы исследований, историческое русловедение – на картографические, архивные и другие источники, анализ и сопоставление которых дают возможность получать сведения о многолетних переформированиях речных русел. Именно к этой области русловедения (учения о русловых процессах) относится широко распространенный, наиболее применимый и, пожалуй, самый достоверный метод изучения тенденций изменений русла при прогнозировании русловых деформаций на ближайшие годы и десятилетия для решения конкретных задач регулирования русел при хозяйственном освоении рек и речных долин. Напротив, палеорусловедение связано с проблемами долгосрочных и сверхдолгосрочных прогнозов (на столетия и тысячелетия) русловых переформирований под влиянием глобальных изменений природной среды. С другой стороны, оно дает важные, зачастую наиболее достоверные сведения об изменениях гидроклиматических характеристик за голоцен – поздний плейстоцен (точнее время образования и развития поймы реки), а для более отдаленных эпох – дополнительную информацию о возможных особенностях гидрологического режима рек и некоторых характеристик их потоков.

Решение конечной задачи палеорусловедения – реконструкция истории русловых переформирований и оценка определяющих их природных условий – осуществляется посредством палеоруслового анализа (рисунок). Первая часть этой задачи палеогеоморфологическая, так как связана с восстановлением положений и характеристик древнего русла как формы рельефа речной долины и форм руслового рельефа, запечатлевшихся в аллювиальных отложениях, вторая – палеогеографическая (палеогидрологическая), так как позволяет восстановить водоносность реки и главные особенности ее режима на фоне общей природной (климатической) обстановки.

На основе полевых исследований, анализа аэрокосмических снимков [4] и топографических карт составляются специальные русловые геоморфологические карты, на которых по рельефу поймы, характеру растительности и другим признакам выделяются разновозрастные участки поймы, восстанавливаются возможные положения русла и его параметры (ширина, радиусы кривизны) и устанавливаются соотношения между ними [5]. Первое позволяет целенаправленно отобрать образцы для спорово-пыльцевого и радиоуглеродного анализов пойменных отложений, выполнение которых дает возможность датировать участки поймы, устанавливать абсолютный возраст древних русел и определить природную обстановку времени их формирования и



Методы палеоруслового анализа и соотношения между ними

развития. В.Н. Коротаев [6], например, применяя радиоуглеродный метод, расшифровал историю развития дельтовой поймы в устьях сибирских рек; А.В. Чернов и Л.М. Гаррисон [7] по данным спорово-пыльцевого анализа выделили этапы увлажнения климата и водоносности верхней и средней Оби, в голоцене связав их с изменениями морфодинамического типа русла или его параметров, а также с периодической сменой врезания и систематической аккумуляции, асинхронно развивающихся на разных участках реки [8]. Последнее подтверждается ступенчатостью поперечного профиля поймы на верхней Оби и распространением наложенных пойм с горизонтами погребенных зональных (или близких к ним) почв в среднем течении реки.

Применение дендрохронологического метода позволяет установить возраст сравнительно молодых пойменных массивов, на которых не произошла смена растительности или замена одного ее типа на другой. При отсутствии старых съёмок русла (карт) или временном масштабе, выходящем за рамки охваченного их проведением, это дает возможность установить темпы горизонтальных деформаций (смещений русла в плане). А.В. Панин и др. [9] с помощью этого метода, а также по мощности корки пустынного загара на аллювиальных гальках определили скорости вертикальных деформаций (врезания) русла р. Алабуги (приток Нарына), носящие катастрофический характер (до 30 см/год) и приводящие к быстрому превращению формирующейся на побочных поймы в надпойменные террасы. При использовании историко-археологических данных было установлено, что еще в IX–XIV веках русло Алабуги располагалось на уровне современной 50–60-метровой террасы и характеризовалось совершенно иным гидравлическим режимом (поток имел в 1,5–2 раза меньшие скорости течения и уклоны, чем сейчас). В данном примере налицо использование подходов палеорусловедения на этапе, близком к современному, и исторического русловедения для более отдаленных эпох. По-видимому, быстрый врез и превращение реки из мелководной и относительно спокойной, сильно разветвленной, обеспечивающей близкий источник водоснабжения, в бурный, стремительный поток, протекающий по дну глубокого каньона с преобладанием отвесных обрывов, привел к уходу из долины Алабуги на-

селения и перемещению в другие места проходившей здесь ранее ветки Великого торгового пути из Китая на Запад.

