

7. Дик И. П. Основные стратиграфические горизонты аллювиальных отложений Южной Якутии//Четвертичные отложения Востока СССР. Вып. 2 (тезисы). Магадан, 1982. С. 42.
8. Дик И. П. Блоковый рельеф Южной Якутии и его расчленение//Геоморфология. 1985. № 2. С. 77.
9. Кашименская О. В. Геоморфологические аспекты поисков аллювиальных россыпей золота//Проблемы прикладной геоморфологии. М.: Наука, 1976. С. 100.

ПГО «Якутскгеология»

Поступила в редакцию
6.V.1986

SOUTHERN YAKUTIA TOPOGRAPHY EVOLUTION DURING THE CENOZOIC

DIK I. P.

Summary

Data of loose sediments study and structural-geomorphic investigation permit to identify two planation stages (Paleogene and Pliocene — Early Pleistocene) and two stages of active evolution of topography (Miocene — Early Pliocene and Quaternary). The Quaternary stage is subdivided into two cycles of general uplift and valley erosion and two cycles of autonomous evolution of individual morphostructures, when terraces are formed at positive morphostructures and sedimentation takes place in basins.

УДК 551.435.13

ЗУБКОВ Н. С.

ВРЕЗАНИЕ РЕКИ В АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ НА ДНЕ ДОЛИНЫ И ХАРАКТЕРНЫЕ ТИПЫ РУСЛОВОГО ПРОЦЕССА

Несмотря на то что факт врезания рек в земную поверхность, причины явления и критерии, определяющие его интенсивность, хорошо известны, многие детали механизма процесса и формы его проявления освещены недостаточно. Примером может служить тот нередкий случай, когда ширина врезающей реки в десятки, а то и в сотни раз меньше ширины долины. Возникает также необходимость уточнить некоторые аспекты гидравлического режима потока и условий формирования стока наносов, сопутствующих процессу врезания реки. Более того, сам процесс врезания не должен рассматриваться в отрыве от повседневно наблюдаемых русловых переформирований; зачастую он является следствием их определенного сочетания.

Принципиальное значение имеет деление продуктов врезания реки в толщу аллювиальных отложений, как и вообще речных наносов, на русловые и нерусловые, а также учет особенностей перемещения этих категорий наносов. Нерусловые наносы перемещаются во взвеси со скоростью, близкой к скорости течения воды, формируя в основном мутность потока. Особенностью русловых наносов является их способность к перемещению как во влекомом, так и во взвешенном состоянии, определяемом их гранулометрическим составом и гидравлическими характеристиками потока. Увеличение концентрации нерусловых наносов возможно в основном при поверхностном смыве на водосборах и при размыве пойменных берегов. Для нарастания расхода русловых наносов необходим соответствующий продольный профиль поверхности потока, т. е. увеличение уклонов вниз по течению. Такая форма продольного профиля соответствует в гидравлике кривой спада свободной поверхности потока, образующейся при снижении отметок уровней воды на нижней границе участка. Максимальный уклон, а значит, и размыв русла в глубину приурочены в начальный момент времени к этой границе; затем по мере удаления продуктов размыва и возрастания пропускной спо-

собности русла (увеличения его глубины) происходит перемещение зоны наибольших уклонов вверх по течению благодаря развитию процесса регрессивной эрозии.

Непосредственно ниже зоны максимальных уклонов величина последних существенно уменьшается, что исключает возможность удаления большей части продуктов глубинного размыва, т. е. русловых наносов, на значительное расстояние от места размыва. Скопления русловых наносов на участке резкого уменьшения уклонов усиливают плановые (горизонтальные) деформации русла, в процессе которых происходит размыв пойменных берегов и поступление в реку наносов, составляющих пойменную фацию аллювия. Одновременно идет процесс осаждения части приносимых сверху нерусловых наносов. Если накопление наилка не компенсирует вынос пойменной фации аллювия, то даже при равенстве объемов размыва и аккумуляции русловых наносов создаются условия для понижения средних отметок поверхности поймы, что является одним из проявлений процесса врезания реки в аллювиальные отложения на дне долины.

