

МОРФОДИНАМИЧЕСКИЕ ТИПЫ И ЭВОЛЮЦИЯ РУСЕЛ РЕК ПАТОМСКОГО НАГОРЬЯ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ

В недавно вышедшей статье Р.С. Чалова [1] выделено новое направление в науке о русловых процессах – палеорусловедение. Трудоемкость работ, требующих бурения, проведения споро-пыльцевых и радиоуглеродных анализов и т.п. затрудняет изучение этой проблемы. В то же время обращалось на факторы, определяющие морфодинамические типы русел за длительные геологические периоды имеются в районах добычи россыпных ископаемых благодаря наличию детально разбуренных россыпесодержащих долин. Эти данные являются ценным, практически невостребованным до настоящего времени, материалом, позволяющим проводить палеорусловедческие исследования особого типа – реконструировать плановое и гипсометрическое положение и морфодинамические типы палеорусел, функционировавших в течение нескольких эрозионных циклов формирования долин. Опытом такого исследования и является настоящая работа.

В данной статье обобщаются результаты исследований закономерностей эволюции русел на протяжении плейстоцена в россыпесодержащих долинах Ленского района, детально разбуренных при проведении геолого-разведочных работ при поиске и разведке россыпей. Основное внимание обращалось на факторы, определяющие морфодинамические типы русел, тенденцию их изменения на протяжении плейстоцена, характер горизонтальных деформаций при смене эрозионных циклов. Проведен также анализ устойчивости узлов слияния и их динамики и отражение этих процессов в современной морфологии долин.

На протяжении почти вековой истории эксплуатации россыпей исследованные долины были разбурены с высокой степенью детальности. В результате разведочных работ был вскрыт их сложный погребенный рельеф, представленный днищем, разновозрастными террасами и "глубокими тальвегами", которые вырабатывались при врезании русла в коренные породы и выражены в рельефе коренного днища эрозионными ложбинами той или иной конфигурации. Обычно к ним приурочены наиболее обогащенные золотом участки, и геологи при поиске и разведке россыпей стараются детально проследить их положение как на террасах, так и в днищах погребенных долин. Это обстоятельство позволяет на основании результатов геолого-разведочного бурения фиксировать на карте положение и конфигурацию палеорусел, функционировавших в период формирования разновозрастных эрозионных уровней.

Определенному морфодинамическому типу русла соответствуют определенные форма, конфигурация и положение эрозионной ложбины [2]. Относительно прямолинейное неразветвленное русло при врезании вырабатывает в скальном ложе узкую прямолинейную борозду, которая при смене типа русла на меандрирующее приобретает дугообразную форму той или иной конфигурации. Руслу, разветвленному на рукава, которое характеризуется высокой степенью неустойчивости, соответствует крайне сложный рельеф поверхности коренного ложа – многочисленные эрозионные борозды небольшой протяженности и разной ориентировки, разделенные цоколями островов. Составленные по данным бурения палеогеоморфологические схемы в крупном масштабе, на которых изображались реконструированные типы русел, позволили проследить характер их горизонтальных деформаций в течение нескольких эрозионных циклов. Отражение этих процессов в современном рельефе анализировалось по аэрофотоснимкам, топографическим картам масштаба 1:25000 и визуальным наблюдениям.

Ленский район расположен в пределах Патомского нагорья, характеризуется сложным структурным и геологическим строением. На его территории выделяются крупные субширотные складчатые структуры I порядка: Бодайбинская и Вачская синклинали, Кропоткинская антиклиналь, осложненные многочисленными складками более низкого ранга. Разломы и зоны трещиноватости имеют два основных направления: субмеридиональное и субширотное, которым соответствует ортогональный рисунок гидросети. Коренные породы сильно дислоцированы, характеризуются большой мозаичностью распространения и разнообразием литологического состава, который определяет их устойчивость к размыву. Наиболее легко размываемыми являются известняки и сланцы, трудноразмываемыми – песчаники и окварцованные песчаники.

