

И.П.Карташов

ОСНОВНЫЕ
ЗАКОНОМЕРНОСТИ
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
РЕК ГОРНЫХ СТРАН

I. P. KARTASHOV

MAIN REGULARITIES OF THE GEOLOGICAL ACTIVITY OF RIVERS IN MOUNTAIN REGIONS

(AS SHOWN BY THE NORTH-EAST OF THE USSR)

Transaction, vol. 245



PUBLISHING OFFICE «NAUKA»
MOSCOW
1972

И. П. КАРТАШОВ

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЕК ГОРНЫХ СТРАН

(НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР)

Труды, вып. 245



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
МОСКВА
1972

**Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран
(на примере Северо-Востока СССР)**

Карташов И. П. М., «Наука», 1972 г.

Геологическая деятельность рек четко разделяется на три основные стадии — врезания, накопления аллювия и динамического равновесия — и две переходные — речной абразии (переход от врезания к равновесию) и сужения поймы (переход от накопления аллювия к равновесию).

В работе рассмотрены три аспекта геологической деятельности рек — формирование рельефа, аллювиальных отложений и россыпных месторождений полезных ископаемых; показана специфика этих процессов на каждой стадии развития рек.

Разработанная автором единая генетическая классификация флювиальных форм рельефа, аллювиальных отложений и россыпей отражает динамику развития этих образований и взаимосвязи между различными флювиальными геологическими процессами.

Редакционная коллегия:

академик А. В. ПЕИВЕ (главный редактор),

академик В. В. МЕННЕР, Т. Г. ПАВЛОВА, П. П. ТИМОФЕЕВ

Ответственный редактор

Е. В. ШАНЦЕР

Editorial Board:

Academician A. V. PEIVE (Editor-in-Chief)

Academician V. V. MENNER, T. G. PAVLOVA, P. P. TIMOFEEV

Responsible editor

E. V. SHANTSER

Карташов Измаил Павлович

**Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран
(на примере Северо-Востока СССР)**

Утверждено к печати

Ордена Трудового Красного Знамени Геологическим институтом

Редактор издательства И. М. Ерофеева

Художественный редактор В. Н. Тикунов

Художник Л. А. Грибов. Технический редактор О. Г. Ульянова

Сдано в набор 22/VI-72 г. Подписано к печати 16/X-72 г.

Формат 70×108^{1/16}. Бумага № 1. Усл. печ. л. 16,8

Уч.-изд. л. 17,0 Тираж 800 экз. Т-17702. Тип. зак. 817. Цена 2 р. 03 к.

Издательство «Наука», 103717 ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография издательства «Наука» 121099, Москва Г-99, Шубинский пер., 10

ПРЕДИСЛОВИЕ

Геологическая деятельность рек, так же как и всех других экзогенных агентов, проявляется в двух направлениях. С одной стороны, реки активно формируют и перестраивают поверхность Земли, не только образуя специфические флювиальные формы рельефа, но и определяя общую глубину его расчленения, от которой зависит энергия склоновых процессов. С другой стороны, они формируют рыхлые аллювиальные отложения и переносят огромные количества рыхлого материала из областей деструкции в области аккумуляции.

Таким образом, одни и те же флювиальные геологические процессы одновременно выступают и как рельефообразующие, и как породообразующие факторы. Этим обусловлено существование исключительно тесной взаимозависимости между рельефом и рыхлыми отложениями. Практически невозможно получить полноценные результаты, изучая лишь одну сторону геологической деятельности рек и не касаясь другой. Между тем ни в нашей, ни в зарубежной литературе почти не существует работ, уделяющих достаточное внимание этой взаимозависимости, работ, разбирающих одновременно и с более или менее одинаковой подробностью обе стороны геологической деятельности рек или других экзогенных агентов. Даже то внимание, которое уделено закономерностям формирования флювиального рельефа в известной монографии Е. В. Шанцера, посвященной аллювию равнинных рек (1951), нельзя считать достаточным, хотя и в этом отношении работа Е. В. Шанцера до сих пор остается одной из лучших. Исследования, касающиеся геоморфологических вопросов, заслуживают упрека в недостаточном внимании к другой стороне деятельности рек. В качестве примера можно сослаться на работу Н. И. Маккавеева «Русло реки и эрозия в ее бассейне» (1955), достоинства которой только увеличились бы, если бы особенности строения и формирования аллювия получили в ней более широкое освещение.

Едва ли не единственным примером работ, посвященных главным образом анализу связей между образованием флювиального рельефа и формированием аллювия и рассматривающих обе стороны геологической деятельности рек с одинаковой детальностью, может служить серия статей В. В. Ламакина (1947, 1948, 1950) о динамических фазах речных долин и аллювиальных отложений. Эти сравнительно небольшие по объему статьи по сути дела положили начало новому на-

правлению в изучении экзогенных геологических процессов, в изучении генетических особенностей рыхлых отложений и форм рельефа. К сожалению, успехи в дальнейшем развитии этого направления были довольно скромными — за прошедшее время лишь немногие работы (Басаликас, 1957; Карташов, 1958а, б, 1961б; Шанцер, 1961, 1966; и др.) касались проблемы динамических фаз рельефа и рыхлых отложений.

Эти обстоятельства определили замысел настоящей работы — ее основным содержанием является анализ взаимосвязей между рельефообразующей и породообразующей деятельностью рек. Фактический материал для этого анализа накапливался в течение многих лет работы по поискам, разведке и изучению россыпных месторождений золота на территориях Якутской АССР, Хабаровского края и Магаданской области, имеющих вполне определенные физико-географические особенности. В то же время большинство тех основных закономерностей геологической деятельности рек, которым посвящена работа, имеет самый общий характер и лишь в небольшой степени зависит от специфических особенностей физико-географической обстановки. Поэтому вопросы влияния этой специфической обстановки (главным образом орографии и климата) на флювиальные геологические процессы пришлось рассматривать отдельно — в специальных, сравнительно кратких разделах.

Поскольку основной темой работы является геологическая деятельность рек, приводимые в ней характеристики литологических особенностей не включают в себя, как правило, анализа минерального состава мелких фракций аллювия. Этот состав обусловлен преимущественно геологическим строением водосборных бассейнов рек и процессами гипергенеза, и его изменения в общем мало зависят от динамики развития рек. Процессы гравитационной сортировки, разумеется, влияют на минеральный состав аллювия, но они изучались в связи с процессами формирования россыпей, и это влияние рассматривалось только применительно к минералам, являющимся полезными ископаемыми этих россыпей, главным образом к золоту.

Первичная документация разведочных выработок имеет неравномерную детальность и далеко не всегда отличается высоким качеством. Поэтому фациальный анализ строения аллювия, основанный преимущественно на этой документации, обычно приходилось ограничивать выделением таких основных генетических подразделений, как русловой, пойменный и старичный аллювий, отказываясь от деления их на подчиненные подразделения. Для характеристики основных закономерностей строения аллювия такая детальность фациального анализа является вполне достаточной, тем более что в ходе этого анализа учитывались также и различия между динамическими фазами аллювия.

Здесь уместно затронуть один из многочисленных терминологических вопросов, возникающих, вероятно, перед каждым, кто так или иначе сталкивается с проблемой геологической деятельности рек. Е. В. Шанцер (1951) называл русловой, пойменный и старичный ал-

лювий «группами фаций», а подразделения подчиненного им таксономического ранга — отложения перекастов, приусловых валов, вторичных водоемов поймы и т. п. — «фациями». Вслед за ним эту терминологию приняли и многие другие исследователи (Чистяков, 1959; Лаврушин, 1961, 1963; Лазаренко, 1964; и др.). В то же время достаточно часто термин «фация» применяется и непосредственно к русловому, пойменному или старичному аллювию (Ламакин, 1947; Маккавеев, 1955; Горецкий, 1964; и др.). В последнее время Е. В. Шанцер предложил ввести свободное пользование термином «фация» и применять его к генетическим подразделениям различных таксономических рангов — в зависимости от детальности проводящегося фациального анализа. В таком толковании фацией можно считать и весь аллювий (одна из фаций континентальных отложений), и каждую из его литологических разновидностей. Может быть, именно такой подход к этому термину действительно является наиболее целесообразным, — во всяком случае Е. В. Шанцер очень убедительно продемонстрировал его преимущества. Однако в данной работе таксономическому соподчинению различных генетических подразделений аллювия уделено специальное внимание. Чтобы терминология была однообразной, значение термина «фация» пришлось ограничить и применять его к подразделениям только одного таксономического ранга, называя фациями русловой, пойменный и старичный аллювий — основные подразделения этого генетического типа.

Тесная связь всех проводившихся мною работ по изучению геологической деятельности рек с поисками, разведкой и изучением россыпей является причиной того, что вопросам формирования аллювиальных россыпей уделено сравнительно много внимания. Хотя эти вопросы по сути дела касаются только определенных деталей формирования аллювия, в этой работе они рассматриваются как самостоятельный, третий аспект общей проблемы установления закономерностей геологической деятельности рек.

И во время полевых работ по сбору фактического материала, и в ходе многочисленных камеральных исследований, результаты которых были использованы для основных выводов работы, и во время окончательной обработки материалов и подготовки этой работы я широко пользовался помощью многих геологов и геоморфологов, сотрудников трестов «Золоторазведка» и «Якутзолото», географического факультета МГУ, Геологоразведочного управления Дальстроя, преобразованного затем в Северо-Восточное геологическое управление, Якутского геологического управления, многочисленных приисковых управлений Магаданской области и Якутской АССР, Всесоюзного научно-исследовательского института редких металлов и золота (ВНИИ-1), Северо-восточного комплексного института Сибирского отделения АН СССР, Геологического института АН СССР и других организаций. Всем им я приношу свою искреннюю благодарность. Их помощь выражалась и в непосредственном участии в полевых и камеральных работах, и в предоставлении возможностей пользоваться чрезвычайно интересными материалами,

и в многочисленных обсуждениях положений этой работы, и в полезных советах и руководстве.

Особую благодарность я хотел бы выразить Е. В. Шанцеру. Внимательность, с которой он просматривал все варианты рукописи, огромное количество полученных от него советов и замечаний, научная терпимость, позволяющая ему признавать право на существование взглядов, отличающихся от его собственных,— все это делало его помощь в подготовке данной работы просто неоценимой.

ФЛЮВИАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И СТАДИИ РАЗВИТИЯ РЕК

Несмотря на то, что общие представления о геологической деятельности рек сложились уже давно, они все же лишены достаточной четкости, а это находит свое отражение и в научной и в учебной литературе. До сих пор между исследователями этой проблемы существует немало разногласий — как принципиальных, так и терминологических. Разногласия в формулировках мешают достижению взаимопонимания и иной раз являются причиной таких дискуссий, без которых легко можно было бы обойтись. В качестве примера терминологических расхождений можно сослаться на два термина — «пойма» и «терраса».

В данной работе поймами называются сложенные аллювием современные плоские днища долин, с обеих или с одной стороны примыкающие к руслу, находящиеся в сфере деятельности водного потока и активно перерабатываемые этим потоком в результате его горизонтальных перемещений. Согласно другому определению, поймами называются участки речных долин, затапливаемые во время паводков. Известно, что в ряде случаев паводки заливают не только днища долин, но и невысокие террасы. В то же время существует немало речных долин, днища которых хотя и перерабатываются водным потоком, но практически никогда не заливаются паводковыми водами. Таким образом, это второе определение имеет скорее гидролого-геоботанический смысл, чем геолого-геоморфологический.

Террасами большинство исследователей называют реликты пойм, превратившихся в результате врезания рек в ступени, поднятые над современными днищами долин. С этой точки зрения термин «пойменная терраса», нередко встречающийся в литературе, не имеет смысла, а термин «надпойменная терраса» является тавтологией. Не следует, очевидно, называть террасами те невысокие ступени пойм, которые возникают не в результате врезания рек, а в ходе их горизонтальных перемещений.

К сожалению, подобное отсутствие однозначных определений очень типично для всей проблемы геологической деятельности рек. Поэтому первая глава данной работы посвящена формулировкам определений флювиальных геологических процессов, характеристике тех особенностей, которые отличают их от других процессов, происходящих в реках, и описанию основных закономерностей их возникновения, развития и прекращения, определяющих стадийность развития рек.

Две категории флювиальных процессов

Наиболее важной стороной геологической деятельности рек — русловых водных потоков — является перенос ими рыхлого материала. Любая река независимо от стадии своего развития осуществляет в том

и в многочисленных обсуждениях положений этой работы, и в полезных советах и руководстве.

Особую благодарность я хотел бы выразить Е. В. Шанцеру. Внимательность, с которой он просматривал все варианты рукописи, огромное количество полученных от него советов и замечаний, научная терпимость, позволяющая ему признавать право на существование взглядов, отличающихся от его собственных,— все это делало его помощь в подготовке данной работы просто неоценимой.

ФЛЮВИАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И СТАДИИ РАЗВИТИЯ РЕК

Несмотря на то, что общие представления о геологической деятельности рек сложились уже давно, они все же лишены достаточной четкости, а это находит свое отражение и в научной и в учебной литературе. До сих пор между исследователями этой проблемы существует немало разногласий — как принципиальных, так и терминологических. Разногласия в формулировках мешают достижению взаимопонимания и иной раз являются причиной таких дискуссий, без которых легко можно было бы обойтись. В качестве примера терминологических расхождений можно сослаться на два термина — «пойма» и «терраса».

В данной работе поймами называются сложенные аллювием современные плоские днища долин, с обеих или с одной стороны примыкающие к руслу, находящиеся в сфере деятельности водного потока и активно перерабатываемые этим потоком в результате его горизонтальных перемещений. Согласно другому определению, поймами называются участки речных долин, затапливаемые во время паводков. Известно, что в ряде случаев паводки заливают не только днища долин, но и невысокие террасы. В то же время существует немало речных долин, днища которых хотя и перерабатываются водным потоком, но практически никогда не заливаются паводковыми водами. Таким образом, это второе определение имеет скорее гидролого-геоботанический смысл, чем геолого-геоморфологический.

Террасами большинство исследователей называют реликты пойм, превратившихся в результате врезания рек в ступени, поднятые над современными днищами долин. С этой точки зрения термин «пойменная терраса», нередко встречающийся в литературе, не имеет смысла, а термин «надпойменная терраса» является тавтологией. Не следует, очевидно, называть террасами те невысокие ступени пойм, которые возникают не в результате врезания рек, а в ходе их горизонтальных перемещений.

К сожалению, подобное отсутствие однозначных определений очень типично для всей проблемы геологической деятельности рек. Поэтому первая глава данной работы посвящена формулировкам определений флювиальных геологических процессов, характеристике тех особенностей, которые отличают их от других процессов, происходящих в реках, и описанию основных закономерностей их возникновения, развития и прекращения, определяющих стадийность развития рек.

Две категории флювиальных процессов

Наиболее важной стороной геологической деятельности рек — русловых водных потоков — является перенос ими рыхлого материала. Любая река независимо от стадии своего развития осуществляет в том

или ином виде этот перенос. Ни одну реку нельзя рассматривать как простой поток воды, каждая река — это поток воды и твердых наносов — рыхлого аллювиального материала.

Деятельность рек уже давно изучается с двух позиций — гидрологической и геологической, различающихся в основном масштабом времени. Гидрологи исследуют главным образом быстрые русловые процессы, поддающиеся непосредственным измерениям. Геологов и геоморфологов интересуют преимущественно результаты длительного развития рек, направленность которого практически неуловима непосредственными наблюдениями за русловыми процессами и хорошо видна только по самим этим результатам. Разумеется, применение метода актуализма требует известного объединения этих позиций и сопоставления результатов геологических и гидрологических наблюдений. В большинстве современных исследований геологической деятельности рек и результатов этой деятельности соответствующей интерпретации гидрологических данных уделено самое серьезное внимание. Особенно показательны в этом отношении среди исследований, выполненных в Советском Союзе, известная работа Н. И. Маккавеева «Русло реки и эрозия в ее бассейне» (1955), а среди зарубежных исследований — работы Л. Леопольда и его соавторов (Leopold, 1953; Leopold a. Mad-dock, 1953; Leopold a. o., 1964; и др.).

Однако, как справедливо отметил К. К. Марков (1948, стр. 181), «метод гидрологический и метод геоморфологический (или геологический. — И. К.) — дифференциальный и интегральный, частный и общий — оперируют величинами столь разного порядка, что это затрудняет сопоставление результатов». Эти «величины разного порядка» представляют собой по сути дела две различные категории флювиальных процессов.

Перенос реками рыхлого материала — это, кроме движения частиц данного материала, также и остановка движущихся частиц, и вовлечение в движение неподвижных. Непосредственные результаты вовлечения в движение неподвижных и остановки движущихся частиц — **размыв и отложение** — являются флювиальными процессами одного порядка. Размыв и отложение — постоянные и повсеместные процессы. Даже в одних и тех же сечениях самых различных рек они могут происходить, и очень часто происходят, одновременно. Одной из наиболее характерных особенностей этих процессов является их тенденция к взаимокompенсации. Еще в прошлом веке В. М. Лохтиным было установлено, что с изменением уровня воды в русле участки размыва и отложения меняются местами. В паводок размыв локализуется на плёсах, а отложение — на перекатах; в межень, наоборот, размыв происходит на перекатах, а отложение на плёсах. Участки размыва и отложения могут также меняться местами в результате смещения перекатов вниз по течению и блуждания русла по дну долины. Скорости процессов размыва и отложения очень велики — иногда речное дно может повышаться или понижаться со скоростью многих десятков сантиметров в час (Маккавеев, 1955, стр. 29).

Тенденция процессов размыва и отложения к взаимокompенсации, их постоянность и повсеместность, их большие скорости и быстрые смены одного другим — все эти свойства ясно показывают, что ни один из них сам по себе не является непосредственной причиной направленных изменений высоты земной поверхности в результате геологической деятельности рек. Только длительное преобладание одного из них над другим может привести к подобным изменениям, но такое преобладание должно, очевидно, рассматриваться как процесс другого порядка. Длительное преобладание размыва над отложением, ведущее к понижению уровня земной поверхности, — это процесс **врезания**,

а такое же длительное преобладание отложения над размывом — процесс накопления аллювия.

В отличие от постоянных и повсеместных процессов размыва и отложения врезание и накопление аллювия четко локализируются во времени и пространстве. Они охватывают определенные участки речных долин, проявляясь на них только в течение определенных промежутков времени. Скорость этих процессов, конечно, может колебаться в значительных пределах, однако можно смело утверждать, что, как правило, она чрезвычайно мала по сравнению со скоростями размыва и отложения. Из наблюдений над процессами врезания и накопления аллювия, проводившихся разными исследователями в различных речных долинах, можно заключить, что их скорость лишь изредка достигает нескольких сантиметров, максимум — немногих десятков сантиметров в год (Маккавеев, 1955, стр. 29—30).

Различие между этими двумя категориями флювиальных геологических процессов (размыв и отложение, с одной стороны, врезание и накопление аллювия — с другой), по меткому выражению Дж. Мэкина, «аналогично тому, которое метеорологи делают между погодой и климатом, и имеет такое же важное значение» (Maskin, 1948, стр. 478). Это различие, несомненно, должно быть отражено и в терминологии. Общий термин «русловые процессы» в его геологическом аспекте уже давно относится только к процессам размыва и отложения. Мне кажется удобным и целесообразным ограничить применение общего термина «флювиальные рельефообразующие процессы» врезанием, накоплением аллювия и состоянием динамического равновесия, которое, несомненно, стоит в одном ряду с этими процессами, само являясь процессом длительной взаимокомпенсации размыва и отложения. Этим ограничением будет подчеркнуто отсутствие обязательной непосредственной связи между русловыми геологическими процессами и основными изменениями рельефа — повышением или понижением уровня земной поверхности.

Разумеется, это терминологическое ограничение имеет довольно условный характер. Являясь составными частями рельефообразующих процессов, русловые геологические процессы принимают активное участие в формировании флювиального рельефа. Кроме того, сама граница между этими двумя категориями процессов нередко может быть проведена только условно. Возможны случаи, когда на участках врезания в течение длительного времени вообще не проявляется процесс отложения, а на участках накопления аллювия не проявляется процесс размыва. В таких случаях понятия «размыв» и «врезание», так же как и понятия «отложение» и «накопление аллювия», просто совпадают. Действуя одновременно в одних и тех же участках речных долин, процессы размыва и отложения могут и сами создавать такие формы флювиального рельефа, как плёсы, перекаты, русловые отмели и т. п. Под их непосредственным воздействием происходит миграция русла по дну долины, размывается и вновь формируется поверхность поймы. Разграничивая русловые процессы размыва и отложения и рельефообразующие процессы врезания и накопления аллювия, это непосредственное воздействие русловых процессов на флювиальные формы рельефа, конечно, нельзя исключать из рассмотрения. Но разделение флювиальных геологических процессов на две категории и противопоставление их друг другу необходимы для правильного понимания сущности геологической деятельности рек.

Формирование флювиального рельефа под непосредственным воздействием русловых процессов не имеет прямой связи с направленными изменениями высоты земной поверхности. Оно может происходить и чаще всего происходит «в рамках» состояния динамического равнове-

сия. Те изменения высоты земной поверхности, которые при этом происходят, очень быстро сменяются обратными и в конечном счете взаимокompенсируются. Однако следует особо подчеркнуть, что эти взаимокompенсирующиеся изменения, отражающие динамичность геологического (геоморфологического) равновесия речных долин, по своей амплитуде могут быть вполне соизмеримы с направленными изменениями высотного положения дна долины. Так, в результате размыва аллювия, слагающего пойму на равновесном участке долины, на месте ее поверхности может очень быстро оказаться дно реки; при этом изменение высоты земной поверхности даже в небольших речках может достигать нескольких метров; речные террасы, образованные в результате процесса врезания и имеющие высоту того же порядка, встречаются очень часто. В связи с этим непосредственные наблюдения за процессами размыва и отложения, даже многолетние, далеко не всегда позволяют решить вопрос о направленности флювиального рельефообразующего процесса. Не всегда в быстрых сложноритмичных чередованиях процессов размыва и отложения можно уловить преобладание одного над другим.

Принципиальное различие между двумя категориями флювиальных геологических процессов отмечалось и ранее как в нашей, так и в зарубежной литературе. Так, С. В. Калесник (1947, стр. 171) указывал, что «врезывание реки и глубинная эрозия — понятия не равнозначные; при наличии глубинной эрозии врезывания может и не быть, если развиты процессы, аннулирующие результат глубинной эрозии». Примерно то же самое утверждал и М. В. Пиотровский (1948, стр. 122—123): «Величина врезания есть алгебраическая сумма величин эрозии и аккумуляции... Отсюда видно, что термины „эрозия“ и „врезание“ необходимо строго различать. Употребление их в качестве синонимов ведет к путанице». Сошлюсь, кроме того, на уже цитировавшуюся статью Дж. Мэкина «Концепция равновесной реки» (Mackin, 1948). Эта небольшая, но исключительно содержательная работа, к сожалению, осталась почти неизвестной советским исследователям. Дж. Мэкин пишет: «Нет ни нужды, ни оправдания использованию терминов „aggrade“ или „degrade“ для описания кратковременных изменений в деятельности потока, то есть в качестве синонимов выражений „filling“ или „scouring“ (применительно к руслу) или более общих терминов „erosion“ и „deposition“» (Mackin, 1948, стр. 478) ¹.

В приведенных цитатах процесс размыва, называемый авторами эрозией, противопоставляется процессу врезания. К сожалению, необходимость такого противопоставления принимается во внимание далеко не всеми исследователями. Этому немало способствует и та терминологи-

¹ Приведенные в этой цитате термины, широко применяемые в англо-американской литературе, относящейся к геологической деятельности рек, нуждаются в специальных пояснениях. Весьма распространенные производные от термина «grade» по сути дела не имеют аналогий в русской терминологии. В применении к деятельности рек термин «grade» означает «равномерный уклон»; наиболее близким по смыслу, хотя и не буквальным, переводом термина «graded river», очевидно, будет «равновесная река». Наиболее точный смысловой перевод терминов «aggrade» и «aggradation» — «плавное увеличение уклона в результате повышения земной поверхности», а терминов «degrade» и «degradation» — «плавное уменьшение уклона в результате понижения земной поверхности». Эти термины относятся или, как обоснованно считает Дж. Мэкин, должны относиться к флювиальным рельефообразующим процессам: первые к процессу накопления аллювия, а вторые — к процессу врезания, для обозначения которого применяются также термины «trench» и «incise» (Mackin, 1948, стр. 478). Как видно из приведенной цитаты, термины «filling» (выполнение, заполнение), «scouring» (размыв), «erosion» (эрозия) и «deposition» (отложение) Дж. Мэкин считает правильным относить к русловым процессам размыва и отложения, а не к флювиальным рельефообразующим процессам. О различиях между термином «degrade» и терминами «trench» и «incise» в понимании Дж. Мэкина будет сказано ниже.

ческая путаница, на которую указывал М. В. Пиотровский. До сих пор эрозией называют и процесс размыва, и процесс врезания. Так, в отличие от авторов только что приведенных цитат Ю. А. Билибин (1938, стр. 147) говорит о «фазе глубинной эрозии, или фазе углубления долины», а по И. С. Шукину (1933, стр. 95), глубинная эрозия — это «врезание водотока в толщу пород вертикально». Можно встретить и такие определения термина «эрозия», которые позволяют толковать его и в том и в другом смысле. Примером этого может служить определение Н. И. Николаева, согласно которому эрозия — это «воздействие на породу ложа текучих вод потока (механическое действие струй воды), а также процессов коррозии, химической суффозии или растворения с переносом захваченного механически или растворенного минерального материала» (Николаев, 1956, стр. 107). Так же обстоит дело и с термином «аккумуляция». «Геологический словарь» (1955) определяет аккумуляцию как «накопление (разрядка моя.—И. К.) на поверхности суши или на дне водного бассейна минеральных веществ или органических остатков», т. е. как геологический рельефообразующий процесс, отмечая при этом, что аккумуляция может иметь различный генезис — эоловый, речной, ледниковый и т. п. В то же время в приведенной выше цитате из статьи М. В. Пиотровского термин «аккумуляция» выступает как синоним термина «отложение».

Совершенно очевидно, что, пользуясь этой терминологией без соответствующих оговорок, невозможно добиться взаимопонимания. Достаточно показательным примером этого может служить известное высказывание К. К. Маркова (1948, стр. 183) о том, что «глубинная, боковая эрозия и аккумуляция протекают не последовательно во времени (как часто утверждают наши учебники), а одновременно». Если здесь речь идет о флювиальных рельефообразующих процессах, то разве может один и тот же участок земной поверхности одновременно и понижаться, и повышаться? Если же имеются в виду процессы размыва и отложения, то для полемики с учебниками, очевидно, не остается оснований. Столь же трудно понять, какую эрозию имеет в виду К. К. Марков, когда говорит о том, что «река продолжает эродировать, пока она не образует предельного профиля» (Марков, 1948, стр. 186).

В условиях уже сложившейся практики пользования терминами мне кажется наиболее целесообразным применение терминов «эрозия» и «аккумуляция» к экзогенным геологическим процессам, связанным с деятельностью любых агентов, ограничивая, однако, это применение рельефообразующими процессами, вызывающими направленные изменения высоты земной поверхности. К постоянным и повсеместным процессам вовлечения в движение рыхлого материала и остановки движущихся частиц этого материала эти термины, таким образом, не должны применяться. Кроме того, термин «эрозия», в соответствии с практикой его применения в советской геолого-геоморфологической литературе, очевидно, следует применять не к любому понижению уровня земной поверхности экзогенными процессами, а только к понижению, концентрирующемуся линейно, рассматривая его как одну из разновидностей процесса деструкции.

Таким образом, синонимом обсужденного выше термина «врезание» должен быть термин «флювиальная эрозия», а термина «накопление аллювия» — «флювиальная аккумуляция». Принятая в данной работе и подробно охарактеризованная в данном разделе терминология отражает существование двух категорий флювиальных геологических процессов, к одной из которых относятся размыв и отложение, а к другой — врезание и накопление аллювия. Это позволяет избегать каких-либо недомолвок и таких формулировок, которые допускают возможность различного истолкования.

Геологическим (геоморфологическим) равновесием реки следует, очевидно, называть такое состояние, при котором в течение определенного отрезка времени, достаточно длительного для проявления процесса врезания или процесса накопления аллювия, под действием этой реки не происходит направленных изменений высоты земной поверхности. Процессы размыва и отложения при этом, очевидно, взаимокompенсируются, а изменения высоты поймы представляют собой лишь колебания возле одного и того же уровня.

Вопрос о возможности достижения реками такого состояния долгое время был предметом оживленной дискуссии. В последнее время эта дискуссия как будто затихла, но вряд ли можно рассчитывать на то, что причиной этого было успешное разрешение всех спорных вопросов и полное примирение противоположных позиций. Проблема геологического равновесия рек все еще требует специального изучения и обсуждения.

Представления о равновесии рек возникли, как известно, еще в XVIII в., однако и в наше время ряд исследователей (Макеев, 1941; Маккавеев, 1955; Kesseli, 1941; Wooldridge, 1951; и др.) высказывают сомнение в возможности его существования. С наибольшей резкостью отрицание возможности геологического равновесия рек сформулировано П. С. Макеевым (1941). Отмечая, что с любого участка любой реки постоянно выносятся рыхлый материал, он делает из этого вывод о постоянном размыве реками своего ложа и о постоянном врезании всех рек в подстилающие их породы. Неправильность взглядов П. С. Макеева, отрицающего не только равновесие, но и накопление аллювия, очевидна. Говоря о постоянном выносе реками рыхлого материала, он упускает из внимания поступление в реки рыхлого материала извне (со склонов междуречий). Между тем этот материал столь же постоянно поставляется рекам процессами склоновой денудации — гравитационным осыпанием и оползанием, солифлюкцией и деятельностью нерусловых водотоков. Действительно, процесс размыва постоянно происходит в каждой реке, на каждом ее участке. Но нельзя исключать из рассмотрения, как это делает П. С. Макеев, столь же постоянный процесс отложения.

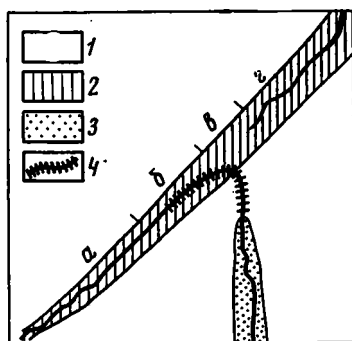
Труднее обнаружить неправильность представлений Н. И. Маккавеева (1955, стр. 188—190), который считает, что невозможность достижения реками состояния равновесия обусловлена «неравномерностью движения воды», и к тому же сосредоточивает огонь своей критики не столько на самом состоянии равновесия, сколько на концепции «профиля равновесия». В этом отношении его критику нельзя не признать справедливой, но на «профиле равновесия» удобнее будет остановиться несколько позже, разобравшись вначале с вопросом о возможности или невозможности существования геологического равновесия рек.

Участки рек, находящиеся в состоянии геологического равновесия, вовсе не представляют собой какого-то исключительного явления. Даже в горных районах они встречаются, как правило, чаще, чем участки, охваченные врезанием или накоплением аллювия. Бесспорное существование таких участков с особой наглядностью можно установить в местах недавних речных перехватов. Схема такого перехвата изображена на рис. 1. Участки, имеющие принципиально такое же геоморфологическое строение, встречаются достаточно часто и знакомы, вероятно, каждому геологу, работавшему в горных районах. Это делает ненужной ссылку на какой-либо конкретный перехват. Процесс врезания, вызвавший перехват, изображенный на рис. 1, успел распространиться вверх по течению и охватить нижнюю часть долины перехва-

ченного водотока, выработав в ней ущелье и превратив ее прежнюю пойму в террасы. Пойма верхней части перехваченного водотока, в пределы которой процесс врезания еще не распространился, сливается в один уровень с этими террасами и с днищем «обезглавленной» долины. В некоторых случаях единство этого долинного уровня бывает настолько совершенным, что перехват можно заметить только в непосредственной близости от него.

Рис. 1. Геоморфологическая схема речного перехвата

- 1 — денудационные склоны и вершины междуречий;
- 2 — пойма «обезглавленной» реки;
- а — перехваченный участок, еще не изменивший своей высоты;
- б — перехваченный участок, превращенный в террасы;
- в — отмерший участок, лишенный водотока;
- г — «обезглавленный» участок, не изменивший своей высоты;
- 3 — пойма реки-«перехватчика»;
- 4 — участок реки, продолжающий врезаться



Поскольку участок дна «обезглавленной» долины, полностью лишенный водотока, со времени перехвата не мог изменять своей высоты, то, очевидно, и сливающаяся с ним в единый уровень пойма верхней части перехваченной реки также не изменяла своей высоты, хотя водоток на ней продолжал существовать. Такое сохранение уровня земной поверхности на одном из участков речной долины в течение промежутка времени, достаточного для проявления процесса врезания на смежном участке, бесспорно, должно рассматриваться как геологическое (геоморфологическое) равновесие.

Конечно, микрорельеф поймы и русла на этом равновесном участке продолжал изменяться, русло перемещалось по пойме, а высота поймы то несколько снижалась за счет того, что ее сегменты, растущие на выпуклом берегу, вначале, как правило, были ниже размываемых, то несколько повышалась за счет накопления пойменного аллювия. Видимо, такие постоянные нарушения равновесия, толчко в сумме ведущие к сохранению высотного уровня земной поверхности, и мешают Н. И. Макавееву и другим исследователям, стоящим на тех же позициях, признать существование геологического равновесия рек. Приведенный здесь пример наглядно демонстрирует качественное отличие того состояния, которое называют равновесием, от процесса врезания и позволяет понять, что в такой же мере это состояние отличается и от накопления аллювия.

Очень многие исследователи, признававшие и признающие существование геологического равновесия рек, с давних времен рассматривали его как равновесие между силой реки и сопротивлением горных пород. Число работ, повторяющих эту формулировку, настолько велико, а сама эта формулировка настолько общеизвестна, что было бы совершенно излишним приводить здесь большое количество цитат, относящихся к этой проблеме. Ограничусь одной, заимствованной из исключительно популярной и во многих отношениях образцовой работы Е. В. Шанцера (1951, стр. 202): «Кривая равновесия — это только кривая, выражающая равнодействующую между силой эрозии деятельного потока, движущегося, повинувшись земному тяготению, и силой сопротивления горных пород лежа размыву, противостоящей эрозии».

Несмотря на свою распространенность, эта формулировка совершенно неверна. Хорошо известно, что даже самые небольшие ручьи способны прорезать самые прочные горные породы, если они достаточно долго на них воздействуют. Замедление процесса вряд ли можно приравнивать к его прекращению, как это делает Е. В. Шанцер не только в цитируемой работе, но и в своей последней монографии (1966, стр. 176—177): «Та кривая продольных уклонов, при которой размыв дна протекает слишком медленно, чтобы за геологически возможный срок существования долины привести к ощутимым геоморфологическим результатам, по существу говоря, выражает предельно возможную стадию развития. Ее с полным правом можно рассматривать как кривую равновесия...»

Если бы эти представления о равновесии были правильными, то следовало бы ожидать, что реки одинаковой водности достигали бы состояния равновесия на более прочных породах при более крутом уклоне, а на менее прочных — при менее крутом. В учебнике И. С. Щукина (1933, стр. 96) утверждается, что именно так и происходит в действительности. Однако это утверждение противоречит фактам. Пожалуй, впервые это было отмечено в уже цитируемой работе Дж. Мэкина, который, подводя итог своим наблюдениям за равновесными реками, установил, что «равновесные потоки пересекают пояса таких резко различных типов пород, как кварциты и глинистые сланцы, без изменения уклона на границах» (Mackin, 1948, стр. 491).

Несколько забегаая вперед, можно также заметить, что случаи длительной неизменности продольных профилей речных долин с руслом, соприкасающимся с коренными породами, названные Е. В. Шанцером (1966) «квази-абсолютным равновесием», не могут объясняться простым замедлением процесса врезания. При таком значительном замедлении врезания в реках обязательно формируется аллювий нормальной мощности, нижние горизонты которого — плотиковый аллювий (Карташов, 1957, 1958б, 1961б) — не позволяют водному потоку соприкасаться с коренными породами даже во время максимальных паводков. Причины возникновения плотикового аллювия и его характерные особенности будут обсуждены позже, здесь же нужно сказать, что его существование лишает всякого смысла дискуссию о возможности или невозможности равновесия между силой реки и сопротивлением пород. Условий для такого равновесия просто не существует в природе. «Квази-равновесие» в понимании Е. В. Шанцера можно представить себе только в условиях медленного увеличения уклона реки тектоническими движениями и обусловленного этим длительного врезания, ликвидирующего результат тектонических движений. Эта ситуация будет проанализирована в одной из следующих глав.

Геологическое равновесие речных долин обусловлено равновесием между размывом и отложением, которое в свою очередь определяется равновесием между количествами выносимого рекой и поступающего в нее материала. Если в течение определенного промежутка времени с какого-либо участка реки водным потоком будет вынесено столько же рыхлого материала, сколько поступило извне (со склонов между речий и с вышележащего участка), то размыв и отложение, очевидно, будут полностью взаимокompенсироваться, а река в это время не сможет ни врезаться в подстилающие ее породы, ни накапливать аллювий. Это состояние геологического равновесия в конечном счете зависит от равновесия между силой водного потока и интенсивностью процессов выветривания и денудации. Так как все эти величины постоянно и неравномерно изменяются, геологическое равновесие не статично. Оно может существовать только как процесс взаимокompенсации по-

стоянных сложноритмичных нарушений равновесия, как динамическое равновесие.

Несмотря на то что положение о геологическом равновесии рек как равновесии между выносом и поступлением рыхлого материала было сформулировано В. Дэвисом и А. Геттнером еще на рубеже XIX и XX столетий (Пиотровский, 1948), это положение не получило того общего признания, которого оно несомненно заслуживало. Правда, многие работы, и наши и зарубежные, содержат формулировки, повторяющие это положение (Билибин, 1938; Гаврилов, 1952; Калесник, 1947; Пиотровский, 1948; Шанцер, 1966; Culling, 1957a; Mackin, 1948; Strahler, 1952; и др.). Однако все они либо содержат противоречивые положения, не позволяющие однозначно понять точку зрения авторов, либо не учитывают ряда факторов, влияющих на развитие рек, и в конечном итоге приходят к неверным выводам. Показательны в этом отношении работы М. Д. Гаврилова и Дж. Мэкина, содержащие ошибочные концепции, несмотря на то что их основой является положение о непосредственной зависимости геологической деятельности рек только от соотношения между выносом и поступлением материала. М. Д. Гаврилов, анализируя это соотношение, названное им относительной нагрузкой потока (ОНП), не замечает качественных различий между двумя категориями флювиальных процессов, охарактеризованными выше. В результате он рассматривает геологическое (геоморфологическое) равновесие рек не как стадию развития, соизмеримую по времени своего проявления со стадиями врезания или накопления аллювия, а лишь как кратковременный переход от одного геологического процесса к другому. Дж. Мэкин не уделил в своей работе достаточного внимания особенностям строения аллювия равновесных рек, в результате чего среди его очень четких и в большинстве случаев совершенно правильных положений отсутствует положение о плотиковом аллювии и о его роли в развитии речных долин. В конце концов это привело его к принятию положения о «сдвигающемся равновесии» («shifting equilibrium»), которое является по сути дела лишь данью классическим построениям В. Дэвиса и ни в какой мере не подтверждается фактическим материалом. Более подробный разбор концепции «сдвигающегося равновесия» удобнее будет привести несколько позже, здесь же необходимо добавить, что существует еще очень много работ, вообще игнорирующих положение о зависимости деятельности рек от соотношения между поступающим и выносимым рыхлым материалом. Это является одной из самых главных причин серьезных ошибок в анализе геологической деятельности рек, ошибок, нередко перерастающих в широко распространенные заблуждения.

Еще одна из причин длительных разногласий по вопросу о геологическом равновесии речных долин — это методическая ошибка большинства работ, затрагивающих эту проблему, — стремление рассматривать не само равновесие и причины, его порождающие, а профиль равновесия и вообще изменения профилей рек. Условия, определяющие характер геологической деятельности рек, — уклон, водность, геолого-геоморфологическое строение междуречий, а для больших рек, пересекающих различные географические зоны, даже и климат — бывают различными в разных частях рек и изменяются, как правило, неравномерно. Поэтому очень часто на различных участках рек (особенно крупных рек) в одно и то же время протекают различные геологические процессы. Конечно, встречаются и реки, от истоков до устья равновесные или охваченные каким-либо одним геологическим процессом, но это скорее частные случаи, чем общее правило. Можно, конечно, называть «профилем равновесия» профиль какой-либо реки, равновесной от истоков до устья, но все представления об этом профиле,

как о такой правильной кривой, которую можно вычислить как функцию гидрологических особенностей реки (Јовановић, 1938; Иванов, 1951; Девдариани, 1963; и др.), действительно «лишены физического смысла» (Маккавеев, 1955, стр. 189).

Общеизвестно, что в подавляющем большинстве случаев продольные профили рек имеют вогнутую форму; как правило, в любой реке увеличение водности при продвижении вниз по течению сопровождается уменьшением уклона. Так как при составлении подобных профилей обычно пользуются очень мелким горизонтальным масштабом при значительно более крупном вертикальном масштабе, то все сравнительно мелкие, но существенные неровности сглаживаются и профили приобретают форму правильной кривой. Вогнутость этой кривой, очевидно, свидетельствует о том, что при продвижении вниз по течению увеличение водности, которая является одной из причин, определяющих вынос рекой рыхлого материала, происходит относительно быстрее, чем увеличение поступления рыхлого материала. Именно поэтому равновесие между выносом и поступлением рыхлого материала на более многоводных участках реки, лежащих ниже по течению, наступает при менее крутом уклоне. Из этого, однако, вовсе не следует, что уклон, при котором наступает равновесие, зависит только от водности рек. Несомненно, что прямое влияние на этот уклон оказывают все факторы, определяющие поступление рыхлого материала со склонов в долины,— геологическое строение междуречий, особенности их рельефа, климатические особенности, характер растительности и другие физико-географические условия.

Коэффициенты, применяемые в формулах профилей равновесия, по сути дела и учитывают до известной степени влияние этих факторов. Но путь подбора коэффициентов, позволяющих получать известную сходимость расчетных результатов с фактическими, без попыток осмыслить сущность основных взаимосвязей между явлениями, определяющими форму продольного профиля, вряд ли можно признать перспективным.

Баланс рыхлого материала

Соотношение между количествами рыхлого материала, выносимого рекой и поступающего в нее извне, названное мною балансом рыхлого материала (Карташов, 1957), определяет не только состояние динамического равновесия, но и вообще характер геологической деятельности рек — направленность этой деятельности. Так, при отрицательном балансе рыхлого материала (вынос больше поступления) происходит процесс врезания, а при положительном (поступление больше выноса) — процесс накопления аллювия. Таким образом, непосредственной причиной наступления и прекращения процессов врезания и накопления аллювия могут быть только изменения баланса рыхлого материала. Самые различные изменения физико-географических условий, вызывающие изменения баланса рыхлого материала, вызывают соответствующие изменения в характере геологической деятельности рек. В то же время изменения физико-географических условий, не влияющие на баланс рыхлого материала в речных долинах, не могут сказываться на геологической деятельности рек, даже если они на первый взгляд имеют непосредственное отношение к этой деятельности. Особенно ярким примером этого являются изменения уровня стоячих водоемов, принимающих в себя реки. Представления о том, что «повышения базиса эрозии» оказывают непосредственное и вполне определенное влияние на речные долины, вызывая в них наступление ак-

кумуляции (Шукин, 1933; Эдельштейн, 1947; и др.), все еще пользуются известной популярностью. В действительности повышение уровня озера или моря, принимающего в себя реки, вызывает уничтожение нижних течений этих рек и возникновение новых устьев, но не сказывается непосредственно на балансе рыхлого материала в незатопленных участках рек. Правда, в этих новых устьях может начаться процесс аккумуляции, связанный с ростом дельты. Этот процесс, распространяясь вверх по течению, конечно, быстрее захватит вышележащие участки рек, чем в том случае, если бы он распространялся от старого устья, но это явление все-таки нельзя считать непосредственным влиянием повышения уровня моря. Кроме того, в некоторых случаях повышение уровня моря или озера сопровождается абразией речных устьев, которая может вызвать не аккумуляцию, а врезание в вышележащих участках долин.

Е. В. Шанцер (1951, стр. 225), ссылаясь на данные М. А. Великанова (1946), считает, что гидравлический подпор устьев рек озерами или морями, повышающими свой уровень, может являться непосредственной причиной флювиальной аккумуляции. Мне кажется, что влияние этого подпора на устьевые участки следует рассматривать только в комплексе с другими факторами, воздействующими на эти участки. В частности, приустьевое распластывание паводка, которое Н. И. Макавеев (1955) считает одной из причин наступления врезания, может, по всей вероятности, полностью уничтожить влияние подпора. Нельзя сбрасывать со счета и вызываемые различными причинами колебания уровня водоема, принимающего реки, и характер вдольберегового потока наносов в этом водоеме. Видимо, только комплекс всех этих явлений, происходящих в устьях рек, оказывает определенное влияние на процессы в реках, либо препятствуя, либо способствуя росту дельты.

Влияние понижений уровня моря на флювиальные процессы также не является непосредственным и также может проявляться в разных направлениях. При понижении уровня водоемов, принимающих в себя реки, возникают новые участки суши, на которых реки наращивают свои нижние течения. Если уклон вновь возникшей суши будет больше уклонов прежних приустьевых участков рек, то баланс рыхлого материала на вновь образованных участках рек, очевидно, будет отрицательным и на этих участках начнется врезание. Если же суша будет обладать меньшим уклоном, чем прежние приустьевые участки, то это послужит причиной накопления аллювия вновь образованными участками рек. И тот и другой процессы будут постепенно захватывать вышележащие участки речных долин. Теоретически допустим и такой случай, когда уклоны вновь возникающих рек окажутся именно такими, которые необходимы для поддержания баланса рыхлого материала в равновесном состоянии. В этом случае понижение уровня моря или озера не вызовет в реках ни врезания, ни накопления аллювия.

Кроме изменений уровня водоемов, принимающих реки, и сопутствующих им или проявляющихся независимо процессов волноприбойной абразии берегов и роста дельт и других аккумулятивных форм рельефа побережий, изменяющих баланс рыхлого материала в устьевых участках рек, целый ряд других явлений может нарушать этот баланс в пределах самих речных долин — на участках различной протяженности. К таким явлениям относятся:

- а) тектонические движения, изменяющие уклоны рек;
- б) изменения климата, влияющие и на водность рек, и на интенсивность процессов выветривания и склоновой денудации;
- в) переработка речных долин ледниками, изменяющими уклоны этих долин как путем выпаживания аллювия и коренных пород ложа, так и путем аккумуляции ледниковых отложений;

г) извержения вулканов, иногда подпруживающие лавами и пеплами речные долины;

д) процессы развития рельефа, меняющие либо уклоны рек (перестройки речной сети), либо интенсивность склоновой денудации (выполживание склонов междуречий);

е) деятельность человека, сказывающаяся и на водности и уклонах рек (гидротехнические сооружения), и на интенсивности склоновой денудации (земледелие, вырубка леса и т. п.).