В конечном счете процесс врезания реки в толщу аллювиальных отложений на дне долины можно представить в виде волн регрессивной глубинной эрозии, периодически сменяющихся стадиями усиления плановых деформаций русла. Иными словами, врезание реки в целом сопровождается горизонтальными смещениями русла, которые обуславливают расширение дна долины. Тем не менее врезание иногда сводят только к глубинному размыву, хотя в качестве индикатора процесса используют нарастание мутности воды по длине реки. При этом игнорируется тот факт, что на равнинных реках значительная часть взвешенных наносов, в основном определяющих мутность, представлена обычно нерусловыми фракциями, содержание которых в донных отложениях (русловом аллювии) весьма мало.

На взаимную связь глубинной и боковой эрозии указывали Н. И. Макавеев и Р. С. Чалов [1, 2]. Эта взаимосвязанность находит свое отражение в групповом характере распределения излучин по длине реки. Как свидетельствуют Э. А. Кондитерова и И. В. Попов [3]; группы, состоящие из 3—5 излучин, разделяются относительно прямыми участками русла, длина которых меньше длины участка, занятого группой излучин. Отмечается также, что наряду с относительным постоянством за длительный промежуток времени суммарной длины бесприточного морфологически однородного участка свободно меандрирующей реки наблюдаются крупные подучастки, длина которых в результате преобладания тех или иных однонаправленных деформаций может существенно измениться. Таким образом, в случае уменьшения суммарной длины на подучастке будут преобладать глубинные деформации. Увеличение длины — свидетельство интенсификации плановых деформаций. Существование таких подучастков является, таким образом, отражением разных стадий врезания реки в толщу аллювиальных отложений на дне долины.

О местном врезании русла при спрямлении излучин писал Р. С. Чалов [4]. Возрастание уклонов свободной поверхности потока не только усиливает размыв русла в глубину, но и способствует спрямлению динамической оси потока. Это ослабляет процессы меандрирования русла. Наоборот, с уменьшением уклонов замедляется глубинное врезание и увеличиваются плановые деформации. В связи с этим небезынтересно вспомнить высказывание В. М. Лохтина [5] о том, что сочетание трех основных, друг от друга независимых элементов — водности, уклона и геологических условий — вполне определяет характер реки, придавая ей «те или другие своеобразные черты, которыми она отличается от других рек». Применяя это положение к отдельным участкам реки, нетрудно прийти к выводу, что под «своеобразными чертами» можно понимать и их морфологический облик, по которому судят о типе руслового процесса. В гидроморфологической теории руслового процесса [6] в качестве определяющих приняты сток воды, сток наносов и ограничивающие

факторы. Сопоставляя их с независимыми элементами В. М. Лохтина, заметим, что отличие заключается лишь в замене уклона стоком наносов. Если учесть, что решающая роль в русловом процессе принадлежит русловым (или влекомым) наносам, то такая замена вряд ли оправдана, ибо, как отмечал В. М. Лохтин, «количество влекомых наносов... составляет лишь последующее местное проявление взаимного сочетания все тех же трех основных элементов природы» [5, с. 5].

Особый интерес представляет вопрос о возможности изменчивости во времени «независимых элементов». Наименее изменчивы геологические условия. Естественные колебания водности реки около среднего значения не могут в силу большой интенсивности руслового процесса радикальным образом изменять его направленность. Они сказываются лишь при изменении климатических условий в исторических и геологических отрезках времени или при крупных преобразованиях речного стока, например в результате создания водохранилищ. Что касается уклона, то его величина зависит от местного базиса эрозии, положение которого может изменяться.