Факторы, определяющие морфодинамические типы русел, устойчивость русел и узлов слияния

Типы русел	Факторы, определяющие типы русел			Устойчивость русел на протяжении плейстоцена	Положение узлов слияния на протяжении плейстоцена	Направление смещения устьев притоков
	Литология	Тектоническая структура, направление ее движения	Влияние притоков			
Относительно прямолинейные неразветвленные	трудноразмываемые – песчаники, окварцованные песчаники	ось антиклинали, тектонические разломы поднимающийся борт антиклинали	стимулируют образование односторонних излучин	Устойчивое положение русел разных эрозионных циклов, их совмещение в плане Параллельное смещение русел разных эрозионных циклов вниз по склону	Устойчивое Неустойчивое	 Вниз по течению основного русла
Меандрирующие свободные излучины	легкоразмываемые – сланцы, известняки	синклиналь, стабильные блоки	нередко стимулируют образование излучин	Неустойчивое положение вплоть до инверсии в плане	Неустойчивое	Вверх и вниз по течению основного русла
врезанные излучины	трудноразмываемые – песчаники, окварцованные песчаники	поднимающиеся блоки, антиклинали	–	Устойчивое положение в течение одного эрозионного цикла, незначительные плановые смещения излучин разных эрозионных циклов с сохранением их размеров и конфигурации	Устойчивое	–
вынужденные излучины	контакт пород с разной степенью размываемости	антиклинали, поднимающиеся и стабильные блоки	–	Ограниченные деформации русла, выраженные в увеличении кривизны излучин	Устойчивое	Вниз по течению основного русла до зоны контакта пород
Разветвленные на рукава	легкоразмываемые – сланцы, известняки, сильнотрещиноватые раздробленные породы	синклинали, стабильные блоки	крупные притоки стимулируют смещения русла	Интенсивные горизонтальные деформации на протяжении, как одного эрозионного цикла, так и всего плейстоцена	Крайне неустойчивое	Вверх и вниз по течению основного русла