Среди этих явлений наиболее частыми причинами нарушений баланса рыхлого материала и соответствующих изменений в геологической деятельности рек, несомненно, являются тектонические движения и изменения климата. Вопрос о том, какой из этих двух факторов в большей степени влияет на флювиальные рельефообразующие процессы,— это предмет дискуссии, не прекращающейся уже много десятилетий. В настоящее время вряд ли найдется хоть один исследователь, отрицающий повсеместность тектонических движений и их существенную роль в геологическом развитии не только горных стран, но и равнин. Непосредственное влияние тектонических движений на жизнь рек ограничивается изменениями уклона рек. Это означает, что тектонические движения влияют только на одну составляющую баланса рыхлого материала — увеличивают или уменьшают вынос. Поэтому оценить характер влияния тектонических движений на развитие рек в общем нетрудно. Влияние изменений климата проявляется значительно более сложным путем, и именно в этом основная причина столь длительной дискуссии.

Влияние климата на флювиальные процессы

По своему внешнему облику флювиальные образования, возникающие в различных климатических условиях, довольно резко различаются. Чтобы охарактеризовать эти различия, достаточно сравнить текущие в песках реки пустынь с реками болотистой тундры или красноцветный, плотно сцементированный аллювий рек Средней Азии с насыщенным льдом аллювием рек Северо-Востока СССР. В то же время личные наблюдения позволяют мне утверждать, что основные особенности строения флювиальных форм рельефа и аллювиальных отложений не зависят от климатических условий. Практически одинаковые поймы, террасы, речные русла, береговые обрывы и другие флювиальные формы рельефа встречаются и в Европе, и на Чукотке, и в Средней Азии, и на Кубе. Аллювий во всех этих странах, столь различных по климату, состоит из одних и тех же фаций и динамических фаз. Более того, такая характерная литологическая особенность аллювия, как соотношение между крупным (валуны, галька, гравий) и мелким (песок, ил, глина) материалом, очевидно, зависит от климата в значительно меньшей степени, чем от принадлежности к той или иной фации или фазе и главным образом от геологического строения и рельефа междуречий.

Суровый климат Северо-Востока СССР и связанное с ним сплошное развитие многолетней мерзлоты обуславливают высокую активность криогенных процессов, широко взаимодействующих с флювиальными процессами. Наиболее наглядным выражением этого взаимодействия, по-видимому, являются такие формы рельефа, как наледные поляны — расширения речных пойм, возникающие под действием морозного выветривания на участках развития крупных наледей,— и речные русла, превращенные в цепочки мелких озер в результате вытаивания подземных льдов. Однако эти формы рельефа можно рассматривать как гетерогенные образования, уже не относящиеся непосредственно к флю-

виальному генетическому типу рельефа. Если же говорить о таком влиянии криогенных процессов на деятельность рек, которое не заходит настолько далеко, чтобы превращать флювиальные образования в гетерогенные, то, очевидно, в первую очередь нужно обращать внимание на характер поступления в реки рыхлого материала со склонов и на участие льда в строении аллювия.

Криосолифлюкция, широко развитая в районах распространения многолетней мерзлоты, резко увеличивает подвижность рыхлого материала на пологих склонах и, следовательно, увеличивает поступление этого материала в реки. Очевидно, при прочих равных условиях реки районов интенсивного развития криосолифлюкции достигают динамического равновесия при большем уклоне. Специфической особенностью процесса криосолифлюкции является его связь с особенностями микроклимата и, в частности, с экспозицией склонов. В районе сплошного развития многолетней мерзлоты криосолифлюкция, как правило, особенно активна на солнечных склонах. Большее количество рыхлого материала, поступающего с этих склонов, регулярно оттесняет реки к противоположным склонам и служит одной из наиболее распространенных причин асимметрии речных долин в подобных районах. Характерно, что в районах развития «островной» мерзлоты можно наблюдать совершенно противоположное влияние экспозиции склонов на асимметрию речных долин — солнечные склоны там бывают обычно крутыми, а теневые — пологими. Несомненно, это объясняется уничтожением многолетней мерзлоты на солнечных склонах, в результате чего криосолифлюкция выполаживает преимущественно теневые склоны.

Многолетняя мерзлота превращает рыхлые аллювиальные отложения в твердую монолитную породу, однако непосредственного влияния на флювиальные процессы это превращение оказывать не может. Даже самые небольшие ручьи, как правило, могут соприкасаться с мерзлыми отложениями лишь очень недолго, так как водные потоки очень быстро уничтожают мерзлоту в подстилающих отложениях. Даже в районах сплошной многолетней мерзлоты под речными руслами почти всегда залегают только талые отложения. Прямое влияние на ход рельефообразующих процессов в реках, несомненно, оказывает формирование различных ледяных включений в аллювии, тесно связанное с развитием многолетней мерзлоты.

Проблема формирования подземного льда детально изучается специальной отраслью геологических наук — геокриологией, и рассматривать ее более или менее подробно в данной работе означало бы слишком далеко уклоняться от основной темы. Достаточно подчеркнуть, что ледяные включения в аллювии особенно интенсивно формируются во время процесса накопления аллювия и что в аккумулятивных аллювиальных толщах, развитых в некоторых речных долинах Северо-Востока СССР, объем этих включений вполне соизмерим с объемом терригенного материала (рис. 2). Естественно, что, когда уровень земной поверхности повышается не только за счет накопления терригенного материала, но и за счет ледяных включений, скорость процесса аккумуляции значительно повышается. При прочих равных условиях аккумулярующие реки районов развития многолетней мерзлоты и интенсивного формирования подземного льда достигают равновесия быстрее, а из общего количества рыхлого материала, перемещаемого реками от областей деструкции к областям аккумуляции, в «резервуары» локальных констративных толщ «изымается» меньшее количество.

Деградация многолетней мерзлоты и вытаивание подземных льдов ведут к возникновению термокарстовых депрессий — аласов, которые можно рассматривать как криогенные формы рельефа, наложенные на флювиальные. Там, где термокарст проявляется под непосредственным

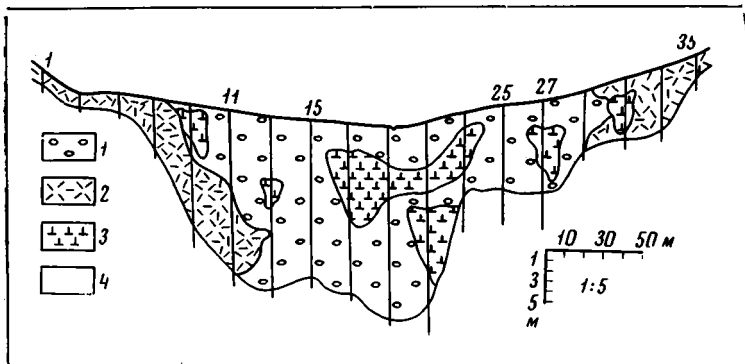


Рис. 2. Схематический геологический разрез поймы ручья Большого (бассейн Индигирки) по шурфлинии 4

1 — аллювий; 2 — коллювий; 3 — лед; 4 — коренные породы

действием тепла, приносимого водным потоком, возникают четковидные русла, которые, как уже говорилось, правильнее считать гетерогенными флювиально-криогенными формами рельефа. Этот процесс может происходить и без каких-либо климатических изменений — для его проявления совсем не нужно, чтобы многолетняя мерзлота деградировала.

Рассматривая влияние криогенных процессов на флювиальные, необходимо, однако, учитывать тот факт, что вытаивание подземных льдов из отложений, слагающих речные поймы, неизбежно понижает уровень этих пойм. Несомненно, такое понижение уровня поймы не может не нарушать баланс рыхлого материала. Результатом этого нарушения, очевидно, будет аккумуляция, компенсирующая понижение уровня поймы. Естественным, что агентом этой компенсационной аккумуляции может быть только та же река и что накопление аллювия на пойме независимо от причин, его вызвавших, — это флювиальный процесс «в чистом виде».

Вопрос о влиянии деградации подземных льдов на флювиальные рельефообразующие процессы относится уже к другому аспекту проблемы связи между климатом и деятельностью рек. Различные климатические условия могут быть причиной многих специфических особенностей строения образований флювиального генезиса, существенно влияя на обе составляющие баланса рыхлого материала. Однако в любых климатических условиях баланс рыхлого материала стремится выравниваться и в большинстве случаев достаточно быстро выравнивается. Климатически обусловленные нарушения баланса рыхлого материала, вызывающие изменения в направленности флювиальных рельефообразующих процессов, могут быть связаны только с изменениями климатических условий.

Наиболее известными представителями крайних точек зрения на проблему влияния изменений климата на флювиальные рельефообразующие процессы можно, по-видимому, считать Н. И. Маккавеева и Е. В. Шанцера. Н. И. Маккавеев (1955) отводит изменениям климата первое место среди факторов, влияющих на геологическую деятельность рек. По мнению Е. В. Шанцера, их влияние значительно уступает влиянию тектонических движений и «просто не поддается учету при современной методике исследований» (Шанцер, 1951, стр. 224). Это положение, как было подчеркнуто Е. В. Шанцером в одной из последних работ, конечно, не исключает полностью возможностей смены рельефообразующих процессов в реке «под влиянием изменения режима стока и режима наносов, т. е. факторов гидролого-климатического характера» (Шан-

пер, 1966, стр. 188). Примером «средней», в значительной мере ком-промиссной, точки зрения может служить позиция А. А. Асеева (1960), который отводит и климатическому и тектоническому факторам примерно одинаковую роль.

Дискуссия о том, какие факторы играют в жизни рек большую роль, — тектонические или климатические, вероятно, могла бы идти на более реалистичной основе, если бы среди геологов и геоморфологов не были так широко распространены чересчур прямолинейные и поэтому ошибочные суждения о характере воздействия изменений климата на флювиальные рельефообразующие процессы. Примеры таких суждений можно найти в той же работе А. А. Асеева (1960), полагающего, что возрастание суровости и континентальности климата действует на реки так же, как тектоническое опускание, — всегда вызывает в них аккумуляцию, а смягчение климата, подобно тектоническому поднятию, всегда вызывает врезание рек. Обоснование этих положений, по сути дела повторяющих известную концепцию Зергеля (Soergel, 1921), далеко не бесспорно. Достаточно сказать, что А. А. Асеев не приводит ни одного примера флювиального рельефообразующего процесса, обусловленного только изменениями климата, и поэтому при оценке роли климатического фактора не может абстрагироваться от влияния тектоники.

Не отрицая существования тех случаев, когда похолодания (особенно сопровождавшиеся развитием оледенения) действительно вызывали аккумуляцию в реках, я хочу привести конкретный пример их противоположного влияния, причем такой пример, в котором влияние тектоники можно считать практически исключенным.

В юго-восточной части Алданского нагорья (бассейн р. Учур), где я проводил полевые исследования с 1948 по 1953 г., в верховьях некоторых речек (Чульбю, Онньо, Правый Томптокан и др.) при продвижении вверх по течению мощность аллювия вначале увеличивается от 5—6 м до 10—15, а иногда и до 20 м, а затем резко падает — самые вершины этих потоков, как правило, охвачены врезанием. Реки на участках развития аллювия повышенной мощности либо равновесны, либо продолжают аккумуляцию — современного врезания в пределах этих участков не наблюдается (рис. 3). Геоморфологический анализ позволил установить, что во время последнего плейстоценового оледенения в самых верховьях всех водных потоков с таким строением аллювия существовали либо каровые леднички, либо миниатюрные языки, спускавшиеся с ледниковых шапок. В реках, располагавшихся в непосредственной близости, но не получавших ледникового питания (чаще всего это реки, истоки которых лежат на склонах южной экспозиции), мощность аллювия, слагающего поймы, не превышает 6 м. По всей вероятности, существование ледников было причиной неравномерного распределения воды между отдельными небольшими реками разной экспозиции. Сток рек, получавших талые ледниковые воды, резко увеличивался в какой-то степени за счет тех рек, куда эти воды не поступали, причем эта неравномерность стока сглаживалась уже на небольшом расстоянии от верховьев — при слиянии этих рек. В то же время возникновение небольших ледниковых шапок и каровых ледничков не вызывало существенного усиления процессов выветривания и склоновой денудации и совершенно не влияло на распределение между реками общего количества поступающего в них рыхлого материала. В результате этого в реках, увеличивших свою водность за счет ледникового питания, вынос рыхлого материала становился больше поступления, они врезались и уменьшали свой уклон. После стаяния ледников неравномерность стока ликвидировалась; водность рек, имевших ледниковое питание, уменьшалась; вынос рыхлого материала становился меньше поступления — в них наступал процесс накопления аллювия, который

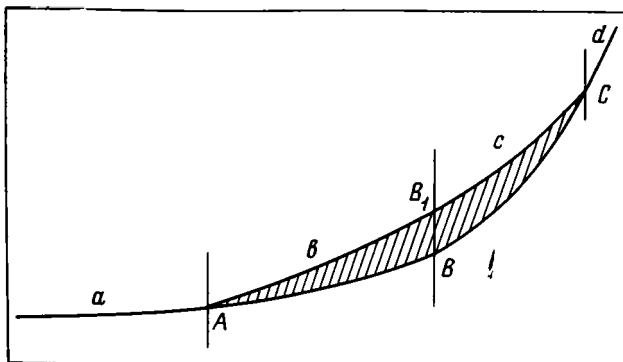


Рис. 3. Схематический продольный профиль верхних течений некоторых рек юго-восточной части Алданского нагорья

ABC — профиль пойм в конце последнего оледенения; *AB₁C* — современный профиль пойм (заштрихован аллювий повышенной мощности); *a* — участок, на котором водность рек во время оледенения не менялась; *b* — участок, углублявшийся и достигавший равновесия во время оледенения; *c* — участок, углублявшийся, но не достигавший равновесия; *d* — участок врезания, продолжающегося в настоящее время

компенсировал переуглубление этих долин, происходившее во время существования ледников. Таким образом, строение аллювия этих рек показывает, что увеличение суровости климата было причиной их врезания, а смягчение климата — причиной накопления аллювия. Характер территориальных взаимоотношений между реками с переуглубленными участками и реками с нормальной мощностью аллювия, характер рельефа междуречий, характер геологического строения всей этой территории не позволяют связывать эти особенности строения аллювия с неотектоникой. Характер современных флювиальных процессов на переуглубленных участках не оставляет сомнений в том, что формирование аллювия повышенной мощности, местами еще не завершившееся, происходило уже в послеледниковое время. Поэтому любая другая интерпретация фактических данных была бы просто неправдоподобной.

Примеры аналогичного влияния изменений климата вовсе не редки. Я приведу еще один, относящийся к совершенно другой физико-географической обстановке. В пределах Большого Бассейна Северной Америки плейстоценовые оледенения проявлялись в виде пльвиальных периодов. Р. Б. Моррисон отмечает, что «периоды максимального развития озер и ледников были также периодами максимального накопления аллювия» (Morrison, 1965, стр. 269). В то же время это положение справедливо не для всех рек Большого Бассейна. В той же работе приводятся сведения о том, что некоторые реки, соединявшие пльвиальные озера, интенсивно углубляли свои долины как раз во время оледенений (там же, стр. 273, 276 и др.), тогда как накопление аллювия на ряде участков происходило в межледниковые интервалы (там же, стр. 274 и др.)

Таким образом, вопреки представлениям А. А. Асеева, разделяющимся и другими исследователями (Горшков, 1966; Горшков, Минервин, 1966; Беспалый, Валпетер и др., 1969; и др.), одинаковые изменения климата в различных условиях могут привести к наступлению разных флювиальных процессов. Это, очевидно, объясняется тем, что в отличие от тектонических движений изменения климата, как правило, сказываются на обеих составляющих баланса рыхлого материала. Климатически обусловленные изменения водности рек и соответствующие изменения выноса рыхлого материала обязательно сопровождаются из-

менениями интенсивности выветривания и склоновой денудации, ведущими к изменениям в темпе поступления рыхлого материала. В результате этого одинаковые изменения климата могут вызывать различные нарушения баланса рыхлого материала.

Рассмотрим в качестве примера все возможные последствия понижения средней годовой температуры. В различных условиях это понижение температуры может сопровождаться и увеличением и уменьшением годового количества осадков и соответствующим изменением величины стока. Кроме того, как отмечает Е. В. Шанцер (1951), увеличение количества осадков, как правило, сопровождается «сглаживанием» паводковых пиков, а уменьшение — увеличением этих пиков. Е. В. Шанцер придает этому обстоятельству очень большое значение, указывая, что «река наиболее активна в паводок и поэтому именно в соответствии с паводковыми расходами она разрабатывает свою долину» (Шанцер, 1951, стр. 214).

Для рельефообразующих процессов решающее значение, очевидно, имеет суммарное количество материала, выносимого рекой за длительные (во всяком случае, многовековые) промежутки времени. Это суммарное количество определяется главным образом величиной стока, а различия в паводковых расходах вносят в него лишь некоторые коррективы. Видимо, при неизменной величине стока увеличение паводковых расходов приведет к некоторому увеличению выноса рыхлого материала, так как река сможет вовлечь в движение более крупный материал. Уменьшение паводковых расходов соответствующим образом несколько уменьшит вынос. Таким образом, характерные изменения гидрологического режима, сопровождающие изменения водности рек, могут только до известной степени компенсировать увеличение или уменьшение выноса рыхлого материала. Это обстоятельство в общем не меняет сущности дела — по всей вероятности понижение температуры может сопровождаться и увеличением и уменьшением выноса рыхлого материала. В некоторых случаях нарушения выноса рыхлого материала будут, по-видимому, настолько незначительны, что его можно будет считать неизменным.

В условиях понижения температуры интенсивность выветривания и склоновой денудации при любом изменении количества осадков, очевидно, может и уменьшаться, и увеличиваться, и оставаться практически неизменной. Так, в некоторых районах понижение температуры вызывает заметное усиление процессов криосолифлюкции и, следовательно, увеличит количество поступающего в реки рыхлого материала независимо от изменения количества осадков. Увеличение количества осадков в большинстве случаев, по-видимому, ведет к усилению плоскостного смыва — чем больше дождей и чем мощнее снеговой покров, тающий весной, тем интенсивнее плоскостной смыв. Но нельзя забывать и о том, что увеличение количества осадков ведет к развитию более пышного травяного покрова, а это может и ослабить плоскостной смыв. По-видимому, в различных физико-географических условиях склоновый смыв может по-разному реагировать на увеличение осадков: в одних случаях усиливаться, в других — ослабевать. Эти рассуждения справедливы и для оценки влияния уменьшения осадков.

Таким образом, понижение температуры может вызвать следующие изменения в реках, обладавших до этого равновесным балансом рыхлого материала.

1. Вынос рыхлого материала реками увеличится, а поступление его в реку останется неизменным или уменьшится — начнется врезание.

2. Вынос увеличится, но поступление увеличится тоже. При этом возможны различные соотношения между увеличившимся выносом и поступлением:

а) вынос увеличится больше, чем поступление,— начнется врезание;

б) поступление увеличится больше, чем вынос,— начнется накопление аллювия;

в) вынос и поступление увеличатся примерно одинаково — состояние динамического равновесия в реках сохранится.

3. Вынос уменьшится, а поступление останется неизменным или увеличится — начнется накопление аллювия.

4. Вынос уменьшится, но поступление уменьшится тоже. Возможны следующие соотношения между выносом и поступлением:

а) вынос уменьшится больше, чем поступление,— начнется накопление аллювия;

б) поступление уменьшится больше, чем вынос,— начнется врезание.

в) вынос и поступление уменьшатся примерно одинаково — состояние динамического равновесия в реках сохранится.

5. Вынос останется неизменным, а поступление уменьшится — начнется врезание.

6. Вынос останется неизменным, а поступление увеличится — начнется накопление аллювия.

7. Вынос и поступление останутся неизменными — состояние динамического равновесия в реках сохранится.

Я уже приводил примеры того, что одинаковые изменения климата вызывают наступление разных флювиальных процессов. Приведу еще два примера сохранения динамического равновесия в реках в условиях изменяющегося климата. Эти примеры, обнаруженные уже в самом начале целеустремленных палинологических исследований плотикового аллювия современных пойм, показывают, что такое сохранение динамического равновесия вовсе не является каким-то исключением из правил, а встречается довольно часто. Конечно, трудно допустить, что точное соответствие между климатически обусловленными изменениями выноса и поступления рыхлого материала встречалось часто. Но, по-видимому, для сохранения динамического равновесия, которому вообще свойственны некоторые колебания выноса и поступления, достаточно и приблизительного соответствия этих изменений.

Первым примером являются некоторые современные поймы западной Чукотки (Карташов, Орлова, 1963; Орлова, 1964). Судя по палинологическим характеристикам аллювия нормальной мощности, слагающего эти поймы, за время их существования, в течение последней стадии динамического равновесия, растительность западной Чукотки несколько раз существенно изменялась. Последовательность смены различных растительных сообществ (лесотундра — кустарниково-моховая тундра — каменистая тундра — кустарниково-моховая тундра — каменистая тундра) свидетельствует о том, что современным климатическим условиям предшествовали два заметных потепления, разделенных похолоданием, во время которого климат был не теплее современного. Потепления были весьма существенными — граница распространения лиственницы смещалась на север не менее чем на 300 км. З. В. Орлова считает, что последнее потепление соответствует среднеголоценовому климатическому оптимуму, а первое — каргинскому межледниковью. Не исключено, что эта интерпретация неверна, — первое потепление может соответствовать одному из межстадиалов сартанского оледенения. Я вернусь к этому вопросу в одной из следующих глав. Для рассматриваемого здесь вопроса геологический возраст аллювия не важен. Важно то, что потепления, отраженные в спорово-пыльцевых спектрах, не нарушали состояния динамического равновесия в изучавшихся З. В. Орловой долинах, о чем свидетельствует нормальная мощность аллювия пойм.

Второй пример сохранения равновесного состояния рек в условиях изменяющегося климата относится к другому району Северо-Востока СССР, расположенному в пределах зоны светлохвойной тайги. По данным А. В. Ложкина (1963, 1968), за время, прошедшее после того как был сформирован равновесный участок р. Большая Куобах-Бага (правый приток Индигирки), растительность изменялась в последовательности: кустарниково-моховая тундра — лесотундра — березово-ольховые леса с участием хвойных — лиственничное редколесье — лиственничные леса с кедровым стлаником. Согласно интерпретации А. В. Ложкина, нижний горизонт аллювия Большой Куобах-Баги относится к нижнему голоцену. Мне кажется, что с большим основанием его можно относить к концу последнего (сартанского) оледенения. Однако и в этом случае расхождение интерпретаций не меняет сущности дела — заметные изменения климата не нарушают состояния динамического равновесия в речных долинах.

Конечно, говоря о заметных изменениях климата, следует иметь в виду, что различия между ледниковыми и межледниковыми климатическими условиями на Северо-Востоке СССР не были настолько значительными, чтобы вызывать деградацию и повторное развитие многолетней мерзлоты. Как уже говорилось, деградация мерзлоты и вытаивание подземных льдов должны вызывать аккумуляцию на поймах даже и в том случае, если изменения обеих составляющих баланса рыхлого материала, непосредственно связанные с потеплением климата, полностью взаимокompенсируются.

Таким образом, определить характер влияния изменений климата на флювиальные рельефообразующие процессы действительно значительно труднее, чем характер влияния тектонических движений. Увеличение уклона реки всегда вызывает врезание, а уменьшение уклона — накопление аллювия. В отличие от тектонических движений одинаковые изменения климата могут вызывать разные флювиальные процессы, а могут и вообще не сказываться на геологической деятельности рек. Последнее особенно важно для оценки относительной роли тектонических и климатических факторов в жизни рек. Не только в горных странах, но и на равнинах тектонические причины флювиальных рельефообразующих процессов, по-видимому, занимают первое место. Это, конечно, не означает, что, анализируя историю формирования рельефа и особенно флювиального рельефа, климатические факторы можно не принимать во внимание. Нельзя только подменять анализ влияния этих факторов догматическими формулами «похолодание — накопление аллювия» и «потепление — врезание рек».

Изменения баланса рыхлого материала в ходе флювиальных рельефообразующих процессов

Флювиальные рельефообразующие процессы направленно изменяют высоту земной поверхности и, следовательно, уклон рек. В результате этого под их воздействием изменяется и баланс рыхлого материала. Таким образом, баланс рыхлого материала, нарушенный одним из перечисленных выше явлений, в дальнейшем изменяется уже под действием самого рельефообразующего процесса, вызванного этим нарушением. Правда, все такие явления, служащие «внешними причинами» нарушений баланса рыхлого материала, как правило не бывают мгновенными даже в геологическом масштабе времени. Поэтому в течение какого-то периода, иногда достаточно длительного, баланс рыхлого материала изменяется под совместным воздействием такой «внешней причины» и рельефообразующего процесса, вызванного этой причиной. С другой стороны, воздействие таких «внешних причин» не может быть

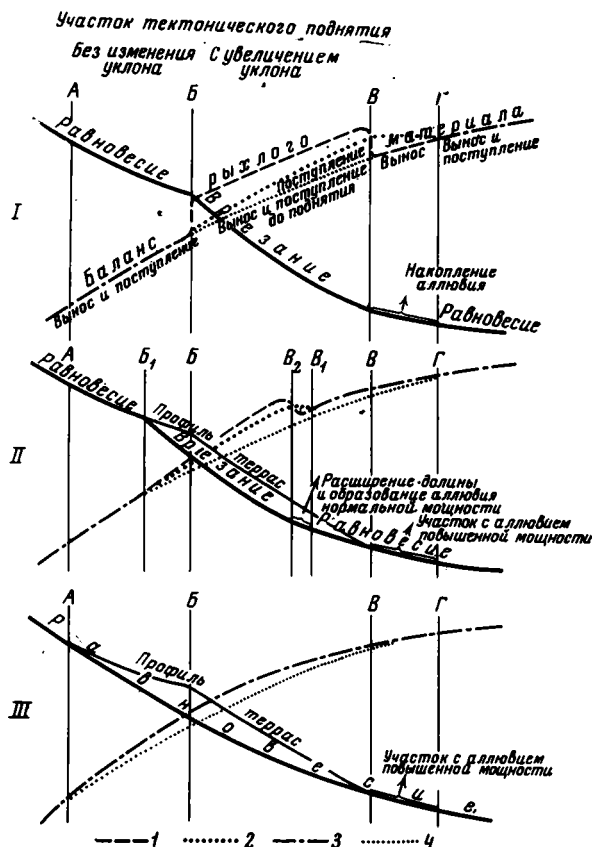


Рис. 4. Стадии развития процесса врезания

1 — количество выносимого рыхлого материала; 2 — количество поступающего материала; 3 — количество поступающего и выносимого материала при равновесном балансе рыхлого материала; 4 — количество поступающего и выносившегося материала при равновесном балансе, существовавшем до наступления врезания

и бесконечным, а при завершении «внешнего» воздействия изменения баланса рыхлого материала происходят уже под действием одних только рельефообразующих процессов. Для этого чтобы проанализировать эти изменения «в чистом виде», необходимо принимать явление, вызвавшее нарушение баланса рыхлого материала и наступление того или иного флювиального рельефообразующего процесса, уже завершённым. Соответствующие поправки, учитывающие различную продолжительность воздействия «внешних причин», можно вносить уже при более подробном рассмотрении процессов, проявляющихся в конкретной обстановке.

В качестве примера рассмотрим изменения уклонов и соответствующие изменения баланса рыхлого материала, происходящие в ходе процесса врезания, вызванного увеличением уклона на ограниченном участке речной долины в результате тектонической деформации — флексуриобразного изгиба (рис. 4). Врезающаяся река, естественно, понижает уровень земной поверхности. Так как нижняя точка участка, охваченного этим процессом (общая с нижележащим), не понижается, то врезание реки ведет к уменьшению уклона этого участка. Уменьшение уклона ведет к уменьшению скорости течения, в результате чего количество выносимого с врезающегося участка материала также уменьшается и отрицательный баланс рыхлого материала постепенно выравнивается.

Как только баланс рыхлого материала становится равновесным, исчезают физические условия для продолжения процесса и он сменяется состоянием динамического равновесия. Такое саморазвитие процесса врезания в динамическое равновесие раньше всего наступает, очевидно, на нижнем конце участка с нарушенным балансом рыхлого материала (отрезок BB_2 на рис. 4, II), где амплитуда врезания, необходимого для выработки уклона, обеспечивающего равновесный баланс рыхлого материала, меньше всего.

Прекращению врезания в самом нижнем конце участка с нарушенным балансом рыхлого материала способствует и тот факт, что на верхнем отрезке нижележащего неврезающегося участка (отрезок $BГ$) баланс рыхлого материала становится положительным, так как с врезающегося участка на нижележащий поступает больше рыхлого материала, чем до врезания. Аккумуляция на этом отрезке также уменьшает уклон нижней части врезающегося участка, она как бы складывается с врезанием и «гасит» его. Подобная «интерференция» врезания и аккумуляции проявляется, по-видимому, только локально, способствуя наступлению динамического равновесия лишь на самых нижних концах врезающихся участков — на их границе с теми участками, где процесс не наступал. «Гася» какую-то часть врезания, аккумуляция «гасится» и сама и выше по течению уже не распространяется.

По отношению к участку с ненарушенным балансом рыхлого материала, располагающемуся выше по течению, понижение уровня земной поверхности на врезающемся участке играет противоположную роль. Так как верхняя граница врезающегося участка одновременно является нижней границей примыкающего к нему сверху участка динамического равновесия, то понижение уровня земной поверхности на этой границе ведет к увеличению уклона вышележащего участка (отрезок BB_1 на рис. 4, II). Равновесный баланс рыхлого материала на этом вышележащем участке превращается в отрицательный — наступает процесс врезания. Таким образом, врезание распространяется вверх по течению и захватывает вышележащий равновесный участок. Нетрудно видеть, что все это саморазвитие процесса — прекращение врезания на нижнем конце охваченного им участка и распространение его на вышележащий участок — представляет собой постепенное перемещение врезающегося участка вверх по течению.

Если в этом примере заменить тектоническую деформацию, увеличивающую уклон, на уменьшающую уклон и соответственно — врезание на накопление аллювия, то, очевидно, все изменения уклона и баланса рыхлого материала будут представлять собой как бы зеркальное отражение изменений, происходящих в ходе процесса врезания. Более подробное описание этих изменений будет приведено в главе, посвященной стадии накопления аллювия. Здесь же достаточно отметить, что процесс накопления аллювия будет точно так же, как и процесс врезания, завершаться раньше всего на нижнем конце охваченного им участка и точно так же постепенно распространяться на вышележащий равновесный участок.

Таким образом, врезание или накопление аллювия, протекающие на каком-либо ограниченном участке реки, не могут не перемещаться вверх по течению. Эта закономерность, отмечавшаяся многими исследователями и подробно рассмотренная Ю. А. Билибиным (1938), проявляется во всех без исключения случаях. Даже там, где возникновение флювиальных рельефообразующих процессов обусловлено ростом локальных тектонических структур, границы которых служат естественными границами распространения этих процессов, и врезание и накопление аллювия перемещаются вверх по течению в пределах тех участков рек, которые пересекают локальные структуры. Механизм этого перемеще-

ния будет разобран на примере локальных поднятий в главе, посвященной стадии врезания.

В литературе, рассматривающей флювиальные процессы, нередко говорится о их «трансгрессивном» перемещении, о миграции вниз по течению (Шукин, 1933; Маккавеев, 1955; Былинский, 1958; и др.). В действительности такое перемещение может происходить лишь в специфических условиях, но и при этом оно не «отменяет» перемещения врезания или накопления аллювия вверх по течению. Единственным случаем распространения флювиальных рельефообразующих процессов вниз по течению в результате их саморазвития является рост дельт. Как будет показано в одной из следующих глав, процесс аккумуляции, идущий на дельтах, не сменяется состоянием динамического равновесия в ходе своего саморазвития. В то же время рост дельт, ведущий к распространению процесса аккумуляции вниз по течению, одновременно ведет и к тому, что эта аккумуляция распространяется вверх по течению — точно так же, как она распространялась бы вверх по течению от участка реки с уклоном, уменьшенным тектоническими движениями.

Флювиальные рельефообразующие процессы могут распространяться вниз по течению в тех случаях, когда нарушения баланса рыхлого материала, вызванные «внешними причинами», происходят сначала в верхних, а затем в средних и нижних течениях рек. Так, рост тектонической структуры может вызывать увеличение или уменьшение уклона реки именно в такой последовательности. Но такое распространение флювиальных процессов не имеет ничего общего с их перемещением в ходе саморазвития, рассматриваемым в данный момент. К тому же и в этих случаях рельефообразующий процесс, начавшийся на любом участке реки, мигрирует со временем вверх по течению. Врезание (или накопление аллювия) в верховьях речных систем в таких случаях начинается из-за нарушения баланса рыхлого материала в пределах этих верховьев, но в конце концов оно сменяется врезанием, непосредственной причиной которого является распространение этого процесса из низовьев.

Иногда рельефообразующий процесс идет с большей интенсивностью в верхнем конце участка с нарушенным балансом рыхлого материала. Особенно это характерно для участков рек с уменьшившимся уклоном, на которых аккумуляция в верхнем конце «отнимает» у водного потока значительную часть переносимого им рыхлого материала, уменьшает тем самым разницу между поступлением и выносом в нижнем конце участка и замедляет там аккумуляцию. Однако сама неравномерность скорости процесса накопления аллювия (или врезания) на участке с нарушенным балансом рыхлого материала служит причиной «саморегулирования» этой скорости. Если накопление аллювия идет быстрее в верхнем конце участка, то уклон потока здесь увеличивается по сравнению с нижним концом, соответственно увеличиваются вынос вверх и поступление вниз — разница в скорости процесса аккумуляции уменьшается до тех пор, пока эта скорость не станет более или менее одинаковой на всем протяжении аккумулярующего участка. По тому же принципу «саморегулируется» скорость процесса врезания, только изменения уклонов потока при этом являются как бы зеркальным отражением изменений, происходящих при «саморегулировании» аккумуляции. В ходе такого «саморегулирования» интенсивность флювиальных рельефообразующих процессов уменьшается в верхних концах участков рек с нарушенным балансом рыхлого материала и увеличивается в нижних концах. Эти изменения интенсивности процессов выглядят как постепенная миграция самих процессов вниз по течению, как их «трансгрессивное» перемещение. В действительности такого перемещения в этих случаях не происходит.

Иногда, говоря о «трансгрессивной» миграции флювиальных процессов, имеют в виду не рельефообразующие процессы, а процессы размыва и отложения. Известно, что плёсы и перекаты довольно часто смещаются вниз по течению рек. Пространственно связанные с ними процессы размыва и отложения также мигрируют при этом вниз по течению. Очевидно, такая миграция не имеет ничего общего со смещением процессов врезания и накопления аллювия, так как она может происходить внутри врезающихся, накапливающих аллювий и равновесных участков рек, совершенно не влияя на положение границ этих участков.

Изменения уклонов рек под действием флювиальных рельефообразующих процессов

Как показано в предыдущем разделе, любой флювиальный рельефообразующий процесс с течением времени неизбежно «саморазвивается» в состояние динамического равновесия. Причем причиной наступления равновесия на врезающихся участках служит уменьшение уклона в результате врезания, а на накапливающих аллювий — увеличение уклона в результате накопления аллювия. Однако эта простая формулировка не отражает всех изменений уклона, происходящих под действием флювиальных рельефообразующих процессов, и требует дополнений.

Механизм «саморегулирования» скорости рельефообразующих процессов рассматривался в предыдущем разделе применительно к случаю тектонической деформации, изменившей уклон какого-либо участка реки равномерно. Только в этом случае интенсивность процесса уменьшается от верхнего конца участка с нарушенным балансом рыхлого материала к нижнему. На участке с положительным балансом причиной этого является «разгрузка» потока от рыхлого материала, на участке с отрицательным балансом — поступление дополнительных количеств рыхлого материала, поставляемого самим процессом врезания.

Но тектонические деформации далеко не всегда изменяют уклоны рек равномерно. Поэтому скорость процессов врезания или накопления аллювия в начальных стадиях этих процессов может быть самой различной на разных отрезках деформированных участков. Процесс «саморегулирования» скорости рельефообразующих процессов проявляется и на таких участках, делая скорость врезания более или менее одинаковой на всем их протяжении. Очевидно, при этом уклон потока может изменяться в обоих направлениях на разных отрезках деформированных участков. Таким образом, начальная стадия любого рельефообразующего процесса на участках с деформированными тектоническими движениями уклонами заключается в том, что реки на этих участках приобретают уклон, обеспечивающий более или менее одинаковую скорость процесса на всем протяжении деформированных участков. В ходе этого «саморегулирования» скорости процесса уклоны рек могут изменяться в любом направлении — в зависимости от характера деформаций.

Когда рельефообразующий процесс начинается в результате его распространения из нижележащего участка реки, то изменения уклона потока вначале прямо противоположны изменениям уклона, ведущим к завершению процесса. Так, начинающееся врезание вначале увеличивает уклон участка, бывшего до этого равновесным (см. отрезок $ББ_1$ на рис. 4, II), а начинающееся накопление аллювия уменьшает этот уклон. Время, в течение которого процесс врезания увеличивает уклон, а процесс накопления аллювия уменьшает, можно рассматривать как начальную стадию процесса, стадию его развития, тогда как время, в течение которого врезание уменьшает уклон, а накопление аллю-

вия этот уклон увеличивает,— это уже завершающая стадия процесса, непосредственно предшествующая переходу к состоянию динамического равновесия. Очевидно, между этими стадиями не существует четкой границы, так как общая неравномерность флювиальных рельефообразующих процессов и зависимость их скорости от многих внешних факторов ведут к тому, что на каждом отдельно взятом отрезке охваченного процессом участка этот процесс то ускоряется, то замедляется.

Ускорение или замедление процесса немедленно проявляются в соответствующих изменениях уклона. Особенно заметны эти чередующиеся изменения уклона на врезающихся участках рек, где на скорость процесса оказывает влияние такой мощный фактор, как прочность горных пород. Допустим, что русло врезающейся реки в каком-то одном пункте достигло более прочных пород. Замедление врезания в этом пункте сразу же приведет к увеличению уклона на отрезке, лежащем ниже этого пункта, и к уменьшению уклона на вышележащем участке. На участках аккумуляции колебания уклона не так значительны, как на врезающихся, так как процесс накопления аллювия не зависит от прочности подстилающих реку горных пород. Однако и здесь они могут быть ощутимыми, так как и водность рек, и интенсивность склоновых процессов, определяющие баланс рыхлого материала,— это переменные величины, изменяющиеся в довольно широких пределах.

Таким образом, начальная и конечная стадии любого рельефообразующего процесса, начинающегося в результате распространения из нижележащего участка реки, могут быть разделены достаточно длительным периодом чередующихся разнонаправленных изменений уклона.

При оценке влияния тектонических деформаций на геологическую деятельность рек обычно употребляют формулу «поднятие — врезание рек, опускание — аккумуляция аллювия». Эта формула неточна. Непосредственное влияние на флювиальные процессы оказывают не поднятия и опускания, а изменения уклонов рек. В центральных частях крупных сводов или прогибов уклоны рек чаще всего изменяются незначительно. Тектонические деформации, существенно изменяющие уклоны рек, локализуются, как правило, на ограниченных участках. На этих участках наступают и вызванные ими рельефообразующие процессы, распространяясь впоследствии вверх по течению.

Направленные изменения водности рек и интенсивности склоновой денудации, обусловленные изменениями климата, постепенным выполаживанием склонов междуречий, хозяйственной деятельностью человека и т. п., проявляются на обширных территориях, воздействуя на целые речные системы. Однако обширных территорий с реками, охваченными одним и тем же рельефообразующим процессом, практически не встречается. Резкое преобладание какого-либо одного процесса в реках на более или менее значительной территории, как правило, бывает обусловлено исключительно активным неотектоническим режимом (преобладание врезания в реках молодых поднятий или аккумуляции в реках тектонических впадин), но и там оно не бывает абсолютным.

Нет никаких оснований считать современные физико-географические условия более стабильными, чем в прошлом. Баланс рыхлого материала современных водотоков не может не нести на себе следы недавних изменений физико-географических условий. Очевидно, нарушения баланса рыхлого материала, связанные с этими изменениями, проявляются прежде всего в определенных, ограниченных участках речных долин, вызывая наступление рельефообразующих процессов только на этих ограниченных участках. По всей вероятности, так же обстояло дело и в геологическом прошлом.

Это, по-видимому, объясняется общей неравномерностью всех физико-географических процессов, определяющих баланс рыхлого материала. Равновесный баланс рыхлого материала складывается из постоянных, но компенсирующих друг друга во времени нарушений баланса. Рельефообразующие процессы, очевидно, начинаются в первую очередь там, где общие направленные нарушения баланса рыхлого материала складываются с временными и локальными. На тех участках рек, где эти временные нарушения направлены в другую сторону, наступление процесса, очевидно, задерживается.

Разобранный выше механизм «саморегулирования» скорости рельефообразующих процессов также способствует их локализации на ограниченных участках рек. Так как при равномерном нарушении баланса рыхлого материала разница между выносом и поступлением постепенно уменьшается при продвижении вниз по течению, то в каком-то определенном пункте эта разница, очевидно, полностью исчезнет. Общее нарушение баланса рыхлого материала ниже этого пункта будет полностью компенсировано в случае процесса врезания за счет возникновения дополнительных количеств рыхлого материала из коренных пород, разрушаемых водным потоком, а в случае накопления аллювия — за счет «разгрузки» потока от переносимого им рыхлого материала в верховья речных систем.

Флювиальные рельефообразующие процессы, вызванные изменениями водности рек и темпа поступления в речные долины рыхлого материала со склонов, начинаются без изменения уклона, существовавшего ранее. Естественно, что процесс врезания уменьшает этот ранее существовавший уклон, а процесс накопления аллювия увеличивает. Это происходит до тех пор, пока баланс рыхлого материала не выравняется. Таким образом, в этих случаях рельефообразующие процессы не разделяются на начальную и конечную стадии. От начала и до конца процесса уклон реки направленно изменяется в одну сторону — уменьшается в ходе врезания и увеличивается в ходе накопления аллювия. Речь, разумеется, идет только о направленных изменениях уклонов, а не о тех временных колебаниях, которые обусловлены неравномерностью процессов и зависимостью их скорости от внешних факторов. Так, при врезании в породы разной прочности уменьшение уклона врезавшегося участка может местами сменяться на некоторое время увеличением уклона.

В чистом виде такие проявления процессов врезания и накопления аллювия, вызванных изменениями водности рек и темпа поступления рыхлого материала со склонов, будут свойственны только участкам их первоначальной локализации. За пределами этих участков, где наступление процесса запаздывает, будет проявляться и другая причина этого наступления — распространение процесса вверх по течению от участков его первоначальной локализации. При этом непосредственной причиной наступления процесса служит изменение уклона. Очевидно, развитие процесса при этом будет подчиняться тем закономерностям, которые свойственны таким случаям, — в процессе будут четко выделяться начальная и конечная стадии.

Последний из вопросов, относящихся к изменениям уклонов рек в ходе флювиальных рельефообразующих процессов, — это вопрос о различиях между уклонами, при которых равновесие в реках существовало до наступления флювиального рельефообразующего процесса и при которых оно снова наступает после завершения этого процесса. В литературе очень распространены представления о том, что в результате флювиальных рельефообразующих процессов, вызванных изменениями уклонов, реки только восстанавливают прежний уклон, что новое равновесие может наступить, «когда река вновь приобретет

свой прежний уклон» (Билибин, 1938, стр. 113). Однако из положения о балансе рыхлого материала следует, что эти представления ошибочны.

Процесс врезания ведет к увеличению высоты и крутизны междуречий и, следовательно, к увеличению количества поступающего с них рыхлого материала. На завершающих стадиях процесса врезания, когда река уменьшает свой уклон, врезание и уменьшение уклона будут продолжаться только до тех пор, пока вынос рыхлого материала не сравняется с поступлением. Так как река должна будет выносить большее количество материала, равновесие, очевидно, наступит при большем уклоне, чем тот, который существовал до наступления врезания. В результате этого врезание, распространяясь вверх по течению, будет постепенно уменьшать свою амплитуду и в конце концов сойдет на нет. Если река достаточно длинна, то врезание может и не дойти до ее верховьев, как это схематически показано на рис. 4, III.

Накопление аллювия, обусловленное изменением уклона реки, приводит к наступлению равновесия при меньшем уклоне, чем тот, который существовал до нарушения равновесия, и также «выклинивается» при продвижении вверх по течению. Погребение нижних частей склонов междуречий под аллювием повышенной мощности уменьшает высоту междуречий и их общую площадь. Обусловленное этим уменьшение количества рыхлого материала, поставляемого в реки склоновыми процессами, может показаться слишком незначительным для того, чтобы вызвать заметное уменьшение уклона, необходимого для наступления равновесия. Однако при накоплении мощных толщ аллювия в пределах целых речных систем общее уменьшение объема поступающего в реки рыхлого материала, очевидно, может достигать весьма существенных размеров.

Конечно, изложенные здесь представления о том, что после флювиального процесса, вызванного изменением уклона реки, равновесие наступает при уклоне, отличающемся от существовавшего ранее, основаны только на теоретических предпосылках. Случаи постепенного снижения высоты террас или выклинивания толщ аллювия повышенной мощности при продвижении вверх по течению встречаются очень часто. К сожалению, в настоящее время еще не разработаны такие методы исследования, которые позволяли бы уверенно исключать в таких случаях возможность влияния дифференцированных тектонических движений и рассматривать эти факты как доказательство правильности приведенных здесь положений.

Когда рельефообразующие процессы наступают из-за изменений водности рек или темпов поступления рыхлого материала со склонов, различия между уклонами, при которых равновесие существовало до их наступления и существует после их завершения, будут, очевидно, прямо противоположными. Врезание будет сменяться равновесием при меньшем уклоне, а накопление аллювия — при большем, чем тот, при котором эти процессы начинались.

Сводка изменений уклонов рек, происходящих в ходе флювиальных рельефообразующих процессов, вызванных разными причинами, приведена в табл. 1.

В ходе многочисленных дискуссий о проблеме изменений уклонов рек рельефообразующими процессами я убедился, что приведенные здесь положения вызывают энергичные возражения только у тех оппонентов, которые рассматривают изменения уклонов применительно к профилю реки в целом. При этом они считают, что обычная вогнутость продольного профиля в результате врезания увеличивается, а в результате накопления аллювия уменьшается. Такие построения, естественно, показывают, что в результате врезания уклон уменьшается только в

Таблица 1

Изменения уклонов рек под действием флювиальных рельефообразующих процессов

Причины наступления процесса	Процесс	Изменения уклона		Уклон, при котором наступает равновесие, по сравнению с уклоном до наступления процесса
		в начальной стадии процесса	в конечной стадии процесса	
Изменения уклона в результате тектонических деформаций	Врезание	Изменяется по-разному на разных отрезках деформированного участка (вырабатывается профиль, обеспечивающий одинаковую скорость процесса на всем протяжении участка)	Уменьшается	Больше
	Накопление аллювия		Увеличивается	Меньше
Распространение процесса из нижележащего участка реки	Врезание	Увеличивается	Уменьшается	Больше
	Накопление аллювия	Уменьшается	Увеличивается	Меньше
Изменения водности рек и (или) интенсивности выветривания и склоновой денудации	Врезание	Уменьшается		Меньше
	Накопление аллювия	Увеличивается		Больше

нижней части профиля, увеличиваясь в верхней, а в результате накопления аллювия — увеличивается в нижней части профиля и уменьшается в верхней. Эти абстрактные построения могут отражать реальную действительность лишь в том случае, если процесс формирования новых профилей завершен только в их нижних частях, а верхние части этих новых профилей продолжают перерабатываться процессом врезания или накопления аллювия. Иными словами, верхние части таких профилей отражают лишь начальные стадии рельефообразующих процессов. Этот пример, на мой взгляд, лишний раз показывает методическую ошибочность попыток анализировать форму продольных профилей рек в целом, абстрагируясь от анализа процессов, идущих на отдельных участках этих рек.