Неизбежность трансформации продольного профиля реки признается практически всеми. Различие заключается лишь в представлениях, касающихся так называемого профиля равновесия, к которому, по мнению некоторых исследователей, стремится река. Несостоятельность такой концепции справедливо критиковал Н. И. Маккавеев [1], отмечая, что невозможно представить движение речного потока без осуществления эрозии и транспорта наносов. Развивая идеи В. И. Лохтина, Н. И. Маккавеев отмечал, что этому способствует ступенчатость продольного профиля, вследствие чего энергия течения концентрируется на отдельных перепадах, где и происходит размыв и перемещение русловых наносов даже в условиях весьма незначительного общего уклона. Так как «уступы» медленно перемещаются по длине реки, то механическая эрозия может не прекращаться. Последнее замечание вплотную подводит к признанию существования перемещающихся вдоль реки кризисов спада, соответствующих «уступам» продольного профиля.

Так как врезание реки характеризуется периодическим прохождением волн регрессивной эрозии, то в зависимости от протяженности и особенностей участка в его пределах может одновременно наблюдаться несколько таких волн. В наибольшей степени этой схеме врезания реки соответствуют переформирования, происходящие при свободном меандрировании. Так, например, сильно развитые излучины и относительно прямолинейные участки между ними могут отражать разные стадии процесса врезания. При переходе от одной стадии к другой неизбежно сосуществование морфологических форм, характерных для этих стадий.

Если в результате спрямления излучины наступает стадия преобладания глубинных деформаций на расположенном выше участке, то ее первая фаза характеризуется, как отмечалось выше, тенденцией к выпрямлению динамической оси потока, что способствует образованию относительно прямолинейного русла. По мере продвижения кривой спада вверх по реке в нижней части участка, еще сохраняющего геометрическую прямолинейность, уменьшаются уклоны свободной поверхности, динамическая ось потока искривляется, начинают накапливаться поступающие сверху русловые наносы, что способствует переходу к стадии усиления плановых деформаций с соответствующей тенденцией к изменению типа русла.

При оценке возможности наложения разных типов руслового процесса необходимо учитывать влияние ограничивающих факторов. Можно, например, утверждать, что при отсутствии пойм в неразмываемых берегах трудно ожидать развития свободного меандрирования русла. В то же время в меандрирующих руслах довольно часто можно встретить элементы побочного типа. В отдельных случаях на плесовых участках меандрирующей реки перемещаются крупные гряды, вызы-

вающие значительные колебания отметок дна, т. е. наблюдаются признаки ленточно-грядового типа руслового процесса (в обоих случаях — по классификации ГГИ). Обычно транзитное перемещение русловых наносов имеет место на участках с трудноразмываемыми берегами при общем возрастании уклонов свободной поверхности потока из-за снижения отметок уровней воды на нижней границе участка.

Распространенный тип руслового процесса на многих реках — незавершенное меандрирование, характерное для врезающихся рек на стадии усиления глубинных деформаций. Оно интересно тем, что развитие плановых деформаций как бы «пресекается» возрастающим влиянием глубинной эрозии русла. В то же время всегда возможна ситуация, при которой начинается обратный процесс, т. е. переход от стадии глубинных деформаций к плановым.

В гидроморфологической теории [6] в качестве самостоятельного типа руслового процесса выделено ограниченное меандрирование, для которого характерно сползание излучин вниз по течению реки. Однако сползание излучин наблюдается и на начальных этапах свободного меандрирования, т. е. в период общего усиления плановых деформаций. Таким образом, ограниченное меандрирование может также являться свидетельством врезания реки. Действительно, при таком типе руслового процесса размыву подвергается вогнутый пойменный берег (включая плечо яра нижнего крыла излучины), имеющий более высокие отметки по сравнению с противоположным намываемым. Разность высот берегов предопределяет неизбежность пополнения стока нерусловых наносов. В то же время может обеспечиваться сбалансированность объемов размыва и отложений русловых наносов в пределах одной или нескольких смежных излучин.

Тот факт, что сползание излучин наблюдается в начальный период свободного меандрирования, а незавершенное меандрирование может свидетельствовать об окончании стадии плановых либо глубинных деформаций, позволяет считать, что названные типы руслового процесса характерны для участков рек, врезающихся в толщу аллювиальных отложений на дне долины. Основными стадиями врезания являются при этом глубинная эрозия с преобладанием элементов побочного типа руслового процесса (прямолинейное русло) и плановые перемещения реки по дну долины с образованием молодой, более низкой поймы, т. е. свободное меандрирование. Другие типы меандрирования отражают лишь промежуточные этапы между основными стадиями. Поэтому на врезающейся реке неизбежно сосуществование и вполне определенная последовательность в расположении участков с упомянутыми выше типами руслового процесса.