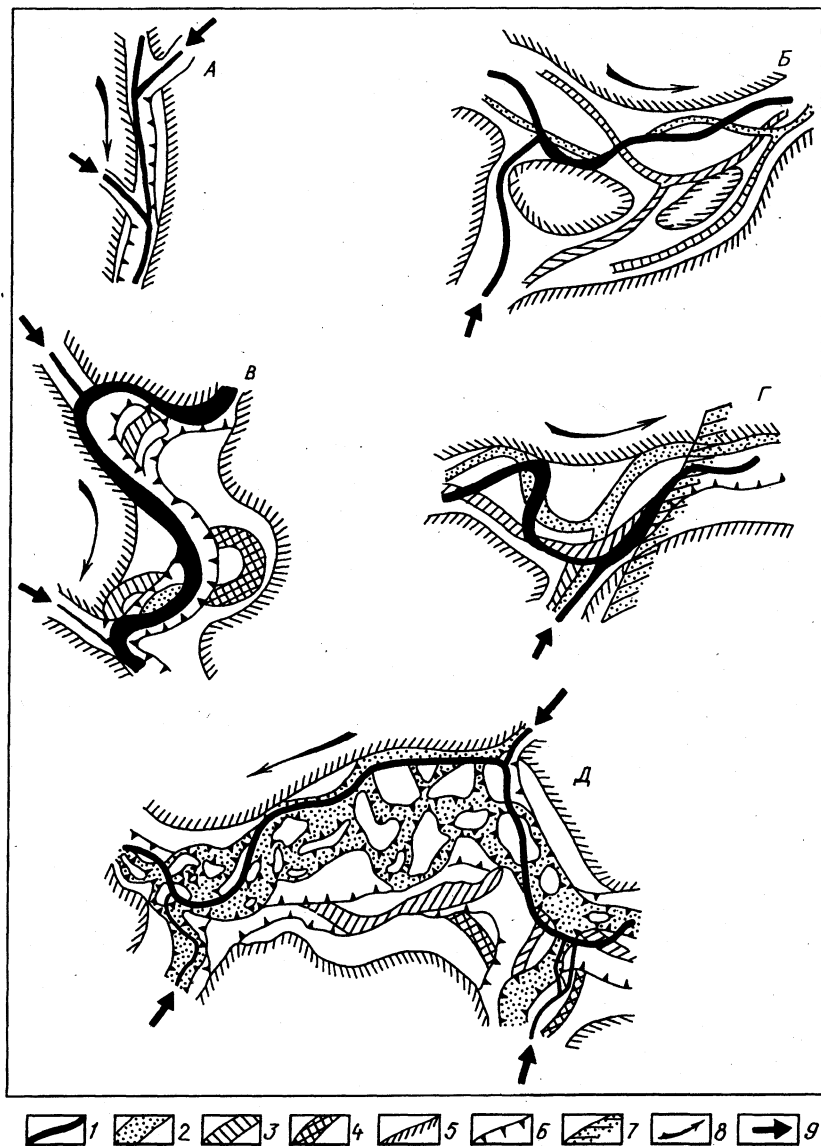


Рис. 1. Эволюция палеорусел и узлов их слияния с притоками низких порядков в плейстоцене на участках: А – относительно прямолинейного неразветвленного русла, Б – свободномеандрирующего русла, В – врезанных меандр, Г – вынужденных меандр, Д – русла разветвленного на рукава. Русла эрозионных циклов разного возраста: 1 – современное, 2 – позднелейстоценовое, 3 – среднелейстоценовое, 4 – раннелейстоценовое. Морфологические элементы долин: 5 – борта долин, 6 – бровки эрозионных уровней и русловых форм, 7 – зона контакта легко- и трудноразмываемых пород, 8 – направление течения основной реки, 9 – притоки

свободные, врезанные и вынужденные. Свободные излучины формируются на участках распространения слабоустойчивых к размыву пород (сланцев, известняков) в пределах либо относительно стабильных, либо опускающихся структур (таблица). Интенсивность их горизонтальных деформаций даже в течение одного эрозионного цикла может достигать нескольких десятков метров. Конфигурация и плановое положение излучин также существенно меняется. Развитие таких излучин приводит к формированию широкопойменного днища, преобразующегося при врезании реки в более поздние эрозионные циклы

в широкие террасы. Общая ширина долины достигает нескольких сотен метров – первых километров. При врезании долин в течение каждого эрозионного цикла происходит частичный размыв террас более ранних циклов за счет смещения русел то к одному, то к другому борту долины. Морфология долины достаточно сложна. Здесь прослеживаются фрагменты разновозрастных террас сложной конфигурации. При стабильном положении базиса эрозии и развитии излучин разных по времени циклов на одном эрозионном уровне происходит значительное расширение днища долины и практически полное уничтожение более древних террас за счет их размыва интенсивно смещающимися то к одному, то к другому борту долины излучинами (рис. 1Б). На поверхности широкого погребенного днища прослеживается серия разновозрастных эрозионных ложбин различной конфигурации.

Врезанные излучины формируются в пределах интенсивно поднимающихся структур в зонах распространения трудноразмываемых пород, либо при переслиивании пород разного литологического состава (таблица). В течение нескольких эрозионных циклов их плановое положение может меняться за счет незначительных горизонтальных деформаций, которые составляют несколько метров за один эрозионный цикл, при полном сохранении их конфигурации и ориентировки. На поверхности коренного ложа и на цоколях разновозрастных террас небольшой ширины, отмечается серия расположенных параллельно и как бы вложенных друг в друга эрозионных ложбин, имеющих форму излучин (рис. 1В). За счет суммирования незначительных по величине горизонтальных деформаций, происходящих в каждый эрозионный цикл, формируются типичные долинные излучины. Предположение о возможности такого механизма их формирования в свое время было высказано Б.Н. Матвеевым [4] и получило подтверждение при проведении настоящих исследований.

Интересно проследить эволюцию излучин на участке контакта легко- и трудно-размываемых пород (рис. 1Г). Развиваясь в относительно свободных условиях при врезании в сланцевые породы и известняки, излучины "упираются" в зону контакта, увеличивается радиус их кривизны, уменьшается шаг излучины, она становится асимметричной и преобразуется в вынужденную. В результате на участке, расположенном выше контакта пород, за счет увеличения радиуса кривизны излучины образуется расширение долины.

Наиболее сложными по характеру эволюции русла являются участки долин, формирование которых обусловлено сочетанием легкоразмываемых пород коренного ложа с воздействием крупных притоков на стабильных, либо опускающихся участках (таблица). Воздействие этих факторов определяет крайне неустойчивое положение русла как в течение одного эрозионного цикла, так и на протяжении нескольких. Рельеф коренного ложа долин характеризуется многочисленными эрозионными бороздами разной конфигурации, протяженности и ориентировки, отражающими интенсивные горизонтальные деформации русла. Судя по морфологии современного русла, которое на таких участках часто дробится на рукава, можно предположить, что и на ранних этапах развития долин русло здесь также было разветвленным. Вполне вероятно развитие здесь и интенсивно смещающихся свободных излучин (рис. 1Д). Значительные горизонтальные деформации русла наряду с легкоразмываемыми коренными породами объясняются также и воздействием крупных притоков, которые могли отклонять ось основного потока и создавать зону подпора, также стимулирующую смещение основного русла. Поскольку действие этих факторов проявлялось в течение нескольких эрозионных циклов, ширина днища долины может достигать нескольких километров. В Сибири такие аномально широкие участки долин, обычно сильно заболоченные, называют "полями".