Переход от врезания к равновесию.**Формирование аллювия нормальной мощности**

При завершении процесса врезания, при переходе от врезания к равновесию, проявляется одно из наиболее ярких противоречий «саморазвития» флювиальных рельефообразующих процессов. С одной стороны, уменьшение уклона реки, свойственное конечной стадии процесса врезания, не может не вести к прекращению этого процесса; с другой, — врезание не может прекратиться до тех пор, пока водный поток соприкасается с породами ложа непосредственно или с помощью перемещаемого им рыхлого материала. В природе это противоречие разрешается очень просто — при переходе от врезания к равновесию в речных долинах формируется аллювий такой мощности, что его нижние горизонты не затрагиваются водным потоком даже в максимальные паводки и предохраняют коренное ложе реки от разрушения.

Ю. А. Билибин был, по-видимому, первым исследователем, отметившим это явление и давшим ему объяснение. Еще в 1938 г. он писал:

«Но как же происходит первоначальное заполнение долины речными наносами, теми наносами, которые лежат непосредственно на поверхности коренных пород?.. Трудно предположить, чтобы каждая горная страна после периода поднятия, вызывающего углубление долин, испытывала погружение, нужное для заполнения этих долин речными наносами. Ближайшее рассмотрение процесса показывает, что такое погружение горной страны совершенно не нужно...» (Билибин, 1938, стр. 141). Основными причинами формирования аллювия нормальной мощности — аллювия, образующегося при переходе от врезания к равновесию, — Ю. А. Билибин считал рост дельты и «удлинение течения реки благодаря образованию излучин».

Тот факт, что аллювий нормальной мощности, свойственный рекам в стадии динамического равновесия, включает в себя горизонт отложений, неподвижных даже в максимальные паводки, особенно четко проявлен в реках горных районов. В долинах равнинных рек этот нижний горизонт, названный мною «плотиковым аллювием»¹ (Карташов, 1957), имеет относительно малую мощность, и не удивительно, что многие исследователи либо не придавали ему принципиального значения, либо вообще не замечали его существования. Примерами этого могут служить представления В. В. Ламакина, который отмечал существование «мертвого» аллювия (Ламакин, 1948), полностью аналогичного плотиковому, но не считал, что его присутствие обязательно для всех равновесных участков речных долин; Е. В. Шанцера, по мнению которого «нижней границей возможной аккумуляции аллювия (на равновесных участках долин.— И. К.) является, очевидно, уровень дна реки» (Шанцер, 1951, стр. 206); Дж. Мэкина (Mackin, 1948) и У. Каллинга (Culling, 1957a, б, 1959), считавших, что, кроме глубинного врезания неравновесных участков рек, существует также качественно отличный от него процесс медленного углубления долины — процесс, названный Дж. Мэкином «смещающимся равновесием» («shifting equilibrium»).

Эта последняя концепция, в том или ином виде присутствующая в очень многих работах, начиная с классических трудов В. М. Дэвиса, заслуживает несколько более подробного разбора. Первоначальные представления, сводившиеся к тому, что реки, врезаясь, вначале создают выровненный («graded») или равновесный профиль, а затем плавно углубляют свои долины, вырабатывая так называемый предельный профиль равновесия, были несколько модифицированы Дж. Мэкином. По его мнению, равновесие, наступающее после врезания, может быть настолько полным, что никаких изменений уровня земной поверхности в сфере деятельности водного потока происходить не будет. В то же время он допускает возможность таких постепенных нарушений равновесия, с которыми река успевает «справляться», сохраняя свой профиль в «приблизительном соответствии» («approximate adjustment») с изменяющимися условиями. Если эти условия изменяются направленно, то река очень постепенно углубляет свою долину или, наоборот, повышает ее уровень. Это и есть «смещающееся равновесие», в понимании Дж. Мэкина (Mackin, 1948). Дж. Мэкин проводит и терминологическое различие между врезанием, вызванным резким нарушением равновесия, и врезанием в условиях «смещающегося равновесия», относя к первому термину «trench» и «incise», а ко второму — термин «degrade». Таким образом, он как бы выделяет еще одну категорию

¹ Плотиком (не плоти́ком!) в геологии россыпей называют коренное ложе россыпных концентраций. Значение этого термина целесообразно несколько расширить и отнести его к коренному ложу речных долин независимо от присутствия россыпей.

флювиальных геологических процессов, занимающую промежуточное положение между равновесием и «настоящим» врезанием¹.

Характеристика строения аллювия нормальной мощности, приведенная в работе Дж. Мэкина, почти полностью совпадает с той, которую несколько позже дал Е. В. Шанцер. Оба они не учитывают того, что на равновесных участках рек обязательно присутствует неподвижный плотиковый аллювий, залегающий ниже дна реки. Между тем присутствие плотикового аллювия исключает возможность существования «сдвигающегося равновесия». Если при достижении рекой равновесия обязательно формируется плотиковый аллювий, то «сдвигаться» в сторону углубления долины это равновесие, очевидно, не может, так как коренное ложе долины защищено этим слоем аллювия от какого-либо воздействия реки.

Существование неподвижного плотикового аллювия на равновесных участках речных долин — явление, хорошо известное всем геологам, изучавшим аллювий горных рек и россыпные месторождения полезных ископаемых, связанные с этим аллювием. Подавляющее большинство промышленных аллювиальных россыпей золота, платины, касситерита и других относительно тяжелых минералов концентрируется именно в этом слое аллювия. Наверное поэтому основоположник геологии россыпей Ю. А. Билибин был первым исследователем, показавшим, что нормальная мощность аллювия на равновесных участках рек горных районов значительно больше, чем «разность уровней среднего паводка и дна плёсов средней глубины» (Шанцер, 1951, стр. 213).

Довольно хорошим примером того, что определение нормальной мощности аллювия по способу Е. В. Шанцера неприменимо для рек горных районов, является попытка М. Д. Эльянова (1958) «усовершенствовать» этот способ. Убедившись, что «разность уровней среднего паводка и дна плёсов средней глубины» дает меньшие величины мощности аллювия, чем наблюдающиеся в действительности, М. Д. Эльянов предложил для определения нормальной мощности аллювия рек горных районов брать в расчет уровни не средних, а максимальных паводков (рис. 5). Средняя высота паводка и высота поймы обычно совпадают (Шанцер, 1951; Маккавеев, 1955; и др.), и, следовательно, верхняя граница аллювия нормальной мощности в определении Е. В. Шанцера совпадает с действительной. «Поправка» М. Д. Эльянова ведет к тому, что ни верхняя, ни нижняя границы принимаемого в расчет интервала не совпадают с действительными границами толщ аллювия. И тем не менее подсчеты, производившиеся М. Д. Эльяновым с этой «поправкой», показали лучшую сходимость с фактическими данными, чем подсчеты по способу Е. В. Шанцера (Эльянов, 1958). Хотя это и не говорит о пригодности метода подсчета нормальной мощности аллювия, предложенного М. Д. Эльяновым, но достаточно убедительно свидетельствует о том, что действительная нормальная мощность аллювия в горных районах всегда больше разности отметок поверхности поймы и дна плёсов (Карташов, 1960). Очевидно, эти подсчеты М. Д. Эльянова можно считать одним из доказательств существования на равновесных участках речных долин неподвижного плотикового аллювия.

Вернемся, однако, к вопросу о причинах формирования аллювия нормальной мощности. Одну из указывавшихся Ю. А. Билибиным причин — рост дельт, — очевидно, сразу же придется отбросить. Дело в том, что накопление аллювия, вызванное ростом дельты, продолжается до тех

¹ Для флювиальной аккумуляции Дж. Мэкин применяет один термин «aggrade», считая, что она происходит только в условиях «сдвигающегося равновесия» и что резкие нарушения равновесия «в сторону» аккумуляции ведут к возникновению озер и к замещению флювиальных процессов другими.

пор, пока идет этот рост, и в конечном итоге ведет к формированию мощных констративных толщ, никак не подходящих под определение аллювия нормальной мощности. Кроме того, рост дельты далеко не повсеместное явление. Существует очень много равновесных участков долин, в нижнем течении которых нет ни настоящих, ни «сухих», или внутренних, дельт.

Вторая из упоминавшихся Ю. А. Билибиным причин формирования аллювия нормальной мощности — «удлинение течения реки благодаря образованию излучин» (Билибин, 1938, стр. 142) — является, по-видимому, не только универсальной, но и наиболее важной. Увеличение длины русла, связанное с образованием излучин, особенно резко проявляется в конце процесса врезания. Оно ведет к скачкообразному уменьшению уклона, настолько резкому, что отрицательный баланс рыхлого материала, уже почти выровненный процессом врезания, минует равновесное состояние и становится положительным. Это, по-видимому, и является одной из основных причин формирования аллювия нормальной мощности.

Еще одна причина такого «скачка» является общей только для таких случаев, когда врезание наступает в результате резкого увеличения количества выносимого рыхлого материала на четко локализованных участках речных долин, иными словами, наступает в результате дифференцированных тектонических движений. Если на каком-либо участке реки тектонические движения увеличивают ее уклон и тем самым вызывают врезание, то это обязательно приводит к нарушению баланса рыхлого материала на участке, расположенном непосредственно ниже по

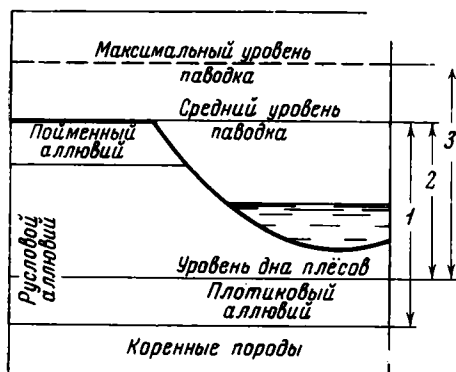


Рис. 5. Схема строения аллювия нормальной мощности

- 1 — действительная нормальная мощность аллювия;
- 2 — нормальная мощность аллювия, по определению Е. В. Шанцера (1951);
- 3 — нормальная мощность аллювия, по определению М. Д. Эльянова (1958)

течению. На этот участок будет поступать больше рыхлого материала, и там, естественно, начнется накопление аллювия. Этот процесс в соответствии с общими закономерностями развития флювиальных процессов будет смещаться вверх по течению, как бы «догоняя» идущий там процесс врезания. В результате этого вместо простого прекращения врезания будет происходить его смена процессом формирования аллювиальной толщи.

Таким образом, переход от процесса врезания к состоянию динамического равновесия не является простым затуханием врезания. Отрицательный баланс рыхлого материала сначала становится положительным и лишь затем приходит в равновесное состояние (рис. 6). Врезание сначала сменяется формированием аллювия нормальной мощности, и лишь после этого наступает динамическое равновесие.

Хотя механизмы формирования аллювия нормальной мощности и накопления аллювия повышенной мощности в принципе ничем не отличаются один от другого, между этими процессами нельзя, конечно,

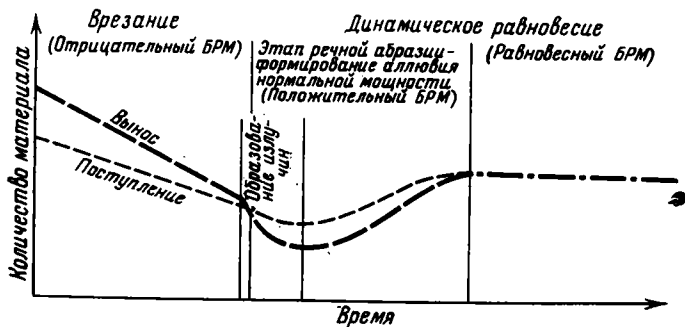


Рис. 6. Схема изменений баланса рыхлого материала при переходе от врезания к динамическому равновесию

ставить знак равенства. Формирование аллювия нормальной мощности — это обязательная стадия саморазвития процесса врезания, тогда как накопление аллювия повышенной мощности — это совершенно самостоятельный геологический процесс, наступление которого вызывается соответствующим изменением физико-географических условий. Мне кажется, что это различие должно находить четкое отражение и в терминологии. Термин «аккумуляция», очевидно, не следует применять к формированию аллювия нормальной мощности и тем более к формированию временных скоплений аллювия на врезающихся участках. Только при таком условии термин может сохранить ясный геологический и геоморфологический смысл. Мне также кажется целесообразным избегать термина «накопление» в применении к аллювию нормальной мощности, заменяя его терминами «формирование» и «образование».

Речная абразия

Подавляющее большинство исследователей единодушно считают, что расширение речных долин и формирование их плоских днш является результатом боковых перемещений водных потоков, которые активно подрезают склоны междуречий, примыкающие к днищам долин. Однако у этого, казалось бы, бесспорного положения есть и противники. Б. Тейтор (Tator, 1949, 1952), например, считает, что расширение речных долин обусловлено выветриванием и денудацией склонов междуречий, а выработка плоского коренного ложа долины связана с тем, что в результате сезонных колебаний уровня воды русло то заполняется наносами и занимает новое положение в пределах дна долины, то углубляется в коренные породы — каждый раз на новом месте и каждый раз примерно до одного и того же уровня. Дж. Мэкин (Maskin, 1953) на конкретных примерах показал несостоятельность концепции Б. Тейтора и доказал, что боковые перемещения водных потоков, происходящие в результате образования излучин, играют решающую роль как в расширении речных долин, так и в выработке их плоского коренного ложа.

В отношении другого вопроса, относящегося к этой проблеме, существуют более глубокие разногласия. Одни исследователи утверждают, что «боковая эрозия» происходит одновременно с глубинной (Марков, 1948; и др.), другие считают, что она является самостоятельной стадией развития реки, сменяющей во времени процесс врезания (Билибин, 1938; Шанцер, 1951; и др.). Мне кажется, что в этом вопросе, как и во многих других, касающихся геологической деятельности рек, одной из основных причин существования разногласий является известная неконкретность терминологии.

В самом деле, если «боковой эрозией» называть любые горизонтальные смещения русла независимо от их выражения в рельефе, то вряд ли можно оспаривать постоянность этого процесса. Мнение Е. В. Шанцера о том, что во время процесса врезания «при больших продольных скоростях и уклонах боковая эрозия не только относительно, но и абсолютно слабее, чем при малых уклонах и скоростях» (Шанцер, 1951, стр. 197), не кажется мне убедительным. Центробежная сила, действующая на любом изгибе русла и вызывающая смещение водотока в горизонтальном направлении, увеличивается при увеличении скорости течения. Идеально прямолинейных рек, как известно, не существует, и, по видимому, только в исключительных случаях русло реки может врезаться строго вертикально.

Если же термин «боковая эрозия» относить только к рельефообразующему процессу выработки плоского дна долины, то придется согласиться с тем, что на врезающихся участках рек этот процесс идти не может. Суммируя с вертикальным углублением, горизонтальные смещения русла будут вырабатывать более или менее крутой склон, а не плоское дно долины (Пиотровский, 1948, стр. 125). Лишь тогда, когда врезание замедлится настолько, что горизонтальная составляющая общего смещения русла станет намного больше вертикальной, а вырабатываемая их совместным действием поверхность настолько плоской, что река сможет образовывать на ней излучины, процесс расширения долины можно считать начавшимся.

Процесс врезания, как и любой флювиальный процесс, протекает неравномерно. Поэтому в отдельных пунктах врезающегося участка, где вертикальное углубление реки по каким-либо причинам временно замедляется, горизонтальные смещения русла могут вырабатывать плоское дно долины, «не дожидаясь» завершения процесса врезания. В ходе процесса накопления аллювия водные потоки нередко смещаются к склонам междуречий и подрезают их. При замедлении процесса аккумуляции этот боковой подмыв склонов реками также ведет к выработке горизонтальных поверхностей, к расширению дна долин. В течение стадии динамического равновесия водные потоки, как правило, перемещаются в пределах выработанного ранее дна долины, не соприкасаясь с коренными склонами междуречий. Однако исключения из этого правила — случаи подмыва коренных склонов равновесными реками и расширения дна долины во время стадии динамического равновесия — встречаются довольно часто.

Таким образом, выработка плоских дна долин путем подмыва коренных склонов междуречий реками, смещающимися в горизонтальном направлении, может происходить во время любой стадии развития реки. Однако очень часто при этом вырабатываются лишь незначительные фрагменты дна долин. Кроме того, время существования таких фрагментов, выработанных в результате замедления врезания или накопления аллювия, очень ограничено. И только при переходе от врезания к равновесию горизонтальные смещения водных потоков являются главным фактором рельефообразования. Именно в этот период они превращают узкую недоразвитую пойму стадии врезания в пойму «нормальной» ширины, характерную для стадии динамического равновесия. Одновременно с этим формируется аллювий нормальной мощности. Очевидно, этот переход от врезания к равновесию является таким этапом в развитии рек, который занимает вполне определенное положение в последовательности флювиальных рельефообразующих процессов.

Нужно сказать, что термин «расширение долины» недостаточно четко характеризует этот этап. Ширина долины — расстояние между ее склонами — может увеличиваться в течение любой стадии развития

реки. Если даже специально оговариваться, что этот термин относится к расширению днища долины, то и в этом случае нельзя забывать, что днище долины может расширяться и без подрезания рекой склонов междуречий или террас — в ходе накопления аллювия и «затопления» им нижних частей этих склонов. Пожалуй, наиболее удачным для обозначения этого переходного этапа в развитии рек является выразительный термин Ф. П. Саваренского (1939, стр. 76) «речная абразия»¹.

Когда саморазвитие процесса врезания ничем не нарушается, речная абразия является обязательным этапом в развитии речных долин. Однако в некоторых случаях процесс врезания прерывается резкими изменениями условий, ведущими к превращению отрицательного баланса рыхлого материала в положительный и к смене процесса врезания не равновесием, а накоплением аллювия. В таких случаях реки минуют этап речной абразии и вырабатывают погребенные каньоны (см. рис. 7, Б).

Переход от накопления аллювия к равновесию

Как отмечалось выше, саморазвитие процесса накопления аллювия, как и процесса врезания, ведет к обязательному наступлению состояния динамического равновесия. Хотя смену аккумуляции равновесием легко представить себе в виде простого прекращения аккумуляции, в действительности она, по всей вероятности, представляет собой как бы зеркальное отражение этапа речной абразии.

В настоящее время можно считать общепринятым положение о том, что рекам, переживающим стадию накопления аллювия, свойственна интенсивная фуракация русла. Н. И. Маккавеев, рассматривающий это явление как деградацию русловой формы потока, как «первый шаг» к превращению руслового потока в склоновый, отмечает, что «поток теряет русловую форму вследствие того, что гидравлический уклон становится большим, чем уклон местности» (Маккавеев, 1955, стр. 46). По-видимому, накопление аллювия, происходящее в первую очередь непосредственно в русле, как бы приподнимает это русло над поймой и делает уклон потока большим, чем уклон поверхности поймы. Особенно хорошо видна связь между процессом накопления аллювия и фуракацией русла в пределах конусов выноса и дельты.

Иногда ветвящееся русло, разбивающееся на рукава и протоки, можно встретить и на поймах, сложенных аллювием нормальной мощности. Эти случаи, очевидно, объясняются неравномерностью всех процессов, определяющих баланс рыхлого материала. Эта неравномерность может обуславливать временное преобладание отложения над размывом на отдельных участках равновесных рек и придавать им облик аккумулярующих. Точно так же на врезающихся реках встречаются участки временных расширений долины и скоплений аллювия, внешне совершенно сходные с поймами равновесных, а иногда и аккумулярующих участков рек. Вообще же ветвящееся русло можно считать одним из главных морфологических признаков процесса накопления аллювия²,

¹ Ранее я рассматривал процесс речной абразии как стадию развития рек, таксономически аналогичную стадиям врезания, накопления аллювия или равновесия. Однако Е. В. Шанцер, с которым я неоднократно обсуждал все положения этой работы, убедил меня в том, что весь переход от врезания к динамическому равновесию правильнее считать начальным этапом динамического равновесия, так как он протекает уже в условиях прекратившегося глубинного врезания.

² Ветвящееся русло характерно также для наледных полей, в пределах которых мощность отложений часто бывает незначительной. Однако наледные поляны относятся уже не к флювиальным, а к флювиально-криогенным образованиям.

так же как русло, меандрирующее по пойме, — одним из признаков состояния динамического равновесия.

Очевидно, переход от аккумуляции к состоянию динамического равновесия должен сопровождаться превращением ветвящегося русла в единое — как только накопление аллювия в рукавах и протоках перестает «стимулировать» фуркацию, один из этих рукавов, как правило, становится главным, а остальные отмирают. Участки речных долин, обладающие повышенной мощностью аллювия¹ и единым меандрирующим руслом, можно, по-видимому, рассматривать как участки завершенной аккумуляции, участки, где накопление аллювия уже сменилось равновесием. Во всех случаях, когда мы встречаем такое сочетание повышенной мощности аллювия и меандрирующего, а не ветвящегося русла, та часть днища, которая лежит в пределах меандрового пояса, бывает несколько углубленной по отношению к аккумулятивной поверхности, сохраняющейся за пределами меандрового пояса (рис. 7).

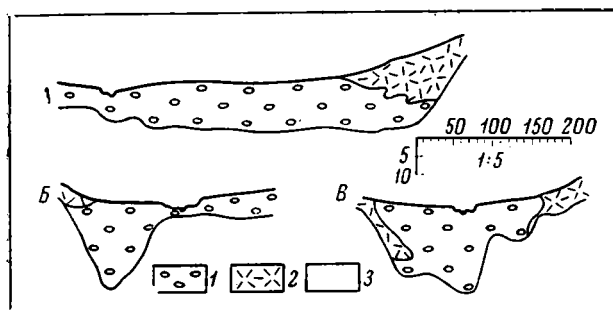


Рис. 7. Схематические геологические разрезы констративных пойм Северо-Востока СССР

А — ручей Кураны (левый приток одной из вершин Колымы — р. Берелеха);
Б — ручей Павлик (бассейн правого притока Колымы — р. Теньки);
В — ручей Большой (бассейн правого притока Индигирки — р. Неры).

1 — аллювий;
2 — коллювий;
3 — коренные породы

Аналогия напрашивается сама собой. Если для смены врезания состоянием равновесия необходимо формирование аллювия нормальной мощности и некоторое повышение уровня земной поверхности в сфере деятельности водного потока, то переход от накопления аллювия к равновесию, по-видимому, состоит в некотором углублении днища долины в пределах пояса меандр. Так как пояс меандр, являющийся поймой стадии равновесия, значительно уже всего днища долины, сформированного процессом аккумуляции, можно говорить о том, что в отличие от расширения днища долины, происходящего при переходе от врезания к равновесию, в этом случае происходит сужение днища долины.

Основной причиной существования этого этапа, для которого можно предложить название «э т а п с у ж е н и я п о й м ы», очевидно, является превращение ветвящегося русла в единое меандрирующее русло. Водный поток, сконцентрированный в едином русле, обладает значительно большей живой силой и способностью к переносу рыхлого материала, чем тот же поток, разделенный на рукава. Возникновение единого русла на месте многочисленных протоков и рукавов не может не увеличивать вынос рыхлого материала. Так как оно происходит в то время, когда процесс накопления аллювия близок к концу и положительный баланс рыхлого материала, определявший ход этого процесса, уже предельно близок к равновесному, то это скачкообразное увеличение выноса делает баланс рыхлого материала отрицательным. Лишь после некоторого углубления русла и выработки им несколько меньшего уклона наступает динамическое равновесие (рис. 8).

¹ Вопрос о границах между нормальной и повышенной мощностью аллювия будет рассмотрен ниже.

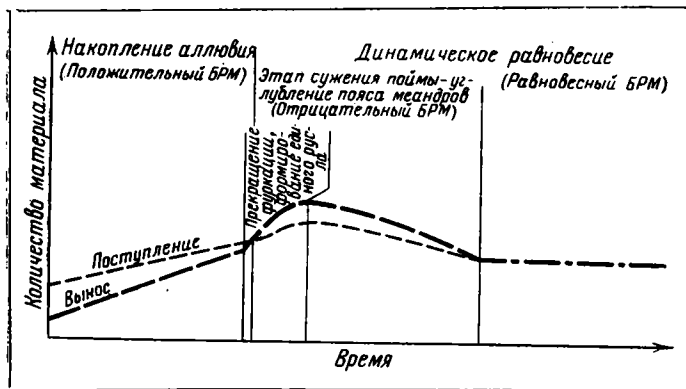


Рис. 8. Схема изменений баланса рыхлого материала при переходе от накопления аллювия к динамическому равновесию

Насколько мне известно, проблема перехода от накопления аллювия к динамическому равновесию и существования этапа сужения поймы, представляющего собой как бы зеркальное отражение этапа речной абразии, совершенно не обсуждалась в литературе. Естественно, что приведенные здесь краткая характеристика этого переходного этапа и объяснение причин его существования имеют предварительный характер. Хотя этот вопрос и не занимает исключительно важного места в общей проблеме геологической деятельности рек, он все же, несомненно, заслуживает более детального исследования.

Выравнивание рельефа и флювиальные процессы

Рельеф продолжает изменяться даже в условиях неизменности прочих физико-географических условий, причем эти изменения происходят сравнительно быстро в горных странах и замедляются по мере их постепенного превращения в денудационные почти-равнины (пенеплены). В последнее время широкую популярность приобрели представления о выработке денудационных почти-равнин (педипленов) путем отступления сохраняющих свою крутизну склонов «параллельно самим себе» (Пиотровский, 1961, 1964; King, 1953, 1962; и др.). Согласно этой концепции, для выработки поверхностей денудационного выравнивания вовсе не требуется какого-то периода относительной тектонической стабильности. Не вдаваясь здесь в критику концепции «педипланации», отмечу только, что, по моему мнению, она не отражает общих закономерностей развития рельефа. Я полностью согласен с исследователями, считающими, что выполаживание склонов и снижение междуречий путем их «снашивания сверху» в соответствии с классической концепцией Дэвиса является общей закономерностью, а сохранение крутизны склонов и их «параллельное» отступление свойственны лишь особым случаям, обусловленным геологической структурой или специфическими процессами деструкции (Воскресенский, 1956; Ганешин, 1964; Шанцер, 1965б; и др.).

Таким образом, более или менее длительная тектоническая стабильность ведет к выполаживанию рельефа. Климатические изменения могут ускорять или замедлять этот процесс, но, очевидно, никак не могут влиять на его направленность. Выполаживание рельефа, постепенное превращение горной страны в почти-равнину не может, конечно, не сказываться на балансе рыхлого материала в реках. Как же изменяется в этом случае баланс рыхлого материала и ведут ли эти изменения к нарушению динамического равновесия?

Снижение относительной высоты водоразделов и уменьшение крутизны их склонов, несомненно, существенно уменьшают интенсивность склоновой денудации и, следовательно, количество поступающего в реки рыхлого материала, при одновременном уменьшении его крупности. Однако эти изменения рельефа ведут не только к уменьшению поступления рыхлого материала, но и к уменьшению его выноса. Склоновый сток замедляется, потери на испарение увеличиваются, да и общее количество осадков в результате снижения высот может заметно уменьшаться. В результате всего этого уменьшается водность рек, а значит, уменьшается и количество выносимого ими рыхлого материала.

Таким образом, выполаживание рельефа в условиях относительной тектонической стабильности, подобно изменениям климата, влияет на обе составляющие баланса рыхлого материала, причем и вынос, и поступление всегда изменяются в одном и том же направлении — всегда уменьшаются. Тем не менее факты показывают, что в отличие от изменений климата выполаживание рельефа всегда ведет к однозначным нарушениям баланса рыхлого материала — всегда делает баланс отрицательным, вызывая наступление врезания. В этом нетрудно убедиться, сравнив уклоны равновесных рек, окруженных междуречьями разной высоты и крутизны.

В литературе еще можно встретить представления об уклоне равновесных рек как о какой-то постоянной величине. Упомянувшееся выше мнение о том, что реки, врезающиеся в результате тектонических поднятий, достигают равновесия при том же уклоне, который существовал до поднятий, — это только одна сторона этих представлений. Другая сторона представлена таким же мнением о речных долинах пенеплена. Так, Ю. А. Билибин (1938, стр. 150) считает, что «уровень речных долин — это то, что пенеплен получает от горной страны и сохраняет неизменным... Пенеплен — это равнина, орошаемая горными реками». Ошибочность этих представлений становится совершенно очевидной при первых же измерениях уклонов реальных рек.

Приведу в качестве примера результаты таких измерений по трем небольшим водотокам Северо-Востока СССР. Ручей Инга (левый приток р. Нерючи, впадающей слева в одну из вершин Колымы — р. Кулу) окружен междуречьями, высота которых над днищами долин составляет 300—400 м; междуречья, окаймляющие ручей Фролыч (левый приток р. Чай-Урья, впадающей справа в одну из вершин Колымы — р. Берелех), поднимаются над днищами долин на 200—300 м; в вершине р. Дырын (левый приток р. Березовки, впадающей справа в Колыму на севере Юкагирского плоскогорья) междуречья поднимаются над днищами долин на 100—200 м. Все три водотока обладают водосборными бассейнами примерно одинаковой величины (40—50 км²), лежащими в пределах распространения осадочных пород верхоянского комплекса, и примерно одинаковой водностью. На участках, где измерялись уклоны, все они, несомненно, находятся в стадии динамического равновесия, морфологическими признаками которой служат перестративные поймы «нормальной» ширины (400—500 м) и единое русло с хорошо развитыми меандрами. Для ручьев Инга и Фролыч этот факт подтверждается разведочными данными, показывающими, что их поймы сложены аллювием нормальной мощности (4—8 м), разделяющимся на субстративную (плотиковый аллювий) и перестративную фазы (в вершине р. Дырын разведочные работы не производились). Уклоны измерялись на протяжении 4—5 км нижнего течения каждого водотока (на р. Дырын в расчет бралась только ее вершина — до того пункта, где площадь ее водосбора становится примерно равной площадям водосбора ручьев Инга и Фролыч). Уклон ручья Инга составляет 20 м/км, ручья Фролыч — 16 м/км, вершины р. Дырын — 7,5 м/км.

Еще более резкие различия между уклонами можно наблюдать у самых небольших равновесных ручьев. Очень показательны в этом отношении два левых притока Колымы, впадающие в нее выше и ниже пос. Суксукан на расстоянии всего около 25 км один от другого. Они обладают одинаковой площадью водосбора (около 15 км²), но долина одного из них, пересекающего центральную часть небольшого горного массива, углублена по отношению к водораздельным вершинам на 300—400 м, другого, стекающего с северных предгорьев того же массива, — только на 100—200 м. Уклон первого (в нижнем течении) составляет около 40 м/км, второго (тоже в нижнем течении) — около 10 м/км.

Конечно, нельзя гарантировать, что водность всех сравнивавшихся рек и ручьев и прочность горных пород, слагающих их бассейны, совершенно одинаковы. Но различия между ними, бесспорно, не настолько велики, чтобы быть причиной таких резких различий между уклонами. Очевидно, уклоны, при которых в реках наступает равновесие, при прочих равных условиях зависят от общего характера рельефа. Чем больше гористость рельефа, чем больше глубина его расчленения, тем больше эти уклоны. Отсюда следует, что выполаживание рельефа в условиях относительной тектонической стабильности обязательно сопровождается уменьшением уклонов рек. Уменьшать свой уклон в этих условиях реки могут только путем врезания. Очевидно, уменьшение количества поступающего в реки рыхлого материала и уменьшение его крупности, происходящие в ходе выполаживания рельефа, сказываются на балансе рыхлого материала в большей степени, чем одновременное уменьшение водности рек и сопутствующие ему изменения паводкового режима.

Общеизвестно, что превращение горной страны в пенеплен — очень длительный процесс, занимающий миллионы и даже десятки миллионов лет, тогда как процесс врезания саморазвивается в состоянии динамического равновесия настолько быстро, что равновесные реки широко распространены даже в горных странах, тектонический режим которых весьма далек от стабильности. Очевидно, снижение междуречий и постепенное выполаживание их склонов не может сопровождаться столь же постепенным и медленным процессом врезания в реках. Приведенные выше примеры показывают, что даже такие изменения общего характера рельефа, которые нельзя назвать кардинальными, ведут к заметным изменениям уклонов равновесных рек. По сути дела все эти примеры относятся к среднегорному рельефу, и, если бы мы сравнивали реки высокогорья и равнин, контраст между уклонами равновесных рек, очевидно, был бы еще значительнее. По-видимому, превращение горной страны в пенеплен сопровождается многократными сменами врезания и состояния равновесия. Постепенно накапливающиеся медленные изменения баланса рыхлого материала на какой-то стадии вызывают качественные изменения — равновесие сменяется врезанием, которое в свою очередь довольно быстро саморазвивается в состояние равновесия, наступающее уже при меньшем уклоне, и это чередование равновесия и врезания повторяется много раз.

Таким образом, превращение горной страны в денудационную почти-равнину (пенеплен) в условиях относительной тектонической стабильности — это сложный и противоречивый процесс. Денудационные процессы, постоянно выполаживая склоны междуречий, стремятся снивелировать рельеф к уровню речных долин. Но этот уровень тоже не остается неизменным. Время от времени равновесие в речных долинах сменяется врезанием, реки углубляют свои долины, уменьшая их уклон, а выполаживающийся рельеф во время этих врезаний развивается в другом направлении, делаясь на какое-то время более расчлененным.

Формирование пенеплена — выравнивание рельефа процессами деструкции — не может не сопровождаться континентальной аккумуляцией на периферии пенеплена. Даже в тех случаях, когда подвергающаяся выравниванию горная страна со всех сторон окружена морем, в условиях тектонической стабильности рано или поздно на ее периферии обязательно возникнет зона аккумулятивного рельефа. Выносимый реками рыхлый материал вначале может уноситься от их устьев волновыми процессами и течениями в зону подводной аккумуляции, но эта зона по мере накопления поступающего в нее материала будет постепенно расширяться и рано или поздно достигнет приустьевых участков. В результате этого начнется рост дельт — подводная морская аккумуляция сменится континентальной. Флювиальная аккумуляция, начинающаяся в пределах дельт, распространяется вверх по рекам точно так же, как она распространялась бы от участков рек, уклон которых был уменьшен тектоническими движениями. Как отмечалось выше (см. табл. 1), накопление аллювия, распространяющееся вверх по течению рек, сменяется равновесием при уклоне, меньшем, чем тот, который существовал до наступления аккумуляции.

Таким образом, зоны аккумуляции, возникающие на периферии формирующихся пенепленов, окруженных морем, растут не только за счет появления новой суши на месте моря, но и за счет наступания на зоны деструкции. Такое же наступание зон аккумуляции на зоны деструкции, очевидно, происходит и в тех случаях, когда формирующийся пенеплен с самого начала бывает окружен не морем, а аккумулятивными равнинами. Долины рек являются основными путями продвижения процессов аккумуляции в зону деструкции, по которым граница между областями деструкции и аккумуляции смещается наиболее активно. Поэтому постепенное выполаживание уклонов рек горной страны, подвергающейся выравниванию в условиях тектонической стабильности, только в их верхних течениях происходит путем неоднократных врезаний. В нижних течениях этих рек, на периферии формирующегося пенеплена, происходит накопление аллювия, также ведущее к выполаживанию их продольных профилей.

Нужно сказать, что изложенные выше представления о развитии флювиальных процессов в ходе выравнивания рельефа при неизменности остальных физико-географических условий и в первую очередь при относительной тектонической стабильности являются пока что чисто теоретическими. В настоящее время далеко не всегда удается установить причину наступления того или иного врезания, и мы практически не знаем признаков, которые могли бы свидетельствовать о том, что данное врезание обусловлено выполаживанием склонов, а не другими причинами. Это не дает возможности изучать взаимоотношения между выравниванием рельефа и развитием флювиальных процессов на конкретных примерах. В результате на целый ряд вопросов, возникающих при рассмотрении этой проблемы, пока еще трудно дать даже предварительный ответ. Приведу некоторые из этих вопросов.

Выполаживание склонов происходит одновременно на больших территориях и протекает, очевидно, неравномерно. Врезания, обусловленные этим выполаживанием склонов, бесспорно, не могут охватывать одновременно все эти территории и, следовательно, должны локализоваться на каких-то ограниченных участках в пределах территорий, охваченных выравниванием рельефа. Как локализуются эти врезания, какие факторы определяют протяженность и местоположение участков их локализации?

Выполаживание склонов и уменьшение количества поступающего в реки рыхлого материала происходят постепенно, а процесс врезания скачкообразно сменяет состояние динамического равновесия. Каким

образом накапливаются эти количественные изменения и при каких условиях происходит скачок от равновесия к врезанию? Какова продолжительность периодов, в течение которых состояние равновесия в речных долинах может сохраняться, несмотря на продолжающееся выколаживание склонов?¹

На формирующемся пенеплене редукция речной сети, проявляющаяся в отрицании верховьев ручьев и рек, должна сочетаться с периодическими врезаниями, амплитуда которых увеличивается по направлению к верховьям речных систем. Как осуществляется это противоречивое сочетание?

На периферии формирующегося пенеплена возникают аккумулятивные равнины, отложения которых перекрывают сниженные денудацией междуречья. Однако вверх по речным долинам аккумуляция, очевидно, продвигается значительно дальше этой основной границы между аккумулятивной и деструктивной почти-равнинами, заходя в пределы участков, окаймленных междуречьями, продолжающими снижаться под действием склоновой денудации. Как сочетаются между собой воздействия на баланс рыхлого материала, связанные с распространением аккумуляции вверх по течению (стремящиеся сделать баланс положительным) и связанные с постепенным выколаживанием склонов (стремящиеся сделать его отрицательным)?

Несмотря на наличие этих и многих других нерешенных вопросов, интерпретация всех известных в настоящее время фактов с позиций положения о зависимости геологической деятельности рек от баланса рыхлого материала позволяет считать, что развитие флювиальных процессов в областях продолжающегося выравнивания рельефа идет в соответствии с приведенной здесь схемой.

Флювиальные рельефообразующие процессы как стадии развития рек

В советской геолого-геоморфологической литературе еще недавно были довольно широко распространены представления о том, что врезание, равновесие и накопление аллювия являются последовательными стадиями развития рек, сменяющими одна другую именно в таком порядке. Мнение о непреложности такой последовательности развития подчеркивалось заимствованными у В. М. Дэвиса терминами «юность», «зрелость» и «дряхлость», применявшимися (а иногда применяющимися и сейчас) к этим стадиям.

Положение о зависимости геологической деятельности рек от баланса рыхлого материала заставляет отвергнуть эти представления. Изложенный в предыдущих разделах материал показывает, что, хотя случаи последовательной смены врезания равновесием, а равновесия аккумуляцией могут встречаться довольно часто, они вовсе не представляют собой непреложной закономерности и не могут считаться типичными «циклами развития» рек. Основной закономерностью раз-

¹ Эту продолжительность можно определить по максимальному возрасту плотикового аллювия равновесных пойм в районах относительной тектонической стабильности. В настоящее время таких определений возраста известно еще очень немного. Самый древний плотиковый аллювий известен в долинах западной Чукотки, где его возраст предположительно составляет около 30 тыс. лет (Карташов, Орлова, 1963). Эти данные, впрочем, вряд ли можно использовать для теоретических выводов. С одной стороны, эта датировка основана только на палинологических данных, и в действительности плотиковый аллювий западной Чукотки может оказаться более молодым. С другой стороны, дальнейшие исследования могут встретить в основаниях современных пойм и более древний плотиковый аллювий, тем более что западную Чукотку вряд ли можно считать районом длительной тектонической стабильности.

вития рек является их «стремление» к состоянию равновесия. И врезание, и накопление аллювия в реке саморазвиваются в состояние динамического равновесия, а это состояние сменяется либо врезанием, либо накоплением аллювия, чаще всего из-за каких-либо изменений физико-географических условий и соответствующего нарушения баланса рыхлого материала. В тех случаях, когда развитие рельефа идет в условиях относительной неизменности физико-географической обстановки, состояние динамического равновесия саморазвивается в различные флювиальные процессы в разных частях речных систем. В верхних течениях рек оно сменяется врезанием из-за выполаживания склонов и уменьшения количества поступающего в реки рыхлого материала. В нижних течениях — накоплением аллювия из-за роста дельт.

Переходы от врезания и от накопления аллювия к состоянию равновесия представлены промежуточными этапами развития — речной абразией (переход от врезания к равновесию) и сужением поймы (переход от накопления к равновесию). Для завершения процессов врезания и накопления аллювия эти переходные этапы совершенно обязательны, но следует иметь в виду, что процессы врезания и накопления аллювия не всегда «успевают» прийти к своему завершению. Нередко резкие изменения физико-географических условий приводят к тому, что процесс врезания непосредственно сменяется накоплением аллювия, а процесс накопления аллювия — врезанием. Состояние динамического равновесия и переходные стадии в этих случаях просто выпадают из общего хода развития.

Переходные этапы развития рек резко отличаются от процессов врезания и накопления аллювия. Во-первых, они не связаны в своем возникновении с какими-либо изменениями физико-географических условий, обязательно наступая в ходе саморазвития рельефообразующих процессов. Во-вторых, в геологическом масштабе времени они представляют собой сравнительно кратковременные эпизоды. Наконец, в-третьих, с ними не связано возникновение специфических, только им свойственных форм рельефа — во время этих стадий формируются поймы равновесных участков речных долин, продолжающие существовать в течение последующих стадий динамического равновесия. Поэтому если рассматривать врезание, накопление аллювия и динамическое равновесие как основные стадии развития рек, придавая термину «стадия» определенное таксономическое значение, то речную абразию и сужение поймы можно считать только «субстадиями» — начальными этапами стадии динамического равновесия.

Таким образом, основные стадии развития рек — врезание, накопление аллювия и динамическое равновесие — могут сменяться в самой различной последовательности. Среди них нельзя выделить ни начальных, ни конечных стадий. Очевидно, и термины «юность», «зрелость» и «дряхлость» в применении к развитию рек лишены смысла. Сам В. М. Дэвис ввел эти термины для обозначения стадий «географического цикла» — превращения горной страны в денудационную равнину, и только в таком применении они не вызывают возражений. «Циклы» развития рек (в тех случаях, когда это развитие действительно циклично) несоизмеримы по продолжительности с «географическими циклами» в понимании В. М. Дэвиса — один «цикл» пенепленизации может включать в себя множество «эрозионных циклов».

Классификация процессов врезания и накопления аллювия и состояния динамического равновесия как основных стадий развития рек определяет порядок изложения материала — основные главы работы посвящены последовательно стадиям врезания, накопления аллювия и динамического равновесия. Переходные этапы развития («субстадии») рассматриваются как начальные этапы стадии динамического равно-

весия, наступающего либо после врезания, либо после накопления аллювия. Соответственно и характеристики этих «субстадий» приведены в главе, посвященной динамическому равновесию.

Стадии развития рек и динамические фазы аллювия

Различия в литологических особенностях, характере залегания и мощности, позволившие Е. В. Шанцеру (1951) разделить аллювий на русловую, пойменную и старичную фации (группы фаций), определяются различиями в механизме переноса материала и в обстановке отложения. Материал русловых отложений переносится преимущественно волочением и перекачиванием по дну, а материал пойменных и старичных отложений — преимущественно во взвешенном состоянии. Пойменный аллювий отлагается на днище долины непосредственно водным потоком, главным образом при спаде паводков, а старичный аллювий представляет собой отложения стоячих водоемов. Сами по себе эти различия очень мало зависят от стадий развития реки. Между тем существуют и такие различия в литологии, мощностях и характере залегания аллювия, которые полностью зависят от того, в какую стадию развития реки формируется этот аллювий. Первым исследователем, установившим существование этих различий, был В. В. Ламакин (1947, 1948, 1950), который разделил аллювий на три динамические фазы: инстративную, формирующуюся в ходе процесса врезания, перстративную, возникающую в течение стадии динамического равновесия, и констративную, формирование которой связано с процессом накопления аллювия. Терминология В. В. Ламакина оказалась удобной для применения, и к настоящему времени ее популярность значительно увеличилась. Однако она нуждается в некоторых уточнениях (особенно в отношении применения) и дополнениях.

Из первоначальной трактовки этих терминов не нуждается в уточнении только определение инстративного аллювия. Перстративным аллювием В. В. Ламакин, а после него и другие исследователи (Лаврушин, 1963; Шанцер, 1961, 1966; и др.) называли весь аллювий, слагающий поймы равновесных рек, а констративным — весь аллювий участков продолжающейся или завершенной аккумуляции. Мне кажется, что правильнее было бы относить эти термины только к тем горизонтам аллювиальных толщ, которые формируются в течение соответствующих стадий развития реки.

Аллювий нормальной мощности, слагающий равновесные поймы, возникающие после завершения процесса врезания на месте инстративных пойм, формируется в течение переходной стадии речной абразии. После завершения этой «субстадии», в течение основного этапа стадии динамического равновесия, верхние горизонты этого аллювия неоднократно перебиваются блуждающей по пойме рекой. Именно в результате этого перебива верхние горизонты приобретают новые литологические особенности и обособляются от нижних — плотикового аллювия. Я полагаю, что только эти верхние горизонты аллювия нормальной мощности, продолжающие находиться под воздействием водного потока в течение всей стадии динамического равновесия, в полной мере заслуживают названия перстративного — перестилаемого — аллювия.

Плотиковый аллювий только формально можно относить к той же перстративной динамической фазе, основываясь на том, что речная абразия — это только начальный этап той же стадии динамического равновесия. Тщательному анализу литологических особенностей аллювия и особенностей залегания различных горизонтов, необходимому для изучения истории геологического развития, такое объединение литоло-

гически и генетически различных горизонтов в одной динамической фазе может только помешать. В своих более ранних работах я относил плотиковый аллювий к инстративной фазе, считая, что этап речной абразии, отражающий переход от стадии врезания к стадии равновесия, в конце концов с равным правом можно включать в любую стадию, а для того чтобы плотиковый аллювий лучше выделялся на разрезах, удобнее обозначать его индексом инстративной фазы (ial), оставляя индекс перстративной фазы (pal) только за верхними горизонтами аллювия нормальной мощности.

Неоднократные обсуждения этой проблемы с Е. В. Шанцером убедили меня в неправомерности такого подхода. Нужно сказать, что и с чисто утилитарных позиций он не всегда удобен. Исследования высокой детальности иногда выявляют под плотиковым аллювием линзы настоящего инстративного аллювия, сохраняющегося в углублениях плотика. Такой погребенный аллювий стадии врезания также необходимо как-то отделять в индексировке от плотикового аллювия.