Анализ материалов по русловым процессам на реках показывает, что в ряде случаев имеют место изменения русла по схеме, которая не укладывается в рамки существующей в гидроморфологической теории типизации русловых процессов. В качестве примера укажем на постепенный переход р. Оби у г. Барнаула, ранее меандрировавшей по всей ширине дна долины, к одному из ее склонов (левому коренному берегу). Этот переход осуществляется путем последовательного отторжения крупных частей пойменных массивов. Гидравлической причиной многолетней однонаправленной тенденции к выпрямлению русла реки на участке значительной протяженности является снижение уровней воды на нижней границе этого участка у пос. Гоньба, вызванное в свою очередь спрямлением расположенных ниже крупных излучин.

Свидетельством врезания реки в прошлом является террасированность склонов ее долины. Образование террас происходило вследствие чередования периодов усиления глубинных либо плановых деформаций русла водотоков, проложившего путь среди аллювиальных отложений, заполнивших долину реки. Ряд авторов [7 и др.] связывают формирование террасового комплекса с циклами глубинных и плановых деформаций, не подчеркивая, однако, важнейшего следствия перемещения русла врезающейся реки по дну долины — образования молодой низ-

кой поймы взамен разрушаемой старой. Без соблюдения этого условия вместо врезания имело бы место простое перемещение русла по дну долины без понижения средних отметок поймы.

При изучении эрозионно-аккумулятивных процессов в речных системах стали традиционными представления о разделении реки на области эрозии, транзитного переноса продуктов эрозии и зоны аккумуляции. Предполагается, что в зонах транзита размыв аллювиальных отложений должен, как правило, компенсироваться намывом, а соответствующие участки реки находиться в состоянии динамического равновесия. Однако применительно к переотложениям русловых наносов состояние динамического равновесия может иметь место и на участках врезания реки, так как путь, проходимый наносами от зон размыва до зон аккумуляции, в пределах таких участков обычно невелик. Понятие же динамического равновесия относительно нерусловых наносов нуждается в уточнении. На границах практически любого бесприточного участка реки, имеющей пойму, существуют внутригодовые колебания разности стока нерусловых наносов. Эти колебания обусловлены периодическим преобладанием темпов осадения нерусловых наносов (наилкообразования на пойме и в областях тиховода в основном русле) над интенсивностью их поступления в поток в результате разрушения пойменных берегов и, наоборот, усилением переработки поймы при снижении интенсивности отложений [8]. Именно этот последний случай является объективным свидетельством врезания реки в толщу аллювиальных отложений на дне долины.

В заключение необходимо отметить, что наряду с таким видом фоновых русловых деформаций, как врезание реки, неизбежно существование аккумулярующих участков рек с соответствующими типами руслового процесса (обычно — многорукавность).

Анализируя типы руслового процесса, характерные для врезающих либо аккумуляющих участков реки, следует учитывать возможность затухания тех или иных фоновых деформаций вплоть до изменения их знака. Нетрудно представить, каким образом это может отразиться на морфологическом облике речного русла. Придерживаясь, например, концепции о различных стадиях врезания реки, можно предположить ситуацию, когда процесс врезания будет приостановлен на одной из этих стадий. Например, прекращение снижения местного базиса эрозии делает невозможным переход от стадии плановых (горизонтальных) к стадии глубинных деформаций. Отсутствие условий для образования кривой спада на нижней границе участка меандрирования затрудняет возможность удаления за его пределы скоплений русловых наносов. Возникшее «засорение» русла приведет к зарождению элементов многорукавности, характерной для аккумуляющих рек. Неизбежное следствие такого «засорения» — усиление подпорных эффектов, стимулирующих аккумулятивные процессы и снижающих вероятность спрямления излучин на расположенных выше участках.