Помимо эволюции русел основных рек и ее влияния на современное морфологическое строение долины интересно также проследить закономерности эволюции узлов слияния водотоков, являющихся наиболее динамичными участками долин. Проведенные исследования показали, что устойчивость устьевых зон притоков низких порядков зависит от типа и устойчивости русла основной реки, угла его впадения в долину, литологии коренных пород и направленности тектонических движений (таблица). Узлы слияния водотоков низких порядков (I–II), впадающие на участках с относительно прямолинейным неразветвленным типом русла, характеризуются незначительными темпами горизонтальных деформаций на протяжении нескольких эрозионных циклов (рис. 1А). Положение устьевой зоны таких притоков как бы зафиксировано устойчивым положением русла основного водотока. В этом случае они испытывают в основном вертикальные деформации, врезаясь в коренные породы. В результате происходит плановое совмещение разновозрастных палеорусел сливающихся водотоков. Долины в устьевых зонах притоков имеют каньонобразный характер с узким днищем и крутыми бортами. В случае впадения притока под углом в 30–60° и поднятия верховьев основной реки устьевая зона притока смещается вниз

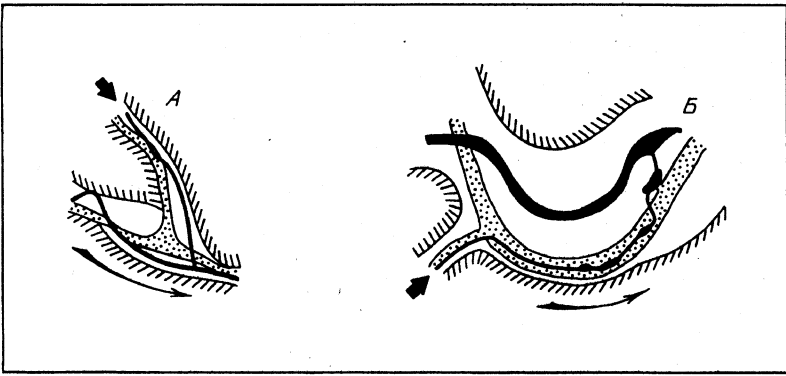


Рис. 2. Эволюция устьевых зон притоков низких порядков, впадающих под острым углом: А – при поднятии верховьев врезающейся реки, Б – на участках развития свободных меандров. Условные обозначения см. рис. 1

по течению, "откатываясь" вниз по склону поднимающейся структуры на расстояние в несколько десятков метров за каждый эрозионный цикл (рис. 2А). В результате при суммировании величин смещения за несколько эрозионных циклов долина притока на устьевом участке значительно расширяется (до нескольких сотен метров), верхний по течению борт долины, как правило, более пологий, чем нижний, так как время его формирования относится к более раннему эрозионному циклу. В поперечном разрезе коренного ложа устьевой зоны выделяется несколько эрозионных ложбин, фиксирующих положение палеорусел в разные эрозионные циклы. При значительных смещениях устьевой зоны притока ее ширина может превышать ширину основной долины. В случае свободного меандрирования палеорула основной реки и впадения притоков низких порядков под углом, близким к прямому, узлы слияния, находящиеся, как и русло основной реки, в зоне распространения легкоразмываемых пород, могут в разные эрозионные циклы смещаться на несколько десятков метров как вверх, так и вниз по течению, подчиняясь горизонтальным деформациям русла основной реки (рис. 1Б). В результате на таких участках может сформироваться широкая устьевая зона в пределах которой отмечается несколько палеорусел, каждое из которых соответствует определенному эрозионному циклу. Нередко впадение притока происходит в пределах днища основной долины, при этом приток может наследовать палеоруло основной долины, наращивать свою длину, менять направление. Уклоны продольного профиля падают. В современном русле отмечается серия озерных котловин (рис. 2Б). Аналогичный характер имеет эволюция устьевых зон притоков небольших порядков на участках с многорукавным руслом. Из-за высокой степени неустойчивости русла основной реки устьевые зоны таких притоков могут на каждом эрозионном этапе образовывать даже самостоятельную долину, пространственно разобщенную с долинами, выработанными в устьевых зонах в течение других этапов. В современном рельефе такой тип эволюции узлов слияния отражается следующим образом: борт основной долины, прорезаемый притоком, обычно заболочен, очень пологий, характеризуется наличием нескольких понижений разделенных невысокими водоразделами. Интересно проследить смещение узлов слияния притоков низких порядков на участке, где деформации основного русла, образующего вынужденную излучину, ограничены зоной контакта легко- и трудноразмываемых пород (рис. 1Г). Приток, который смещался при развитии свободной излучины вниз по течению параллельно самому себе, "упирается" в зону контакта и в дальнейшем его устьевая зона уже не испытывает смещения. Здесь формируется асимметричная устьевая зона притока с крутым нижним по течению бортом и более пологим верхним. Ширина устьевой зоны даже небольшого притока может достигать нескольких десятков метров.