Все сказанное заставляет меня выступить с предложением о выделении еще одной динамической фазы, или, вернее, «субфазы», соответствующей «субстадии» речной абразии. Представляющий эту «субфазу» плотиковый аллювий я предлагаю называть субстративным. Смысловое значение этого термина — подстилающий — в той же мере соответствует взаимоотношениям плотикового аллювия с поймой и с отложениями прочих динамических фаз, в какой мере значения остальных терминов этой группы (инстративный — выстилающий, перстративный — перестилаемый и констративный — настилаемый) соответствуют подобным взаимоотношениям других динамических фаз.

Введение нового термина «субстративный аллювий», являющегося синонимом термина «плотиковый аллювий», может показаться излишним. Однако это введение необходимо не только для «укомплектования» группы однообразных терминов, но и для практических целей. Вряд ли нужно специально обосновывать необходимость применения генетических индексов для аллювия разных динамических фаз при составлении разрезов аллювиальных толщ. В этих индексах, которые, конечно, должны быть однообразными, удобнее всего использовать терминологию В. В. Ламакина. Кроме уже приведенных индексов инстративного и перстративного аллювия, на разрезах, приведенных в последующих главах, употребляются индексы cal для констративного аллювия и sal для субстративного (плотикового) аллювия.

Констративным аллювием, очевидно, следует называть только те горизонты аллювиальных толщ повышенной мощности, которые накапливаются в течение стадии аккумуляции, не включая в это понятие отложения перстративной и субстративной (в некоторых случаях и инстративной) фаз, залегающие в основании таких толщ. На участках завершенной аккумуляции, в пределах меандрового пояса, углубленного в течение этапа сужения поймы, формируются отложения перстративной фазы, которые также не следует объединять с подстилающим их констративным аллювием.

Геоморфологическое значение терминов «инстративный», «перстративный» и «констративный» несколько отличается от геологического. Перстративными поймами, очевидно, следует называть поймы участков равновесия, сложенные аллювием нормальной мощности, т. е. аллювием и перстративной, и субстративной фаз, а также углубленные меандровые пояса на участках завершенной аккумуляции. В последнем случае перстративные поймы являются формами рельефа, наложенными на констративные поймы, к которым относятся участки днищ долин, примыкающие к углубленным меандровым поясам. На участках продолжающейся аккумуляции поймы полностью относятся к констративному виду.

СТАДИИ РАЗВИТИЯ РЕК И ФОРМИРОВАНИЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ

Зависимость процессов формирования аллювиальных россыпей от геологической деятельности рек и соответственно от стадий развития рек известна с давних времен. Во всяком случае, ко времени выхода в свет известной работы Ю. А. Билибина «Основы геологии россыпей» (1938) многие характерные черты этой зависимости были уже общепризнанными фактами. Несмотря на это, очень многие закономерности формирования аллювиальных россыпей, обусловленные особенностями геологической деятельности рек на различных стадиях развития, еще не получили достаточного освещения в литературе и остаются неизвестными широкому кругу геологов.

Особенности формирования и преобразования аллювиальных россыпей, свойственные каждой стадии развития реки, будут охарактеризованы в последующих главах, посвященных этим стадиям. Здесь же необходимо сформулировать некоторые общие положения, касающиеся основных закономерностей формирования аллювиальных россыпей.

Понятие «россыпь»

Обсуждение любых проблем, касающихся россыпных месторождений полезных ископаемых, приходится начинать с обсуждения самого понятия «россыпь», так как это понятие довольно противоречиво. Чаще всего россыпями называют «рыхлые или сцементированные скопления обломочного материала, содержащие в виде обломков же то или иное полезное ископаемое» (Билибин, 1938, стр. 5). А. В. Хрипков (1963), а за ним С. С. Лапин (1965) предложили относить понятие «россыпь» только к самым полезным компонентам, исключая из него вмещающие отложения. Это предложение дает более перспективную основу для интерпретации геологического возраста россыпей и изучения истории их развития, но и оно не снимает противоречий, содержащихся в понятии «россыпь».

При перемещении различными экзогенными процессами рыхлых отложений, содержащих то или иное количество «россыпных» минералов, возникают зоны концентрации этих минералов и зоны их рассеяния. В первых содержание полезных компонентов увеличивается — происходит формирование и рост россыпи; во вторых это содержание уменьшается — россыпь постепенно разрушается и в конце концов может оказаться полностью уничтоженной. Геолог, изучающий россыпи в их историко-геологическом аспекте, имеет право называть россыпями только скопления зон концентрации. Ведь отнесение термина «россыпь» к ореолам рассеяния означало бы, что между процессами накопления полезных ископаемых в россыпи и постепенного уничтожения их концентраций не делается принципиального различия.

В то же время содержания полезных ископаемых на отдельных участках ореолов рассеяния могут быть достаточно высокими для того, чтобы эти ископаемые было целесообразно добывать. Очевидно, такие скопления полезных ископаемых нельзя исключать из числа россыпных месторождений. В первую очередь это относится к ореолам рассеяния алмаза, высокая ценность которого делает рентабельной разработку россыпей даже с очень невысоким содержанием.

Сохранение промышленных содержаний полезного ископаемого не единственный и не обязательный критерий применения термина «россыпь» к некоторым ореолам рассеяния «россыпных» минералов. Так, например, переотложение террасовых россыпей в поймы рек происходит под действием склоновых процессов и сопровождается уменьшением содержания полезных компонентов нередко до непромышленного. Тем не менее для более точного отражения всей динамики развития аллювиальных россыпей скопления «россыпных» минералов, движущиеся по деформированным склоновыми процессами террасам (террасоувалам) или по склонам террас, целесообразно рассматривать как особый гетерогенный (аллювиально-коллювиальный) вид россыпей — террасоувальные россыпи (Шилов, 1958).

Таким образом, термин «россыпь» как в его «классическом» понимании, так и в трактовке А. В. Хрипкова и С. С. Лапина, применяется в разных значениях, иногда исключая друг друга. Это положение вряд ли удалось бы исправить какими-либо ограничениями в применении этого термина и одновременным введением новых терминов. Обычно такие попытки не приносят желаемых результатов. Но, продолжая пользоваться термином «россыпь» без изменения его содержания, следует помнить о существовании различных значений этого термина и в необходимых случаях делать соответствующие оговорки.

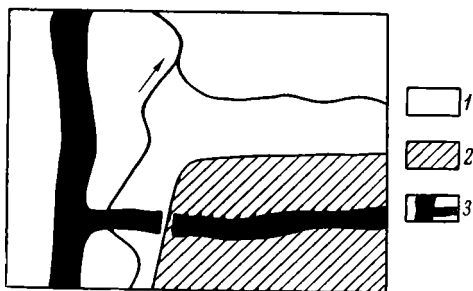
Автохтонные и аллохтонные россыпи

В уже упоминавшейся работе Ю. А. Билибина (1938) было отмечено, что, кроме видовых различий аллювиальных россыпей, зависящих от их связей с определенными формами рельефа, существует более общее различие, позволяющее группировать виды аллювиальных россыпей в два подтипа. Характеризуя россыпи золота и платины, Ю. А. Билибин указал, что это различие определяется существованием двух групп фракций металла, различающихся своим поведением в водном потоке.

В первом подтипе он объединял русловые, долинные и террасовые россыпи, локализующиеся в основании аллювиальных горизонтов и в трещинах коренных пород, подстилающих эти горизонты, и возникающие из сравнительно крупных частиц «пластового» металла. Ко второму подтипу он относил косовые россыпи, локализующиеся в верхних частях аллювиальных горизонтов, располагающиеся ниже по течению относительно «пластовых» россыпей и состоящие из мелких частиц «косового» металла. Дельтовые россыпи, которые Ю. А. Билибин хотя и не относил к аллювиальным, но рассматривал как «косовые россыпи, достигшие участков аккумуляции» (Билибин, 1938, стр. 275), очевидно, следует включать в тот же подтип аллювиальных россыпей, что и косовые, по крайней мере в тех случаях, когда они связаны со внутренними (континентальными) дельтами. Ю. А. Билибин считал, что «пластовый» металл русловых, долинных и террасовых россыпей перемещается водными потоками волочением по дну, а мелкий «косовой» металл «переносится водными потоками во взвешенном и полувзвешенном состоянии» (Билибин, 1938, стр. 160),

Рис. 9. Схема переотложения россыпи притока в долину главной реки

1 — пойма;
2 — терраса;
3 — промышленные контуры россыпи



и именно этим объяснял различия между двумя подтипами аллювиальных россыпей.

Это разделение аллювиальных россыпей на два подтипа, к сожалению, не было отражено в большинстве классификаций россыпей, разработанных позднее (Рожков, 1958; Шило, 1958; Трофимов, 1960; и др.). Лишь в немногих работах последних лет показано, что оно отражает реально существующие различия в особенностях строения и формирования россыпей, учитывать которые просто необходимо для правильного понимания этих особенностей (Карташов, Шило, 1960; Карташов, 1961а, 1965; Шанцер, 1965а). При этом приходится констатировать, что современный фактический материал не позволяет безоговорочно принять предлагавшееся Ю. А. Билибиным объяснение причин существования этих различий и применявшуюся им терминологию.

Хотя косовые россыпи образуются из минеральных зерен, переносимых водными потоками на значительные расстояния, они никогда не локализируются в пойменном и старичном аллювии, материал которых переносится преимущественно во взвешенном состоянии. Даже косовые россыпи такого сравнительного легкого минерала, как алмаз, встречаются только в русловом аллювии (Дьяков, 1960). По-видимому, Ю. А. Билибин ошибался, считая, что «косовой» металл переносится во взвешенном состоянии. Очевидно, резкие различия в характере локализации и особенностях строения косовых и «пластовых» россыпей объясняются не различиями в механизме переноса полезных компонентов, а тем, что «пластовые» россыпи формируются преимущественно из тех минеральных зерен, которые практически вообще не переносятся или, точнее, почти не переносятся водными потоками.

Еще П. К. Яворовский (1896), изучавший золотые россыпи, высказал мнение о чрезвычайно малой подвижности золота в водных потоках. Однако под влиянием блестящих построений Ю. А. Билибина это мнение было полностью забыто в последующие годы. Лишь в 1949 г. Н. А. Шило пришел к выводу о том, что свободное золото «пластовых» россыпей не перемещается водными потоками, а позже аргументировал этот вывод более подробно (Шило, 1949, 1956). В 1957 г. вышла небольшая работа Н. Г. Бондаренко, который самостоятельно пришел к тем же выводам, что и Н. А. Шило, привел еще несколько иллюстраций к этим выводам фактическим материалом и рассмотрел вопросы их практического применения при поисках россыпей золота.

Основным аргументом в пользу представлений о том, что свободное золото не перемещается водными потоками вниз по течению, служит существование россыпей, тянувшихся поперек речных долин и в плане представляющих собой продолжения террасовых россыпей притоков этих долин (рис. 9). В бассейне Колымы такие очертания промышленных контуров россыпей были отмечены Н. А. Шило при впадении ручья Тески в речку Чек-Чек, Н. Г. Бондаренко — при впаде-

нии ручья Омчаханджа в р. Дебин, а другими исследователями — во многих других местах. Россыпи, поперечные по отношению к главной долине, очевидно, являются россыпями притоков, переотложенными основной рекой на более низкий уровень, и тот факт, что в плане они являются прямыми продолжениями террасовых россыпей притоков, убедительно свидетельствует о том, что при переотложении золота этих россыпей не подвергалось смещению вниз по течению основной реки. При этом высота террас над поймами и, следовательно, амплитуда вертикального перемещения золота в ручьях Теска и Омчаханджа составляет 20—25 м, а в некоторых других таких же случаях достигает и значительно большей величины.

Н. Г. Бондаренко (1957) проанализировал и другие примеры сочленения россыпей притоков и основных долин, отметив, что в тех случаях, когда россыпь притока залегает не на террасе, а в пойме, эти сочленения могут иметь различный характер (рис. 10). Изображенный в работе Ю. А. Билибина (1938, стр. 176, рис. 69) «разрыв россыпи притока при расширении главной долины» представляет собой только одну разновидность таких сочленений — тот случай, когда «оторванная» нижняя часть россыпи притока располагается ниже по течению основной реки (см. рис. 10, А). Ю. А. Билибин объясняет этот «разрыв» россыпи притока тем, что золото из ее нижней части было перемещено вниз по течению основной рекой. Это, на первый взгляд вполне правдоподобное, объяснение, однако, совершенно не подходит для двух

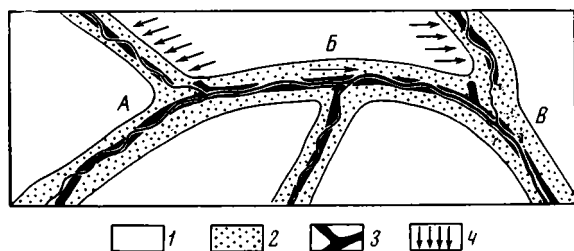


Рис. 10. Схема строения россыпей на сочленениях речных долин. По Н. Г. Бондаренко (1957)

- 1 — склоны междуречий;
- 2 — поймы;
- 3 — промысленные контуры россыпей;
- 4 — направления бокового смещения рек до наступления последней стадии равновесия

других случаев (см. рис. 10, Б, В). Становится совершенно непонятным, почему золото из россыпей притоков, выходящих в основную долину, в одном случае перемещается вниз по течению, в другом остается на месте, а в третьем даже смещается вверх по течению. Последний случай, когда «оторванная» нижняя часть россыпи притока, располагающаяся в основной долине, находится выше устья этого притока, вообще исключает всякую возможность заметного переноса золота рекой.

Существование подобных «разрывов» россыпей в устьевых частях притоков может быть достоверно объяснено только на основе положения о том, что свободное золото россыпей практически не перемещается водными потоками, но может испытывать значительные перемещения под действием склоновых процессов. Если бы изображенная на рис. 9 терраса в ходе врезания ручья не сохранилась, а была разрушена склоновыми процессами, то террасовая россыпь была бы перемещена в пойму притока и возник бы именно такой «разрыв» россыпи притока, который изображен на рис. 10, В. Если боковое смещение притока направлено не по течению основной реки, а против этого течения, то возникает «разрыв» россыпи, изображенный на рис. 10, А, а если приток в ходе углубления своей долины практически не испытывал одностороннего бокового смещения, то «разрыва» в устьевой части его россыпи не возникает (см. рис. 10, Б).

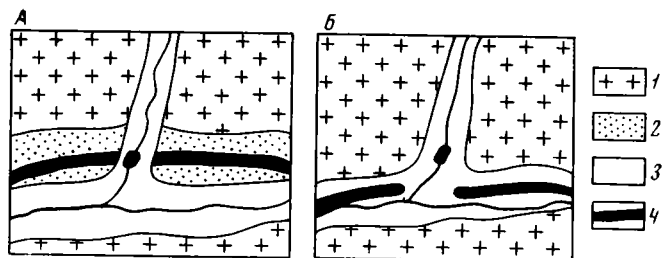


Рис. 11. Возникновение «разрыва» в россыпи главной долины

1 — склоны междуречий; 2 — террасы; 3 — поймы; 4 — промышленные контуры россыпей

Еще один вид «разрывов» россыпей, связанных с чрезвычайно малой подвижностью тяжелых минералов в водных потоках, показан на рис. 11. Как отмечал Н. Г. Бондаренко (1957), в тех случаях, когда россыпь главной долины сохраняется в течение какого-то времени на террасе, притоки, пересекающие эту террасу, могут сконцентрировать в своей сравнительно узкой долине все полезные компоненты разрушенных частей террасовой россыпи (см. рис. 11, А). По содержанию полезного компонента такие россыпи приустьевых частей притоков бывают, как правило, значительно богаче террасовых россыпей, играющих роль их коренных источников. Сами террасовые россыпи могут в конце концов переместиться под действием склоновых процессов на пойму главной долины и превратиться при очередном врезании сначала в русловые, а затем и в долинные россыпи. В таких долинных россыпях будут наблюдаться «разрывы», располагающиеся примерно против устьев притоков (см. рис. 11, Б).

Прежде чем перейти к рассмотрению механизма формирования этих двух подтипов аллювиальных россыпей и связей этого формирования с различными стадиями развития рек, необходимо решить еще один терминологический вопрос. Названия, применявшиеся Ю. А. Билибиным для подтипов аллювиальных россыпей, неудачны, так как они совершенно не отражают различий в способе их образования. Кроме того, применение видового названия «косовые россыпи» ко всему подтипу, включающему в себя и другие виды, может вызвать путаницу, а название «пластовые россыпи» по своему смысловому значению одинаково подходит ко всем аллювиальным россыпям, в том числе и к косовым. Мне кажется целесообразным назвать россыпи, которые возникают из частиц полезных ископаемых, практически не перемещаемых (или почти не перемещаемых) водными потоками, и поэтому локализируются в непосредственной близости от коренных месторождений, а в то н и м и, а россыпи, «оторванные» от коренных источников и располагающиеся на любом более или менее значительном расстоянии от них, — а л л о х т о н н ы м и. Эти общепринятые геологические термины в применении к россыпям четко характеризуют основные различия в способе их образования и не требуют никаких пояснений. К. В. Никифорова (1960) уже применяла эти термины к россыпям, придавая им близкое, хотя и не идентичное предлагаемому здесь значение.

Механизм формирования автохтонных россыпей

Н. А. Шило считает, что характерные морфологические особенности автохтонных россыпей золота и прежде всего их вытянутость вдоль речных долин обусловлены тем, что золото перемещается вод-

ными потоками не в свободном виде, а в виде включений в гальку. По его мнению, в условиях субполярного климата разрушение гальки происходит больше за счет растрескивания и крошения, чем за счет истирания. Поэтому он полагает, что, вопреки известному положению Ю. А. Билибина (1938, стр. 111), освобождение золота из гальки играет основную роль в пополнении запасов россыпей, тогда как золото, освобождающееся от вмещающих пород в элювиальную и коллювиальную стадии формирования рыхлых отложений, в аллювиальных россыпях играет лишь подчиненную роль. Таких же взглядов придерживается и Н. Г. Бондаренко, не вдающийся, правда, в анализ климатических условий и выражающий свое мнение в гораздо более категоричной форме.

С представлениями о том, что минералы автохтонных россыпей, освободившиеся от вмещающих пород, совершенно не переносятся водными потоками и о том, что они поступают в россыпи преимущественно из гальки, вряд ли можно согласиться. Конечно, существование таких взаимоотношений между россыпями сливающихся речных долин, которые изображены на рис. 9 и 10, свидетельствует о том, что по крайней мере часть этих минералов действительно представлена зернами, практически не перемещаемыми водными потоками. В то же время зерна тяжелых минералов, содержащиеся в аллохтонных россыпях, переносятся водными потоками на значительные расстояния. Можно ли сомневаться, что в природе существуют и зерна тяжелых минералов промежуточных размеров, которые смещаются под действием водных потоков со сравнительно небольшой скоростью, не выходя за пределы зон формирования автохтонных россыпей по крайней мере в течение нескольких смен стадий развития рек? Таким образом, среди «россыпных» минералов, кроме самых мелких и соответственно весьма подвижных фракций, слагающих аллохтонные россыпи, можно выделить, как это было предложено А. В. Хрипковым (1958), «пассивные», практически неподвижные, и «активные», способные к медленному перемещению, фракции. Разумеется, эти три вида зерен соединены между собой плавными переходами, и их разделение — это только грубая схема, помогающая понять механизм формирования аллювиальных россыпей. Границы между этими фракциями не только имеют условный характер, но и заметно сдвигаются в зависимости от гидродинамических особенностей потоков, формирующих россыпи. Так, А. В. Хрипков (1958) отмечал, что в некоторых золотых россыпях фракции мельче 1 мм играют роль «пассивных», тогда как в других размеры «активных» фракций могут достигать 3 мм.

Материал, поступающий в речные долины со склонов, в любых климатических условиях, в том числе и в субполярных, в значительной мере состоит из мелких частиц. Содержание мелкого материала в коллювиальных (склоновых) отложениях в большей мере зависит от крутизны склонов, чем от климата. На пологих склонах, да и на склонах средней крутизны измельчение рыхлого материала, как правило, достаточно велико, чтобы значительная часть «россыпных» минералов могла поступать в речные долины свободной от вмещающих пород. Если бы даже такой тяжелый минерал, как золото, совершенно не перемещался водными потоками, обогащенные участки россыпей возникали бы в местах его поступления из коренных источников независимо от особенностей строения коренного ложа реки — плотика. Между тем почти все неровности плотика так или иначе отражаются на распределении золота в автохтонных россыпях.

Аллювиальные россыпи теплых климатических зон (Калифорния, Австралия, Африка) не отличаются никакими принципиальными особенностями строения от россыпей субарктических районов, несмотря на

то, что растрескивание и крошение гальки играет в субарктических районах большую роль, чем в теплых. По всей вероятности, количество «россыпных» минералов, освобождающихся от вмещающих пород только в аллювии, не так уж велико по сравнению с количеством минералов, поступающих в долины со склонов уже в свободном состоянии. Если перенос их в гальке и играет какую-то роль в формировании автохтонных россыпей и в их вытянутости вдоль речных долин, то роль эта, очевидно, сравнительно невелика и никак не может считаться главной.

По-видимому, вытянутость россыпей вдоль долин обусловлена в основном перемещением водными потоками «активных» фракций тяжелых минералов и тем, что «пассивные» фракции также не являются абсолютно неподвижными. Чрезвычайно малая подвижность «пассивных» фракций, благодаря которой при врезаниях с амплитудой в десятки метров их смещение вниз по течению бывает практически неощутимым, позволяет им накапливаться в речных долинах в течение очень длительных промежутков времени, может быть даже в течение целых геологических периодов.

Каждое новое врезание рек сопровождается перемывом всего аллювия и перемещением «россыпных» минералов, поступивших в этот аллювий за время, прошедшее после предыдущего врезания, к плотике, где эти минералы добавляются к накопленным ранее. Конечно, если бы все зерна тяжелых минералов могли перемещаться водными потоками на значительные расстояния, о подобном длительном накоплении их в приплотиковых горизонтах не могло бы идти и речи. В то же время большая длительность формирования россыпей приводит к тому, что суммарные амплитуды врезаний, происходивших за время этого формирования, могут достигать километров и даже десятков километров. При этом те незначительные перемещения «пассивных» фракций, которые при амплитудах врезаний в десятки метров бывают незаметными, в сумме, по-видимому, могут достигать значительных величин. Приведенные здесь соображения о причинах вытянутости автохтонных аллювиальных россыпей вдоль долин и о большой длительности процесса накопления полезных ископаемых в россыпях, публиковавшиеся мной ранее (Карташов, 1959, 1961а), в настоящее время разделяются многими исследователями (Хрипков, 1963; Лапин, 1965; Шанцер, 1965а; и др.).

«Активные» фракции тяжелых минералов принимают участие в строении автохтонных россыпей, пока они находятся в пределах зон их формирования. Однако, судя по тому, что при переотложении россыпей на более низкие уровни, подобном изображенному на рис. 9, заметного уменьшения их запасов не происходит (Шило, 1956; Бондаренко, 1957), основную роль в строении автохтонных россыпей играют «пассивные» фракции, представляющие собой перлювиальный материал (Ламакин, 1943)¹, включенный в аллювиальные отложения.

Плотиковые и надплотиковые россыпи

Присоединение поступающих в реки «россыпных» минералов к ранее накопленным может происходить только во время стадий врезания, так как ни в стадии равновесия, ни тем более в стадии накопления аллювия водные потоки не соприкасаются с россыпными концентрациями, локализующимися на плотике. Но минералы, поступающие в

¹ Перлювием В. В. Ламакин (1943) назвал остаточно-речные отложения, состоящие из материала, не перемещенного водным потоком вниз по течению, а только переотложенного на более низкий уровень.

реки в течение стадий равновесия и накопления аллювия, могут образовывать отдельные автохтонные россыпи, локализующиеся в основании перстративного руслового аллювия (стадия равновесия) или внутри толщи констративного аллювия (стадия накопления аллювия). Они располагаются на тех же участках речных долин, что и автохтонные россыпи, локализующиеся на плотике, отделяясь от них аллювием, не содержащим россыпных концентраций. В констративных толщах может присутствовать несколько таких россыпей, располагающихся одна над другой. Поскольку в таких россыпях, существующих в геологическом масштабе времени очень недолго, концентрируются полезные ископаемые, поступающие в реки в течение одной стадии равновесия или накопления аллювия, они всегда уступают в богатстве россыпям, локализующимся на плотике и являющимся результатом длительного накопления полезных ископаемых. Однако и они нередко имеют промышленное значение. Существенные генетические отличия таких автохтонных россыпей от россыпей, накапливающихся на плотике, позволили разделить автохтонные («пластовые») россыпи на две группы — плотиковых и надплотиковых россыпей (Карташов, Шило, 1960). Формирование русловых россыпей, по классификации Ю. А. Билибина, теснейшим образом связано со стадией врезания, во время которой не могут формироваться надплотиковые россыпи. Поэтому в группе надплотиковых россыпей не выделяются русловые россыпи. Остальные виды россыпей, по классификации Ю. А. Билибина, — долинные и террасовые, — к которым следует добавить еще один вид, выделенный Н. А. Шило (1958), — водораздельные россыпи отмерших участков речной сети, — свойственны обоим группам автохтонных россыпей.

В автохтонных россыпях, и в плотиковых, и особенно в надплотиковых, кроме «пассивных» и «активных» фракций полезных ископаемых, составляющих основное богатство этих россыпей, почти всегда присутствует какое-то количество мелких частиц, свободно перемещающихся вместе со всем аллювиальным материалом. Во время каждого врезания плотиковые россыпи не только пополняются полезными ископаемыми за счет присоединения к ним надплотиковых, но и обедняются за счет выноса за пределы зон концентрации и самых мелких частиц, и какого-то количества «активных» фракций. Пока поступление полезных ископаемых компонентов превышает вынос, запасы россыпи растут, при обратном соотношении поступления и выноса уменьшаются. Но автохтонные плотиковые россыпи даже при полном уничтожении их коренных источников могут существовать в течение многих стадий развития рек за счет «пассивных» фракций полезных компонентов.

Механизм формирования аллохтонных россыпей

За счет частиц полезных ископаемых, вынесенных водными потоками за пределы зон концентрации автохтонных россыпей, формируются ореолы рассеяния, в пределах которых полезные компоненты, очевидно, уже не могут концентрироваться в автохтонных россыпях. Однако в зависимости от гидродинамических особенностей потока, переносящего, отлагающего и вновь вовлекающего в движение рыхлый материал вместе с содержащимися в нем полезными компонентами, на русловых косах и отмелях могут возникать другие концентрации полезных ископаемых — аллохтонные россыпи. От автохтонных россыпей они отличаются тем, что, возникая из минералов, перенесенных водными потоками на более или менее значительные расстояния, они отделяются от коренных источников участками долин, не содержащими россыпных концентраций, и локализируются не в нижних, а в по-

Таблица 2

Основные особенности строения и формирования автохтонных и аллохтонных аллювиальных россыпей

	Автохтонные россыпи		Аллохтонные россыпи
	Плотиковые	Надплотиковые	
1. Располагаются	в непосредственной близости от коренных источников, в плане примыкая к ним своими верхними (по течению) частями		на более или менее значительном расстоянии от коренных источников, отделяясь от них участками ореолов рассеяния
2. Локализуются	в основании инстративного руслового и плотикового аллювия и в трещинах коренных пород (плотика)	в основании перстративного руслового и в толщах констративного руслового аллювия, как правило, на тех же участках долин, что и плотиковые россыпи	в поверхностных горизонтах перстративного руслового и в толщах констративного руслового аллювия, как правило, ниже по течению, чем автохтонные россыпи
3. Вмещающие отложения формируются	в течение стадии врезания и этапа речной абразии	в течение стадий динамического равновесия и накопления аллювия	
4. При размыве вмещающих отложений в стадию врезания	не разрушаются, а перемещаются на уровень нового дна долины	перемещаются на уровень нового дна долины, присоединяясь к плотиковым россыпям	полностью разрушаются
5. Состоят из минералов,	поступивших в реки непосредственно из коренных месторождений или перетолженных из россыпей и не вынесенных водными потоками из зон концентрации		принесенных в зоны концентрации водными потоками
6. Накапливаются в течение	всего времени разрушения коренных месторождений, захватывающего, как правило, многочисленные смены стадий развития рек	последних стадий динамического равновесия и (или) накопления аллювия	
7. Формируются в результате	разделения рыхлых отложений по удельному весу на частицы, уносимые водными потоками и остающиеся на месте		остановки движущихся частиц определенного веса и крупности с последующим выносом более легких частиц
8. Механизм возникновения концентраций	почти не зависит от гидродинамических особенностей водных потоков		находится в прямой зависимости от гидродинамических особенностей водных потоков

верхностных горизонтах аллювия той генерации, одновременно с которой формируются.

Механизм формирования аллохтонных россыпей достаточно подробно охарактеризован В. К. Флеровым (1937) и Ю. А. Билибиным (1938) на примере косовых россыпей золота. В общих чертах его можно представить как остановку рыхлого материала, содержащего полезные компоненты, на косах и отмелях, последующий смыс с поверхности этих кос и отмелей частиц рыхлого материала с небольшим удельным весом и соответствующее обогащение поверхностных слоев аллювия полезными компонентами. Е. В. Шанцер (1965а) предполагает существование и другого механизма формирования подобных россыпей. По его мнению, сортировка аллювиального материала по размерам, происходящая в ходе его переноса, может приводить к возникновению концентраций некоторых минералов (например, ильмени-

та), отличающихся преобладанием зерен определенной размерности. Для решения вопроса о том, в каких соотношениях между собой находятся эти два процесса и какой из них играет большую роль в формировании аллохтонных россыпей, видимо, нужны дополнительные исследования. Однако в любом случае не приходится сомневаться в том, что гидродинамические особенности водных потоков, не играющие существенной роли в возникновении автохтонных россыпей, являются важнейшим фактором формирования аллохтонных концентраций.

На участках речных долин, охваченных процессом взрезания, в условиях резкого преобладания выноса рыхлого материала над поступлением аллохтонные россыпи, содержащие преимущественно мелкие, легко переносимые водными потоками частицы полезных ископаемых, возникать, очевидно, не могут. На участках долин, находящихся в стадии динамического равновесия, возникают косовые россыпи — маломощные образования, локализующиеся в самых верхних горизонтах перстративного руслового аллювия. Возникая на участках накопления аллювия, косовые россыпи «накладываются» одна на другую и образуют мощные продуктивные пласты, которые, несомненно, следует рассматривать как другие виды аллохтонных россыпей. Это уже упоминавшиеся дельтовые россыпи, россыпи «галечных равнин» (Линдгрэн, 1932; Билибин, 1938) или «широких аллювиальных равнин» (Трофимов, 1960) и еще не выделявшиеся ни в одной из опубликованных классификаций долинные, террасовые и водораздельные аллохтонные россыпи.

Краткая сводка основных особенностей строения и формирования россыпей аллохтонного подтипа и плотиковой и надплотиковой групп автохтонного подтипа, позволяющая сравнивать эти особенности и демонстрирующая различия между подтипами и группами россыпей, приведена в табл. 2.

Виды россыпей

Россыпи, входящие в каждый подтип и каждую группу, различаются своей генетической связью с различными формами рельефа. Видовые названия россыпей, систематизированные Ю. А. Билибиным еще в 1938 г. и ставшие к настоящему времени если не общепринятыми, то во всяком случае исключительно популярными терминами, как правило, четко отражают эту связь. Исключением, пожалуй, являются только термины «русовая» и «долинная», смысловое значение которых недостаточно точно характеризует связи россыпей с определенными стадиями развития рельефа. Видимо, поэтому в практическом применении этих терминов довольно часто встречаются ошибки и неясности. В последнее время многие исследователи предпочитают термину Ю. А. Билибина «долинная россыпь» термин «пойменная россыпь» (Дьяков, 1960; Лапиков, 1960; Трофимов, 1960; Ли, 1965; и др.). Вряд ли можно считать эту замену удачной, так как она вызывает ассоциации с термином «пойменный аллювий», а в пойменном аллювии, как уже говорилось, россыпи вообще не встречаются. Огромная популярность терминов Ю. А. Билибина, их ясное генетическое содержание и, наконец, сомнения в том, что новые термины могли бы легко и быстро привиться, позволяют мне считать совершенно ненужным кардинальное изменение всей системы этих терминов.

Видимо, необходимо добавить к ним термин «водораздельные россыпи», предложенный Н. А. Шиловым (1958) для россыпей отмерших участков речных долин. Необходимо дать более четкие определения различиям между русловыми и долинными россыпями (это удобнее сде-

лать в последующих главах, где будут приведены характеристики видов россыпей). Наконец, необходимо подчеркнуть, что термины «долинная» и «террасовая», употреблявшиеся Ю. А. Билибиным только для тех россыпей, которые отнесены мною к группе плотиковых, так же как и термин «водораздельная», могут относиться и к плотиковым, и к надплотиковым, и к аллохтонным россыпям. Так как эти россыпи резко различаются особенностями своего строения и формирования, то эти термины, очевидно, нельзя употреблять без соответствующих оговорок. Видовые характеристики различных россыпей будут приведены в последующих главах, здесь же достаточно еще раз перечислить виды россыпей, входящие в каждый подтип и каждую группу. В группу плотиковых россыпей автохтонного подтипа входят русловые, долинные, террасовые и водораздельные россыпи, в группу надплотиковых — долинные, террасовые и водораздельные, а в аллохтонный подтип — косовые, дельтовые, россыпи аллювиальных равнин, долинные, террасовые и водораздельные.

Автохтонные и аллохтонные россыпи разных минералов

Одни и те же «россыпные» минералы могут образовывать и автохтонные, и аллохтонные россыпи. В то же время каждый из этих минералов «предпочитает» концентрироваться в россыпях определенного подтипа. У одних минералов это «предпочтение» выражено не очень резко, — например, среди промышленных россыпей золота, несомненно, преобладают автохтонные, но и аллохтонные, особенно косовые, не представляют собой большой редкости. У других оно проявлено настолько сильно, что все известные аллювиальные россыпи, очевидно, относятся к какому-либо одному подтипу. Так, среди промышленных ильменит-цирконовых аллювиальных россыпей автохтонные россыпи, по-видимому, полностью отсутствуют (Нестеренко, Цибульчик, 1965; и др.).

Не приходится сомневаться в том, что это «предпочтение» определенными минералами определенных подтипов аллювиальных россыпей, так же как и степень его выраженности, зависит от всего комплекса таких свойств минералов, как удельный вес, преобладающая крупность зерен, устойчивость к истиранию и химическому выветриванию, хрупкость и т. п. Каждое из этих свойств оказывает какое-то влияние на поведение минерала в водном потоке. Например, такое очень важное для «россыпных» минералов свойство, как удельный вес, определяет границы между «пассивными», «активными» и свободно переносимыми фракциями. У минералов с разным удельным весом эти границы, очевидно, приходятся на разные размеры зерен. В соответствии с этим отношение количества минеральных зерен, формирующих автохтонные россыпи, к количеству зерен, выносимых потоками за пределы зон формирования этих россыпей, тем больше, чем больше удельный вес минерала. Вероятно, этим и объясняется тот на первый взгляд парадоксальный факт, что минералы с большим удельным весом образуют автохтонные россыпи большей протяженности, чем менее тяжелые минералы. Такое соотношение протяженности россыпей хорошо видно, например, при сравнении золотых россыпей с касситеритовыми, которые локализируются обычно в самых верховьях речных систем (Левицкий, 1947).

В то же время ни одно из этих свойств, взятое отдельно, не оказывает решающего влияния на способность минералов образовывать россыпные концентрации обоних подтипов. Это справедливо даже по отношению к удельному весу. И самые тяжелые (золото и платина), и самые легкие из «тяжелых» минералов (алмаз) образуют и автохтонные, и аллохтонные аллювиальные россыпи. Примеры существования тех и других россыпей золота уже приводились. Примером авто-

хтонных россыпей алмаза, по-видимому, являются россыпи небольших водоотоков, непосредственно примыкающие к коренным источникам и отличающиеся наибольшим богатством («Алмазы Сибири», 1957, стр. 146; Дьяков, 1960, стр. 194; Крутойрский, Жуков и др., 1965, стр. 293). Большинство аллювиальных россыпей алмаза, располагающихся на значительном удалении от коренных источников, скорее всего относятся к аллохтонному подтипу. Правда, решать этот вопрос на основе литературных данных не так просто. С одной стороны, во многих работах, посвященных россыпям алмаза, термины «русловая» и «косовая» относятся к россыпям одного аллохтонного подтипа («Алмазы Сибири», 1957; Дьяков, 1960; и др.), а иногда и просто употребляются как синонимы (Леонов, Прокопчук, 1965). С другой стороны, приходится считаться и с тем, что не только участки концентрации, но и отдельные участки ореолов рассеяния алмаза могут иметь промышленное значение и называться поэтому россыпями. Однако встречающиеся в литературе указания на увеличение содержания алмазов в одних случаях в нижних горизонтах аллювия, а в других — в верхних (Блинов, 1960; Дьяков, 1960) свидетельствуют о том, что среди долинных и террасовых россыпей алмаза, по всей вероятности, встречаются и автохтонные, и аллохтонные.

Россыпи алмаза и золота могут также служить примером того, что прочность по отношению к истиранию не влияет решающим образом на способность минералов образовывать россыпи обоих подтипов. При желании подобные примеры, видимо, можно подобрать и для каждого отдельно взятого свойства минералов. На мой взгляд, это доказывает, что решающее значение в этом отношении имеет только весь комплекс этих свойств.

В настоящее время вряд ли можно оценить относительное промышленное значение каждого подтипа аллювиальных россыпей для всех полезных ископаемых. Для такой оценки нужно проанализировать огромный фактический материал, почти не изучавшийся с этой точки зрения. К тому же по описаниям россыпей, приводящимся в литературе, далеко не всегда можно понять, к какому подтипу относится та или иная россыпь. Между тем такой анализ и соответствующее разделение россыпей на подтипы и группы совершенно необходимы для успешного геологического руководства поисками и разведкой этих месторождений (Карташов, 1966а). Автохтонные и аллохтонные россыпи возникают в принципиально различных условиях, резко различаясь историей своего формирования и особенностями строения. Соответственно и геологические критерии перспектив их обнаружения совершенно различны.

Все сказанное здесь о способности различных минералов образовывать аллювиальные россыпи автохтонного и аллохтонного подтипов позволяет утверждать, что основные закономерности формирования тех или иных россыпей, по-видимому, являются общими для всех минералов и не зависят от свойств этих минералов. Те случаи, когда между аллювиальными россыпями разных минералов наблюдаются принципиальные различия в строении, объясняются только тем, что сравниваются россыпи разных подтипов, чего, конечно, делать не следует. Разумеется, россыпи разных полезных ископаемых, относящиеся к одному и тому же подтипу и виду, могут различаться своей протяженностью, мощностью продуктивного пласта, богатством содержания полезного компонента, выдержанностью этого содержания и другими подобными свойствами. Но их основные особенности — те, которые перечислены в табл. 2, — будут одними и теми же независимо от различий между полезными ископаемыми. Это дает мне право, характеризуя в последующих главах видовые особенности аллювиальных россыпей обоих подтипов, говорить об особенностях, свойственных рос-

сыпям любых полезных ископаемых, хотя фактический материал, находящийся в моем распоряжении, относится почти исключительно к россыпям золота.

В заключение этого раздела я хочу отметить, что разделение на автохтонный и аллохтонный подтипы, очевидно, свойственно не только аллювиальным россыпям. Аналогичное разделение можно встретить, например, и среди прибрежно-морских и прибрежно-озерных россыпей. Подавляющее большинство этих россыпей возникает за счет полезных компонентов, подвергающихся переносу волноприбойными и другими прибрежными процессами и, следовательно, относится к аллохтонному подтипу. Но среди них встречаются и россыпи, образованные за счет разрушения коренных месторождений волноприбойными процессами и выноса значительных количеств «пустой» породы. Примером таких автохтонных прибрежно-морских россыпей может служить Чекурдахская россыпь касситерита на побережье моря Лаптевых (Шилов, Павлов, 1965, стр. 65).

Очевидно, способ формирования россыпных концентраций полезных ископаемых, зависящий от различий в способе сортировки рыхлых отложений и от способности минералов перемещаться под действием тех или иных экзогенных процессов, должен рассматриваться как классификационный критерий не только для аллювиальных россыпей, но и для россыпей других генетических типов.

СТАДИЯ ВРЕЗАНИЯ

Стадия врезания в известном смысле наиболее характерна для жизни рек горных стран. Основной результат рельефообразующей деятельности рек в горных странах — выработка речных долин, расчленяющих горные массивы и придающих им тот или иной облик, — это прежде всего результат врезаний рек. Однако эта доминирующая роль врезания проявляется вовсе не в территориальном преобладании врезавшихся участков рек над равновесными и накапливающими аллювий. Только самые верховья некоторых рек, располагающиеся среди наиболее высокогорных междуречий в участках длительных и энергичных поднятий, не имеют в своих долинах следов стадий равновесия. В общем среди речных долин среднегорья преобладают, как уже отмечалось, участки, находящиеся в стадии динамического равновесия. Но и на таких участках, и на участках завершенной или продолжающейся аккумуляции всегда можно найти следы той стадии врезания, во время которой уровень земной поверхности был максимально понижен рекой. Этот уровень представлен границей между аллювием и подстилающими его коренными породами. В долинах с нормальной мощностью аллювия всегда, а в долинах с повышенной мощностью аллювия очень часто этот уровень соответствует положению речного русла во время последней стадии врезания. Но на участках долин с аллювием значительной мощности амплитуда последнего врезания могла быть меньше мощности накопленного ранее аллювия. Таким образом, в горных странах каждая речная долина переживала стадию врезания, причем в подавляющем большинстве случаев эта стадия проявлялась многократно. Следы многократных врезаний лучше всего видны в сериях террас, широко развитых в горных странах.

Хотя процесс врезания представляет собой общее преобладание размыва над отложением, рыхлый материал, перемещаемый рекой в ходе этого процесса, не движется постоянно. Как и во все другие стадии развития рек, он может останавливаться, образуя аллювиальные отложения. С формированием этих отложений может быть связано и формирование россыпей.

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА

Процесс врезания представляет собой одну из разновидностей процесса деструкции — разрушения горных пород и выноса образующегося рыхлого материала, сопровождаемых понижением уровня земной поверхности. Поэтому флювиальные формы рельефа, возникающие в течение стадии врезания, относятся к группе деструктивных (Карташов, 1958в, 1963а), или выработанных форм. Необходимо отметить, что пре-

вращение речных пойм в террасы, возникновение террас, происходит только в стадию врезания и что все террасы, строго говоря, являются деструктивными формами, а термин «аккумулятивная терраса», употребляющийся довольно часто, с формальной точки зрения неправилен. Однако для правильного понимания возраста, генезиса и особенностей строения рельефа поверхности и склоны террас приходится рассматривать отдельно. При таком разделении только склоны террас всегда относятся к деструктивным формам рельефа, а их поверхности могут быть и равновесными, и аккумулятивными, и лишь очень редко деструктивными. Очень часто термин «терраса» относят только к поверхностям речных террас, характеризуя при этом возрастные и генетические особенности не самих террас, а тех пойм, реликтами которых они являются. Когда мы говорим о перстративной или констративной (аккумулятивной) террасе или когда мы определяем возраст террасы по возрасту слагающих ее отложений, нельзя забывать, что эти определения относятся к пойме, существовавшей до возникновения террасы.

Склоны террас, как и вообще склоны долин, нередко рассматриваются как флювиальные формы рельефа (см., например, Ганешин, 1966). Неправомерность такой точки зрения становится особенно очевидной в тех совсем не редких случаях, когда склоны междуречий без каких-либо перегибов тянутся от водоразделов до днищ долин. Можно ли считать, что в таких горных районах весь рельеф имеет флювиальное происхождение? В действительности любой склон речной долины, вышедший из-под непосредственного воздействия водного потока, находится под действием денудационных (склоновых) процессов, а реки влияют на рельеф таких склонов только косвенно, — врезаясь, они увеличивают их относительную высоту и, следовательно, крутизну и энергию развития. Поэтому склоны речных долин правильнее считать не флювиальными, а денудационными формами рельефа. В горных районах их, как правило, невозможно отделить от склонов междуречий — это практически совпадающие понятия. Чтобы подчеркнуть денудационное происхождение этих образований, я предпочитаю пользоваться только термином «склон междуречья». Это тем более оправданно, что при таком подходе к генезису этих склонов термин «долина» сохраняет главным образом свое орографическое значение. В геоморфологической классификации днища долин и их склоны должны рассматриваться отдельно — как образования разного генезиса.

Лишь те уступы на склонах междуречий и террас, которые возникают в результате подмыва основания склона и резко отличаются своей крутизной от остальных участков склонов, можно с некоторой долей условности считать флювиальными формами рельефа, выделяя в группе флювиально-деструктивных форм подгруппу абразионных форм, возникающих, когда разрушающее действие экзогенного процесса направлено горизонтально. Кроме рек такую горизонтально направленную деструкцию могут осуществлять, например, волноприбойные, криогенные и некоторые другие процессы.

Таким образом, в группу флювиально-деструктивных форм рельефа входят врезавшиеся речные русла, инстративные поймы, поверхности инстративных террас и флювиально-абразионные уступы — береговые обрывы.

Врезающиеся русла

Существует несколько характерных особенностей врезавшихся русел, каждая из которых может служить диагностическим признаком продолжающегося процесса врезания. Обязательным и, пожалуй, основным из этих признаков можно считать наличие непосредственных контактов



Рис. 12. Врезающееся русло небольшого ручья (правый безымянный приток р. Неры, бассейн Индигирки). Фото А. В. Ложкина

с коренными породами. Поскольку четкой границы между состоянием динамического равновесия и процессом врезания не существует, начало процесса врезания легко спутать с одним из тех колебаний в соотношениях между размывом и отложением, которые являются составными частями состояния динамического равновесия. Поэтому для практических целей с известной долей условности можно считать началом процесса врезания тот момент, когда водный поток, прорезав аллювий нормальной мощности, начинает врезаться в подстилающие породы. Однако в тех случаях, когда аллювий нормальной мощности залегает не на коренных породах, а на рыхлых отложениях большой мощности, установить его нижнюю границу не всегда удается. Это бывает особенно затруднительно, когда ложе аллювия нормальной мощности является констративный аллювий. Поэтому, когда врезающееся русло соприкасается с таким «ложным плотиком»¹, когда роль коренных пород, выходящих в русло, играют рыхлые отложения, основными признаками продолжающегося процесса врезания приходится считать другие морфологические особенности.