Установленные по аэрокосмическим снимкам параметры древних русел (ширина, радиусы кривизны, на больших реках – степень разветвленности) обычно используются для оценки водоносности рек по простейшим гидролого-морфологическим зависимостям типа

$$r \sim Q_{\phi}^n, \quad b \sim Q_{\phi}$$

и т.д., где r и b – соответственно радиус кривизны и ширина русла, Q_{ϕ} – руслоформирующий (или среднегодовой) расход воды. Эмпирические коэффициенты при расчетах по этим формулам принимаются такими, какие получаются для данной реки по ее длине от верхнего к нижнему течению. Подобный подход применялся неоднократно [8, 10], но далеко не всегда в достаточной мере корректно, так как параметры русла определяются также его уклонами I (формула Н.И. Маккавеева $r = KQ^n I^{-m}$), шириной дна долины, величиной стока наносов, устойчивостью русла; Б.В. Матвеев [11] выявил зависимость радиусов кривизны излучин от крупности руслообразующих наносов и состава отложений поймы (глинистые или песчаные). По-видимому, лишь комплексный учет ряда факторов может дать объективную количественную характеристику гидрологической обстановки, устанавливаемой по параметрам древних русел.

Особое место в палеогеоморфологическом направлении изучения истории развития речных русел занимают врезанные излучины – формы русла, лишенные поймы или имеющие ее в виде фрагментов возле выпуклых берегов. Часто они имеют радиусы кривизны, намного превышающие таковые у современного русла, а определяемая по ним водоносность реки выходит за пределы возможных экстремальных значений у рек в 20–250 раз [12]. Такие врезанные излучины называют иногда макроизлучинами [11, 12]. При сопоставимости размеров врезанных излучин со свободными (среди поймы) обычно считается, что в их размерах запечатлена наиболее многоводная (плuviальная) эпоха за все время развития русла реки. Однако при этом следует учитывать, что при отсутствии поймы возрастает величина удельного руслоформирующего расхода, что также влечет за собой увеличение радиусов кривизны русла. С другой стороны, при прочих равных условиях врезанному руслу соответствуют большие уклоны и большая крупность руслообразующих наносов (аллювия). Наконец, нужно иметь в виду генезис врезанных излучин: являются они унаследованными от свободных, т.е. эмпирическими, образовались в процессе развития врезанных излучин на фоне врезания реки или связаны с геологической структурой, следуя разломам, лишь сглаживая их очертания в результате воздействия потока на берега, либо огибаяют активные поднятия. Такие участки рек могут служить для структурно-палеогеоморфологических построений.

Дополнительную информацию, а для доголоценовых этапов – основную (имеются в виду палеорусловые характеристики) можно получить на основе изучения текстуры и крупности аллювиальных отложений. Поскольку $d_{\text{ср}} \sim I$, изменения крупности наносов $d_{\text{ср}}$ на разных террасовых уровнях позволяют определить уклон русла I времени формирования каждой террасы. Таким образом, например, были получены закономерности формирования хордовых «тектонических» террас на реках Кавказа в процессе врезания при общем восходящем развитии рельефа [13]. Текстура аллювиальных отложений определяется условиями движения наносов в виде гряд и их трансформацией в разные фазы гидрологического режима. Хорошо выраженная косая слоистость в песчаном аллювии свидетельствует о хорошо выраженном половодье и быстром переходе к длительной устойчивой межени. Постоянный переход от половодья к межени или паводочный режим стока приводит к постоянному изменению размеров и формы гряд, смене макро- и мезоформ грядового рельефа мелко- и ультрамикроформами, при которых косая слоистость не образуется. Формирующиеся при этом аллювиальные толщи имеют мелкую линзовидно-волнистую текстуру. В геоморфологической литературе такие отложения часто называют озерно-аллювиальными, хотя они отражают

вполне определенный тип гидрологического режима [14]. Различные текстурные особенности аллювия как на разных участках поймы, так и на террасах свидетельствуют об изменении внутригодового распределения стока, что связано с неодинаковыми климатическими обстановками во время их формирования.