На участках развития врезанных излучин устьевые зоны притоков характеризуются незначительными смещениями за несколько эрозионных циклов вследствие устойчивости русла основной реки и ее притоков, дренирующих зоны твердых трудноразмываемых пород. В результате устьевые зоны таких притоков, также как и на участках с прямолинейным руслом, глубоко врезаны, имеют незначительную ширину (рис. 1В).

Проведенные исследования позволяют сказать, что морфологическое строение долин во многом обусловлено морфодинамическим типом русел и их эволюцией в течение длительных этапов формирования долин. Морфодинамический тип русла, свойственный тому или иному участку, сформировался при заложении долин в раннем плейстоцене – уже тогда морфология долин приспособлялась к тектоническому плану и литологии пород. В последующие эрозионные циклы, при врезании русел, реки вновь и вновь попадали в те же условия и неизменно формировали тот же самый тип русла. В этом их отличие от крупных долин, в которых нередко действие геолого-геоморфологических факторов подавляется гидродинамикой потока. Формирование морфологического облика долин осуществляется через механизм русловых процессов и в результате их проявления в течение всей истории формирования. Такие особенности морфологии долин как их четковидность, ширина и форма террас и их распространение в долине, морфология устьевых зон притоков нередко являются результатом динамики русел в течение нескольких эрозионных циклов. Одни и те же формы долин могут быть обусловлены различными морфодинамическими типами русел – так расширение дна и формирование широких террас могут быть связаны и с интенсивными горизонтальными деформациями свободно меандрирующего русла и со смещением относительно прямолинейного неразветвленного русла по склону поднимающейся структуры в течение длительных эрозионных циклов.

Морфология устьевых зон притоков во многом определяется эволюцией русел основной долины. При стабильном положении основного русла (относительно прямолинейное неразветвленное, врезанные меандры) устьевые зоны притоков практически не испытывают смещения, имеют незначительную ширину, глубоко врезаны, борта долины крутые. При неустойчивом положении русла основной реки (свободное меандрирование, разветвление на рукава) устьевые зоны притоков характеризуются значительными горизонтальными деформациями и могут смещаться как вниз, так и вверх по течению, подчиняясь изменению положения русла основной реки. В таких случаях устья притоков имеют большую ширину.

Выявленные закономерности эволюции русел и их притоков на протяжении плейстоцена на участках долин с определенными геолого-геоморфологическими условиями позволяют прогнозировать тип, конфигурацию, положение палеорусел погребенных долин, к которым как правило приурочены основные запасы полезного компонента в россыпях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чалов Р.С. Историческое и палеорусловедение: предмет, методы исследований и роль в изучении рельефа // Геоморфология. 1996. № 4. С. 1–18.
2. Виноградова О.В., Сысоева С.М., Маорс Л.В. Морфология коренного ложа долин и ее влияние на особенности распределения золота в россыпях // Вестн. МГУ. Серия. 5. География. Деп. ВИНТИ № 529 от 29.10.1990.
3. Ламакин В.В. Об отклонении течения рек их притоками // Природа. 1951. № 6. С. 23–29.
4. Матвеев Б.Н. Морфология и геолого-геоморфологические факторы развития врезанных и свободных излучин: Автореф. дис. ... канд. географ. наук. М.: МГУ. 1985. 21 с.

Московский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
25.03.97

MORPHODYNAMIC TYPES AND EVOLUTION OF RIVER MOUTHS AT PATOMSKOYE UPLAND DURING PLEISTOCENE

O.V. VINOGRADOVA, L.V. MAORS

S u m m a r y

Morphodynamic types of mountain and semi-mountain river channels depend on complex of geologic-geomorphologic factors. The stability of the latter during several Pleistocene erosion cycles in those parts of river valleys, which have not undergone restructuring, has led to strong inheritance in the development of morphodynamic types of channels. The stability of tributary mouth zones and their evolution are controlled by morphodynamic type and lateral deformations of main river channel. The evolution of tributary mouths and their vicinity effects the morphology of the main river and confluence points.