Выходы коренных пород в русле можно сравнительно часто наблюдать только в небольших ручьях (рис. 12). В крупных врезающихся реках они в большинстве случаев не видны (рис. 13), и только на

¹ Ложным плотиком я называю рыхлые отложения различного генезиса, в том числе и аллювиальные, не прорезанные рекой в течение стадии врезания и играющие роль ее коренного ложа. Такое изменение значения этого термина, применявшегося ранее (Билибин, 1938) только для обозначения плотика россыпных концентраций, представленного не коренными породами, а рыхлыми отложениями, кажется мне совершенно необходимым. С одной стороны, оно несколько расширяет это значение, позволяя связывать его не только с россыпями, но и с определенным чередованием стадий развития рек. С другой стороны, предлагаемое толкование термина «ложный плотик» несколько сужает его значение в применении к россыпям, позволяя связывать его только с россыпями, формирующимися в течение стадии врезания. Как будет видно в дальнейшем, такая конкретизация этого термина имеет важное значение.

порогах и водопадах, представляющих собой самые яркие примеры врезающихся русел, непосредственные контакты водного потока с подстилающими породами всегда доступны наблюдению. Непосредственным контактом водного потока с подстилающими породами следует, очевидно, считать и те случаи, когда с этими породами соприкасается переносимый водным потоком рыхлый материал. При этом надо иметь в виду, что в каждом сечении русла количество рыхлого материала непостоянно и что воздействовать на коренные породы этот движущийся рыхлый материал может только в периоды максимальной активности — во время паводков. Иллюстрацией сказанного служит изображенная на рис. 14 схема изменений сечения русла р. Берелеха (одна из вершин р. Колымы) на врезающемся участке его среднего течения. Эта составленная по данным наблюдений гидрологической станции схема показывает, что на данном створе с подъемом уровня воды на 1,5 м было связано понижение дна реки на 90 см. Не приходится сомневаться, что это понижение, происшедшее в течение месяца, было обусловлено выносом рыхлого материала, заполнявшего русло в межень. Для сравнения на этой же схеме показано сечение паводкового русла, наблюдавшееся 6 лет назад. Хотя уровень паводка 1957 г. был всего на 26 см ниже, чем в 1963 г., низшая отметка дна во время этого паводка была примерно на 70 см выше, чем в 1963 г. Какая-то часть этой разницы самых низких отметок речного дна, вероятно, возникла за счет понижения рекой коренного ложа. Однако трудно допустить, что за 6 лет коренное ложе было углублено на 70 см. Гораздо более правдоподобным является предположение о том, что в паводок 1957 г. между дном реки и коренным ложем располагался более мощный слой рыхлого материала.

Даже такие эпизодические контакты водного потока или влекомого им рыхлого материала с коренным ложем реки не всегда встречаются на всем протяжении врезающихся участков. Чаще они локализируются лишь на небольших по протяжению отрезках, между теми отрезками русла, которые подстилаются рыхлым материалом такой мощности, что

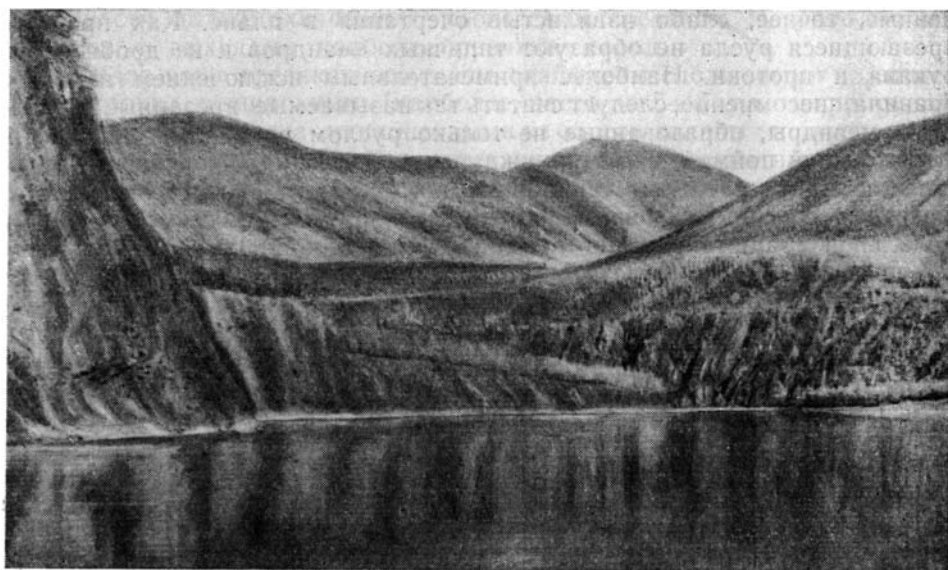


Рис. 13. Врезающееся русло крупной реки (р. Индигирка). Фото автора

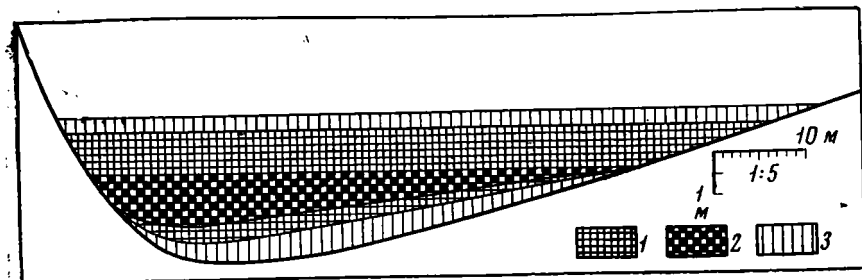


Рис. 14. Схема сечений меженного и паводкового русла р. Берелеха (одна из вершин Колымы)

1 — паводок 30 июля 1957 г.; 2 — межень 5 июня 1963 г.; 3 — паводок 8 июля 1963 г.

даже в паводки его нижний слой не приходит в движение. Благодаря этому углубление коренного ложа не происходит одновременно вдоль всего охваченного процессом врезания участка, а локализуется в его отдельных пунктах. Разумеется, река не может все время врезаться в одних и тех же местах, не затрагивая других. На врезающемся участке все время возникают новые контакты водного потока с коренным ложем, в то время как прежние становятся местами временных скоплений аллювиального материала, препятствующего углублению коренного ложа. Такая неравномерность процесса врезания в пределах охваченных им участков рек объясняется, с одной стороны, чередованием плёсов и перекатов, свойственным любому речному руслу, в том числе и врезающемуся, и преобладанием процесса размыва или отложения то на одних, то на других — в зависимости от уровня воды в русле. С другой стороны, горные породы, подстилающие русло врезающейся реки, не могут обладать совершенно одинаковой прочностью. Участки коренного ложа, сложенные менее прочными породами, быстро «переуглубляются» по отношению к участкам, сложенным более прочными породами, и заполняются аллювием, в течение какого-то времени препятствующим дальнейшему углублению.

Другая особенность врезающихся русел — это их почти прямолинейные, точнее, слабо извилистые очертания в плане. Как правило, врезающиеся русла не образуют типичных меандров и не дробятся на рукава и протоки. Наиболее примечательным исключением из этого правила, несомненно, следует считать так называемые врезанные меандры — меандры, образованные не только руслом реки, но и ее относительно узкой поймой, так что междуречья, сложенные коренными породами, заходят в пределы меандрового пояса. Спряmlенность врезающихся русел обычно объясняют быстрыми прорывами шеек меандров в начальной стадии процесса врезания (Билибин, 1938). Однако такое объяснение не дает ответа на вопрос, почему в некоторых случаях, пусть сравнительно редких, такого спрямления не происходит и меандры, развивавшиеся в условиях равновесия, «проектируются» на коренные породы и образуют врезанные меандры. Кроме того, спрямление русла в местах прорыва шеек меандров сопровождается одновременным ростом его извилистости в тех местах, где прорывов не происходит.

Мне кажется, что решающее влияние на спрямление русла в стадии врезания оказывает процесс «приспособления» очертаний речной сети к геологической структуре. Обусловленность этих очертаний определенными структурными линиями, четко выраженная почти во всех горных странах, может возникать только в ходе многочисленных стадий врезания, когда реки непосредственно соприкасаются с горными поро-

дами. Линейность большинства таких определяющих направления рек структур мешает врезающимся рекам образовывать излучины и ведет к спрямлению русел. В то же время в некоторых случаях особенности структуры, в частности пересекающиеся под определенными углами складки и разрывы, могут вызвать появление таких «приспособленных» к структуре изгибов врезающегося русла, которые по очертаниям будут почти не отличаться от типичных врезуемых меандров. Примеры таких обусловленных структурой изгибов врезающегося русла можно видеть на пересечении р. Учуром (приток Алдана) хр. Лурикан, Индигиркой цепей Черского и во многих других местах. Можно предполагать, что типичные врезуемые меандры развиваются именно из таких обусловленных структурой изгибов при некотором замедлении врезания. Поскольку «классическую» гипотезу о наложенном характере врезуемых меандров, об их унаследованности от предшествовавших стадий развития нельзя все же исключать из рассмотрения, нужно признать, что проблема формирования врезуемых меандров требует дополнительных исследований.

Инстративные поймы

В долинах врезающихся рек нередко встречаются участки, полностью лишенные пойм. Дном долины на таких участках является врезающееся русло, к которому с обеих сторон непосредственно примыкают склоны междуречий или террас, обладающие в таких случаях значительной крутизной. Некоторым подобием поймы на таких участках можно считать береговые отмели, сложенные временными скоплениями аллювия, но эти отмели обычно полностью покрываются водой даже в небольшие паводки.

Такие лишенные пойм участки довольно обычны на врезающихся ручьях и небольших речках, но они встречаются и на крупных реках. Пороги и водопады, как правило, располагаются именно на таких участках (рис. 15). Однако и на малых и тем более на больших реках лишенные пойм участки занимают лишь небольшую часть общей протяженности долин, охваченных процессами врезания. Нередко они совпадают с выходами наиболее прочных пород.

Гораздо чаще врезающиеся русла окаймлены сложными аллювием сравнительно неширокими (наиболее часто в 5—6 раз шире русла) поверхностями, слегка наклоненными от бортов долины к руслу. Эти поверхности — поймы стадии врезания или инстративные поймы (рис. 16) — являются, пожалуй, наиболее типичными формами рельефа днищ долин, охваченных процессом врезания. Не может быть никакого сомнения в том, что они формируются в результате одновременного вертикального и горизонтального смещения русла при заметном преобладании горизонтальной составляющей. Широкая распространенность инстративных пойм лишний раз свидетельствует о той неравномерности процесса врезания, которая была охарактеризована в предыдущем разделе, посвященном врезающимся руслам. Если бы процесс врезания шел равномерно на всем протяжении охваченной им долины, то вертикальная составляющая, несомненно, не могла бы уступать горизонтальной (Пнотровский, 1948) и лишенные пойм участки преобладали бы над участками инстративных пойм. Однако само существование плёсов и перекатов в каждой реке свидетельствует о том, что ни один флювиальный рельефообразующий процесс не может идти равномерно.

В ходе процесса врезания эта неравномерность во много раз усиливается различиями в прочности прорезаемых рекой пород. В результа-



Рис. 15. Небольшие водопады на врезающемся участке р. Чукчи (бассейн Индигирки). Фото Б. А. Онищенко

те этого глубинное врезание «концентрируется» на отдельных, сравнительно коротких отрезках врезающихся участков, позволяя горизонтальным смещениям русла на других отрезках преобладать над вертикальными и создавать слабо наклонные, а иногда и почти плоские участки днищ долин в пределах врезающихся участков. Нужно сказать, что и после того как пресобладание горизонтальных смещений русла над вертикальными решительно изменится на противоположное соотношение между ними, углубление русла будет превращать инстративную пойму в террасу лишь постепенно. В течение какого-то времени эта уже начавшая формироваться инстративная терраса будет внешне неотличима от инстративной поймы.

Ширина инстративных пойм может изменяться в больших пределах на сравнительно коротких расстояниях. Так, на рис. 17 изображены геологические разрезы инстративной поймы р. Арга-Юрха (левый приток одной из вершин Колымы — р. Кулу). Несмотря на то что расстояние между разведочными линиями, по которым составлены эти разрезы, не превышает 1 км, ширина поймы изменяется в несколько раз.

Инстративные поймы всегда обладают несколько большими продольными уклонами по сравнению с перстративными поймами тех же рек, примыкающими к участкам врезания. Однако пытаться определить характер флювиального процесса по уклону реки, не принимая во внимание характера окружающего рельефа, бессмысленно. Перстративная речная пойма, окаймленная высокими и крутыми междуречьями, может иметь значительно больший уклон, чем инстративная пойма реки такой же водности, окаймленной пологими и невысокими междуречьями. Вообще уклоны инстративных пойм, так же как и всех других, изменяются в очень широких пределах в зависимости от водности рек, характера окружающего их рельефа и прочих особенностей физико-географической обстановки и геологического строения.

Протяженность иностранных пойм также может быть самой различной, изменяясь, по-видимому, главным образом в зависимости от

характера причин, вызвавших наступление врезания, и от особенностей геологического строения. В бассейнах Колымы и Индигирки мне приходилось встречать инстративные поймы протяженностью иногда в десятки километров, а иногда всего в несколько сотен метров, причем выше и ниже их располагались перстративные поймы равновесных участков долин. Диапазон протяженности врезающихся участков речных долин еще больше, так как в большинстве случаев они состоят из целой серии инстративных пойм, разделенных участками врезающегося русла, лишенными пойм, и иногда тянутся на сотни километров.

Анализ территориальных взаимоотношений между поймами разных динамических фаз показывает, что в горных районах Северо-Востока СССР, где тектонические поднятия, несомненно, преобладают над опусканиями, инстративные поймы занимают подчиненное положение. Лишь в самых высоких горных узлах среди речных долин преобладают врезающиеся участки. Те беглые личные наблюдения, которые мне удалось провести в других среднегорных районах Советского Союза и некоторых других стран, позволяют утверждать, что такие соотношения между поймами разных динамических фаз типичны, что в областях среднегорного рельефа, как и на равнинах, преобладают речные долины, находящиеся в состоянии динамического равновесия.

По-видимому, одной из причин преобладания равновесных рек в среднегорных областях служит тот факт, что непосредственной причиной наступления врезания является не тектоническое поднятие само по себе, а связанное с ним увеличение уклона рек. Даже когда поднятия захватывают весьма обширные территории, уклон рек они увеличивают только на ограниченных участках этих территорий. На этих участках и локализуются вначале процессы врезания, лишь впоследствии распространяясь вверх по течению рек на другие участки поднятой территории. Однако для того чтобы равновесные долины продолжали преобладать над врезающимися, необходимо, чтобы распространение врезания вверх по течению шло одновременно с его отмиранием на нижнем конце охваченного этим процессом участка. Очевидно, реки



Рис. 16. Инстративная пойма р. Оротукана (бассейн Колымы). Фото А. В. Ложкина

регулярно достигают состояния динамического равновесия и на участках первоначальной локализации врезания — участках деформированного тектоническими движениями уклона.

В условиях продолжающейся тектонической деформации динамического равновесие, очевидно, наступить не может. Остается предполагать, что крупные тектонические поднятия, формирующие горные страны, имеют пульсационный, прерывистый характер. Большая скорость флювиальных рельефообразующих процессов позволяет рекам достигать состояния динамического равновесия и в течение тех сравнительно коротких (конечно, в геологическом масштабе времени) эпизодов относительного тектонического покоя, которые разделяют отдельные «импульсы» тектонической активности. Необходимо подчеркнуть, что, поскольку речь идет о формирующихся горных странах, эти эпизоды тектонического покоя нельзя считать определяющими в общей характеристике тектонического режима. Скорее, их надо рассматривать как составные части периодов тектонической активности.

В то же время медленные, но непрерывные тектонические поднятия, как будет показано в следующем разделе, мешают наступлению динамического равновесия в реках, несмотря на то что их скорость уступает скорости флювиальных рельефообразующих процессов.

Влияние некоторых особенностей геологического строения на локализацию врезающихся участков рек

Врезающиеся участки рек небольшой протяженности очень часто локализуются в пределах выходов наиболее прочных пород, причем границы врезающихся участков и этих выходов нередко совпадают. Иногда такие совпадения заставляют приписывать выходам прочных пород какую-то активную роль в развитии флювиальных процессов и, так сказать, непреходящее влияние на морфологические и генетические особенности речных пойм. В действительности в подавляющем большинстве случаев выходы прочных пород играют лишь пассивную роль в жизни рек. Как правило, врезание, распространяясь вверх по течению, «задерживается» на этих выходах, в то время как и выше и ниже их по течению река успевает выработать уклон, при котором наступает динамическое равновесие.

Ю. А. Билибин (1938) дал краткое описание различных видов влияния выходов прочных пород на распространение процесса врезания вверх по течению. Если, распространяясь вверх по течению, врезание достигает выходов прочных пород, скорость понижения рекой земной поверхности, так же как и скорость дальнейшего распространения этого процесса вверх по течению, резко уменьшается. В результате этого несколько отдельных врезаний, разделенных стадиями динамического равновесия, могут слиться в одно в пределах выхода прочных пород. Выше такого выхода может происходить обратный процесс. Врезание «осваивает» участки прочных пород не только медленно, но и неравномерно. «Сначала происходит подготовка порога, распадение породы на отдельные валуны, а потом уже удаление этих валунов, после чего уровень русла быстро понижается на некоторую величину» (Билибин, 1938, стр. 190). В течение каждого промежутка времени, проходящего между такими «быстрыми понижениями на некоторую величину», река на участке выхода менее прочных пород, лежащем выше по течению, будет врезаться, уменьшая свой уклон, причем это уменьшение уклона может оказаться достаточным для достижения динамического равновесия. В результате врезание, единое на участке выхода прочных пород, выше по течению может разбиться на несколько отдельных врезаний,

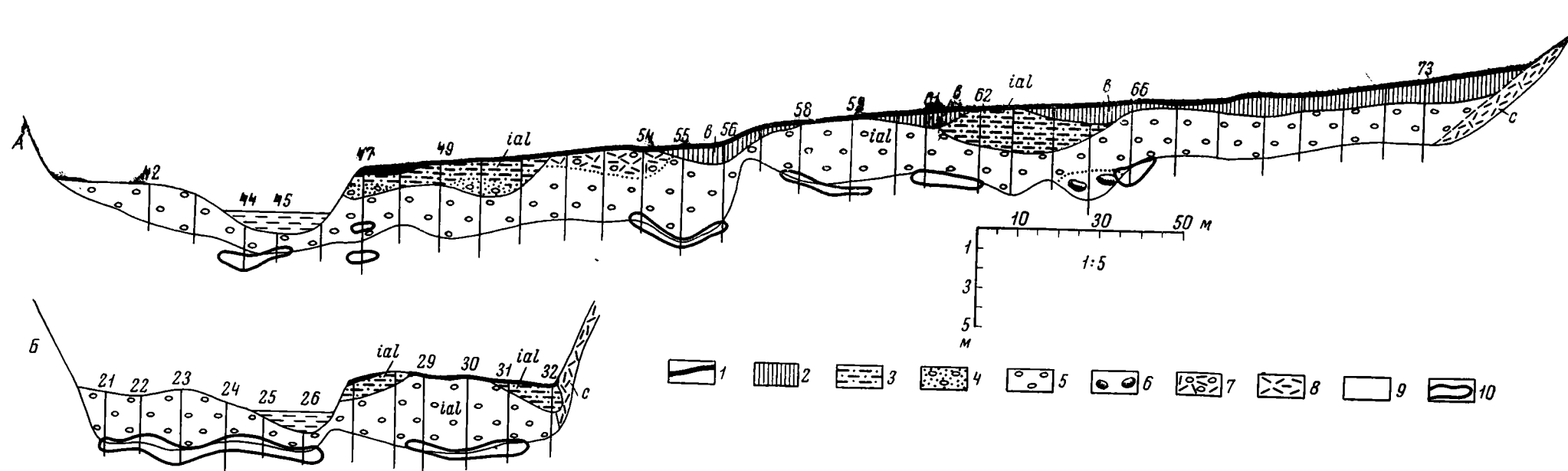


Рис. 17. Геологические разрезы инстративной поймы р. Арга-Юряха (левый приток р. Кулу — одной из вершин Колымы) по шурфлиниям 381 (А) и 401 (Б)

- | | |
|--|---|
| 1 — почва; | 7 — галька со щебнем, гравием и глинистым песком; |
| 2 — торф; | 8 — щебень и дресва с суглинком. |
| 3 — илистый песок; | 9 — коренные породы; |
| 4 — песок с редкой галькой и гравием; | 10 — границы россыпных концентраций. |
| 5 — галька с гравием и песком; | |
| 6 — галька с валунами, гравием и песком; | |

Здесь и в дальнейшем границы между фациями и динамическими фазами даны сплошной линией; границы между литологическими разновидностями — точечной линией; предполагаемые границы — штриховой линией

Рис. 18. Геологический разрез инстративной поймы р. Теньки (правый приток Колымы) по шурфлинии 386

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1 — почва; | 9 — галька с гравием, песком и валунами |
| 2 — торф; | 10 — коренные породы; |
| 3 — глина и суглинок; | 11 — границы россыпных концентраций золота. |
| 4 — ил; | Свита 1 — плотиковый аллювий (sal ₁); |
| 5 — песок; | Свита 2 — перстративный рус- |
| 6 — илистый песок; | |
| 7 — ил с редкой галькой и гравием; | |
| 8 — галька с гравием и песком; | |

ловой и пойменной аллювий (pal₂); свита 3 — инстративный русловой, пойменный и старичный аллювий (ial₃); биогенные отложения (b₃); аллювиально-коллювиальные (террасоувальные) отложения (alc₃)



разделенных стадиями динамического равновесия, хотя и кратковременными, но достаточно четко выраженными морфологически.

Весьма характерным свойством врезающихся участков большой протяженности является невыровненность их продольного профиля. Она проявляется в чередовании участков с резко различным уклоном, причем, как правило, на менее крутых участках развиты инстративные поймы, а более крутые лишены пойм. Общий продольный профиль таких участков нередко отличается отсутствием вогнутости, характерной для большинства рек,— он может быть и прямолинейным, и даже выпуклым. В то же время встречаются и такие врезающиеся участки, на которых, несмотря на их сравнительно большую протяженность, единая инстративная пойма развита сверху донизу. Продольный профиль таких участков по форме почти не отличается от профилей равновесных участков, а развитые на них инстративные поймы характеризуются максимальной для этого вида пойм шириной. С коренным ложем долины контактирует только рыхлый материал, перемещаемый потоком, причем эти контакты осуществляются преимущественно в паводки. На всем протяжении таких участков процесс врезания как бы находится в стадии завершения, а развитые на них инстративные поймы по своим морфологическим особенностям занимают промежуточное положение между поймами стадии врезания и этапа речной абразии. Примером этих образований может служить инстративная пойма среднего течения р. Теньки (Тенгке), правого притока Колымы (рис. 18). По своим морфологическим особенностям и по внутреннему строению она достаточно близка к пойме р. Арга-Юряха в районе линии 381 (см. рис. 17). Однако, как можно видеть на том же рис. 17, инстративная пойма Арга-Юряха при продвижении вверх по течению резко сужается и совершенно перестает быть похожей на пойму этапа речной абразии.

При обычном распространении процесса врезания вверх по течению он находится в завершающей стадии только в нижних частях охваченных им участков, а их верхние части находятся в начальной стадии процесса. Схема стадийности развития речных долин, разработанная Ю. А. Билибиным, основана на признании таких пространственных взаимоотношений между начальными и конечными стадиями процесса врезания универсальными. Согласно этой схеме, при продвижении по долинам сверху вниз можно выделить «зону зрелых долин старого эрозионного цикла, зону углубления долин, зону расширения долин и заполнения их речными отложениями и зону зрелых долин нового эрозионного цикла» (Билибин, 1938, стр. 149).

Как показывают факты, эта схема далеко не универсальна. Существование инстративных пойм, на всем протяжении представляющих собой как бы переход от «зон углубления» к «зонам расширения долин»,— только одно из подтверждений этого. По всей вероятности, подобные инстративные поймы возникают на участках медленных, но более или менее равномерных и долго живущих тектонических поднятий, когда врезание успевает «справляться» с поднятием и не позволяет ему создавать резко неравновесные участки рек с невыровненным продольным профилем, а поднятие не прекращается и не позволяет рекам достигать состояния динамического равновесия. Поднимающаяся земная поверхность прорезается реками, которые сохраняют при этом примерно одну и ту же абсолютную высоту. Такое соотношение между поднятием и врезанием, между эндогенным и экзогенным процессами также можно рассматривать как динамическое равновесие. Эта концепция динамического равновесия в процессах развития рельефа, впервые выдвинутая В. Пенком и сравнительно недавно четко сформулированная Дж. Хэком (Наск, 1960), бесспорно, заслуживает внимания. Она в принципе отличается от рассмотренного выше положения о равнове-

сии между выносом и поступлением рыхлого материала, и поэтому, оперируя одним и тем же термином «динамическое равновесие», необходимо пояснять, о каком равновесии идет речь. Эти различные концепции вовсе не исключают одна другую, а отражают только разные пути подхода к проблеме анализа строения рельефа.

Равновесие между поднятием и врезанием, очевидно, существует в тех случаях, когда скорость тектонического поднятия меньше возможной скорости врезания реки (фактическая скорость врезания в таких случаях совпадает со скоростью поднятия). В условиях среднегорного рельефа такие отношения между скоростями поднятий и врезаний, по-видимому, встречаются довольно часто. Нередки поэтому и такие участки рек, на всем протяжении которых процесс врезания находится как бы в стадии завершения. К условиям, существующим на подобных участках, как мне кажется, и применим термин Е. В. Шандера «квази-абсолютное равновесие».

Существенные коррективы в схему зональности стадий развития речных долин, предложенную Ю. А. Билибиным, вносят также дифференцированность неотектонических движений, характерная для большинства горных стран, и различия в прочности горных пород. Врезания рек, вызванные тектоническими поднятиями или другими причинами регионального характера и разделяющие речные долины того или иного региона на отрезки, соответствующие «циклам эрозии», распространяясь вверх по течению, могут частично или полностью «задерживаться» на выходах более прочных пород либо совмещаться с врезаниями, вызванными локальными тектоническими движениями. В результате этого сочленение между «зоной углубления долин» и расположенной выше ее по течению «зоной зрелых долин старого эрозионного цикла» далеко не всегда имеет тот характер, который ему «полагается» иметь по схеме Ю. А. Билибина.

Согласно этой схеме, врезающийся участок своей верхней частью как бы вдается в пределы равновесного участка, лежащего выше по течению, причем уровень поймы этого равновесного участка прослеживается вниз по течению в виде террас, окаймляющих с обеих сторон инстративную пойму врезающегося участка. Такие взаимоотношения, конечно, не являются каким-либо исключением, однако их нельзя называть и общим правилом. На участках речных долин, примыкающих сверху к тем «ловушкам» врезания, которые возникают на выходах более прочных пород, реки, как уже говорилось, успевают достигать равновесного состояния на уровнях, соответствующих верхнему концу «ловушки». В результате этого их равновесные поймы соответствуют по уровню врезающимся, а не продолжают вниз по течению в виде террас. Инстративные и примыкающие к ним сверху перстративные поймы при этом сочленяются более или менее плавным переходом. Такой постепенный переход врезающегося участка реки в расположенный выше по течению равновесный участок может создать впечатление, что распространения врезания вверх по течению в таких случаях вообще не происходит. Нетрудно понять, что это ошибочное впечатление. Морфологические особенности таких сочленений обусловлены тем, что процесс врезания, распространяющийся вверх по течению из пределов «ловушки», протекает на этих вышележащих участках значительно быстрее и успевает смениться состоянием динамического равновесия.

Характер развития флювиальных рельефообразующих процессов на локальных тектонических поднятиях, пересекающих речные долины, заслуживает специального рассмотрения. В особенности это касается тех случаев, когда скорость тектонических движений настолько мала, что они успевают «компенсироваться» флювиальными процессами уже в ходе формирования поднятия. Хотя в результате этой «компенсации»



Рис. 19. Схема влияния локальных поднятий на изменения продольных профилей рек и мощности аллювия

все поднятие должно быть прорезано рекой, не следует забывать о том, что его формирование может быть непосредственной причиной врезания только на том крыле, где уклон реки будет увеличиваться. На противоположном крыле, захватывающем вышележащий участок долины, уклон реки будет уменьшаться, что, как известно, ведет к наступлению процесса накопления аллювия. Распространение врезания с участка увеличивающегося уклона (с нижнего по течению крыла поднятия) вверх по течению должно, однако, приводить к довольно быстрому прорезанию накапливающегося аллювия. Там, где участок с уменьшающимся уклоном примыкает к центральной части поднятия, процесс накопления аллювия иногда, вероятно, вообще не проявляется, так как распространяющееся снизу врезание «исправляет» положительный баланс рыхлого материала до того, как он успевает сказаться на деятельности реки. Однако на верхнем конце этого участка, куда врезание, распространяющееся снизу, «добирается» в последнюю очередь, видимо, всегда успевает накапливаться аллювий повышенной мощности, и это накопление, естественно, распространяется вверх по течению — за пределы локального поднятия.

Окончательное восстановление состояния динамического равновесия в реке, пересекающей локальное поднятие, может произойти только после прекращения тектонических движений, формирующих это поднятие. Анализ уклонов, при которых восстановится равновесие, позволяет утверждать, что в долине, пересекающей поднятие, будут сформированы участки повышенной мощности аллювия, располагающиеся непосредственно ниже и непосредственно выше поднятия (рис. 19). Возникновение этих участков связано с увеличением количества рыхлого материала, поступающего с врезающегося участка реки на нижележащий (для участка ниже поднятия), и с распространением накопления аллювия вверх по течению от участка с уменьшающимся в результате формирования поднятия уклоном (для участка выше поднятия). Их сохранение обусловлено тем, что равновесие после врезания, вызванного тектоническими поднятиями, наступает при более крутом уклоне, чем существовавший до врезания (см. табл. 1, стр. 35). Что означает, что на участок реки, лежащий ниже поднятия, и после восстановления равновесия будет поступать несколько больше рыхлого материала, чем до врезания, и новый уклон должен быть несколько больше; на участке, лежащем выше поднятия, река не сможет углубиться в аллювий, накопившийся в результате тектонического подпора, так как «компенсационное» врезание в пределах поднятия завершится раньше, чем река углубится до прежнего уровня. Сказанное достаточно ясно иллюстрируется схемой, приведенной на рис. 19.

Показать правильность этой схемы на конкретных примерах, к сожалению, не так просто. Для обнаружения таких примеров нужно сочетание очень детальных геологических и геоморфологических исследова-

ний в пределах обоих крыльев того или иного поднятия. Степень изученности Северо-Востока СССР не настолько высока, чтобы ожидать изобилия таких примеров, да и специального внимания их поискам я, к сожалению, не смог уделить. Тем не менее можно предполагать, что одним из таких примеров является молодое поднятие, пересекающее нижнее и среднее течение р. Теньки. Это поднятие выражено (хотя и не резко) в увеличении абсолютных высот междуречьев и достаточно четко проявлено в строении речных пойм. Инстративная пойма нижнего и среднего течения р. Теньки уже приводилась в пример при характеристике образований, занимающих промежуточное положение между поймами стадии врезания и этапа речной абразии (см. рис. 18). Именно такие поймы характерны для тех крыльев поднятий, на которых уклоны рек увеличиваются. На продолжении долины среднего течения р. Теньки вверх по течению располагается долина р. Омчак, пойма которой сложена аллювием несколько повышенной мощности (10—12 м). По всей вероятности, это связано с тем, что р. Омчак пересекает другое крыло поднятия.

Инстративные террасы

Как уже говорилось, ширина большинства инстративных пойм в несколько раз превосходит ширину русла. Естественно, что в ходе врезания русла реликты этих пойм могут сохраняться от уничтожения и присутствовать на врезающихся участках речных долин в виде террас. Нельзя, однако, не отметить существенного различия между превращением в террасы инстративных пойм и возникновением террас из перстративных и констративных речных пойм. Превращение поймы в террасу происходит только в результате врезания реки, поэтому, когда террасы возникают из перстративных или констративных пойм, это отражает качественное изменение в ходе развития реки — переход от состояния динамического равновесия, а иногда и непосредственно от процесса накопления аллювия к процессу врезания. Превращение инстративной поймы в террасу не требует никаких качественных изменений в жизни реки, оно происходит в ходе одного и того же процесса врезания.

Формирование инстративных пойм и террас в течение одной и той же стадии развития реки приводит к тому, что между этими формами рельефа не существует четких границ — ни возрастных, ни генетических, ни морфологических. Поверхность инстративных пойм очень часто бывает наклонной, в присклоновой части она может лежать на несколько метров выше, чем в прирусловой. Нередко при продвижении вдоль по долине можно видеть, что такая наклонная поверхность переходит в ступенчатую — присклоновая часть поймы превращается в серию низких инстративных террас. Эти террасы в свою очередь снова могут слиться в единую инстративную пойму.

Ступенчатость поверхности характерна для большинства пойм независимо от стадии развития формирующей их реки. Ступени перстративных и констративных пойм, причины формирования которых будут разобраны в соответствующих главах, отличаются от невысоких террас тем, что их возникновение не связано с процессом врезания. Провести такую же четкую генетическую границу между ступенчатыми инстративными поймами и низкими инстративными террасами невозможно. Поэтому на практике (например, при составлении карт) вопрос о выделении таких террас или их включении в состав ступенчатой поймы можно, по-видимому, ставить в зависимость от масштаба исследований. Мне кажется, что это положение неплохо иллюстрируется геологическими разрезами, приведенными на рис. 17 и 18. На каждом

из них выделяются невысокие террасы, которые, однако, можно рассматривать и как ступени инстративных пойм.

Из-за сравнительно небольшой ширины инстративных пойм возникающие из них террасы, как правило, невелики по размерам и находятся в узкой долине, в непосредственной близости от врезающегося русла. Это резко ограничивает возможности их длительного сохранения в рельефе. Инстративные террасы, как правило, не встречаются над сравнительно широкими перстративными и констративными поймами и редко поднимаются больше, чем на первые десятки метров над инстративными поймами.

Инстративными (эрозионными) террасами иногда называют реликты перстративных террас, их цоколи, лишенные или почти лишенные рыхлого покрова в результате последующей денудации. Такие отпрепарированные цоколи речных террас могут встречаться над любыми поймами, поднимаясь над ними иногда на значительную высоту, но к инстративным террасам они, как правило, не имеют никакого отношения.

Таким образом, характерными морфологическими особенностями инстративных террас являются:

1) небольшая (до первых десятков метров, чаще первые метры) высота над руслом;

2) небольшая ширина, соизмеримая с шириной инстративных пойм;

3) наклон поверхности в сторону русла, иногда почти незаметный, а иногда достигающий нескольких градусов;

4) тесная, почти не знающая исключений пространственная связь с инстративными поймами.

По внутреннему строению, по литологическим особенностям аллювия и его мощности эти террасы аналогичны инстративным поймам (вопросы, касающиеся строения аллювия инстративной динамической фазы, будут разобраны в специальном разделе данной главы).

Береговые обрывы

Как уже говорилось, береговые обрывы (флювиально-абразионные уступы) относятся к особой категории деструктивных форм рельефа — к формам, образованным горизонтальным подрезанием, которое вызывает резкое усиление гравитационного обваливания и осыпания и ведет к возникновению крутых, иногда вертикальных поверхностей в нижней части перерабатываемых им форм рельефа. Так как водные потоки могут непосредственно соприкасаться со склонами междуречий и террас не только в течение стадии врезания, но и в любую другую стадию развития реки, формирование береговых обрывов не ограничено одной только стадией врезания. Их удобнее рассматривать в данной главе только потому, что все прочие флювиально-деструктивные формы рельефа возникают лишь в стадию врезания. Кроме того, стадия врезания, так же как и сменяющий ее этап речной абразии, является временем активного формирования береговых обрывов почти на всем протяжении речных долин. Во время стадий равновесия и накопления аллювия активное формирование береговых обрывов происходит лишь эпизодически — на тех в общем немногочисленных участках, где русло реки непосредственно соприкасается со склонами междуречий или террас. Однако береговые обрывы могут довольно долго сохраняться в рельефе уже после того, как река отходит от склона и прекращает активно подрезать его. Нередко четко выраженные береговые обрывы можно встретить даже над террасами.

Морфологически береговые обрывы представляют собой очень крутые, иногда вертикальные и даже нависающие нижние участки склонов междуречий и террас, опирающиеся либо непосредственно на русло

реки, либо на плоские поверхности пойм или террас и отделяющиеся от вышележащих денудационных участков склонов четкими перегибами. Склоны террас нередко полностью относятся к береговым обрывам. В таких случаях перегиб на их верхней границе совпадает с бровкой террас. Протяженность береговых обрывов редко превышает первые километры, а высота — десятки метров.

Крутизна активно формирующихся обрывов зависит от соотношения между скоростями склоновой денудации и речной абразии — чем меньше первая и чем больше вторая, тем круче (при прочих равных условиях) обрыв. Крутизна реликтовых обрывов, подрезание которых водным потоком прекратилось, зависит от их возраста, от прочности горных пород, срезаемых обрывами и от структурных особенностей. В тех случаях, когда в основаниях береговых обрывов выходят менее прочные породы, чем в их верхних частях, крутизна этих обрывов будет сохраняться, несмотря на их переработку процессами склоновой денудации. Когда различная прочность пород не влияет на формирование склонов, процессы денудации, как правило, выполаживают абразионные уступы. В конце концов эти уступы перестают отличаться по крутизне от денудационных склонов¹.

Так как склоновая денудация всегда принимает какое-то участие в формировании береговых обрывов, а реликтовые обрывы перерабатывает без участия каких-либо иных процессов, провести четкую границу между флювиально-абразионными уступами и крутыми денудационными склонами междуречий невозможно. При составлении геоморфологических карт иногда приходится сталкиваться с такими формами рельефа, которые занимают как бы промежуточное положение между денудационными склонами и абразионными уступами. В таких случаях отнесение этих форм к тому или иному генетическому типу рельефа неизбежно носит условный характер, отражая точку зрения автора на историю их развития.

ФОРМИРОВАНИЕ АЛЛЮВИЯ

Схема фациального строения аллювия, разработанная Е. В. Шанцером (1951), в настоящее время является общепринятой и с успехом применяется не только для равнинных, но и для горных рек. Широкая известность этой схемы позволяет обойтись без повторения ее основных положений. Три главных подразделения аллювиального генетического типа — русловой, пойменный и старичный аллювий, имеющиеся в данной работе фациями, формируются в течение любой стадии развития реки и входят в состав любой динамической фазы аллювия. Однако особенности фациального строения каждой фазы — соотношения между фациями, — так же как и литологические особенности отложений, несколько различны.

¹ Существует и другой взгляд на развитие береговых обрывов и вообще крутых нижних частей склонов, согласно которому даже в породах одинаковой прочности они не выполаживаются, а, сохраняя свою крутизну, отступают от долин к водоразделам «параллельно самим себе» (King, 1953, 1962; Пиотровский, 1961, 1964; Никольская и др., 1967; и др.). Однако фактический материал заставляет сомневаться в том, что этот процесс, ведущий к формированию педиментов и педиленов и, по-видимому, достаточно характерный для аридного климата, может развиваться в гумидных условиях (Воскресенский, 1956; Карташов, 1963б, 1966б; Валпетер, Карташов, 1964; Ганешин, 1964; Шанцер, 1965б; и др.).

Особенности фациального строения инстративного аллювия

Аллювий рек горных районов отличается от аллювия равнинных рек в основном большей крупностью входящего в его состав материала. Кроме того, пойменная и старичная фации, занимающие подчиненное положение и в аллювии равнинных рек, играют еще меньшую роль в составе аллювия горных рек. В инстративном аллювии рек горных районов эти характерные черты выражены особенно резко.

Небольшая ширина инстративных пойм является причиной того, что во время паводков не возникает резких различий в гидрологическом режиме русла и залитой поймы. Поэтому отложение взвешенного материала на поверхности поймы в инстративную фазу происходит в сравнительно ограниченных пределах. Естественно, чем интенсивнее идет процесс врезания, чем круче уклон инстративной поймы и чем уже эта пойма, тем меньше возможностей для формирования пойменного аллювия, а на участках, лишенных пойм, он вообще не может формироваться.

Характерной чертой ступенчатых инстративных пойм или инстративных пойм, окаймленных невысокими инстративными террасами, является формирование линз пойменного аллювия на поверхности этих террас или ступеней. Из-за небольшой ширины инстративных пойм паводки на них бывают довольно высокими, и возможность затопления прилегающих к ним невысоких террас паводковыми водами значительно выше, чем на равновесных участках. Таким образом, превращение какого-либо участка инстративной поймы в террасу еще не выводит этот участок из сферы деятельности реки и, в частности, не препятствует формированию линз пойменного аллювия на его поверхности. Это лишь раз подчеркивает правильность того положения, что весь аллювий инстративных пойм и невысоких инстративных террас следует считать образованием одной генерации, и некоторую неопределенность той позиции, которую невысокие инстративные террасы занимают в генетической классификации форм рельефа. Как уже говорилось, их с равным правом можно считать и террасами, и ступенями инстративной поймы.

Даже на наиболее благоприятных для формирования пойменного аллювия участках речных долин, охваченных процессом врезания, — на инстративных террасах и на наиболее широких инстративных поймах — отложения пойменной фации аллювия не образуют сплошных горизонтов, а встречаются в виде небольших разобщенных линз. Геологические разрезы, изображенные на рис. 17 и 18, наглядно демонстрируют положение линз пойменного аллювия в инстративных поймах. При этом следует отметить, что и Арга-Юрях, и Тенька, поймы которых изображены на разрезах, — довольно крупные реки. В мелких речках и ручьях преобладание руслового аллювия над пойменным выражено еще резче.

Все сказанное о формировании пойменной фации инстративного аллювия полностью относится и к формированию старичного инстративного аллювия. Старичному инстративному аллювию также свойственно подчиненное положение в разрезе, он также «охотнее» встречается в поймах крупных рек, и тем чаще, чем шире их инстративные поймы, наконец, он также может формироваться на инстративных террасах. Линзы старичного инстративного аллювия можно видеть на тех же геологических разрезах (см. рис. 17 и 18).

Пойменный и старичный аллювий горных рек не только занимают подчиненное положение в разрезах пойм и террас — они отличаются и тем, что, как отмечалось во введении, не содержат россыпных полезных ископаемых. Естественно, что строение этих фаций изучено зна-

чительно хуже, чем строение наиболее распространенной русловой фации аллювия. Однако и те немногочисленные данные о литологических особенностях пойменного и старичного аллювия рек горных районов, которые накоплены к настоящему времени, позволяют прийти к заключению о том, что генетические и литологические различия между отдельными динамическими фазами этих фаций незначительны. Очевидно, раздельное описание строения и формирования пойменного и старичного аллювия в течение различных стадий развития рек не обязательно. Поскольку эти фации развиты наиболее полно в перстративной фазе, их описание удобнее всего привести в главе, посвященной стадии динамического равновесия.

Характерные особенности формирования аллювия, свойственные разным динамическим фазам, разным стадиям развития рек, с наибольшей полнотой отражаются в строении руслового аллювия. Именно русловой аллювий каждой динамической фазы отличается специфическими литологическими особенностями, мощностями и формами залегания. Это позволило мне выступить с предложением о разделении руслового аллювия схемы Е. В. Шанцера на несколько отдельных фаций, соответствующих разным динамическим фазам (Карташов, 1958а). Дальнейшее изучение проблемы взаимоотношений между фациями и динамическими фазами аллювия, критический разбор собственных представлений и особенно обсуждение этих представлений с Е. В. Шанцером и В. В. Ламакиным привели меня к заключению о необходимости изменения этой трактовки.

Генетическое единство всего руслового аллювия обусловлено тем, что он образуется из материала, переносимого волочением, перекачиванием по дну и сальтацией. Именно это единство позволяет противопоставлять его пойменному и старичному аллювию, образующимся из материала, переносимого во взвешенном состоянии. Важность этого противопоставления становится особенно очевидной при рассмотрении вопросов геологии россыпей, так как ни пойменный, ни старичный аллювий не содержат россыпных месторождений полезных ископаемых, которые концентрируются во всех разновидностях руслового аллювия. При разделении руслового аллювия на фации, соответствующие динамическим фазам, он выпадает из классификации как генетически единое целое. Видимо, целесообразней вернуться к схеме фациального строения аллювия, разработанной Е. В. Шанцером, и считать основными фациями аллювия пойменную, старичную и русловую, выделяя в последней (а не только во всем аллювии) соответствующие динамические фазы. Характеристики каждой динамической фазы руслового аллювия целесообразно приводить раздельно, в соответствующих главах работы.

Инстративный русловой аллювий

Даже относительно крупные реки районов горного рельефа отличаются от равнинных рек большими уклонами и соответственно большими скоростями течения. Поэтому основным отличием аллювия рек горных районов является большая крупность слагающего материала. Русловая фация этого аллювия, сложенная материалом, перемещаемым преимущественно волочением по дну, представлена в основном галечниками, которые содержат то или иное количество мелкого материала (песок, ил и глина). Нередко в ней присутствуют валуны размером 50—60 см в поперечнике. Лишь самые крупные и спокойные реки горных районов, протекающие в пределах участков наименее расчлененного рельефа, обладают песчаным русловым аллювием.

Инстративный русловый аллювий обладает следующими особенностями, отличающими его от руслового аллювия других динамических фаз:

1) крупный материал (валуны, галька и гравий) значительно преобладает над мелким (песок, ил и глина), больше, чем в любой другой динамической фазе;

2) довольно часто присутствует то или иное количество (иногда значительное) неокатанных обломков;

3) мелкий материал отличается значительной «промытостью» — содержит лишь небольшое количество глинистых частиц в пределах узких инстративных пойм и особенно на участках, лишенных поймы; глинистость аллювия увеличивается при увеличении ширины инстративных пойм и на участках, представляющих собой переходы от стадии врезания к этапу речной абразии, может быть весьма значительной.

Здесь необходимо отметить, что все литологические характеристики аллювиальных отложений, приводящиеся в данной работе, основаны на материалах личных наблюдений и анализа документации многочисленных разведочных выработок. Представительность этого материала не может вызывать сомнений, но нельзя не видеть и его существенного недостатка — бедности количественными характеристиками литологических особенностей. В основу документации разведочных выработок до сих пор кладутся визуальные определения, а большинство гранулометрических анализов аллювиальных отложений Северо-Востока СССР было выполнено из образцов, либо заведомо объединяющих отложения разных фаций и динамических фаз, либо отобранных без точной привязки к определенным фациям и фазам. Разумеется, результаты таких анализов невозможно было использовать в этой работе.

Призведенные в табл. 3 результаты единственного гранулометрического анализа инстративного руслового аллювия ручья Бодрого служат лишь иллюстрацией количественного выражения тех литологических особенностей, качественные характеристики которых приведены выше.

Таблица 3

Гранулометрический анализ инстративного руслового аллювия

Место отбора пробы	Процентное содержание фракций (размеры, мм)								Глинистость (процентное содержание глины в мелком материале)
	Крупный материал				Мелкий материал				
	валуны, глыбы, крупная галька, крупный щебень (+80)	галька, щебень (-80 +10)	гравий, дресва (-10+2)	сумма	песок (-2 +0,05)	ил (-0,05 +0,01)	глина (-0,01)	сумма	
Руч. Бодрый, русло	5,0	66,2	18,4	89,6	9,9	0,1	0,4	10,4	3,9

Ручей Бодрый, левый приток р. Арга-Юряха, впадающего в одну из вершин Колымы р. Кулу, в настоящее время довольно интенсивно врезается и обладает узкой инстративной поймой, ширина которой лишь незначительно превышает ширину русла. Выходы коренных пород присутствуют почти на всем протяжении русла Бодрого.