При мелкопесчаном и песчано-илистом составе аллювия, повышенных уклонах и больших скоростях течения (условия Амурдари, Терека, Янцзы и Хуанхэ), а также в устьях рек (илистый аллювий) гряды в русле вообще не возникают, и движение донных наносов осуществляется слоем в так называемой «гладкой фазе». Соответственно русловой аллювий представлен в этом случае однородной неслоистой толщей либо имеет слабовыраженную горизонтальную слоистость. Наличие подобных толщ также свидетельствует о вполне определенных природных факторах русловых процессов при их формировании.

Завершающий этап палеоруслового анализа – реконструкция истории развития речного русла и выявление причинно-следственных связей в изменениях руслового режима (вида и направленности переформирования русла) и природных факторов. Он выполняется на основе результатов всего комплекса полевых, палеогеографических, картографических и расчетно-оценочных методов. В итоге, с одной стороны, создается модель эволюции русла реки на протяжении голоцена, а в ряде случаев – и за более длительные геологические отрезки времени, с другой, – поскольку механизм русловых процессов определяет долинный геоморфогенез, исследователь получает инструмент для выявления главных особенностей формирования рельефа.

Историческое русловедение, основываясь на документальных источниках, раскрывает закономерности русловых деформаций, эволюцию отдельных форм русла и форм руслового рельефа за ограниченные отрезки времени при данном сочетании природных условий, устанавливает связь русловых переформирований с многолетними колебаниями климата и водности рек, их водным режимом и режимом стока наносов, заключающимся в сезонных изменениях их характеристик, а также в наиболее полной мере позволяет установить влияние антропогенных факторов на русловые процессы. Последнее в то же время можно рассматривать как своеобразную природную модель трансформаций русла при изменении факторов руслоформирования. Иными словами, объектом исторического русловедения является динамика современного русла за историческое время.

Документами, которые кладутся в основу руслового анализа, являются: 1) картографические и плановые материалы, к которым в свою очередь относятся топографические карты разных лет издания, аэрокосмические снимки разных лет залетов, лоцманские карты (атласы рек, карты русел рек, схемы судовых ходов), планы перекатов и перекатных участков как результат регулярных съемок и промеров русла, выполняемых специальными русловыми партиями на водных путях, и хранящиеся в паспортах перекатов или альбомах, старые карты и планы, изданные и рукописные; 2) литературные источники, в том числе гидрографические описания, описания рек в записках и дневниках путешественников и исследователей, старая краеведческая литература, путеводители, маршрутные описания и справочники, летописи и другие древние рукописные источники; 3) архивные и фондовые материалы, а именно специальные съемки, выполненные проектно-изыскательскими организациями при водохозяйственном и строительном проектировании, землеустроительные планы (для малых рек); 4) опросы местных жителей.

Русловой анализ, выполняемый с использованием этих источников, заключается в их последовательном сопоставлении. Сопоставление карт и планов русла позволяет получить наиболее подробные сведения об изменении во времени параметров русла, количественные характеристики русловых деформаций и точную временную привязку наиболее существенных перестроек русла (спрямления излучин, развития одних и отмирания других рукавов и т.д.). И.П. Ковальчук [15] с успехом применил картографический метод для выявления процессов заиления и деградации малых рек и причин, их обуславливающих (изменения лесистости территории, рост площади пашни

и пр.). Остальные источники дают ориентировочные сведения, по которым обычно нельзя получать количественных оценок, но которые могут быть единственной информацией о времени тех или иных перестроек русла. Например, путевые заметки А. Бычкова, относящиеся к концу XIX в., позволили датировать с точностью до $\pm 10-20$ лет (при полном отсутствии других источников) происшедшее в начале XX века перераспределение стока между основными рукавами на нижней Лене [16]. О состоянии русла Лены в районе Якутска в середине XIX века единственную информацию содержит книга русского писателя И.А. Гончарова «Фрегат "Паллада"». Беседы с местными жителями позволили приблизительно установить время спрямления ряда излучин на Немане [17] и т.д.