Можно представить характер перестроений при снижении базиса эрозии ниже аккумулятивного участка реки. Развитие регрессивной эрозии прежде всего приведет к постепенной ликвидации многорукавности, поскольку снижение отметок уровней воды вызовет концентрацию расходов в отдельных наиболее развитых и прямых рукавах.

Рассмотренные схемы объясняют причину сосуществования смешанных типов руслового процесса, присущих как врезающимся, так и аккумуляющим участкам рек. Применительно к конкретному виду фоновых деформаций (общему врезанию реки) изменения типа руслового процесса наиболее отчетливо просматриваются по длине реки. Так, ниже участка с побочным типом руслового процесса, характерным для стадии интенсивных глубинных деформаций при врезании реки, неизбежно должна располагаться область свободного меандрирования. Так как со временем стадия глубинных деформаций может постепенно смениться плановыми перемещениями русла, а на участках с интенсивными плановыми деформациями обнаружится тенденция к глубинным, то

всегда в побочном типе процесса можно найти элементы меандрирования, а при свободном меандрировании — признаки спрямлений русла и т. п.

Учет фоновых деформаций и их стадий представляется необходимым как с точки зрения изменений средних отметок дна речной долины, так и вследствие возможной смены типа руслового процесса. Последнее должно приниматься во внимание при проектировании крупных хозяйственных мероприятий, в том числе связанных с использованием речных пойм.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маккавеев Н. И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 346 с.
2. *Маккавеев Н. И., Чалов Р. С.* Развитие рельефа поверхности речных террас и признаки глубинной эрозии на примере верхней Оби//Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1964. № 4. С. 120—125.
3. *Кондигерова Э. А., Попов И. В.* О закономерностях изменения длин свободно меандрирующих рек//Тр. ГГИ. 1969. Вып. 169. С. 3—17.
4. *Чалов Р. С.* Географические исследования русловых процессов. М.: Изд-во МГУ, 1979. 232 с.
5. *Лохтин В. М.* О механизме речного русла. Казань, 1895. 86 с.
6. *Кондратьев Н. Е., Попов И. В., Смищенко Б. Ф.* Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеоздат, 1982. 272 с.
7. *Шукин И. С.* Общая геоморфология. М.: Изд-во МГУ, 1960. 615 с.
8. *Зубкова К. М., Зубков Н. С.* Сток наносов Нижней Кубани в условиях зарегулированного режима реки//Исследование русловых процессов для практики народного хозяйства (тез. докл.). М.: Изд-во МГУ, 1983. С. 79—80.

Государственный
гидрологический институт,
Ленинград

Поступила в редакцию
18.VI.1986

RIVER'S DOWNCUTTING INTO THE VALLEY FLOOR ALLUVIUM AND CHARACTERISTIC TYPES OF THE CHANNEL PROCESS

ZUBKOV N. S.

Summary

The paper deals with the mechanism of the recent river downcutting into alluvium which filled preglacial valleys during the glacial time. The channel process type may change from one stage of the background channel deformations to another, the fact should be taken into consideration while predicting long term channel transformations.

УДК 551.24 : 550.34 (234.9)

ЖИДКОВ М. П., МАКАРЕНКО А. Г., РАНЦМАН Е. Я.

БИЧЕНАГСКАЯ СЕЙСМОГЕННАЯ СТРУКТУРА В ЗАНГЕЗУРСКОМ ХРЕБТЕ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

Землетрясения последних двух тысячелетий оставили в рельефе Малого Кавказа многочисленные следы. Наиболее известны крупные обвалы, возникшие во время Гянджинского землетрясения 1139 г. и Гарнийского 1679 г. [1, 2]. Образование оползней, трещин и осыпей отмечалось во время многих землетрясений, в том числе и хорошо изученных землетрясений 1931 и 1968 гг. [2, 3]. Для территории Армянской СССР выполнено специальное исследование оценки палеосейсмогеологического метода для целей сейсмического районирования [4]. Вместе с тем не все палеосейсмодислокации Малого Кавказа изучены. Палеосейсмогеологический метод может быть использован и для контроля результатов распознавания мест возможного возникновения силь-