Аллювий, слагающий пойму ручья Бодрого, по данным разведочных работ, откорректированным личными наблюдениями естественных обнажений и просмотром старых разведочных «проходок», представлен однообразным галечником со щебнем, валунами, гравием и небольшим количеством разнозернистого песка. Мощность этого аллювия обычно колеблется от 1 до 3 м. В основании аллювия, как правило, присутствует маломощный (0,2—0,6 м) аллювиально-элювиальный слой — ще-

бень коренных пород, подстилающих аллювий, с галькой, гравием и песком. Возникновение этого слоя, присутствующего в большинстве речных долин Северо-Востока СССР, объясняется, очевидно, «проседанием» аллювиального материала в трещины коренных пород ложа врезающейся реки и последующим разрушением этих трещиноватых, «насыщенных» аллювиальным материалом пород частью под действием самой реки, движущей рыхлый материал по их поверхности, частью под действием выветривания.

Инстративный аллювий более крупных водотоков обладает несколько более сложным строением, особенно в пределах расширенных инстративных пойм. В качестве примера можно привести разрезы инстративного аллювия р. Арга-Юряха, составленные по документации двух шурфов линии 381 (см. рис. 17):

Мощность, м

Шурф 54 (сверху вниз)

1. Почвенный слой	0,2
2. Галька и гравий со щебнем и суглинком	0,6
3. Галька и гравий с редкими валунами небольших размеров (20—30 см в поперечнике) и разнозернистым песком	2,4
4. Щебень сланцев и песчаников с галькой, гравием и глинистым песком (аллювиально-элювиальный слой)	0,2
5. Коренные породы — выветрелые сланцы и песчаники.	

Шурф 65 (сверху вниз)

1. Почвенный слой	0,2
2. Темно-серый илстый торф	0,8
3. Илстый песок серого цвета (пойменная фация)	0,8
4. Галька с гравием и песком	1,4
5. Галька с валунами, гравием и глинистым песком	1,6
6. Коренные породы — трещиноватые песчаники.	

Полностью ревизовать документацию этих разведочных работ, к сожалению, не удалось, так как большая часть «проходок» не сохранилась. Однако те «проходки», которые удалось передокументировать, а также наблюдения над аллювием показывают, что первичная документация отличалась в общем удовлетворительным качеством. К приведенным здесь описаниям следует только добавить, что почти повсеместно на этой пойме галечники содержат небольшое количество неокатанного материала (дресвы и щебня глинистых сланцев и песчаников), а песчаный заполнитель галечников, как правило, отличается той или иной степенью глинистости.

В тех случаях, когда река врезается в собственный аллювий повышенной мощности, накопленный в одну из предыдущих стадий развития, или в рыхлые отложения неаллювиального генезиса, инстративный русловой аллювий лежит не на коренных породах, а на так называемом ложном плотике. Так как скорость врезания рек в рыхлые отложения очень велика, такие участки незавершенного врезания встречаются довольно редко. Не имея поэтому возможности показать характер строения инстративного руслового аллювия таких участков на конкретных примерах, отмечу только, что этот аллювий лишен почти всех литологических особенностей, свойственных инстративному аллювию рек, врезающихся в коренные породы. Его литологические особенности определяются в основном характером рыхлых отложений, на которых он залегает. Переработка этих рыхлых отложений врезающимся потоком ведет только к увеличению их сортированности и к уменьшению содержания мелких фракций.

Известное определение нормальной мощности аллювия как разницы высотных отметок средних паводков и средней глубины плёсов основано на представлении о том, что «нижней границей возможной аккумуляции аллювия является уровень дна реки» (Шанцер, 1951, стр. 206). Как указывалось ранее, это определение неприменимо

для равновесных участков горных рек, в строении аллювия которых принимает участие плотиковый аллювий, лежащий ниже дна реки. Для инстративного аллювия разницу уровней средних паводков и глубин плёсов, по-видимому, можно считать пределом максимально возможной мощности. В действительности инстративный аллювий никогда не достигает такой мощности, во-первых, потому, что поймы врезающихся рек, на которых пойменный аллювий либо отсутствует, либо не образует выдержанных горизонтов, не могут подниматься до уровня средних паводков, и, во-вторых, потому, что продолжающее врезаться русло лежит ниже среднего уровня подошвы аллювия, слагающего эти поймы.

Мощность инстративного руслового аллювия очень мало зависит от величины формирующего этот аллювий водотока и изменяется главным образом в зависимости от степени развития инстративной поймы, т. е. в конечном счете от интенсивности процесса врезания. На участках наибольшей интенсивности процесса врезания, где ширина днища долины не превышает ширины паводкового русла, мощность аллювия является минимальной и очень часто равняется нулю. Максимальные мощности инстративного аллювия наблюдаются на участках наименьшей интенсивности процесса врезания, обладающих наиболее широкими инстративными поймами и представляющих собой переходы к этапу речной абразии. Даже когда такие участки развиты в пределах самых крупных из числа наблюдавшихся долин, мощность руслового аллювия на них обычно не превышает 5 м, а чаще колеблется от 2 до 4 м.

Характер залегания инстративного руслового аллювия и его мощности достаточно хорошо отражены на уже приведенных геологических разрезах инстративных пойм (см. рис. 17 и 18). Литологические особенности отражены на разрезах значительно хуже. Некоторые из них (крупность гальки, различия в глинистости и т. п.) вообще трудно изобразить на таких разрезах, а такая особенность, как присутствие неокатанного материала, отмечается в первичной документации, как правило, только в тех случаях, когда количество этих неокатанных обломков бывает значительным.

Особенности формирования инстративного руслового аллювия

Литологические особенности аллювиальных отложений зависят от многих факторов, начиная с литологических характеристик коренных горных пород, слагающих территорию, по которой протекают реки. Однако те литологические особенности аллювия, которые типичны для той или иной динамической фазы, которые определяют различия между этими фазами, по-видимому, полностью зависят от особенностей формирования аллювия, свойственных различным стадиям развития рек.

Такие литологические особенности инстративного руслового аллювия, как резкое преобладание крупного материала над мелким и малая глинистость, бесспорно, связаны с его формированием в условиях отрицательного баланса рыхлого материала — в условиях преобладания выноса рыхлого материала над его поступлением. Естественно, что выносу подвергается в первую очередь мелкий материал. Резкое увеличение глинистости аллювия в расширенных участках инстративных пойм также хорошо объясняется условиями его формирования. Любое замедление глубинного врезания, сопровождающееся расширением поймы, отличается от начинающегося этапа речной абразии только своей последующей историей, тем, что оно сменяется не стадией динамического равновесия, а новым усилением глубинного врезания. Поэтому формирование инстративного аллювия в пределах широких инстративных пойм происходит в тех же условиях, что и формирование нижних

горизонтов аллювия нормальной мощности, происходящее в начале этапа речной абразии. Эти нижние горизонты аллювия нормальной мощности — плотиковый аллювий — также отличаются повышенной глинистостью. Таким образом, повышенная глинистость свойственна не типичным разновидностям инстративного руслового аллювия, а тем, которые по условиям образования приближаются к аллювию, формирующемуся при переходе от врезания к равновесию. Она, очевидно, обусловлена теми же причинами, что и глинистость плотикового аллювия. Подробный разбор этих причин удобнее отложить до того раздела, в котором будут проанализированы особенности формирования плотикового аллювия.

Частое присутствие в инстративном русловом аллювии того или иного количества неокатанных обломков, несомненно, связано с тем, что во время стадии врезания в общем количестве поступающего в реки материала резко увеличивается доля обломков, поступающих со склонов, примыкающих к узкому дну долины, и с тем, что часть материала начинает поступать непосредственно из разрушаемого рекой коренного дна долины. И те и другие обломки в первое время после своего поступления в перемещаемый рекой аллювиальный материал сохраняют свою угловатость.

Возраст инстративного аллювия

Весь аллювий, слагающий современные инстративные поймы, естественно, является геологически очень молодым образованием. Русловой аллювий инстративных террас всегда несколько древнее аллювия пойм, но сама непродолжительность существования этих террас ограничивает возраст аллювия, который практически никогда не бывает древнее верхнего голоцена. Пойменный и старичный аллювий на инстративных террасах, как уже отмечалось, может быть одновозрастным с аллювием пойм. В тех, видимо, нередких, хотя и далеко не всегда обнаруживаемых разведочными выработками случаях, когда инстративный аллювий сохраняется в основании перстративных пойм или под отложениями аллювиальных равнин, он может быть значительно более древним. Те данные о возрасте плотикового аллювия перстративных пойм (Орлова, 1964; Ложкин, 1963, 1968), которые имеются в моем распоряжении, позволяют считать возможным существование верхнеплейстоценового инстративного аллювия в основании подобных пойм. В основании аккумулятивных образований, так же как и в основании высоких перстративных террас, возраст инстративного аллювия может быть теоретически неограниченно древним. Поскольку пока еще вообще неизвестен такой древний аллювий, принадлежность которого к инстративной фазе была бы достоверно установлена, представления о его возможном возрасте приходится ограничивать этими теоретическими рассуждениями.

ФОРМИРОВАНИЕ РОССЫПЕЙ

Можно без всякого преувеличения сказать, что стадия врезания является важнейшей стадией формирования автохтонных аллювиальных россыпей. Общеизвестно, что среди всех видов этих россыпей наибольшими размерами, наивысшим содержанием полезных ископаемых и соответственно наибольшим промышленным значением обладают плотиковые россыпи, концентрирующиеся возле коренного ложа долины и в трещинах этого ложа. Так как реки соприкасаются с коренным ложем лишь во время стадий врезания, то все подобные россыпи формируются, очевидно, только в течение этих стадий.

С другой стороны, аллохтонные россыпи вообще не образуются в течение стадии врезания. На врезающихся участках рек в условиях отрицательного баланса рыхлого материала аллювий, способный к перемещению под действием водного потока, не может образовывать длительно существующих неподвижных скоплений. Так как аллохтонные россыпи представляют собой концентрации таких минеральных зерен, которые легко перемещаются водными потоками, они, очевидно, не могут возникать на участках речных долин, находящихся в стадии врезания.

В схеме формирования аллювиальных россыпей, разработанной Ю. А. Билибиным (1938) и ставшей, можно сказать, классической, роль стадии врезания сводится к перемещению россыпей на более низкие уровни. Процессы гравитационной сортировки реками рыхлого материала и возникновения концентраций полезных ископаемых в аллювии рассматривались Ю. А. Билибиным независимо от стадий развития рек. Считая, что все полезные ископаемые россыпей переносятся реками на более или менее значительные расстояния, Ю. А. Билибин допускал возможность возникновения «пластовых» (автохтонных) россыпей в зонах аккумуляции (стр. 215, рис. 96, стр. 314—315) и придавал большое значение геоморфологическим условиям формирования россыпей. По его мнению, до сих пор разделяемому некоторыми исследователями (Коноваленко, 1962), в зависимости от этих условий, главным образом от амплитуды врезания и от длительности стадий равновесия, разделяющих стадии врезания, перемещение россыпей на более низкие уровни может сопровождаться либо существенным увеличением количества содержащихся в них компонентов, либо, наоборот, существенным уменьшением этого количества. Однако факты, накопленные со времени выхода в свет работы Ю. А. Билибина, требуют пересмотра этой концепции. Первоочередного внимания при этом заслуживают выработанные на основе этих фактов представления о крайне медленном перемещении тех минеральных зерен, которые концентрируются в автохтонных россыпях. Эти представления достаточно подробно изложены в предыдущей главе.

Поскольку формирование приплотиковых концентраций «россыпных» минералов происходит в течение геологически длительных промежутков времени, включающих в себя многочисленные смены различных стадий развития реки, геоморфологическая обстановка во время последней стадии не может оказывать решающего влияния на богатство той или иной россыпи. Да и само по себе это влияние имеет довольно ограниченные пределы. Изменение амплитуды врезания и соответственно крутизны врезающегося участка реки может лишь несколько изменить положение границы между «пассивными» и «активными» фракциями «россыпных» минералов.

Крутизна склонов и интенсивность процессов выветривания и денудации определяют скорость разрушения коренных месторождений и степень освобождения «россыпных» минералов от вмещающих пород. Эти факторы, так же как и длительность стадий равновесия, конечно, влияют на количество полезных компонентов, добавляющихся к приплотиковой концентрации во время каждого врезания, и, следовательно, на общее богатство россыпи. Однако это влияние, по-видимому, не имеет решающего значения, проявляясь лишь «на фоне» влияния, оказываемого богатством коренного месторождения.

Таким образом, формирование автохтонных аллювиальных россыпей, локализующихся на плотике, происходит в основном во время стадий врезания. В течение этих стадий происходит переотложение ранее существовавших россыпей на более низкие уровни и пополнение их тяжелыми минералами, поступавшими в реки из разрушающихся коренных

месторождений за время, прошедшее после завершения предыдущего врезания.

До тех пор, пока очередная стадия врезания не завершилась, россыпи по отношению к руслу реки находятся в пределах «досыгаемости» и многократно перестраиваются им, хотя какие-то части россыпей могут, конечно, оставаться на террасах и оказываться за пределами сферы деятельности потока. Последние переработки этих россыпей происходят при завершении стадии врезания — в начале этапа речной абразии. После формирования аллювия нормальной мощности автохтонные аллювиальные россыпи, концентрирующиеся на плотике, не затрагиваются водным потоком до следующего врезания и сохраняются неизменными.

Русловые россыпи

Основная масса аллювиальных отложений, слагающих инстративные поймы, находится в сфере деятельности водного потока. На расширенных участках инстративных пойм, в их бортовых частях, аллювий может сохраняться от перемыва в течение более или менее длительных промежутков времени, но по мере продолжения глубинного врезания такие участки постепенно превращаются в инстративные террасы. В соответствии с этим аллювиальные россыпи, возникающие на участках врезания, локализуются либо в сфере деятельности водного потока, либо на инстративных террасах. В классификации Ю. А. Билибина (1938) первые были названы *руслowymi* россыпями. Что касается вторых, то они отличаются от россыпей, локализуемых на перстративных и констративных террасах, только малой мощностью «торфов» — аллювия, перекрывающего россыпные концентрации, и непродолжительностью (конечно, в геологическом масштабе времени) своего существования. Поэтому, классифицируя террасовые плотиковые россыпи как отдельный вид, не имеет смысла разделять их на разновидности, соответствующие различным динамическим фазам.

Превращение любых аллювиальных россыпей в террасовые, так же как и превращение речных пойм в террасы, происходит в течение стадий врезания. Однако террасовые россыпи отличаются от других аллювиальных россыпей только своим положением в рельефе, представляя собой те части россыпных концентраций, формировавшихся в пределах речных пойм, которые остались не перетолженными на более низкий уровень. Являясь только частями этих россыпей, они, конечно, имеют несколько иные морфологические особенности, однако возникновение их как россыпных концентраций происходило тогда, когда формировались россыпи, локализуемые в пределах речных пойм. Поэтому процесс формирования террасовых россыпей, так же как и других аллювиальных россыпей, потерявших непосредственную пространственную связь с речными поймами (водораздельные и погребенные россыпи), не нуждается в специальном описании.

Самые типичные русловые россыпи — «россыпи, находящиеся в процессе преобразования» (Билибин, 1938, стр. 180), — встречаются на врезающихся участках речных долин, лишенных поймы или обладающих самыми узкими инстративными поймами. Именно на таких участках непосредственная пространственная связь россыпных концентраций с водным потоком — наиболее характерная морфологическая особенность русловых россыпей — видна особенно наглядно. Однако и на таких участках эта связь может не проявляться, особенно в межень, существуя, так сказать, только в потенциале. Продуктивный пласт русловых россыпей в большинстве случаев глубоко «просажен» в трещины коренных пород, и часто между ним и руслом располагается слой аллювия, не

содержащий россыпных концентраций. Русловые россыпи, локализующиеся в аллювии, не «проседают» в аллювиально-элювиальный слой или еще глубже — в трещины плотика, встречаются значительно реже и представляют собой временные явления. Первое же усиление глубинного врезания на таком участке переместит россыпь на плотик.

Здесь уместно указать на некоторые противоречия в определениях русловой и долинной россыпи, сформулированных Ю. А. Билибиным (1938). С одной стороны, Ю. А. Билибин подчеркивал, что превращение русловой россыпи в долинную обусловлено формированием аллювия нормальной мощности и, следовательно, отражает переход от стадии врезания к стадии динамического равновесия. С другой стороны, он понимал свое определение русловой россыпи как «россыпи, находящейся в стадии преобразования», на мой взгляд, излишне буквально. Так, в россыпях, локализующихся на расширенных участках инстративных пойм и в настоящее время только частично находящихся непосредственно под руслом (см., например, рис. 17, разрез по линии 401, шурфы 21—26), он предлагал выделять русловую (в данном случае шурфы 25—26) и долинную (шурфы 21—24) части. Кроме того, он включал в число русловых россыпей те концентрации полезных ископаемых, которые возникают в руслах рек уже в течение стадии равновесия и локализируются соответственно не на плотике, а в основании перестраиваемого аллювия.

Последнее положение можно объяснить тем, что Ю. А. Билибин не принимал во внимание различий между плотиковыми и надплотиковыми автохтонными (в его классификации «пластовыми») россыпями. Что касается первого, то, поскольку формирование относительно широких инстративных пойм типично для стадии врезания и не может рассматриваться как начало перехода к стадии динамического равновесия, смещение русла в сторону от россыпи нельзя считать полной потерей связи между руслом и россыпью и полным прекращением преобразования этой россыпи. Таким образом, русловыми россыпями следует называть плотиковые россыпи инстративных пойм, формирующиеся в течение стадии врезания и локализующиеся в основании инстративного руслового аллювия или в трещинах коренных пород, подстилающих этот аллювий. Это уточненное определение позволяет считать русловой всю россыпь Арга-Юряха, пересеченную шурфами 21—26 линии 401 (см. рис. 17).

Уже упоминавшееся отсутствие четких границ между инстративными поймами и террасами затрудняет отделение русловых россыпей от россыпей невысоких инстративных террас. Мне кажется целесообразным относить к русловым россыпям концентрации, локализующиеся на самом низком уровне плотика (разумеется, вместе с теми «струями», которые располагаются непосредственно над ними, концентрируясь не в трещинах плотика, а в аллювии). Концентрации, локализующиеся не просто в стороне от русла, но при этом и на плотике, расположенном выше самого низкого уровня, следует, на мой взгляд, считать террасовыми россыпями независимо от того, выделяются ли эти террасы в рельефе.

Для пояснения этого положения обратимся еще раз к геологическим разрезам, изображенным на рис. 17 и 18 и показывающим концентрации золота в аллювии и в трещинах коренных пород. В разрезе инстративного аллювия Арга-Юряха по линии 401 (см. рис. 17) четко выделяются две россыпи, из которых одну (шурфы 21—26), как уже говорилось, следует считать русловой, хотя пространственная связь с руслом (к тому же не непосредственная) существует только у ее правой части (шурфы 25—26). Вторая россыпь (шурфы 29—31) должна рассматриваться как террасовая. Это, пожалуй, наиболее простой случай, так

как та часть днища долины, где располагается эта россыпь, является довольно хорошо выраженной, хотя и очень невысокой (1 м) инстративной террасой. Достаточно просто классифицируются почти все россыпные концентрации в разрезе аллювия Теньки (см. рис. 18). Все они, за исключением россыпи, подсеченной шурфом 37, располагаются на террасах, хорошо выраженных в рельефе (концентрации шурфов 72, 73 и 77 располагаются в пределах перстративной террасы, остальные — в пределах инстративных). Однако россыпь шурфа 37 хотя и лежит в пределах поймы, а не на террасе, не может, видимо, рассматриваться как русловая, а должна быть отнесена к террасовым.

На пойме Арга-Юряха в районе линии 381 (см. рис. 17) вообще нет хорошо выраженных террас. Перегиб поверхности поймы между шурфами 56 и 58 можно, правда, принять за террасовый уступ, но к террасовым россыпям в этом сечении следует относить не только те концентрации, которые располагаются выше этого уступа (шурфы 58—59, 61—62 и 66), но и концентрации шурфов 54—56. Настоящей русловой россыпью в этом сечении безоговорочно можно считать только россыпь шурфов 44—45, что же касается двух лежащих одна над другой концентраций шурфа 47, то они, на мой взгляд, являются иллюстрацией положения об отсутствии четкой границы между русловыми россыпями и россыпями инстративных террас. Я склонен считать более правильным отнесение этой россыпи к террасовым, однако ее можно рассматривать и как часть русловой россыпи.

Приведенные примеры показывают, кроме всего прочего, что принципиальных различий между русловыми россыпями и россыпями инстративных террас не существует и что вопрос о границе между ними имеет в значительной мере формальный характер.

Рассматривая положение россыпных концентраций, показанных на разрезах, необходимо иметь в виду, что границы этих концентраций проводились по определенным содержаниям золота в рыхлых отложениях. Эти содержания представляют собой экономические, а не геологические характеристики. Поэтому только некоторые из изображенных на разрезах отдельных концентраций представляют собой самостоятельные россыпи, а большинство является наиболее обогащенными «струями» более широких россыпей. Изменения ширины россыпей при их перерезании, возникновение обогащенных «струй» или разобщенных россыпей в пределах одной долины, так же как и изменения мощности продуктивного пласта,— все эти явления зависят в основном от взаимоотношений между горизонтальными смещениями русла и поступлением «россыпных» минералов из россыпей более высокого уровня. С наибольшей полнотой и четкостью эти взаимоотношения проявляются в начале этапа речной абразии, при превращении русловых россыпей и россыпей инстративных террас в долинные. Поэтому подробное рассмотрение причин возникновения отдельных россыпных «струй», изменений ширины россыпей и мощности их продуктивных пластов будет удобнее произвести в главе, посвященной стадии динамического равновесия.

Морфологические характеристики русловых россыпей настолько подробно описаны Ю. А. Билибиным (1938), что повторять большую часть их было бы излишним. В то же время некоторые положения Ю. А. Билибина относительно русловых россыпей нуждаются в уточнениях.

Объясняя основные особенности строения русловых россыпей золота, Ю. А. Билибин был убежден, что при переработке россыпей врезающимися реками золото переносится вниз по течению на заметные расстояния. Поэтому некоторые из перечисленных им особенностей строения русловых россыпей в действительности вообще им не свойственны, а некоторые объяснены неправильно. В частности, русловые

россыпи практически никогда не располагаются заметно ниже по течению, чем те россыпи, за счет размыва которых они возникают. Если русловые россыпи иногда действительно «разбиваются на отдельные участки, разбросанные по руслу в разных местах» (Билибин, 1938, стр. 181), то это объясняется не переносом «россыпных» минералов вниз по течению, а неполным разрушением ранее существовавших россыпей. Вообще, «разрывы» любых плотиковых россыпей либо располагаются на сочленениях речных долин, в ситуациях, охарактеризованных в предыдущей главе (см. рис. 9—11), либо соответствуют участкам сохранения этих россыпей на террасах более высокого уровня.

В инстративных поймах рек, врезающихся в рыхлые отложения большой мощности, могут формироваться русловые россыпи, залегающие на ложном плотике. Несмотря на отсутствие непосредственной связи с «настоящим» плотиком, с коренными породами ложа, такие россыпи также должны относиться к группе плотиковых россыпей. Основное отличие надплотиковых россыпей от плотиковых — не в отсутствии пространственной связи с коренными породами, а в том, что они возникают в течение стадий динамического равновесия и отдельных этапов стадии накопления аллювия из того количества россыпных минералов, которое поступает в реки только за эти промежутки времени. К тому же эти россыпи формируются в условиях равновесного или положительного баланса рыхлого материала, значительно менее благоприятных для концентрации тяжелых минералов, чем отрицательный баланс стадии врезания.

В россыпях, локализующихся на ложном плотике, но формирующихся в ходе процесса врезания, концентрируются те тяжелые минералы, которые поступали в речные долины в течение всего времени накопления толщи рыхлых отложений, впоследствии прорезанных рекой. Это время может быть и весьма непродолжительным — не превышать обычной продолжительности стадии равновесия, но может быть и достаточно длительным для накопления такого количества полезных ископаемых, которое при концентрации во время последующего врезания может дать россыпь, не уступающую по богатству многим россыпям, залегающим на коренных породах. Нужно сказать, что для классификации богатство россыпи не должно иметь решающего значения — во внимание должен приниматься главным образом механизм формирования. По этому признаку русловые россыпи, залегающие на ложном плотике, конечно, должны относиться к плотиковым россыпям.

Практически накопление полезных ископаемых, концентрирующихся в россыпях на ложном плотике, никогда не бывает настолько же длительным, как в россыпях, залегающих на коренных породах. Поэтому обычно первые уступают по величине и богатству содержания последним. Эта закономерность была отмечена еще Ю. А. Билибиным, указывавшим, что в россыпях, состоящих из нескольких продуктивных пластов, «наиболее глубокий пласт, лежащий непосредственно на поверхности коренных пород, является наиболее богатым по запасам металла» (Билибин, 1938, стр. 219).

Процесс врезания не всегда завершается «естественным» переходом к состоянию динамического равновесия. Резкие изменения условий развития реки могут прервать этот процесс до его завершения, вызвав погребение инстративных поим либо под аллювием, либо под отложениями другого генезиса. Если в этих инстративных поймах локализовались россыпи, то они прекращают свое развитие и, вместо того чтобы превратиться в долинные россыпи, превращаются в погребенные русловые россыпи. Характеризуя их строение, так же как и строение других погребенных образований, главное внимание, несомненно, следует уделять самому процессу погребения. Этот процесс, если не в боль-

шинстве случаев, то очень часто связанный с процессом накопления аллювия, будет рассмотрен в следующей главе.

Как отмечалось в начале этой главы, врезающиеся участки рек в среднегорных районах не отличаются особенно широким распространением. Соответственно и русловые россыпи занимают довольно скромное место среди аллювиальных россыпей и по их количеству, и по общим запасам содержащихся в них полезных ископаемых. Что касается русловых россыпей, лежащих на ложном плотике, и погребенных русловых россыпей, то они вообще встречаются чрезвычайно редко.

* * *

Таким образом, в течение стадии врезания реки вырабатывают флювиально-деструктивные формы рельефа — инстративные поймы и террасы и береговые обрывы (флювиально-абразионные уступы). Все три основные фации аллювия — русловая, пойменная и старичная — формируются реками в течение стадии врезания. Однако преобладание русловой фации над пойменной и старичной, свойственное всем стадиям развития рек, в инстративном аллювии стадии врезания выражено наиболее резко. Инстративный русловый аллювий настолько отличается специфическими литологическими особенностями, формами залегания и мощностями от руслового аллювия других динамических фаз, что его следует рассматривать как особую разновидность. На врезающихся участках речных долин формируются русловые россыпи и россыпи инстративных террас, относящиеся к плотиковой группе автохтонных россыпей. Ни надплотиковые автохтонные россыпи, ни аллохтонные не могут возникать на участках долин, охваченных врезанием.

Врезание рек является причиной переработки флювиальных форм рельефа и аллювиальных россыпей, образованных в течение других стадий. Перстративные и констративные поймы превращаются в террасы, а россыпи, локализовавшиеся в пределах этих пойм, — в террасовые россыпи.

СТАДИЯ НАКОПЛЕНИЯ АЛЛЮВИЯ

Начиная эту главу, я хочу еще раз подчеркнуть, что термины «формирование» аллювия и «накопление» аллювия употребляются мной в разных значениях. Накоплением аллювия я называю флювиальный геологический процесс, противоположный врезанию,— процесс повышения уровня земной поверхности рекой, накапливающей аллювий повышенной мощности. Формирование аллювия происходит во время любого флювиального процесса. Ни формирование временных скоплений инстративного аллювия врезающимися реками, ни формирование аллювия нормальной мощности при переходе от процесса врезания к состоянию динамического равновесия не следует называть накоплением аллювия или аккумуляцией. Без такого строгого подхода к терминологии трудно добиться полного взаимопонимания между исследователями. И в геоморфологии, и в геологии четвертичных отложений можно найти немало примеров того, как недостаточная четкость терминологии мешает успешному разрешению дискуссионных вопросов.

Горные районы — это районы преобладающих поднятий земной коры и соответственного преобладания деструкции над аккумуляцией. Тем не менее в результате неравномерности геологического развития процессы аккумуляции не являются чем-то исключительным даже для высокогорных районов. В реках этот процесс проявляется так же активно, как и другие флювиальные процессы, и ведет к возникновению специфических форм рельефа, аллювиальных отложений и россыпей.

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА

Активно идущий процесс накопления аллювия прежде всего отражается на форме русла, заставляя это русло разбиваться на рукава и протоки. Флювиальные аккумулятивные формы рельефа, созданные накоплением аллювия, представлены довольно большим числом образований. Пожалуй, самыми характерными среди них можно считать конусы выноса, образующиеся при сочленении крутых горных речек с почти горизонтальными поверхностями пойм более крупных рек или при выходе этих речек на предгорные равнины, и внутренние, континентальные или сухие дельты, отличающиеся от конусов выноса только большими размерами.

Отложения конусов выноса и внутренних дельт, развитые в аридных районах, многие исследователи (Шанцер, 1951, 1966; Методическое руководство..., 1954; Елисеев, 1963; и др.) выделяют в отдельный генетический тип — пролювий. Если стоять на этой позиции, то и как формы рельефа они должны выделяться в отдельный генетический тип. Не разделяя этой точки зрения и рассматривая отложения конусов выноса и внутренних дельт как аллювиальные отложения, я отношу

эти формы рельефа к флювиальному генетическому типу. Обсуждение этого расхождения во взглядах будет произведено в разделе, посвященном отложениям стадии аккумуляции, применительно к которым всегда и рассматривался этот вопрос.

Аллювиальные равнины — другой вид форм рельефа, созданных флювиальной аккумуляцией. Это обычно формы мезо- или даже макро-рельефа, в пределах которых можно выделить немало микроформ, являющихся либо деталями их строения, либо наложенными образованиями, иногда другого генезиса. Вообще, аллювиальные равнины нередко сочетаются с равнинами другого происхождения (например, с озерными), и провести точную границу между этими образованиями удастся далеко не всегда.

Наиболее распространенными, но, пожалуй, и наиболее трудно отличимыми от других флювиальных форм рельефа являются констративные поймы и их реликты — террасы и отмершие участки речных долин. Довольно часто их можно отличить от соответствующих перстративных образований, только имея в своем распоряжении сведения о мощности слагающего их аллювия.

Любой процесс аккумуляции может быть причиной возникновения погребенных форм рельефа, поэтому в применении к рельефообразующей деятельности рек проблема погребенного рельефа имеет два аспекта: вопрос о флювиальных формах рельефа, погребенных под отложениями различных генетических типов, и вопрос о формах рельефа разного генезиса, погребенных под констративным аллювием. Подробное обсуждение обоих этих вопросов слишком далеко увело бы нас от основной темы. В данном разделе, посвященном формированию флювиального рельефа в течение стадии аккумуляции, будет рассмотрен только вопрос, являющийся общим для обоих упомянутых выше аспектов, — вопрос о флювиальных формах рельефа, погребенных под констративным аллювием.

Ветвящиеся русла

Ветвящиеся, разбивающиеся на многочисленные протоки и рукава русла особенно характерны для внутренних дельт и конусов выноса, но и на тех констративных поймах, где накопление аллювия еще не завершилось, они являются очень характерной чертой, позволяющей отличать активно идущий процесс накопления аллювия от динамического равновесия. Причина такой связи ветвящихся русел с процессом накопления аллювия, очевидно, кроется в том, что накопление аллювия начинается и идет наиболее быстрыми темпами в самом русле, поднимая это русло над уровнем поймы. Естественно, что такое русло не может иметь устойчивой формы. Когда гидравлический уклон становится больше уклона примыкающих участков земной поверхности, водный поток теряет русловую форму (Маккавеев, 1955). В то же время вряд ли можно безоговорочно согласиться с Н. И. Маккавеевым в том, что превращение единого русла в сложную сеть протоков и рукавов следует рассматривать как первый шаг к превращению руслового потока в нерусловый. Прекращение аккумуляции, неизбежно наступающее в результате самого накопления аллювия и связанного с ним увеличения уклона, уничтожает и причины фуркации русел. Очень быстро одна из протоков становится главной, а остальные либо заносятся аллювием и отмирают, либо уничтожаются в результате перемещения по пойме меандров главной протоки.

• Проблема взаимоотношений между спрямленными, ветвящимися и меандрирующими руслами изучалась Л. Леопольдом и М. Уолмэном (Leopold, Wolman, 1957), применявшими преимущественно количествен-

ные методы исследования. Выводы этих исследователей о том, что лубая форма русла может соответствовать состоянию «квази-равновесия» и что при одном и том же расходе уклон ветвящихся русел больше уклона меандрирующих, на первый взгляд полностью противоречат сказанному выше. Однако при более внимательном рассмотрении материалов этих исследователей нетрудно убедиться, что это противоречие только кажущееся. Положение о том, что ветвящееся русло характерно для аккумулярующих рек, спрямленное — для врезающихся, а меандрирующее — для равновесных, применимо для общей характеристики русла на всем участке долины, находящемся в той или иной стадии развития. Общая неравномерность флювиальных рельефообразующих процессов и нестатичность состояния динамического равновесия проявляются в том, что при одинаковом суммарном соотношении размыва и отложения за определенный более или менее длительный промежуток времени их соотношения за более короткие промежутки времени могут быть весьма различными на разных отрезках участка долины, находящегося в одной и той же стадии развития. Результатом этого является тот бесспорный и хорошо знакомый каждому исследователю факт, что на участках долин, находящихся в той или иной стадии развития и в общем обладающих типичным для этой стадии руслом, всегда присутствуют отрезки русла других форм. Меандры и даже рукава и протоки совсем не редкость на врезающихся реках, так же как более или менее прямолинейные отрезки единого русла на аккумулярующих и равновесных.

Непосредственные сравнения уклонов производились Л. Лепольдом и М. Уолмэном на меандрирующих и ветвящихся (большой частью всего на два рукава) отрезках русла, вплотную примыкающих друг к другу и, естественно, связанных с одной и той же стадией развития реки (обычно со стадией динамического равновесия). Единое русло, как правило, обладает большей пропускной способностью, чем все рукава, на которые оно разделяется, вместе взятые. Так как смежные участки русла всегда «приспосабливаются» друг к другу, чтобы пропускать одинаковое количество воды за равные промежутки времени, единое русло должно, как правило, обладать меньшим уклоном, чем рукава, на которые оно разделяется. Впрочем, здесь причина и следствие могут легко меняться местами, и временное преобладание отложения над размывом на каком-либо участке равновесной реки может увеличить ее уклон (от пункта наиболее быстрого отложения вниз по течению) настолько, что русло будет вынуждено разделяться на рукава, так как гидравлический уклон превысит уклон поймы.

Здесь следует отметить, что представления о чрезвычайно быстром достижении руслами рек равновесия (Hask, 1960) в значительной мере основаны на том, что транспортирующие способности русел действительно выравниваются очень быстро. Однако это выравнивание может происходить во время любого рельефообразующего процесса, не меняя его направленности. В первой главе при характеристике начальных стадий процессов врезания и накопления аллювия речь шла именно о таком выравнивании скоростей процессов. С тем динамическим равновесием, которое представляет собой стадию развития рек, альтернативную стадиям врезания и накопления аллювия, это выравнивание транспортирующих способностей не имеет ничего общего.

Табличный материал Л. Леопольда и М. Уолмэна, не относящийся к смежным участкам русел одних и тех же рек, действительно показывает, что в реках с одинаковым расходом ветвящиеся русла обладают большим уклоном, чем меандрирующие. Но это вовсе не означает, что большинство этих ветвящихся русел не может принадлежать аккумуляющим рекам. В реках одинаковой водности состояние динамиче-

ского равновесия может наступать при различных уклонах — в зависимости от количества поступающего в эти реки рыхлого материала. Так как этот параметр не участвует в сравнениях, проводимых Л. Леопольдом и М. Уолмэном, их данные совершенно не характеризуют связей между формой русла и определенным рельефообразующим процессом.

В работе Л. Леопольда и М. Уолмэна приведено много чрезвычайно интересных и важных характеристик флювиальных процессов, полученных в результате целеустремленного и последовательного применения количественных методов исследования. Однако некоторые их построения могут служить примером такого применения этих эмпирических методов, которое проводится без достаточного анализа сущности геологических процессов и поэтому дает сомнительные результаты.

Очень наглядным примером таких сомнительных результатов может служить парадоксальное положение Л. Леопольда и Т. Мэддока (Leopold, Maddock, 1953) о том, что скорость водных потоков увеличивается вниз по течению. Дж. Мэкин (Maskin, 1963), подробно разбирая это положение, показал, что если точки основного графика Л. Леопольда и Т. Мэддока рассматривать не вместе, а отдельно по каждой из рек, к которым эти точки относятся, то становится ясным, что примерно половина этих рек не увеличивает, а уменьшает скорость вниз по течению. Вывод Дж. Мэкина о том, что «уравнение графика не дает определенного ответа ни на один геологический вопрос» (Maskin, 1963, стр. 147), к сожалению, справедлив в отношении многих графиков, представляющих собой результаты применения математики к изучению образований флювиального генезиса.

Внутренние дельты и конусы выноса

Все внутренние дельты и конусы выноса имеют в плане форму веера, широкой стороной обращенного вниз по течению. Рукава и протоки русла, ветвящегося на поверхности этих форм рельефа, также образуют в плане веер. В зависимости от того, насколько равномерно идет накопление аллювия по разным протокам, наружный дугообразный край веера может иметь либо правильную, либо извилистую форму.

Среди конусов выноса и небольших внутренних дельт иногда встречаются и такие, по которым водный поток протекает в одном русле, покинув веерообразную сеть протоков. Как правило, такое единое русло бывает углублено в тело конуса, а в некоторых случаях на этом более низком уровне возникает новый конус выноса, своей верхней частью вложенный в старый.

Уклоны поверхности внутренних дельт и конусов выноса, находящихся в процессе формирования, занимают промежуточное положение между уклоном долины, в устье которой они формируются, и уклоном равнины или поймы, на которую эта долина выходит. При этом естественно, что верхние, сужающиеся, части конусов выноса и внутренних дельт, примыкающие к сравнительно крутым долинам, имеют больший уклон, чем нижние, расширенные, а их продольные профили обладают вогнутой формой.

Причины возникновения и последовательность преобразований внутренних дельт и конусов выноса

Внутренние дельты и конусы выноса относятся к таким аккумулятивным формам рельефа, возникновение которых очень часто не находится в прямой причинной связи с тектоническими движениями. О такой прямой связи можно, пожалуй, говорить только в тех случаях,

когда конусы выноса формируются на резкой границе горного и равнинного рельефа, почти всегда совпадающей с зоной тектонических нарушений. Конусы выноса, возникающие при выходе небольших рек на поймы значительно более крупных водных потоков, как правило, не имеют никакого отношения к тектонике. Непосредственной причиной возникновения конусов выноса и дельт во всех случаях является выход водного потока на горизонтальную или почти горизонтальную поверхность.

Иногда возникновение внутренних дельт связывают с пересыханием рек в аридных районах (Методическое руководство..., 1954; и др.). В районах, где производились исследования, положенные в основу настоящей работы, пересыхающих рек нет, и я лишен возможности опровергнуть это положение, оперируя конкретными фактами. Однако территориальная приуроченность большинства наиболее известных внутренних дельт пересыхающих рек к их выходам из гор на равнину позволяет предполагать, что и в этих случаях основной причиной аккумуляции и формирования дельт служили резкие изменения уклонов. Скорей, само формирование дельт является одной из причин пересыхания рек. Фуркация русел и резкое замедление течения, бесспорно, заметно увеличивают потери на испарение, а увеличение фильтрации в рыхлые отложения дельт отнимает дополнительные количества воды.

Резкое уменьшение уклона потока при выходе его на равнину делает баланс рыхлого материала положительным и ведет к наступлению аккумуляции и сопровождающей ее фуркации русла. Сеть рукавов в верхней части конуса выноса или дельты, ограниченная бортами долины, а в нижней части не ограниченная ничем, естественно принимает форму веера. Накопление аллювия, идущее по всему вееру рукавов и проток, создает тело дельты или конуса выноса.

Дельты и конусы выноса — это формы рельефа, настолько органично связанные с процессом накопления аллювия, что это позволяет утверждать, что само их существование несовместимо с состоянием динамического равновесия в реках. Иными словами, существование внутренних дельт и конусов выноса можно считать показателем активно идущего процесса накопления аллювия. Наступление состояния динамического равновесия в условиях существования этих форм рельефа замедляется несколькими обстоятельствами. Во-первых, на конусах выноса и дельтах зона аккумуляции расширяется при продвижении вниз по течению. При этом и том же источнике поступления рыхлого материала для повышения уровня земной поверхности за счет аккумуляции на одну и ту же величину требуется тем больше времени, чем ближе к периферии конуса выноса. По мере роста конуса выноса процесс аккумуляции замедляется все больше и больше. Во-вторых, конусы выноса, выходящие на предгорные или межгорные равнины, имеют огромную «резервную зону» для роста — зона флювиальной аккумуляции все время расширяется. В условиях относительной тектонической стабильности аккумуляция будет продолжаться до тех пор, пока отдельные конусы выноса и континентальные дельты не сольются в единую предгорную равнину и пока эта равнина не приобретет такой уклон, при котором положительный баланс рыхлого материала не станет равновесным. Очевидно, естественный переход такой аккумуляции в состояние динамического равновесия происходит довольно редко, в большинстве же случаев аккумуляция не успевает завершиться из-за «вмешательства» других агентов преобразования рельефа — в первую очередь тектонических движений.

Сравнительно небольшие конусы выноса, формирующиеся при выходе крутых речек и ручьев на почти горизонтальные поверхности пойм более многоводных рек, не имеют таких же возможностей для длитель-

ного роста. Не существует, следовательно, возможностей и для проявления длительной и непрерывной аккумуляции на таких конусах. Тем не менее состояние динамического равновесия в приустьевых участках речек и ручьев, формирующих такие конусы, достигается лишь в сравнительно редких случаях, причем в этих случаях не только прекращается формирование конуса выноса, но и сформированный ранее конус выходит из сферы деятельности потока, превращаясь в некое подобие речных террас.

Причина таких «трудностей» в достижении состояния динамического равновесия — в резком несоответствии между водностью главной реки и притока, ведущем к такому же несоответствию уклонов, при которых эти реки достигают равновесия. В результате этого на сочленении их пойм всегда существует резкий перегиб. Выходя на пойму главной реки, приток резко теряет скорость течения, баланс рыхлого материала в нем ставится положительным, и большая часть принесенного им рыхлого материала отлагается на пойме главной реки, не доходя до ее русла. Приток как бы стремится сгладить этот перегиб рельефа, строя на нем конус выноса. Однако благоприятные условия для роста конуса выноса существуют только в те периоды, когда главная река, блуждая по своей пойме, смещается к противоположному склону долины. Очередное смещение главной реки в сторону конуса выноса ведет к его размыву и к тому, что уклон устьевой части потока резко увеличивается за счет уничтожения его нижней части. Приток начинает врезаться в собственный конус выноса, но как только русло главной реки начинает отступать от конуса выноса, перегиб возникает снова, и снова начинается рост конуса. Упомянутые выше «вложенные» конусы выноса часто формируются именно в результате таких миграций русла главной реки (другой причиной их возникновения может быть врезание главной реки). Таким образом, даже в условиях динамического равновесия главной реки на конусах выноса притоков чередуются процессы аккумуляции и врезания, а равновесия, как правило, не наступает.

Как отмечалось в первой главе, формирование дельты или конуса выноса перед устьевой частью какой-либо долины неизбежно изменяет баланс рыхлого материала в этой долине. В большинстве случаев баланс становится положительным, и в долине начинается накопление аллювия и формирование констративной поймы. Иногда небольшие притоки сравнительно крупных рек не успевают завершить врезание к тому времени, когда главная река заканчивает формирование хорошо развитой поймы. В таких случаях рост конуса выноса на этой пойме будет превращать отрицательный баланс рыхлого материала в положительный только в самом нижнем течении притока. В верхнем течении будет продолжаться врезание, а формирование конуса выноса только несколько уменьшит его «потенциальную» амплитуду. Если бы рост конуса выноса в таких условиях мог продолжаться неопределенно долго, накопление аллювия продолжало бы распространяться вверх по течению, постепенно сменяя собой врезание. Но, как уже говорилось, на таких конусах выноса процесс аккумуляции не идет непрерывно, а сами конусы то растут, то уничтожаются главной рекой.

Длительное распространение процесса накопления аллювия от внутренних дельт и конусов выноса вверх по речным долинам возможно только там, где эти дельты и конусы выноса могут расти неопределенно долго, т. е. там, где долины сочленяются с предгорными и межгорными равнинами. В таких случаях зона аккумуляции растет не только за счет роста конусов выноса на их внешних краях, но и за счет ее «продвижения» вверх по речным долинам.

Констративные поймы — это плоские днища долин, сложенные аллювием повышенной мощности. В зависимости от величины водного потока, формирующего констративную пойму, характера окружающего пойму рельефа и мощности накопленного аллювия ширина констративных пойм может изменяться в очень больших пределах — от первых сотен метров до десятков километров. Наиболее характерный облик имеют констративные поймы, находящиеся в процессе формирования. Ветвящееся русло стадии накопления аллювия превращает эти поймы в серию многочисленных островов разных размеров (рис. 20). Рукава и протоки ветвящегося русла постоянно меняют свои очертания. Соответственно изменяется конфигурация островов поймы.

Переход к равновесию, как уже отмечалось в первой главе, сопровождается регенерацией единого меандрирующего русла, которое формирует меандровый пояс, несколько углубленный в поверхность первичной аккумуляции (см. рис. 7). Так как это углубление меандрового пояса нельзя приравнивать к процессу врезания, а не затронутые углублением участки аккумулятивной поверхности — к террасам, мы вправе рассматривать всё днище долины на таких участках как констративную пойму с развитой внутри нее наложенной перстративной поймой.

Участки констративных пойм с ветвящимся руслом легко отличаются от перстративных пойм. Однако надо иметь в виду, что как на врезающихся реках встречаются участки временного замедления врезания и расширения долины, так и на реках, накапливающих аллювий, нередко присутствуют участки с единым, не ветвящимся руслом. С другой стороны, фурация — разделение русла на рукава и протоки — может быть свойственна и равновесным рекам (видимо, как временное явление, отражающее сравнительно непродолжительные колебания баланса рыхлого материала). Интенсивная фурация характерна также для наледных полей — гетерогенных образований, созданных одновременным действием флювиальных и криогенных процессов. Участки завершенной аккумуляции не отличаются по форме русла от равновесных участков. Таким образом, морфологические особенности пойм не всегда позволяют однозначно решать вопрос о принадлежности поймы к той или иной динамической фазе. Поэтому для разделения пойм на перстративные и констративные всегда желательно, а в ряде случаев просто необходимо дополнять анализ морфологических особенностей изучением строения слагающего эти поймы аллювия.