Результаты руслового анализа за историческое время также кладутся на русловую геоморфологическую карту [5]. Вместе с материалами палеоруслового анализа они составляют единую схему развития русла, все более детализирующуюся по мере приближения к современной эпохе и переходу к оценкам переформирования по документальным данным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Jasmund R.* Fließende Gewässer // *Der Wasserbau*. Bd. III. Leipzig, 1911. 450 s.
2. *Маккавеев Н.И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 348 с.
3. *Чкалов Р.С.* Общее, географическое и инженерное русловедение: предмет исследования и положения в системе наук // *Вестн. МГУ. Сер. 5. География*. 1992. № 5. С. 10–16.
4. Космическая съемка и тематическое картографирование. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 348 с.
5. *Кирик О.М., Чалов Р.С.* Принципы и методика составления специальных карт русловых процессов на крупных реках // *Вестн. МГУ. Серия. 5. География*. 1980. № 5. С. 18–24.
6. *Коротаев В.Н.* Геоморфология речных дельт. М.: Изд-во МГУ, 1991. 224 с.
7. *Чернов А.В., Гаррисон Л.М.* Палеогеографический анализ развития русловых деформаций широкопойменных рек в голоцене (на примере верхней и средней Оби) // *Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол.* Т. 56. 1981. Вып. 4. С. 97–108.
8. *Маккавеев Н.И., Чалов Р.С.* Некоторые особенности дна долин больших рек, связанные с периодическими изменениями нормы стока // *Вопросы географии*. Сб. 79. М.: Мысль, 1970. С. 156–167.
9. *Панин А.В., Сидорчук А.Ю., Чалов Р.С.* Катастрофические скорости формирования флювиального рельефа // *Геоморфология*. 1990. № 2. С. 3–11.
10. Экспериментальная геоморфология. Вып. II. М.: Изд-во МГУ, 1969. 180 с.
11. *Матвеев Б.В.* Морфология и геолого-геоморфологические факторы развития врезанных и свободных излучин: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. М.: МГУ, 1985. 21 с.
12. *Панин А.В.* Морфология и динамика врезанных галечно-валунных русел: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. М.: МГУ, 1991. 24 с.
13. *Маккавеев Н.И., Мандыч А.Ф., Чалов Р.С.* Влияние восходящего развития рельефа на глубинную эрозию и твердый сток рек Западной Грузии // *Вестн. МГУ. Сер. 5. География*. 1968. № 4. С. 52–58.
14. *Маккавеев Н.И., Чалов Р.С.* Русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 264 с.
15. *Ковальчук И.П.* Эколого-геоморфологический анализ флювиальных систем региона: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М.: МГУ, 1993. 57 с.
16. *Беркович К.М., Борсук О.А., Гаррисон Л.М. и др.* Русловой режим и регулирование русла средней и нижней Лены // *Эрозия и русловые процессы*. Вып. 8. М.: Изд-во МГУ, 1981. С. 125–156.
17. *Дарбутас А.А., Чалов Р.С.* Морфодинамические типы русла Верхнего Немана, условия их формирования и гидроморфологические характеристики // *Геоморфология*. 1991. № 3. С. 72–79.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
20.08.95

HISTORICAL AND PALEO-CHANNEL STUDIES, THE SUBJECT AND METHODS OF RESEARCH AND THEIR SIGNIFICANCE FOR THE RELIEF UNDERSTANDING

R.S. CHALOV

Summary

A subject and methods of historical and paleo-channel studies are considered; this special branch of science deals with history of channel-forming activities of rivers. The studies are of importance for paleogeographic reconstructions of fluvial relief-forming processes and for better understanding of modern trend in the processes.