Констративные поймы всегда бывают несколько шире перстративных пойм тех же рек. Однако не все расширения пойм бывают связаны с накоплением аллювия повышенной мощности, некоторые из них возникают в связи с различиями литологических особенностей коренных горных пород, слагающих междуречья. С другой стороны, накопленные аллювия и формирование констративных пойм в узких и окаймленных крутыми склонами долинах (особенно в каньонах, где наступление этого процесса прерывает незавершенный процесс врезания) расширяет днище долин настолько незначительно, что отличать такие констративные поймы от перстративных по их ширине становится практически невозможным.

Весьма характерным признаком констративных пойм, в пределах которых накопление аллювия закончилось, может служить существование меандрового пояса, углубленного в поверхность, созданную аккумуляцией, — существование наложенной перстративной поймы. Однако если ориентироваться только на внешние признаки, участки констративной поймы, поднимающиеся над наложенной перстративной поймой,

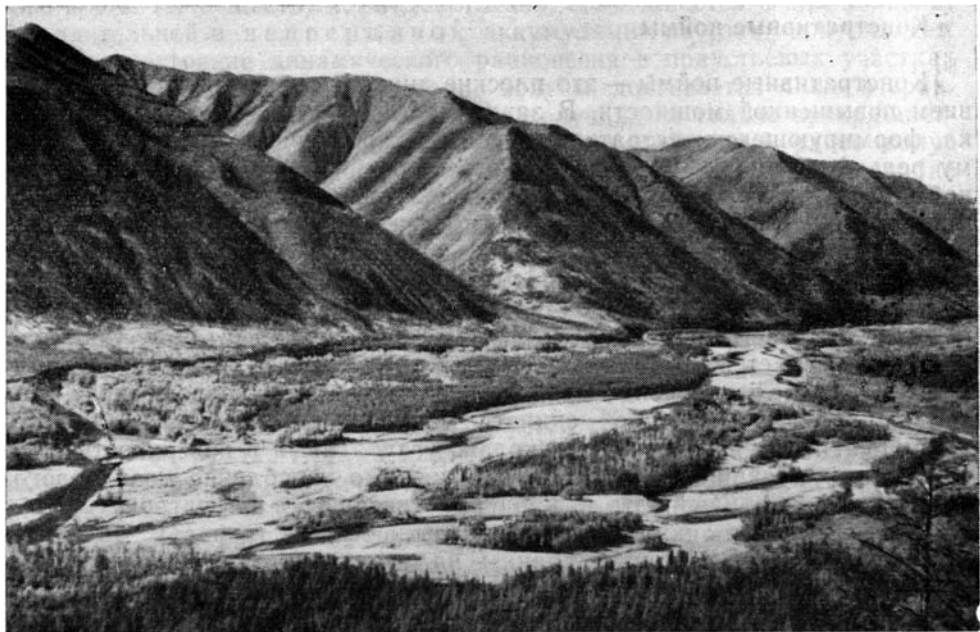


Рис. 20. Констративная пойма р. Иньяли (бассейн Индигирки). Фото Б. А. Онищенко

можно спутать с невысокими аллювиальными террасами, а иногда и со ступенями перстративных пойм. Кроме того, возможны и такие случаи, когда ширина констративной поймы настолько невелика, что наложенная перстративная пойма занимает все дно долины, полностью разрушая первичную аккумулятивную поверхность констративной поймы.

Более или менее надежными диагностическими признаками констративных пойм можно считать повышенную мощность аллювия и его специфическое для констративной фазы фациальное строение. Однако, не говоря уже о том, что сведения о строении аллювия имеются далеко не по всем поймам, в некоторых случаях и эти сведения не дают достаточных оснований для безоговорочного отнесения пойм к констративной или перстративной фазе. Как будет показано в следующей главе, «нормальная» мощность аллювия, формирующегося при переходе от врезания к равновесию, может колебаться в пределах нескольких метров. Установить, какой она должна быть в том или ином конкретном случае, удастся тоже лишь приблизительно. Поэтому в тех случаях, когда накопление аллювия увеличивает его общую мощность всего на 1—2 м, отличить эту повышенную мощность от «нормальной» без дополнительных данных о фациальном строении далеко не всегда возможно. Самым надежным признаком заверщенного процесса накопления аллювия следует считать определенные особенности фациального строения аллювиальных толщ. По присутствию в разрезах констративной разновидности руслового аллювия и по характерному положению в этих разрезах отложений пойменной и старичной фаций можно уверенно выделять аллювий, формирование которого связано с завершенным процессом аккумуляции, среди таких аллювиальных толщ, общую мощность которых (8—12 м) можно принять и за нормальную, и за повышенную. К сожалению, литологические различия между отложениями разных динамических фаз, а иногда даже и фаций, не всегда выражены так же ясно, как в наиболее типичных разновидностях; качество до-

кументации разведочных выработок, дающей основные сведения о строении аллювия, слагающего поймы, не всегда бывает достаточно высоким, и даже те литологические различия, которые легко заметить, иногда не находят в ней отражения.

Смысл всего сказанного о диагностических признаках констративных пойм сводится к тому, что для разделения констративных и перстративных пойм, крайне важного для анализа последних этапов истории геологического развития, необходимо тщательно учитывать весь комплекс сведений о морфологических особенностях и о строении аллювия. Недостаточно полные сведения оставляют возможности для различных интерпретаций принадлежности пойм к той или иной динамической фазе.

Особенности развития процесса накопления аллювия

В первой главе были кратко охарактеризованы изменения уклонов рек, происходящие в ходе саморазвития флювиальных рельефообразующих процессов, на их начальных и конечных стадиях. Однако, поскольку анализ этих изменений производился на примере процесса врезания (см. рис. 4), а процесс накопления аллювия не подвергался такому же анализу, мне кажется целесообразным рассмотреть стадии процесса накопления аллювия еще раз — на примере схем, изображенных на рис. 21.

Две схемы, показанные на рис. 21, отражают две различные концепции процесса накопления аллювия на участке с уменьшенным тектоническими движениями уклоном и распространения этого процесса вверх по течению. На обеих схемах линией *АВВГ* изображен продольный профиль участка реки, деформированный тектоническим опусканием верхней части этого участка (*АВВ*). На отрезке *АВ* опускание происходило равномерно — без изменения уклона реки, на отрезке *ВВ* уклон уменьшался. Так как на участке *ВВ* отложение стало преобладать над выносом, на нижележащий участок *ВГ* стало поступать меньше рыхлого материала, баланс рыхлого материала на нем стал отрицательным — началось врезание, захватившее в результате распространения вверх по течению и самый нижний отрезок деформированного участка (*В₁В*). В остальной части деформированного участка накопление аллювия продолжалось до тех пор, пока баланс рыхлого материала не выравнивался. Как было показано в первой главе, равновесие в таких случаях наступает при меньшем уклоне, чем существовавший до деформации. Поэтому на схеме профиль реки после наступления равновесия (*В₁В₁В₁Г*) показан несколько менее крутым, чем недеформированные участки бывшего профиля (*АВ* и *ВГ*). На обеих схемах цифрами 1—4 обозначены последовательно накапливающиеся пласты аллювия. Различия в их положении и отражают различия между двумя концепциями.

Обсуждая основные положения этой работы в самых различных аудиториях, я убедился, что основное расхождение мнений относительно общего хода аккумуляции как раз и заключается в проблеме положения последовательно накапливающихся пластов аллювия и в связанном с ней вопросе о последовательности завершения этого процесса. В ходе многочисленных дискуссий положения о врезании, захватывающем нижний конец участка с уменьшенным тектоническими деформациями уклоном (на схемах отрезок *В₁В*), и о том, что равновесие после аккумуляции наступает при меньшем уклоне, чем тот, который существовал до деформации, обычно не вызывали споров. Однако многие участники таких дискуссий оспаривали правильность положения о постепенном отмирании процесса аккумуляции на нижнем конце де-

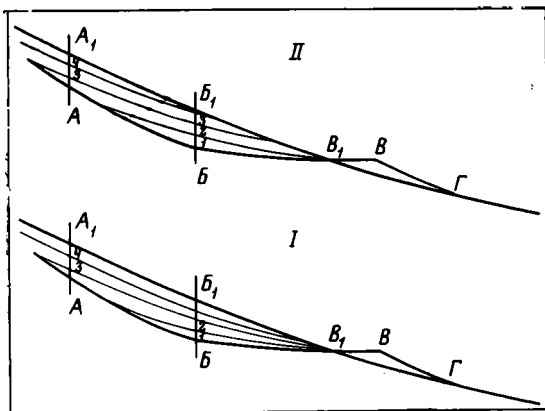


Рис. 21. Схема двух концепций развития процесса накопления аллювия

Объяснения см. в тексте

«разгрузка» потока от рыхлого материала, скорость накопления аллювия все время остается большей, чем в его нижнем конце. В результате этого распространение процесса вверх по течению не сопровождается его завершением на нижнем конце участка — участок аккумуляции увеличивает свою длину до тех пор, пока аккумуляция не прекратится на всем его протяжении. Накопление аллювия происходит в той последовательности, которая изображена на рис. 21, I. Процесс «саморегулирования» скорости аккумуляции, охарактеризованный ранее, рассматривается не как выравнивание отрицательного баланса рыхлого материала, а как превращение отрицательного баланса в равновесный.

Отрицать существование механизма «саморегулирования» скорости рельефообразующих процессов трудно даже самому закоренелому скептику. Большая скорость аккумуляции в одном пункте аккумулярующего участка неизбежно увеличивает уклон на отрезке, примыкающем к этому пункту снизу, замедляет аккумуляцию и увеличивает поступление материала на нижележащие отрезки, увеличивая скорость аккумуляции в их пределах. Выравнивание скорости аккумуляции на деформированном участке начинается вместе с самой аккумуляцией. Одновременно с этим аккумуляция распространяется вверх по течению.

Можно, конечно, допустить, что скорость аккумуляции на деформированном участке будет выравниваться настолько медленно, что это выравнивание наступит одновременно с завершением процесса аккумуляции на всей реке. Только при таком допущении схема развития процесса аккумуляции, изображенная на рис. 21, I, будет соответствовать действительности. Но какие же основания существуют для того, чтобы считать такое совпадение не частным случаем, а общим правилом? В действительности и такой частный случай настолько маловероятен, что вряд ли встречается в природе. Ведь время, необходимое для завершения аккумуляции и выработки нового равновесного уклона, в большинстве случаев бывает настолько длительным, что поддается измерению геологическими методами, — в констативных аллювиальных толщах, как правило, удается выделять подразделения общепринятой стратиграфической шкалы. Выравнивание же скорости флювиальных рельефообразующих процессов происходит настолько быстро, что его можно уловить непосредственными измерениями параметров русла (Leopold, Wolman, 1957; Hack, 1960).

формированного участка и, следовательно, о перемещении этого процесса вверх по течению. Я тщетно пытался найти в литературе формулировки взглядов, высказывавшихся противниками этого положения, и в конце концов был вынужден взять на себя неблагоприятную задачу — самому формулировать взгляды, которые я не разделяю.

Сущность этих взглядов сводится к отрицанию выравнивания скорости процесса на всем протяжении аккумулярующего участка. Согласно этим представлениям, в верхнем конце аккумулярующего участка реки, где происходит

Вторым доводом в пользу того, что механизм «саморегулирования» скорости рельефообразующих процессов в реках дает результаты задолго до того, как эти процессы распространятся в верховья речных систем, служит тот факт, что распространение процесса аккумуляции вверх от деформированного участка вначале ведет к уменьшению уклона вышележащего участка. Эта начальная стадия, соответствующая времени формирования пласта *I* на отрезке *AB*, выглядит одинаково на обеих схемах, изображенных на рис. 21. «Саморегулирование» скорости аккумуляции, как уже не один раз говорилось, состоит в увеличении уклона в верхнем конце деформированного участка. Но если на участке, лежащем выше по течению, этот процесс начинается с уменьшения уклона, то, очевидно, этот уклон будет уменьшаться только до такой величины, которая обеспечивает такую же скорость аккумуляции на этом участке, как на нижележащем. Те же причины, которые приводят в действие механизм «саморегулирования» скорости аккумуляции, не позволяют уклону уменьшиться больше, чем это необходимо для того, чтобы скорость аккумуляции была одинаковой на всем протяжении аккумулярующего участка. Иными словами, при распространении процесса аккумуляции вверх по течению выравнивание скорости происходит уже на начальной стадии.

Если исходить из предположения о быстром выравнивании скорости аккумуляции на деформированном участке (а такое предположение, по-видимому, наиболее правдоподобно), то время выработки такого уклона, при котором накопление аллювия идет примерно с одной скоростью на всем протяжении аккумулярующего участка, следует ограничивать начальной стадией процесса. На рис. 21, *II* этой начальной стадии соответствует время формирования пласта *I*. В соответствии с этим кровля и основание каждого последующего пласта показаны параллельными линиями, что отражает одинаковую скорость накопления аллювия на всем их протяжении. Естественно, что при этом река будет вырабатывать уклон, необходимый для наступления равновесия, сначала на нижнем конце аккумулярующего участка. Процесс аккумуляции будет не просто распространяться вверх по течению, — завершаясь одновременно с этим на нижнем конце аккумулярующего участка, он будет перемещаться вверх по течению реки.

Выпуклый перегиб продольного профиля реки, располагающийся на схеме между участком уже завершенной аккумуляции и примыкающим к нему сверху участком продолжающейся аккумуляции, вызывал в ходе обсуждений наибольшее число вопросов. Многим кажется маловероятным, чтобы аккумуляция могла создавать такие перегибы профиля реки. Между тем существование таких перегибов — самое обычное явление. Уклон аккумулярующей реки при прочих равных условиях всегда меньше, чем уклон равновесной реки. Естественно, что если ниже какого-то пункта река уже достигла состояния динамического равновесия, а выше еще продолжает аккумуляцию, то ее уклон выше этого пункта будет меньше, чем ниже этого пункта, — по крайней мере на участках, примыкающих к нему. Конечно, в реальных реках разница между уклонами смыкающихся равновесных и аккумулярующих участков обычно бывает настолько невелика, что заметить этот выпуклый перегиб «на глаз», без специальных замеров, не удастся.

Таким образом, конечная стадия процесса накопления аллювия во всех случаях проявляется в увеличении уклона реки. На отрезке *AB* (см. рис. 21, *II*) этой стадии соответствует время накопления пласта *4*, а на отрезке *BB* — время накопления пластов *2* (в нижней части отрезка) и *3* (в верхней части отрезка). Как уже говорилось, начальная стадия процесса накопления аллювия на участках, где она начинается в связи с распространением из нижележащих участков, всегда про-

является в уменьшении уклона. На деформированном участке, изображенном на рис. 21, II, начальная стадия этого процесса проявляется в увеличении уклона — более значительном на верхнем конце участка. Однако на схеме изображен только частный случай деформации продольного профиля реки — равномерное увеличение амплитуды тектонического опускания от точки В до точки Б. Возможны и такие случаи, когда уклон деформированного участка уменьшается не одинаково по всей длине этого участка, а больше в его нижней половине и меньше в верхней. Вогнутость продольного профиля при этом увеличивается так же, как она увеличивается в ходе «саморегулирования» скорости аккумуляции на участках с равномерно уменьшившимся уклоном. Если эта созданная тектонической деформацией вогнутость превысит ту, которая необходима для равномерного накопления аллювия по всей длине участка, то начальная стадия процесса накопления и на участке тектонически деформированного продольного профиля будет проявляться в уменьшении общего уклона этого участка, так как в его нижней половине скорость аккумуляции будет больше, чем в верхней. Разумеется, и в этом случае «саморегулирование» скорости процесса довольно быстро выравнивает эту скорость.

Схематичность и мелкий масштаб рис. 21 не позволили изобразить на нем этап сужения поймы, перехода от накопления аллювия к равновесию. Я думаю, что этот переходный этап был достаточно полно охарактеризован ранее (см. рис. 8); кроме того, он будет еще рассматриваться в следующей главе, посвященной стадии динамического равновесия.

Констративные террасы

Как отмечалось в предыдущей главе, само разделение речных террас на инстративные, констративные и перстративные означает, что термин «терраса» относится только к горизонтальной или почти горизонтальной поверхности, представляющей собой реликт поймы, оказавшийся на той или иной высоте над руслом реки в результате врезания этой реки. Констративные террасы — это реликты констративных пойм. Как и любые речные террасы, констративные террасы представляют собой площадки, окаймляющие речные поймы, располагаясь на различной высоте над ними и друг над другом.

Констративные террасы возникают из пойм, отличающихся при прочих равных условиях самой большой шириной, поэтому именно среди них встречаются самые широкие террасы. Однако в зависимости от условий, в которых шло превращение поймы в террасу, ширина любой террасы может изменяться в широких пределах, в одних случаях почти не уступая ширине «материнской» поймы, в других сходя почти на нет. Протяженность речных террас вдоль долины также может изменяться в очень широком диапазоне. С течением времени террасы постепенно разрушаются склоновыми и флювиальными процессами и их протяженность и ширина постепенно уменьшаются.

Высота террас над уровнем современных пойм также может изменяться в самых широких пределах. В горных странах, характеризующихся преобладанием тектонических поднятий над опусканиями, реки с течением времени в общем углубляют свои долины. Соответственно и высота террас над поймами увеличивается. Однако каждая терраса постепенно теряет свою характерную форму под действием склоновых процессов, которые сначала превращают террасы в гетерогенные флювиально-денудационные формы рельефа — террасовалы (Карташов, 1966б), а затем и вообще уничтожают. Поэтому все речные террасы в геологическом масштабе времени — недолговечные образования. В се-

риях террас, окаймляющих речные долины, самые высокие террасы, как правило, бывают самыми древними и соответственно наименее сохранившимися от разрушения. Кроме того, интенсивность процессов склоновой денудации увеличивается с увеличением относительной высоты и крутизны склонов. Из двух одновозрастных террас, располагающихся на разной высоте над руслом реки, более высокая разрушается быстрее. Все это ограничивает высоту террас над реками.

Инстративные террасы, обладающие наименьшими размерами среди всех видов террас и формирующиеся в узких речных долинах, сохраняются хуже всего. Как указывалось в предыдущей главе, их высота редко превышает первые десятки метров, чаще не превышая немногих метров. Констративные террасы, обладающие максимальными размерами, сохраняются лучше других, но и они очень редко поднимаются над современными поймами более чем на 100 м. Здесь следует оговориться, что многие исследователи считают возможным не учитывать те превращения, которым подвергаются террасы под действием склоновой денудации, и называют террасами любые реликты пойм, в том числе и террасоувалы, лишенные таких характерных морфологических признаков, как горизонтальная поверхность, бровка и тыловый шов, и выраженные в рельефе лишь как несколько более пологие участки склонов. Такие «террасы» на Северо-Востоке СССР встречаются на высоте до 400 м над руслами рек.

Формы микрорельефа пойм, как правило, почти не сохраняются на поверхностях даже самых низких террас. Поверхности высоких террас не только совершенно лишены этих форм, но обычно слегка наклонены в сторону русла из-за того, что на участке, примыкающем к бровке, аллювий бывает частично разрушен, а на участке, примыкающем к тыловому шву, накапливаются коллювиальные (склоновые) отложения. Уничтожение склоновыми процессами верхних горизонтов аллювия террас ведет к уничтожению четко выраженной бровки. В результате дальнейшего развития этих процессов террасы постепенно теряют свою характерную форму, превращаясь в террасоувалы. Четких границ между террасами и террасоувалами не существует, и при составлении геоморфологических карт разделять эти формы рельефа приходится с достаточной степенью условности.

Склоны террас в начале их формирования представлены обычно флювиально-абразионными формами рельефа — береговыми обрывами рек. Как только река перестает подрезать основание такого обрыва, он начинает выполаживаться под действием склоновых процессов и постепенно превращается в денудационную форму рельефа, ничем не отличающуюся от обычных склонов междуречий. Поскольку все террасы, за исключением разве что самых высоких, располагаются в непосредственной близости от рек, подмыв рекой основания склона террасы может неоднократно возобновляться. Нередко реки подрезают склоны не первых от пойм, а вторых, третьих и более высоких террас. Такие непосредственные контакты водных потоков со склонами относительно древних террас свидетельствуют о возобновлении речной абразии после длительных перерывов. Когда подножие склона вновь подрезается рекой, крутизна этого склона возрастает и уничтоженная склоновой денудацией бровка террасы может возникнуть снова, но уже на другом месте — ближе к тыловому шву.

Если инстративные террасы по их незначительной ширине, крайней невыдержанности высот и тесной пространственной связи с узкими долинами участков продолжающегося речного врезания легко отличить от констративных и перстративных террас, то различия между этими последними далеко не так очевидны. Из всех морфологических признаков террас только ширина, превышающая ширину современной поймы, бо-

лее или менее надежно свидетельствует о констративном характере этих террас. Но у большинства констративных террас этот признак отсутствует. Таким образом, единственным надежным критерием разделения констративных и перстративных террас, так же как и соответствующих пойм, могут служить только данные о строении связанного с ними аллювия. Для террас эти данные получить легче, чем для пойм, так как слагающий их поверхность аллювий частично или полностью (в зависимости от высоты террасы) вскрывается на склонах террас.

Говоря об аллювиальных отложениях террас, нельзя не упомянуть о довольно распространенной классификации террас, основанной на взаимоотношениях между коренными породами и аллювием, слагающими их склоны. Согласно этой классификации, террасы делят на коренные, цокольные и аллювиальные (Шукин, 1960, стр. 283). Нетрудно

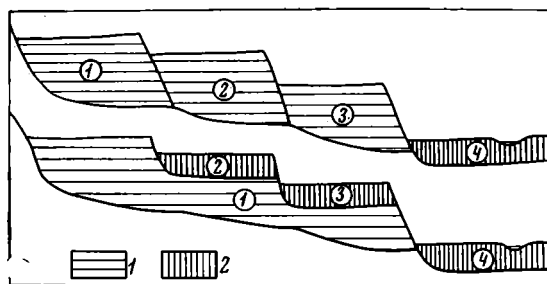


Рис. 22. Схема строения морфологически сходных констративных (вверху) и перстративных (внизу) террас

1 — аллювий повышенной мощности и поверхности констративных террас;

2 — аллювий нормальной мощности и поверхности перстративных террас.

Цифры на рисунке показывают последовательность формирования различных генераций аллювия

заметить, что это разделение, может быть и важное для начальной, описательной, стадии изучения террас, лишено генетического содержания. «Коренные террасы» — это вообще не террасы, а цоколи террас, отпрепарированные склоновой денудацией. Разделение же террас на цокольные и аллювиальные не позволяет без дополнительных данных судить о характере процесса, создававшего их аллювиальные толщи. В частности, констративные террасы, чаще являющиеся аллювиальными, могут быть и цокольными (если их высота больше мощности констративного аллювия, слагающего их поверхность), а перстративные террасы, среди которых, несомненно, преобладают цокольные, могут быть и аллювиальными (если их высота меньше нормальной мощности аллювия данной реки).

Констративные террасы, как правило, сливаются в единые уровни с перстративными. Поскольку перстративные террасы распространены шире констративных, проблемы анализа террасовых уровней будет удобнее обсудить в следующей главе вместе с характеристикой перстративных террас. Здесь можно только отметить, что прослеживание границ распространения констративных террас — границ участков распространения флювиальной аккумуляции — дает исключительно ценный материал для анализа особенностей неотектонического режима той или иной территории. При таком анализе нельзя только забывать, что процесс аккумуляции ограничивается во времени периодом формирования тех констративных пойм, из которых впоследствии были выработаны террасы. Даже на тех участках речных долин, где развиты целые серии только констративных террас, процесс аккумуляции не шел непрерывно в течение всего времени формирования этих террас, поскольку каждое превращение поймы в террасу было связано с процессом врезания. Эта бесспорная истина, казалось бы, не требует не только доказательств, но и напоминаний. К сожалению, о ней довольно часто забывают, анализируя строение рельефа и, в частности, строение констративных террас.

Говоря о сериях констративных террас, необходимо подчеркнуть, что для их выделения совершенно необходим анализ возрастных соотношений аллювия. Дело в том, что серии террас, не только совершенно аналогичные по своим морфологическим особенностям, но иногда и практически неразличимые по характеру взаимоотношений между коренными породами и аллювием, могут состоять и из констративных, и из перстративных террас (рис. 22). В последнем случае цоколи перстративных террас бывают сложены аллювием повышенной мощности, накопленным еще до возникновения самой верхней из террас этой серии. Иногда этот древний аллювий резко отличается от молодого аллювия перстративных террас даже по внешнему облику, но нередко установить разновозрастность аллювия, слагающего поверхности террас и их цоколи, бывает трудно даже с помощью палинологических и других анализов.

Отмершие констративные поймы

Кроме речных террас, реликтами речных пойм, выраженными в рельефе, являются отмершие участки речных долин — участки пойм, лишенные по каким-либо причинам водотока. Редукция речной сети, уменьшение ее густоты, связанное с выравниванием горного рельефа, не ведет к образованию таких реликтов. В ходе такой редукции отмирают самые вершины водотоков, флювиальные процессы в них вытесняются склоновыми, и поймы этих вершин водотоков, вместо того чтобы сохраняться в рельефе в виде реликтовых форм, оказываются погребенными под склоновыми отложениями. Редукция речной сети, связанная с иссушением климата, видимо, может вызывать возникновение отмерших пойм. Однако в зонах гумидного климата, к которым относится и Северо-Восток СССР, в течение последних этапов истории геологического развития, этапов, для которых возможен достаточно детальный анализ истории развития рельефа, не происходило климатически обусловленного отмирания водных потоков. Наиболее распространенной, если не единственной причиной возникновения отмерших пойм в горных странах гумидного климата являются перестройки речной сети, проявляющиеся в виде речных перехватов.

Верховья каждой обезглавленной в результате речного перехвата долины оказываются лишенными водотока. Постоянный водоток в обезглавленной долине сохраняется несколько ниже по течению, а тот ее участок, который после перехвата стал самым верхним, превращается в отмершую пойму. Впоследствии врезание обезглавленной долины оставляет этот отмерший участок поднятым над уровнем речной сети. Очертания новых верховьев постепенно изменяются, и поднятые отмершие поймы нередко оказываются совершенно в стороне от современных рек. В некоторых случаях бывает даже трудно установить, каковы были очертания той речной сети, частью которой когда-то были отмершие поймы. В конце концов склоновые процессы настолько видоизменяют облик отмерших пойм, что они перестают выделяться в рельефе как реликты флювиальных форм.

Для того чтобы река могла выступать в роли перехватывающей, необходимо, чтобы она была более активной, располагаясь гипсометрически ниже, чем река, подвергающаяся обезглавлению. Как правило, перехваты происходят в то время, когда река-«перехватчик» находится в стадии врезания. Обезглавливаемая река может находиться в любой стадии развития, но так как перехват осуществляется тем легче, чем больше разница высот между руслами готовящихся к перехвату рек, то стадия врезания в обезглавливаемой реке наименее благоприятна для осуществления перехвата, а стадия накопления аллювия наиболее

благоприятна. В некоторых случаях флювиальная аккумуляция не только способствует быстрейшему осуществлению речного перехвата, но и сама является непосредственной причиной перестроек речной сети, происходящих при этом без активного вмешательства рек-«перехватчиков». Флювиальная аккумуляция ведет к постепенному «затоплению» междуречий аллювием, и на тех участках, где эти междуречья невысоки, уровень констративной поймы может подняться до водораздельной линии. Аккумулирующая река при этом, естественно, получит сток в соседнюю долину.

В горных странах, отличающихся в общем более или менее значительными относительными высотами междуречий, примеры таких перестроек речной сети встречаются не очень часто, но в то же время и не являются большой редкостью. Можно, например, предполагать, что перестройка речной сети, превратившая в геологически недавнем прошлом один из правых притоков р. Учур в вершину р. Чумикана (левый приток Маймакана в бассейне Маи Алданской), была вызвана интенсивной аккумуляцией в долине Учур.

Данные о строении аллювия отмерших пойм имеются лишь в тех в общем немногочисленных случаях, когда эти поймы подвергались разведке. Большинство разведанных отмерших пойм Северо-Востока СССР обладает аллювием повышенной мощности и представляет собой, следовательно, реликты констративных пойм. Это позволяет считать, что отмершие констративные поймы встречаются не менее часто, чем такие же реликты перстративных пойм, и рассматривать эти формы рельефа в главе, посвященной стадии накопления аллювия.

На начальных стадиях существования отмерших пойм — до того, как обезглавленные реки углубят свои долины, — эги реликты сливаются в один уровень с поймами обезглавленных рек, представляя собой как бы продолжение этих пойм, протягивающееся прямо на водораздельную линию. В это время все морфологические отличия отмерших пойм от пойм обезглавленных рек ограничиваются теми особенностями, которые возникают в связи с отсутствием постоянного водотока. Как правило, отмершие поймы заболачиваются, русловая ложбина очень быстро исчезает, не оставляя никаких следов на поверхности, очень часто в их пределах возникают небольшие озера. Все эти связанные между собой явления, очевидно, обусловлены в первую очередь затрудненностью стока с плоской поверхности, лишившейся транзитного водного потока. Однако для подробного объяснения механизма этих процессов развития микрорельефа на отмерших поймах нужны более детальные геоморфолого-криологические исследования.

На отмерших поймах, уже успевших оказаться поднятыми над уровнем всех современных пойм, условия стока улучшаются, заболенность уменьшается, а озера постепенно уничтожаются. Правда, в районах интенсивного развития многолетней мерзлоты условия стока грунтовых вод остаются неудовлетворительными и на поднятых участках, поэтому озера и болота в пределах отмерших пойм сохраняются иногда и на уровне первых десятков метров над современными поймами.

По мере того как отмершие поймы все в большей степени теряют пространственную связь с продолжающимися развиваться речными долинами, их размеры сокращаются за счет уничтожения краевых частей развивающимися склонами. Одновременно с этим изменяется и их характерная форма — на перегибах рельефа, являющихся границами между плоской поверхностью реликта поймы и склонами междуречий, накапливаются коллювиальные шлейфы, которые с течением времени полностью перекрывают эту поверхность. В конце концов на месте отмершей поймы возникнет либо седловина, неотличимая от других седловин, никогда не бывших днищами речных долин, либо просто

участок склона междуречья. В обоих случаях аллювий, когда-то слагавший речную пойму, может оказаться либо полностью разрушенным и смещенным склоновыми процессами, либо погребенным под коллювиальными отложениями.

Аллювиальные равнины

Аллювиальные равнины — это относительно невысокие плоские участки земной поверхности, сложенные речными отложениями и в отличие от протягивающихся вдоль рек пойм обладающие не линейными, а более или менее изометричными или неправильными очертаниями в плане. По высоте они сливаются в один уровень с речными поймами, а по положению среди других форм рельефа либо замещают отдельные участки пойм (межгорные равнины), либо являются продолжениями пойм (предгорные и прибрежные равнины). Аллювиальные равнины возникают в результате флювиальной аккумуляции в тех случаях, когда эта аккумуляция по каким-либо причинам распространяется за пределы днищ речных долин.

Накопление аллювия в долине, окаймленной более или менее высокими междуречьями, ведет к формированию констративной поймы и к постепенному расширению этой поймы за счет «затопления» нижних частей междуречий аллювием. В пределах длительно развивающихся тектонических впадин аллювий может «затапливать» сначала самые низкие, а затем и все более высокие водоразделы. Погребение водоразделов под аллювием ведет к тому, что долины, располагавшиеся между ними, перестают существовать. Слияние констративных пойм этих долин в единую аккумулятивную поверхность позволяет говорить о возникновении на их месте аллювиальной равнины. Разумеется, четкой границы между расширенными участками констративных пойм (к которым можно отнести и сливающиеся в результате аккумуляции поймы) и аллювиальными равнинами провести нельзя. Можно только сказать, что чем больше размеры аккумулятивной поверхности, сложенной аллювием, и чем сильнее ее конфигурация отличается от характерных для пойм линейных очертаний, тем больше оснований для отнесения этой формы рельефа к аллювиальным равнинам.

Аллювиальные равнины могут возникать не только в результате соответствующих превращений констративных пойм, но и в результате слияния дельт и конусов выноса, формирующихся на равнинах другого генезиса (озерных, прибрежно-морских и др.).

Микрорельеф аллювиальных равнин, в большинстве случаев созданный, как и сами равнины, реками, представлен главным образом такими наложенными флювиальными формами рельефа, как дельты, конусы выноса, перстративные поймы, причем последние могут обладать своими микроформами. Аллювиальные равнины, на которых аккумуляция еще не закончилась, являются участками широкого развития внутренних дельт и конусов выноса. Рост этих дельт и конусов выноса от периферии к центру межгорных равнин или от гор к морю на прибрежных равнинах, постепенное слияние и последующее заполнение аллювием понижений, остающихся на «стыках» сливающихся дельт, представляют собой основной механизм повышения уровня земной поверхности в ходе продолжающейся аккумуляции. В удаленных от гор частях обширных аллювиальных равнин уклоны дельт становятся настолько незначительными, что сами дельты перестают находить выражение в рельефе. Завершение аккумуляции на равнинах и переход рек, осуществлявших эту аккумуляцию, к стадии динамического равновесия сопровождаются в соответствии с общими законами развития флювиальных

процессов превращением ветвящихся русел этих рек в меандрирующие и их углублением в созданную аккумуляцией поверхность. В результате этого на тех аллювиальных равнинах, где аккумуляция закончилась, возникают наложенные перстративные поймы.

Хотя в пределах аллювиальных равнин флювиальные процессы, бесспорно, преобладают над всеми другими, на крупных равнинах могут в какой-то мере проявляться и другие экзогенные процессы — криогенные, склоновые, золовые, волноприбойные (на прибрежных равнинах и в случаях возникновения озер в пределах межгорных равнин) и прочие. В большинстве случаев эти «сопутствующие» процессы оставляют свои следы только в виде отложений соответствующего генезиса, включенных в аллювиальные толщи, но иногда на аллювиальных равнинах можно встретить и наложенные формы рельефа, созданные этими процессами.

Для превращения речных пойм в аллювиальные равнины даже в условиях слабо расчлененного рельефа с небольшими относительными высотами необходима аккумуляция довольно мощных толщ аллювия. В горных районах с крутыми и высокими междуречьями для погребения этих междуречий под аллювием и возникновения аллювиальных равнин, даже сравнительно небольших (первые десятки километров в поперечнике), необходимо накопление аллювиальных толщ очень большой мощности.

В пределах межгорных аллювиальных равнин Северо-Востока СССР мощность рыхлых, преимущественно аллювиальных толщ обычно составляет несколько сотен метров. Эти межгорные равнины представляют собой участки не только мощной, но, судя по биостратиграфическим данным, и довольно длительной, хотя обычно не непрерывной аккумуляции. В то же время они встречаются отдельными разобленными «пятнами» на фоне горного рельефа, свидетельствующего о преобладании процессов деструкции, и занимают лишь очень небольшую часть общей площади этой области преимущественной деструкции. Совершенно очевидно, что возникновение таких ограниченных участков аккумуляции в пределах воздымающейся страны в большинстве случаев обусловлено локальными тектоническими движениями обратного знака. Исключениями являются лишь небольшие по размерам и встречающиеся не так уж часто аллювиальные равнины, пространственно и генетически связанные с деятельностью горно-долинных ледников. Ледниковые морены, перегораживая и подпруживая реки, вызывают в них наступление аккумуляции и формирование констративных пойм, а иногда и аллювиальных равнин. Представления о доминирующей роли локальных тектонических опусканий в формировании большинства межгорных аллювиальных равнин подтверждаются такими фактическими данными, которые могут быть истолкованы только однозначно. Например, известно, что коренное ложе аллювиальной равнины, развитой в пределах Сеймчано-Буюндинской неотектонической впадины, лежит на 400 м ниже уровня моря (Шило, 19576). Совершенно ясно, что кайнозойские континентальные отложения, подстилающие эту равнину, не могли оказаться ниже уровня моря без тектонического прогибания.

Прибрежные аллювиальные равнины и предгорные равнины, локализующиеся на «стыках» гор с низменностями — в зонах перехода от областей деструкции к областям аккумуляции, могут возникать и без непосредственного воздействия локальных тектонических опусканий, являясь следствием неизбежного роста областей аккумуляции и их наступления на области деструкции. Однако само разделение суши на области деструкции и аккумуляции обусловлено тектоническими причинами, так что в конечном счете и эти равнины обязаны своим происхождением тектонике.

Поднятые аллювиальные равнины

Среди межгорных аллювиальных равнин равнины, находящиеся в процессе формирования, так же как и равнины, в пределах которых реки перешли из стадии накопления аллювия в стадию равновесия, встречаются сравнительно редко. Большинство межгорных аллювиальных равнин прорезано реками на ту или иную глубину. Такие равнины, поднятые над уровнем современной речной сети, являются реликтовыми флювиальными формами рельефа, имеющими такое же отношение к равнинам, не прорезанным реками, как речные террасы к поймам. По высоте поднятые аллювиальные равнины обычно соответствуют определенным террасовым уровням, а по положению среди других форм рельефа занимают то же место, что и террасы этих уровней. С речными поймами поднятые аллювиальные равнины сочленяются либо простыми склонами той или иной крутизны, либо флювиально-абразионными береговыми обрывами, либо сериями террас. В тех случаях, когда аллювиальные равнины подняты над современной речной сетью на сравнительно небольшую высоту и склоны, соединяющие их с поймами, выработаны в рыхлых аллювиальных отложениях, эти склоны могут стать настолько пологими (иногда меньше 1°), что границы между ними и поверхностями аллювиальных равнин и пойм окажутся практически неувидимыми.

Прибрежные и предгорные аллювиальные равнины также могут быть поднятыми над уровнем современной речной сети, но среди них поднятые равнины не преобладают так резко, как среди межгорных равнин. Очевидно, локальные тектонические опускания, происходящие на фоне общего поднятия и являющиеся причиной возникновения большинства межгорных равнин, являются только временными эпизодами в общей истории горных стран, и участки их проявления рано или поздно снова оказываются втянутыми в общее поднятие.

Погребенный рельеф

В результате накопления аллювия, ведущего вначале к расширению пойм, а затем к их превращению в аллювиальные равнины, формы рельефа, располагавшиеся в непосредственной близости к поймам, оказываются погребенными под этим аллювием. Установить существование таких погребенных под аллювием повышенной мощности форм рельефа и их местоположение можно по разведочным выработкам или по данным геофизических исследований. Сведения о погребенных формах рельефа чрезвычайно важны для изучения истории формирования рельефа и, следовательно, истории геологического развития. Нельзя, однако, не считаться с тем, что эти сведения никогда не могут быть столь же полными, как данные о поверхностном рельефе. Анализируя погребенный рельеф, необходимо концентрировать внимание в первую очередь на тех формах этого рельефа, которые имеют наибольшее значение для палеогеоморфологических построений.

Не все флювиальные аккумулятивные формы рельефа могут скрывать под собой формы погребенного рельефа. Так, внутренние дельты и конусы выноса возникают на формах рельефа, обладающих большими размерами, чем они сами (поймы более крупных рек или равнины различного генезиса), и всегда перекрывают лишь отдельные части этих форм.

Констративные поймы всегда развиваются на месте пойм, относившихся к другим динамическим фазам, причем в подавляющем большинстве случаев констративная фаза сменяет перстративную. Обычность этой ситуации — залегания аллювия, слагающего поверхность

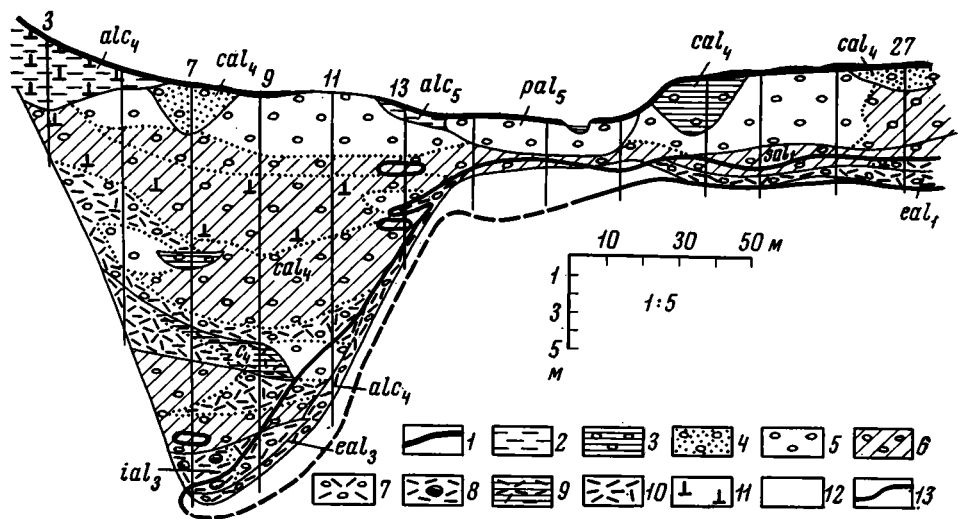


Рис. 23. Геологический разрез погребенного каньона ручья Павлика, правого притока р. Омчака (бассейн Колымы) по шурфлинии 6

1 — почва; 2 — ил; 3 — глина и суглинок с редкой галькой и гравием; 4 — песок с редкой галькой; 5 — галька с гравием и песком; 6 — галька с гравием, суглинком и глинистым песком; 7 — галька и щебень с гравием, дресвой и суглинком; 8 — галька с валунами, гравием, щебнем и глинистым песком; 9 — суглинок со щебнем и дресвой; 10 — щебень и дресва с суглинком; 11 — льдистость отложений; 12 — коренные породы; 13 — границы россыпных концентраций золота. Свита 1 — элювиально-аллювиальные отложения (eal₁), плотиковый аллювий (sal₁); свита 3 — элювиально-аллювиальные отложения (eal₃), инстративный русловой аллювий (ial₃), свита 4 — констративный русловой и старичный аллювий (cal₄), коллювий (с₄), аллювиально-коллювиальные отложения (alc₄); свита 5 — перстративный русловой аллювий (pal₅), аллювиально-коллювиальные отложения (alc₅)

констративной поймы, на поверхности перстративной поймы — позволяет исключать эти перекрытые констративным аллювием перстративные поймы из числа таких форм погребенного рельефа, которые имеют значение для палеогеоморфологического анализа. Уже само присутствие констративной поймы, как правило, говорит о том, что под слагающим ее констративным аллювием можно обнаружить поверхность перстративной поймы. Значительно интереснее для исследователей исключения из этого правила — те случаи, когда отложения констративных пойм скрывают под собой погребенные каньоны с инстративными поймами (рис. 23). Анализ особенностей строения погребенных каньонов и характера их распространения дает очень важный материал для восстановления истории формирования рельефа и изучения особенностей неотектонического режима, не говоря уже о практическом значении обнаружения таких каньонов, нередко вмещающих богатые россыпи.

На том же разрезе погребенного каньона, изображенном на рис. 23, можно видеть пример и другой формы рельефа, погребенной под отложениями констративной поймы. Это терраса правого борта долины с частично сохранившимся аллювием. Погребенные террасы можно видеть и в разрезе констративной поймы ручья Большого, приводившемся ранее (см. рис. 2). Нужно сказать, что если коренные цоколи погребенных террас безошибочно обнаруживаются разведочными работами, то для надежного разделения лежащего на этих цоколях аллювия на террасовый и перекрывающий его констративный необходимы биостратиграфические данные или сведения об абсолютном возрасте отложений. Это разделение затрудняется еще и тем, что нередко погребение террас под констративным аллювием сопровождается частичным или полным размывом террасового аллювия (см. рис. 23).

Конечно, предварительная более или менее достоверная интерпретация возрастных соотношений аллювия, залегающего над погребенными формами флювиального рельефа, возможна и на основе анализа литологических особенностей этого аллювия и характера его залегания. К сожалению, богатейший фактический материал, накопленный за десятилетия разведочных работ на аллювиальных россыпях Северо-Востока СССР, включает в себя очень мало биостратиграфических данных. Даже палинологическими анализами охарактеризовано лишь сравнительно небольшое число аллювиальных толщ, вскрытых разведочными выработками. Поэтому при составлении разрезов, приведенных в работе, приходилось ограничиваться такой предварительной интерпретацией последовательности формирования различных горизонтов аллювия, не пытаясь определить геологический возраст этих горизонтов.

Погребенными под аллювием констративных пойм могут оказаться также конусы выноса и небольшие внутренние дельты. Однако, поскольку наличие или отсутствие этих форм рельефа не находят какого-либо отражения в конфигурации коренных пород, подстилающих аллювиальные толщ, обнаружить их под покровом констративного аллювия довольно трудно, а в некоторых случаях просто невозможно. Впрочем, нужно сказать, что сведения о присутствии погребенных дельт и конусов выноса и о характере их распространения не имеют очень большого значения для палеогеоморфологического анализа.

Под аллювиальными равнинами могут встречаться те же погребенные формы рельефа, что и под констративными поймами. Кроме того, сами констративные поймы обязательно присутствуют в погребенном виде под поверхностями аллювиальных равнин. Выявление местоположения пойм, погребенных под отложениями аллювиальных равнин, — это исключительно важная задача. Реконструкция конфигурации древней речной сети имеет значение не только как часть анализа истории развития рельефа, но и как установление надежных критериев обнаружения погребенных долинных россыпей.

Как уже говорилось, четких границ между констративными поймами и аллювиальными равнинами не существует. Это делает невозможным установление границ погребенных констративных пойм. Исключительно трудной и не всегда выполнимой задачей пришлось бы считать и установление границ перстративных пойм, почти повсеместно развитых под погребенными констративными поймами. Только исследования очень высокой детальности, включающие в себя изучение литологических и фациальных особенностей всей аллювиальной толщ, слагающей аллювиальную равнину, могут дать сведения, необходимые для решения этой задачи. В большинстве случаев реконструкцию древней речной сети, погребенной под отложениями аллювиальных равнин, приходится ограничивать показом на картах установленного или предполагаемого положения тальвегов этой сети — линий, соединяющих самые низкие точки коренного ложа долин¹.

Так как формирование аллювиальных равнин в большинстве случаев обусловлено тектоническими движениями, продольные профили тальвегов погребенной речной сети, как правило, бывают существенным образом деформированы. Сравнение этих деформированных профилей с продольными профилями современных рек (конечно, с внесением соответствующих поправок на стадию развития и на закономерные изменения уклонов рек, обусловленные характером общих изменений

¹ По определению «Геологического словаря» (1955), тальveg — это «линия, соединяющая самые глубокие части речного русла». В таком толковании этот термин становится лишним синонимом термина «фарватер». Поэтому целесообразнее называть тальвегом, как это принято в геологоразведочной и эксплуатационной практике, линию, соединяющую самые низкие точки коренного ложа реки.

рельефа) может дать исключительно ценный материал для анализа тектонических движений, бывших причиной формирования аллювиальной равнины.

Констративный аллювий, слагающий такие крупные формы рельефа, как аллювиальные равнины, может скрывать под собой формы погребенного рельефа не только флювиального, но и других генетических типов. С другой стороны, как флювиальные, так и другие формы рельефа могут превращаться в погребенные в результате аккумуляции рыхлых отложений самого различного генезиса (ледниковых, эоловых, морских и т. п.), а также в результате формирования лавовых покровов. Однако рассмотрение всей проблемы погребенного рельефа, хотя бы в самом кратком изложении, не имеет смысла включать в данную работу.

ФОРМИРОВАНИЕ АЛЛЮВИЯ

Из всех динамических фаз аллювия только констративный аллювий может достигать значительной мощности — в десятки и сотни метров. Естественно, что такие толщи имеют наибольшие возможности сохраниться от размыва в течение длительного времени. Этому нередко способствует унаследованность тектонического развития — участки тектонического прогибания и вызванной этим прогибанием флювиальной аккумуляции даже после своего вовлечения в поднятия обычно сохраняют в течение длительного времени тенденцию к отставанию от общих темпов этого поднятия. Процесс накопления аллювия, кроме того, особенно благоприятен для быстрого захоронения в толще рыхлых отложений остатков растений и животных и, следовательно, для их сохранения в ископаемом состоянии. Благодаря всему этому констративный аллювий особенно важен для стратиграфических исследований — большинство наиболее полных разрезов аллювия, хорошо охарактеризованных палеонтологически, представлено отложениями констративной динамической фазы.

Е. В. Шанцер первым показал несостоятельность представлений о преобладании отложений пойменной фации в аллювиальных толщах повышенной мощности. Преобладание руслового аллювия во всех динамических фазах он объяснял тем, что «хотя взвешенные наносы и преобладают в общем объеме твердого стока, но подавляющее их большинство, даже в условиях подпора, выносится рекой прочь из долины» (Шанцер, 1951, стр. 243). К этому следует добавить, что процесс аккумуляции, постоянно поднимающей русло, препятствует многократному перемиыву отложившегося материала и его дифференциации на крупный, переносимый преимущественно волочением по дну, перекатыванием и сальтацией, и мелкий, переносимый преимущественно во взвешенном состоянии. В результате этого значительная часть мелкого материала, который в других условиях ушел бы в отложения пойменной фации, остается в составе констративного руслового аллювия. То слияние руслового и пойменного аллювия, о котором говорил Е. В. Шанцер применительно к аллювию горных рек (Шанцер, 1951, стр. 172), в значительной мере характерно для аллювия констративной динамической фазы. Наконец, существование ветвящегося русла крайне неблагоприятно для сохранения формирующегося пойменного аллювия от размыва.

Не особенно благоприятна стадия накопления аллювия и для формирования отложений старичной фации. Поскольку существование меандрирующего русла не характерно для этой стадии, не характерны для нее и типичные старицы. Те аналоги стариц, которые нередко возникают при отмирании отдельных рукавов и проток, существуют, как правило, недостаточно долго для того, чтобы быть целиком за-

полненными старичным аллювием — быстрая миграция сохраняющихся и постоянное возникновение новых рукавов и протоков препятствуют этому. Недостаточная дифференцированность констративного руслового аллювия, ведущая к «дефициту» мелкого материала, который мог бы пойти на образование отложений старичной фации, также является неблагоприятным фактором для развития старичных отложений в констративных аллювиальных толщах.

Таким образом, хотя отложения пойменной и старичной фации не так уже редко встречаются в констративных аллювиальных толщах (см., например, рис. 23), их формирование для стадии накопления аллювия значительно менее характерно, чем для стадии динамического равновесия.

Как отмечалось в предыдущей главе, существенных литологических различий между разными динамическими фазами как пойменного, так и старичного аллювия подметить не удастся. Это, очевидно, объясняется тем, что механизм формирования этих отложений — выпадение взвешенного материала — практически не зависит от того, в какой стадии развития находится река. Более или менее подробные описания литологических особенностей пойменного и старичного аллювия, общих для всех динамических фаз, будут даны в главе, посвященной стадии динамического равновесия, для которой эти фации наиболее типичны. Здесь же следует отметить, что пойменные и старичные отложения, сформированные во время стадии накопления аллювия, отличаются специфическими формами залегания. Пойменный аллювий констративных толщ, как правило, не образует выдержанных горизонтов, встречаясь в виде линз, отличающихся от линз старичного аллювия меньшей мощностью. Главная же особенность залегания и пойменного, и старичного аллювия констративной фазы состоит в том, что линзы этих отложений встречаются внутри констративных толщ на самых различных высотных уровнях.

Как уже говорилось, отложения внутренних дельт и конусов выноса, которые рассматриваются мной как констративный аллювий (преимущественно русловой), многими исследователями относятся к другому генетическому типу — пролювию (Елисеев, 1963; Шанцер, 1966; и др.). Это заставляет начать раздел с разбора представлений об объеме понятия «пролювий» и о различиях между аллювием и пролювием.

Аллювий и пролювий как отдельные генетические типы рыхлых отложений

Хотя термин «пролювий» довольно популярен в современной геологической литературе, разные исследователи до сих пор вкладывают в него несколько различное содержание.

Мнение одной группы исследователей, наиболее полно сформулированное Е. В. Шанцером (1966), сводится к тому, что пролювием следует называть все устьевые отложения как временных, так и постоянных рек и ручьев, слагающие конусы выноса или внутренние дельты. При этом Е. В. Шанцер подчеркивает, что «подобное понимание пролювия ни в коей мере не противоречит определению, данному А. П. Павловым» (Шанцер, 1966, стр. 198).

Другие исследователи (Билибин, 1938; Лукашев, 1960; и др.) вкладывают в определение пролювия, данное А. П. Павловым в 1903 г. — «отложения, накапливающиеся путем распространения по равнинам минерального материала, выносимого временно изливающимися из горных долин и растекающимися по равнине потоками» (цитировано по изданию 1951 г., стр. 68), — иное содержание, считая, что главное в этом определении — временный характер потоков и, следовательно, их про-

межуточное положение между русловыми и нерусловыми потоками. Соответственно и пролювий в понимании этих исследователей — это как бы промежуточное звено между аллювием и склоновыми отложениями. К. И. Лукашев, считающий, что пролювием следует называть только селевые отложения, резко возражает против включения в это понятие отложений конусов выноса горных ручьев и «сухих дельт». По его мнению, «нельзя признать это правомерным, если не путать пролювиальные отложения с аллювиальными» (Лукашев, 1960, стр. 117).

Существуют и такие определения пролювия, которые «объединяют» обе приведенные здесь точки зрения, относя к нему и отложения внутренних дельт, и селевые отложения (Эпштейн, 1954; Методическое руководство..., 1954).

Для того чтобы решить вопрос о том, какая из существующих точек зрения на содержание термина «пролювий» в большей степени заслуживает принятия, вряд ли необходимо устанавливать степень их близости к первоначальной трактовке А. П. Павлова. В конце концов вряд ли можно и нужно настаивать на том, чтобы термины, предложенные на заре развития учения о генетических типах рыхлых отложений, сохраняли свое содержание неизменным до наших дней, особенно такое не слишком определенное содержание, как в данном случае. Примером существенного изменения содержания понятий, причем изменения, ни у кого не вызывающего возражений, может служить термин «аллювий», когда-то относившийся ко всем последниковым отложениям, в трактовке А. П. Павлова включавший в себя речные и озерные отложения, а в настоящее время являющийся синонимом термина «речные отложения». Поскольку при любом употреблении термина «пролювий» речь идет в конечном счете о выделении отдельного генетического типа отложений, для того чтобы предпочесть ту или иную трактовку этого термина, нужно, очевидно, разобрать вопрос о том, какая из групп отложений, объединяемых различными исследователями под этим названием, действительно заслуживает такого выделения.

В основе выделения всех известных в настоящее время генетических типов рыхлых отложений (континентальных осадочных образований) лежит в общем один и тот же принцип — считается, что различные геологические агенты (процессы) или различные сочетания агентов создают отложения различных генетических типов. Включение в пролювий отложений внутренних дельт и конусов выноса постоянных водотоков противоречит этому принципу, так как отложения, образованные одним и тем же агентом — русловыми потоками, — делятся на два генетических типа. В своей последней работе Е. В. Шанцер несколько усложняет понятие «генетический тип», вводя в него представление об «особых четко распознаваемых чертах в эволюции рельефа» (Шанцер, 1966, стр. 14) и подчеркивая, что генетический тип следует считать не только и даже не столько динамико-геологической, сколько историко-геологической категорией. Даже полностью соглашаясь с этими поправками, нельзя все же оправдать разделение на разные генетические типы отложений, образованных не просто аналогичными агентами, но буквально одним и тем же агентом. Между тем при таком толковании понятий «аллювий» и «пролювий», которого придерживается Е. В. Шанцер, приходится считать, что один и тот же ручей формирует аллювий почти на всем протяжении своей долины и пролювий в устьевой части, при выходе в долину более крупного водотока. Мало того, при дальнейшем продвижении вниз по течению этот пролювий снова сменяется аллювием, правда, уже более крупного водотока.

Таким образом, различия между пролювием и аллювием в том понимании, которое придают этим понятиям Е. В. Шанцер и другие исследователи, сводятся по сути дела к различиям в динамических фазах формирования отложений. Действительно, конусы выноса и дельты — это участки особенно резкого проявления флювиальной аккумуляции. Образования, подобные им, возникают и на участках аккумуляции, локализующихся внутри долин, — это зоны интенсивной фуркации русла. Более того, если последовательно придерживаться этой точки зрения, то придется признать, что все аллювиальные равнины следует считать пролювиальными образованиями. Процесс формирования равнин в результате аккумуляции речных отложений складывается из роста и слияния внутренних дельт, и, принимая то определение пролювия, которое дают В. И. Елисеев, Е. В. Шанцер и другие исследователи, нужно, по-видимому, относить все речные отложения, аккумулирующиеся на равнинах, не к аллювию, а к пролювию. Такое расширение понятия «пролювий» вряд ли можно признать целесообразным.

Характеризуя фациальное строение «пролювиальных» отложений крупных конусов выноса, В. И. Елисеев (1963) приходит к выводу о том, что по особенностям этого строения отложения конусов выноса существенным образом отличаются от аллювия. Это могло бы служить веским доводом в пользу выделения этих отложений в самостоятельный генетический тип, если бы В. И. Елисеев выделял фации пролювия, основываясь на тех же принципах, которые положены Е. В. Шанцером (1951) в основу выделения основных фаций (групп фаций) аллювия. Однако нетрудно заметить, что литологические особенности потоковой, веерной и застойноводной фаций пролювия, выделенных В. И. Елисеевым, отражают только последовательное уменьшение крупности материала с продвижением вниз по течению. В той или иной мере такие же изменения можно проследить в аллювии всех достаточно протяженных рек, начинающихся в горах и выходящих в области равнинного рельефа. Разумеется, в пределах дельт и конусов выноса, где происходит очень быстрая разгрузка потоков от переносимого ими рыхлого материала, это уменьшение крупности происходит значительно быстрее, чем в речных долинах. Но это в принципе те же самые изменения, и если при разделении аллювия речных долин на фации эти изменения не принимают во внимание, то и в отложениях конусов выноса и дельт они должны оцениваться с тех же позиций. А с этих позиций потоковая, веерная и застойноводная фации В. И. Елисеева представляют собой лишь литологические разновидности констративного руслового аллювия. Отмеченные В. И. Елисеевым «покровные образования», которые встречаются не только на конусах выноса, но и «заходят в долины, где участвуют в строении террас, переходя в пойменную фацию горного аллювия» (Елисеев, 1963, стр. 1447), — это, несомненно, не что иное, как отложения этой самой пойменной фации.

Таким образом, выделение в отдельный генетический тип — пролювий — отложений конусов выноса и дельт, образованных теми же водными потоками, которые выше по течению формируют аллювий, вряд ли можно признать приемлемым. По-видимому, правильнее было бы принять альтернативное предложение — называть пролювием отложения, образованные процессами, занимающими как бы переходное положение между склоновыми и флювиальными. На примере селевых отложений, процесс формирования которых представляет собой нечто среднее между солифлюкцией и формированием аллювия, видно, что такое толкование термина «пролювий» стоит достаточно близко к содержанию, вложенному в этот термин его автором А. П. Павловым.

Кроме того, в эту переходную группу, очевидно, можно включать не одни только селевые отложения. Комплекс подобных отложений достаточно широк, чтобы рассматривать его как отдельный генетический тип.

В своей известной работе, посвященной аллювию равнинных рек, Е. В. Шанцер (1951) подробно охарактеризовал балочный аллювий (овражный аллювий В. В. Докучаева), убедительно продемонстрировав, что эта разновидность аллювия несет целый ряд признаков переходного делювиально-аллювиального происхождения. В своих последних работах (1965б, 1966) он отнес «мелкоовражный размыв» к процессам формирования делювия, отметив, что «между склоновым овражным размывом и плоскостным смывом в природе наблюдается вся гамма переходов» (Шанцер, 1966, стр. 16). Очевидно, такая же гамма переходов может быть установлена и между «мелкими» и обычными оврагами и балками. Нельзя, следовательно, не признать, что между типичными аллювием и делювием существует группа отложений, процесс формирования которых является чем-то средним между плоскостным (нерусловым) смывом и деятельностью русловых потоков. По аналогии с селевыми (солифлюкционно-аллювиальными) эти делювиально-аллювиальные отложения, по-видимому, также следует относить к пролювию.

Наконец, следует отметить, что в верховьях оврагов и небольших речных долин, развитых в пределах крутосклонного горного рельефа, водотоки имеют временный характер даже в условиях гумидного климата. В результате этого рыхлые отложения, формирующиеся в таких долинах, лишь эпизодически перемещаются русловыми водными потоками, а большую часть времени (благодаря большой крутизне этих долин) движутся под действием процессов осыпания, оползания и крипа. Таким образом, не временный характер водотоков, который сам по себе, как это подчеркнуто Е. В. Шанцером (1966, стр. 174), не дает оснований для отделения связанных с такими водотоками отложений от аллювия, а одинаково энергичное воздействие чередующихся флювиальных и гравитационных процессов позволяет приписывать этим отложениям такое же переходное коллювиально-аллювиальное происхождение, как селевым и делювиально-аллювиальным, и, следовательно, относить их к пролювию.

Мне кажется, что эти три разновидности пролювия с полным правом можно считать его основными фациями, таксономически аналогичными русловой, пойменной и старичной фациям аллювия. Чаше всего отложения этих трех фаций слагают конусы выноса, морфологически отличающиеся от аллювиальных конусов выноса только меньшими размерами и большей крутизной. В горных странах эти пролювиальные конусы выноса, сложенные преимущественно гравитационно-аллювиальными отложениями, могут сливаться в полосы, непрерывно окаймляющие подножия склонов, — пролювиальные шлейфы. Кроме конусов выноса, располагающихся в зонах аккумуляции пролювия, пролювиальные отложения слагают и линейные формы рельефа — днища оврагов и небольшие долинок, располагающихся в зонах возникновения пролювия и на путях его перемещения. Пожалуй, в большинстве случаев пролювиальные формы линейного размыва непосредственно примыкают к флювиальным формам, созданным значительно более крупными водотоками. Как правило, в таких случаях граница между пролювием и аллювием достаточно четко фиксируется хорошо развитой зоной пролювиальной аккумуляции. Однако довольно часто переход от пролювиальных форм к флювиальным совершается очень постепенно, без возникновения аккумулятивных форм — пролювиальных конусов выноса. В таких случаях, конечно, не может идти и речи о какой-нибудь более или менее четкой границе между пролювием и аллювием.

Констративный русловый аллювий

Констративному русловому аллювию свойственны следующие характерные литологические особенности.

1. В наиболее типичных и часто встречающихся разновидностях констративного руслового аллювия рек горных районов крупный материал (галька и гравий) преобладает над мелким (песок, ил, глина). В то же время содержание мелкого материала в констративном русловом аллювии всегда заметно больше, чем в инстративном, и не так уж редко среди констративного руслового аллювия даже в горных реках встречаются разновидности, в которых крупный материал не только занимает подчиненное положение, но и вообще отсутствует. Правда, не всегда удается безоговорочно решить, относятся ли такие разновидности констративного аллювия к русловой или к пойменной и старичной фациям.

2. Нередко констративный русловый аллювий, развитый в пределах сравнительно нешироких пойм, окаймленных крутыми междуречьями, содержит наряду с превосходно окатанной галькой значительное количество неокатанного материала — щебня и дресвы. Однако не менее часто встречаются разновидности констративного руслового аллювия, совершенно не содержащие неокатанных обломков, — в пределах аллювиальных равнин и дельт констративный русловый аллювий представлен только такими разновидностями.

3. Мелкий материал констративного руслового аллювия отличается самой высокой глинистостью среди всех динамических фаз этой фации.

Результаты тех немногих гранулометрических анализов, которые заведомо относятся к констративному русловому аллювию, приведены в табл. 4. Конечно, этих данных недостаточно для того, чтобы на их основе делать какие-то обобщения относительно количественных характеристик литологических особенностей констративного руслового аллювия. Тем не менее таблица показывает, что литологические особенности всех проанализированных образцов констративного руслового аллювия полностью соответствуют тем обобщенным характеристикам этих особенностей, которые были сформулированы на основе визуальных определений.

Таблица 4

Гранулометрические анализы констративного руслового аллювия

Место отбора пробы	Процентное содержание фракций (размеры, мм)							Глинистость (процентное содержание глины в мелком материале)
	Крупный материал			Мелкий материал				
	валуны, галька, щебень (+10)	гравий, дресва (-10+2)	Сумма	песок (-2+0,05)	ил (-0,05+0,01)	глина (-0,01)	сумма	
Руч. Становой, глуб. 5,8—6,0 м (Орлова, 1963, стр. 15, проба 14)*	52,6	24,3	76,9	15,7	1,7	5,7	23,1	24,6
Руч. Становой, глуб. 7,8—8,0 м (Орлова, 1963, стр. 15, проба 15)	41,3	34,3	75,6	19,6	1,1	3,7	24,4	15,2
Руч. Куранах, глуб. 0,5—0,7 м	46,7	30,2	76,9	17,5	1,5	4,1	23,1	17,7
Руч. Куранах, глуб. 10,8—11,0 м	38,5	29,9	68,4	15,8	4,2	11,6	31,6	36,7
Средние данные	44,8	29,7	74,5	17,1	2,1	6,3	25,5	23,5

* Включая в таблицы результаты анализов, заимствованные у Орловой (1963), я в ряде случаев изменял трактовки фациальной принадлежности отложений, казавшиеся мне ошибочными.

Конечно, литологические особенности конкретных толщ констративного руслового аллювия в значительной мере определяются размерами накопивавших этот аллювий рек, характером рельефа междуречий, принадлежностью толщи к тем или иным аккумулятивным формам рельефа и т. п. В зависимости от этих местных условий констративный русловой аллювий может обладать существенно разными литологическими особенностями. Приведу несколько примеров.

Ручей Малый, правый приток ручья Озерного в бассейне правого притока Индигирки, р. Неры, имеет протяженность около 3 км. Притоки отсутствуют, русло имеет четковидную форму, очевидно, благодаря термокарстовым процессам. Ширина русла в суженных участках — 0,2—0,3 м, миниатюрные озеровидные расширения русла имеют диаметр до 1,5 м. Глубина русла — от 0,2 м в расширенных участках до 0,4 м в суженных. Констративная пойма ручья в среднем течении имеет ширину около 150 м. Она окаймлена некрутыми и невысокими междуречьями и представляет собой слегка заболоченные безлесные поверхности, полого наклонные к наложенной перстративной пойме, ширина которой всего 15—20 м. Согласно документации шурфа 7 разведочной линии 7, проверенной мною путем просмотра «проходок» и соответствующим образом исправленной и отредактированной, отложения, слагающие констративную пойму ручья Малого в его нижнем течении, представлены следующими пластами (сверху вниз):

	Мощность, м
1. Почвенный слой	0,2
2. Илистый торф с редким щебнем, большое количество мелких ледяных включений	0,4
3. Лед, содержащий 5—10% терригенных включений (ил, гравий)	2,4
4. Лдыйстый ил с плохоокатанной галькой и щебнем	0,8
5. Плохоокатанная галька, мелкая и средних размеров, щебень, гравий и дресва с небольшим количеством илистого песка	1,8
6. Ил с плохоокатанной галькой и щебнем	0,6
7. Плохоокатанная галька, щебень, гравий и дресва с небольшим количеством глинистого песка	2,0
8. Плохоокатанная галька и щебень с гравием, дресвой и значительным количеством (до 50%) илистой глины	0,8
9. Щебень и плохоокатанная галька с гравием, дресвой и глинистым песком	1,8
10. Плохоокатанная галька с гравием и песком	0,8
11. Плохоокатанная галька и щебень с гравием, дресвой и глинистым песком	2,8
12. Щебень глинистых сланцев (элювий)	0,2
13. Коренные породы (глинистые сланцы).	

В этом разрезе констративный русловой аллювий, очевидно, представлен пластами 4—9 (общая мощность 7,8 м), пласт 10, по-видимому, представляет собой перстративный русловой аллювий, а пласт 11 — плотиковый аллювий.

Ручей Озерный — это значительно бо́льшая речка — площадь ее водосбора составляет примерно 100 км². Ширина русла в ее среднем течении 5—7 м при глубине на плёсах (в межень) не более 0,5 м, ширина поймы — до 1 км. Согласно проверенной мною в поле документации шурфа 78 линии 82, разрез аллювия ручья Озерного выглядит следующим образом (сверху вниз):

	Мощность, м
1. Почвенный слой	0,2
2. Илистый торф	0,4
3. Лед с незначительным количеством терригенных включений (ил, песок, гравий)	1,6
4. Глинистый песок с галькой и щебнем	0,8
5. Темно-серый гумусированный ил с галькой, щебнем и гравием. Большое количество мелких ледяных включений	0,8
6. Темно-серый ил с большим количеством (до 50%) гальки и щебня	1,2

7. Темно-серый гумусированный ил с галькой, щебнем и гравием. Большое количество мелких ледяных включений	0,8
8. Галька средних размеров с гравием и серым глинистым песком	6,0
9. Галька крупная и средних размеров с гравием и вишневого-бурым глинистым песком	2,0
10. Галька и гравий средних размеров со щебнем и вишневого-бурым глинистым песком. Вишневатые охристые налеты на гальке	0,6
11. Галька и гравий с разнозернистым песком серого цвета	0,8
12. Галька и гравий с разнозернистым песком буровато-серого цвета и редким щебнем	0,6
13. Галька и гравий со щебнем и глинистым песком буровато-серого цвета	3,8
14. Щебень с галькой, гравием и глинистым песком (аллювиально-элювиальный слой)	0,6
15. Коренные породы (глинистые сланцы).	

В этом разрезе толща констративного аллювия представлена, по видимому, пластами 4—10 общей мощностью 12,2 м. Пласты 4 и 6, по всей вероятности, представляют собой старичный аллювий, остальная толща — русловой. Пласты 11—13, очевидно, представляют собой перстративный русловой аллювий и подстилающий его плотиковый аллювий, разделяющиеся не четкой границей, а переходной зоной.

Для большинства констративных толщ, слагающих аллювиальные равнины Северо-Востока, характерно чередование галечников и песков, причем мощности последних и их выдержанность не позволяют сомневаться в их принадлежности к русловой фации. Приведу в качестве примера описание верхней, видимой, части разреза отложений Верхне-Нерской поднятой аллювиальной равнины, составленное З. В. Орловой (Шило, Орлова, 1958, стр. 195—196) на естественном обнажении в районе устья правого притока Неры р. Делянкира (сверху вниз):

1. Галечник серый, местами буровато-серый, с гравием, слабо связанный разнозернистым, в основном крупнозернистым песком. В слое галечника встречены маломощные линзы глины, песка и растительных остатков	16,0
2. Галечник красновато-бурый, плотно сцементированный ожелезненным песчано-глинистым материалом	1,5—5,0
3. Галечник серый, слабо связанный песком, с гравием и глиной, местами ожелезненный, с линзами глины	5,6—7,0
4. Песок серый, среднезернистый с включениями гальки осадочных пород, с линзами растительных остатков и глины	6,0—7,0
5. Песок серый, средне- и мелкозернистый, с линзами растительных остатков. Книзу появляются тонкие прослои ила коричневатого-черного цвета. В иле содержатся растительные остатки, а в отдельных линзах — обломки стволов деревьев и веток. Видимая мощность	35,0

В пределах пойм констративный русловой аллювий чаще всего залегает на перстративном аллювии (рис. 24), причем верхние горизонты последнего, представленные пойменной фацией, так же как и почвы, фиксирующие поверхность погребенных перстративных пойм, сохраняются далеко не во всех случаях. Флювиальная аккумуляция, как это было сформулировано еще в первой главе, представляет собой суммарное преобладание отложения над размывом. Это означает, что размыв может в какой-то мере проявляться и в течение процесса накопления аллювия. В результате этого уничтожение верхних горизонтов рыхлых толщ, подстилающих констративный аллювий, так же как возникновение интративных перерывов в констративных толщах, происходит довольно часто.

Нередко в толщах констративного руслового аллювия встречаются прослои колювия — щебня или глины со щебнем, — в поперечном сечении долины имеющие форму клина, обращенного широкой стороной к

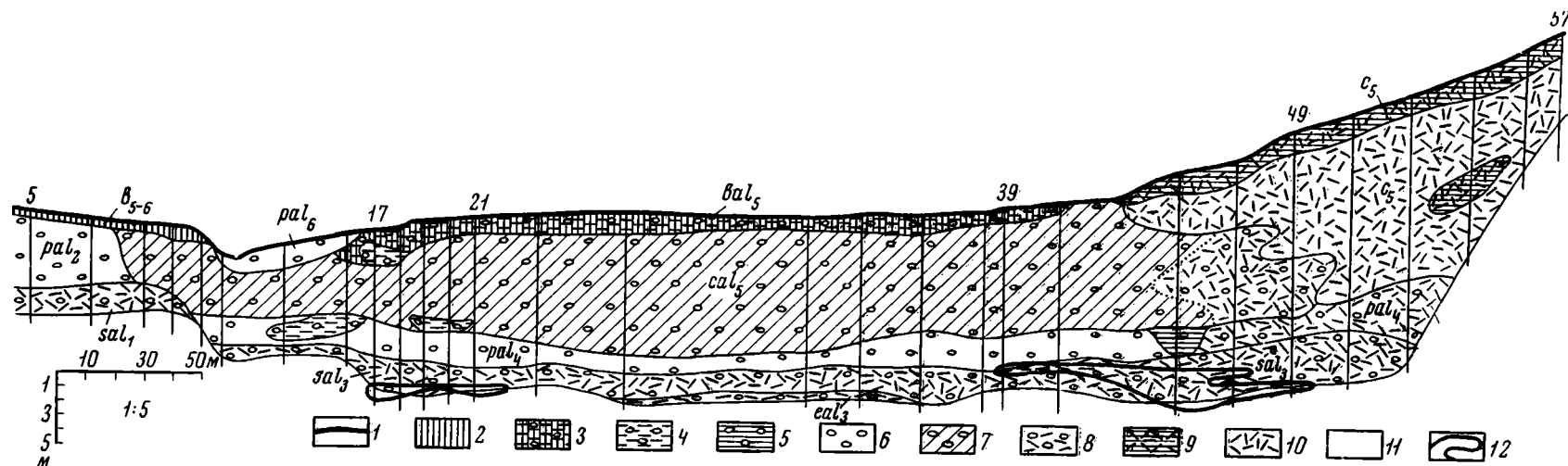


Рис. 24. Геологический разрез констративной поймы ручья Куранаха, левого притока р. Берелеха по шурфлинии 16к

1 — почва; 2 — торф; 3 — илстый торф с галькой; 4 — ил с редкой галькой; 5 — суглинок с редкой галькой и гравием; 6 — галька с гравием и песком; 7 — галька с гравием, глинистым песком и суглинком; 8 — галька и щебень с суглинком; 9 — суглинок со щебнем и дресвой; 10 — щебень и дресва с суглинком; 11 — коренные породы; 12 — границы россыпных концентраций золота

Свита 1 — плотиковый аллювий (sal_1); свита 2 — перстративный русловой аллювий (pal_2); свита 3 — плотиковый аллювий (sal_3); свита 4 — перстративный русловой и старичный аллювий (pal_4); свита 5 — констративный русловой и старичный аллювий (cal_5), биогенно-аллювиальные (bal_5) и биогенные (bs) отложения, коллювий (cs); свита 6 — перстративный русловой аллювий (pal_6), биогенные отложения (bs)

склону. Такие прослои (в старательской терминологии «застилы») отмечались еще Ю. А. Билибиным (1938), который, правда, не связывал их с аллювием повышенной мощности. Иногда такие «застилы» распространяются почти на всю ширину долины, перекрывая и подстилая констративный русловой аллювий (см. рис. 23).

Мощность констративного руслового аллювия изменяется практически в неограниченных пределах. В некоторых поймах мощность констративного руслового аллювия, перекрывающего перстративный, может составлять всего лишь доли метра (правда, отделить констративный аллювий такой мощности от перстративного почти невозможно). Там же, где аккумуляция шла достаточно долго и достаточно быстрыми темпами, мощность констративного руслового аллювия может достигать многих сотен и даже тысяч метров.

Особенности формирования констративного руслового аллювия

Все основные литологические особенности констративного руслового аллювия, отличающие его от руслового аллювия других динамических фаз, несомненно, обусловлены тем, что он формируется в условиях положительного баланса рыхлого материала. Его высокая глинистость связана, по моему мнению, прежде всего с быстрым накоплением отложений, ведущим к их ограниченному перемыву, и, следовательно, недостаточной сортировке. Выветривание мелкого материала в уже накопленных отложениях, конечно, увеличивает содержание в нем глинистых частиц. Однако никакие постседиментационные явления не могут объяснить литологических отличий констративного руслового аллювия от перекрываемого им перстративного, так как в этих случаях они должны в одинаковой мере влиять на обе разновидности. Между тем анализ материалов разведочных работ показывает, что констративный русловой аллювий обычно обладает повышенной глинистостью и по сравнению с тем перстративным русловым аллювием, который его подстилает. Это можно видеть и на рис. 24. Конечно, сравнения, основанные на визуальных определениях, не позволяют прийти к окончательным и безоговорочным заключениям. Но они дают достаточные основания для того, чтобы считать предположение о конседиментационном характере повышенной глинистости констративного руслового аллювия наиболее правдоподобным.

Наблюдающиеся местами резкие изменения в соотношении между крупным и мелким материалом, по всей вероятности, свойственны тем горизонтам констративного руслового аллювия, которые формировались в течение начальной стадии процесса аккумуляции на тех участках, где эта начальная стадия проявлялась в увеличении уклона (см. рис. 21, отрезок BB_1). Только на подобных участках, где аккумуляция началась в результате резких нарушений баланса рыхлого материала, могли существовать условия для резкой дифференциации аллювиального материала по крупности. Так как почти весь крупный материал разгружается уже в самом верхнем конце таких участков, то в их нижних частях может накапливаться только мелкий материал. Для других стадий процесса аккумуляции не характерны условия, обеспечивающие резкую дифференциацию аллювиального материала по крупности на сравнительно небольших расстояниях. Не характерны они и для начальной стадии процесса аккумуляции на тех участках, где этот процесс начинается в результате распространения из нижележащих участков (см. рис. 21, отрезок AB). В то же время подобные условия, связанные с резким различием уклонов аккумулярующего и примыкающего к нему сверху участков, существуют на всех конусах выноса и небольших внутренних дельтах.

Анализируя характер пространственных взаимоотношений между горизонтами констративного руслового аллювия, необходимо принимать во внимание, что явления, ведущие к нарушению баланса рыхлого материала и наступлению того или иного флювиального рельефообразующего процесса, не бывают мгновенными. Для того чтобы проанализировать флювиальный процесс «в чистом виде», можно представить на схеме, что тектонические движения, вызывавшие изменения уклона, предшествовали наступлению этого процесса. На самом деле в подавляющем большинстве случаев эти движения продолжаются и после того, как флювиальный процесс уже начнет развиваться, причем их скорость очень редко бывает равномерной. Поэтому условия, соответствующие начальной стадии процесса накопления аллювия, условия, способствующие резкой дифференциации аллювиального материала по крупности, могут неоднократно возникать на аккумулярующих участках рек. В результате этого в толщах констративного руслового аллювия, обладающих более или менее постоянным соотношением крупного и мелкого материала, могут возникать пропластки, отличающиеся крайней невыдержанностью этой литологической особенности.

Присутствие неокатанных обломков в некоторых разновидностях констративного руслового аллювия, несомненно, связано с тем, что в условиях резко положительного баланса рыхлого материала коллювий, поступающий в сферу деятельности потока, не переносится на значительные расстояния, а сразу же включается в накапливаемую рекой аллювиальную толщу. Упомянутые выше коллювиальные «застилы» — это наиболее резкие проявления подобной тенденции. Конечно, и «застилы», и присутствие неокатанного материала в констративном русловом аллювии встречаются только на таких участках речных долин, где возможно непосредственное поступление в реки крупного коллювиального материала, там, где к констративным поймам вплотную подступают достаточно крутые склоны междуречий. В пределах дельт и аллювиальных равнин, где аккумуляция идет исключительно за счет «транзитного» материала, приносимого реками с участков, лежащих выше по течению, констративный русловой аллювий совершенно не содержит неокатанного материала.

ФОРМИРОВАНИЕ РОССЫПЕЙ

В течение стадии накопления аллювия плотиковые россыпи не подвергаются никаким изменениям, увеличивается только мощность перекрывающего их аллювия. Долинные плотиковые россыпи становятся глубокозалегающими или погребенными; погребенными могут стать также русловые и террасовые россыпи. Надплотиковые россыпи могут возникать и в течение этой стадии, а для формирования аллохтонных аллювиальных россыпей эта стадия наиболее благоприятна, и большинство этих россыпей возникает в ходе накопления аллювия.

Надплотиковые россыпи констративных толщ и их виды

В течение стадии накопления аллювия условия для формирования надплотиковых россыпей не особенно благоприятны. Из-за того, что ложе аккумуляющей реки поднимается, «россыпные» минералы, поступающие в реку в разное время, оказываются на разных уровнях. Если бы накопление аллювия шло равномерно, эти минералы рассредоточивались бы в толщах констративного руслового аллювия, не образуя концентраций. Однако процесс накопления аллювия, как и все прочие флювиальные процессы, неравномерен и противоречив по самой своей природе. Суммарное преобладание отложения над размывом, характеризующее этот процесс, вовсе не является постоянным и повсе-

местным — на отдельных отрезках аккумулирующих участков рек время от времени возникают условия, позволяющие размыву полностью компенсировать отложение или даже преобладать над ним. В этих условиях, эпизодически проявляющихся на ограниченных участках аккумулярующих рек, «пассивные» и частично «активные» фракции тяжелых минералов могут концентрироваться в небольших по размерам и небогатых по содержанию надплотиковых россыпях. Надплотиковые россыпи, возникающие в констративном русловом аллювии, представляют собой небольшие по ширине и протяженности маломощные линзы, располагающиеся внутри толщи аллювия на разных высотных уровнях. Примеры таких россыпей можно видеть на разрезе погребенного каньона ручья Павлик (см. рис. 23). Это линза, пересеченная шурфом 7 в самых низах констративного руслового аллювия свиты 4 (cal₄), и две линзы, пересеченные шурфом 13 в его верхних горизонтах.

Богатые надплотиковые россыпи, имеющие промышленное значение, могут, очевидно, возникать в двух случаях. Во-первых, при очень быстром разрушении исключительно богатых коренных месторождений, в результате чего даже в течение коротких эпизодов формирования надплотиковых концентраций реки успевают получить значительное количество «россыпных» минералов. Во-вторых, когда богатая плотиковая россыпь сохраняется в виде террасовой в течение стадии врезания и этапа речной абразии и разрушается в течение стадии равновесия или накопления аллювия, поставляя в реку рыхлый материал, уже обогащенный полезными компонентами. По-видимому, оба эти случая встречаются не очень часто. Однако погребенные каньоны являются образованиями, весьма благоприятными для возникновения таких случаев, и приведенный на рис. 23 геологический разрез сложной россыпи погребенного каньона ручья Павлик подтверждает это положение.

Так как при формировании погребенных каньонов стадия врезания сменяется непосредственно стадией накопления аллювия, а этап речной абразии, пожалуй наиболее благоприятный для полного разрушения террас и террасовых россыпей, выпадает из развития, то террасовые россыпи, начавшие разрушаться и давать материал для русловой россыпи в стадию врезания, продолжают поставлять этот обогащенный полезными компонентами материал и во время аккумуляции. Входя в состав констративного руслового аллювия, этот материал даже и без дополнительной гравитационной сортировки может сохранять высокое содержание полезных компонентов. Таким путем возникают богатые надплотиковые россыпи констративных толщ, сливающиеся в единый продуктивный пласт с плотиковыми россыпями. Именно такую россыпь можно видеть на рис. 23. Шурф 9 пересекает самый нижний край надплотиковой россыпи и залегающую под ней погребенную русловую россыпь, локализирующуюся в инстративном аллювии свиты 3 (ial₃). Шурф 11 пересекает эту надплотиковую россыпь в ее центральной части, там, где она залегает уже не на русловой, а на террасоувальной россыпи, локализующейся в аллювиально-коллювиальных отложениях свиты 4 (alc₄).

Как уже говорилось, система видовых названий аллювиальных россыпей, разработанная Ю. А. Билибиным применительно к автохтонным («пластовым») россыпям, не разделявшимся им на плотиковые и надплотиковые, отражает стадии развития рельефа и связь россыпей с этими стадиями. Превращение русловых россыпей в долинные отражает переход рек от стадии врезания к стадии динамического равновесия. Прекращение непосредственной связи русла с россыпью, если оно не сопровождается прекращением стадии врезания, не должно служить основанием для того, чтобы считать это превращение уже совершившимся. Надплотиковые россыпи возникают в русле, затем теряют связь с рус-

лом, но это происходит в течение одной и той же стадии развития рек. Эта связь может в дальнейшем и возобновляться, хотя для стадии накопления аллювия это мало характерно, так как абсолютная высота днища долины постоянно увеличивается и при очередном перемещении русла в сторону россыпи оно чаще всего отделяется от нее слоем аллювия, накопленным за это время. Тем не менее для надплотиковых россыпей прекращение связи с руслом не может считаться таким существенным изменением, которое было бы достаточным для их разделения на два различных вида. Таким образом, в течение всего времени существования пойм, с которыми связаны надплотиковые россыпи, эти россыпи следует относить к одному виду. Мне кажется, что надплотиковые россыпи этой стадии развития, связанные с теми же формами рельефа, что и плотиковые долинныя россыпи, следует также называть долинными. При превращении пойм в террасы надплотиковые россыпи могут сохраняться от разрушения, превращаясь в террасовые россыпи. Надплотиковые россыпи, сохраняющиеся в отмерших участках речных долин, должны, очевидно, относиться к водораздельным россыпям.

Приводившееся выше определение «ложного плотика» как рыхлых отложений, которые подстилают врезающуюся реку или плотиковый аллювий реки, достигшей равновесия, не прорезав эти отложения до конца, позволяет проводить четкую границу между надплотиковыми россыпями и россыпями, залегающими на «ложном плотике». Последнее, как уже говорилось, должно относиться к группе плотиковых россыпей.

Аллохтонные россыпи констративных толщ

Механизм формирования аллохтонных россыпей в общих чертах был кратко описан во второй главе. Те зерна «россыпных» минералов, которые благодаря своим небольшим размерам и особенностям формы (например, пластинки или чешуйки) переносятся водными потоками вместе с прочим аллювиальным материалом, могут образовывать вторичные аллохтонные концентрации на значительном удалении от коренных источников. Между автохтонными россыпями, вплотную примыкающими к коренным источникам, и аллохтонными, располагающимися ниже по течению, могут лежать участки речных долин, совершенно лишенные россыпных концентраций.

Как уже говорилось, мнение Ю. А. Билибина о том, что полезные компоненты аллохтонных россыпей перемещаются преимущественно во взвешенном состоянии, разделяемое также некоторыми другими исследователями (например, Трофимов, 1960), очевидно, неверно. Все аллохтонные россыпи локализируются в русловом аллювии, не встречаясь в отложениях пойменной и старичной фаций, формируемых за счет материала, переносимого преимущественно во взвешенном состоянии. Если в стрежневой зоне потока какая-то часть материала русловой фации, в том числе и какая-то часть мелких зерен «россыпных» минералов, может время от времени перемещаться во взвешенном состоянии, то на русловых отмелях и косах — там, где возникают аллохтонные концентрации, — почти весь этот материал перемещается во ложением по дну, перекатыванием и сальтацией.

Неравномерность гидрологического режима рек ведет к тому, что переносимый ими рыхлый материал то останавливается, то вновь приходит в движение. На некоторых русловых отмелях и косах при этом могут возникнуть благоприятные условия для сортировки материала по удельному весу, и следовательно, для возникновения концентраций «россыпных» минералов. Механизм этой сортировки состоит в том, что

при остановке движущегося материала вначале останавливаются более тяжелые частицы, — какое-то обогащение аллювия, слагающего косы и отмели, начинается уже на этой стадии. В дальнейшем, при вовлечении в движение аллювиального материала кос и отмелей, с их поверхности смываются в первую очередь наиболее легкие частицы рыхлого материала. Таким образом, в поверхностных горизонтах аллювия кос и русловых отмелей возникают концентрации полезных ископаемых, смещенные на более или менее значительные расстояния от коренных источников.

В условиях продолжающейся аккумуляции эти поверхностные образования очень быстро перекрываются накапливающимся аллювием. Однако условия для формирования таких же концентраций полезных ископаемых могут оставаться благоприятными. При этом по мере продолжающейся аккумуляции все новые и новые поверхностные горизонты аллювия будут обогащаться «россыпными» минералами и перекрываться накапливающимся аллювием. Мощность аллохтонной россыпи будет увеличиваться.

Дельтовые россыпи

Наиболее распространенным видом аллохтонных россыпей, формирующихся в течение стадии накопления аллювия, являются дельтовые россыпи. Еще Ю. А. Билибин отмечал генетическую близость дельтовых россыпей к косовым, указывая, что они, как и некоторые другие россыпи участков аккумуляции, «представляют собой не что иное, как косовые россыпи, достигшие участков аккумуляции, здесь отложившиеся и прекратившие свое дальнейшее перемещение» (Билибин, 1938, стр. 275). Формулируя определение этой генетической близости несколько иначе, можно сказать, что и дельтовые, и косовые россыпи относятся к одному подтипу аллювиальных россыпей — к аллохтонным россыпям. Аллохтонное происхождение дельтовых россыпей не может вызывать никакого сомнения, поскольку дельты полностью сложены материалом, принесенным из речных долин, и никакого поступления «россыпных» минералов непосредственно из коренных источников в дельтах происходить не может.

Если дельтовые россыпи, располагающиеся в пределах внутренних дельт и конусов выноса, бесспорно относятся к аллювиальным, то в пределах «настоящих» дельт часть дельтовых россыпей локализуется в аллювиально-морских или аллювиально-озерных отложениях и должна, следовательно, относиться к образованиям гетерогенного генезиса. Но гетерогенные отложения формируются только в краевых частях «настоящих» дельт. Почти каждая «настоящая» дельта больше чем наполовину сложена аллювием, не подвергающимся воздействию никаких процессов, кроме флювиальных. Разумеется, и россыпи, локализующиеся в этом аллювии, нет никаких оснований исключать из числа аллювиальных.

В типичных дельтовых россыпях продуктивный пласт представлен многочисленными линзами небольшой мощности, вытянутыми субпараллельно направлениям рукавов дельты и разделенных «пустым» или содержащим полезные компоненты лишь в рассеянном состоянии аллювием. Каждая такая линза в свою очередь состоит из миниатюрных линзовидных концентраций полезных компонентов. Приплотиковых концентраций в дельтовых россыпях, как и во всех россыпях аллохтонного подтипа, не наблюдается. Дельтовые россыпи могут выходить непосредственно на дневную поверхность. В этих случаях их поверхностные горизонты продолжают перерабатываться реками, а сами россыпи продолжают расти по мере продолжающейся на дельте аккумуляции. В то

же время поступление достаточных количеств «россыпных» минералов на дельту может прекратиться раньше, чем закончится рост дельты. Тогда продуктивный пласт дельтовой россыпи окажется перекрытым «торфами» — аллювием, не содержащим россыпных концентраций. Такое же прекращение роста дельтовой россыпи при продолжающемся росте самой дельты может происходить и при таком изменении гидрологического режима реки, которое изменит взаимоотношения между размывом и отложением и уничтожит условия, благоприятные для формирования концентраций «россыпных» минералов.

Здесь необходимо подчеркнуть, что формирование дельтовых россыпей, как и вообще всех россыпей аллохтонного подтипа, обнаруживает самую тесную зависимость от гидрологических особенностей создающих эти россыпи водных потоков. Если единственным непрерывным условием возникновения автохтонных россыпей является поступление в реки достаточного количества таких зерен тяжелых минералов, которые почти не переносятся этими реками, то аллохтонные россыпи, и в частности дельтовые, возникают далеко не во всех дельтах, получающих достаточное количество приносимых реками «россыпных» минералов. Для того чтобы эти минералы могли сконцентрироваться в россыпи, необходимо существование определенного режима твердого стока, ограниченного довольно узкими рамками.

С одной стороны, уменьшение уклона и соответствующее замедление скорости течения на дельте по сравнению с вышележащим участком речной долины должно быть достаточным для того, чтобы большая часть выносимых рекой «россыпных» минералов прекращала свое движение, задерживалась на дельте.

С другой стороны, преобладание отложения над размывом в пределах дельты не должно быть слишком большим. Размыв, вовлечение в движение неподвижных частиц аллювиального материала, должен быть настолько интенсивным, чтобы обеспечивать периодический вынос определенного количества «пустых» осадков, представленных минералами и обломками горных пород небольшого удельного веса, и соответствующее обогащение остающихся отложений тяжелыми минералами. Разумеется, очень многое зависит от степени насыщенности осадков, выносимых рекой на дельту, «россыпными» минералами. Однако нетрудно видеть, что и при весьма значительном количестве этих минералов неблагоприятный режим твердого стока может привести либо к тому, что их большая часть будет выноситься за пределы растущей дельты, либо к тому, что они будут рассеяны в толще аллювия, слагающего дельту, и не сконцентрируются в россыпи, имеющие промышленное значение.

Среди аллювиальных россыпей тех минералов, которые концентрируются преимущественно в аллохтонных россыпях (ильменит, циркон и т. п.), дельтовые россыпи вместе с близкими к ним по генезису россыпями аллювиальных равнин, несомненно, играют главную роль. Мощности продуктивных пластов таких россыпей достигает многих десятков метров, а размеры часто определяются размерами дельт и равнин. В то же время промышленное значение дельтовых россыпей таких «предпочитающих» автохтонные россыпи минералов, как, например, золота, по-видимому, крайне невелико. Достаточно сказать, что на территории СССР таких россыпей вообще неизвестно.

Россыпи аллювиальных равнин

Накопление аллювия на равнинах отличается от накопления в пределах дельт только тем, что зоны аккумуляции не всегда имеют характерные для дельт веерообразные очертания. Однако очень часто аллю-

виальные равнины представляют собой несколько сливающихся дельт. Очевидно, в пределах аллювиальных равнин могут возникать такие же дельтовые россыпи, как и в обособленных дельтах. При слиянии этих россыпей возникают россыпи аллювиальных равнин. В принципе они ничем не отличаются от дельтовых россыпей, кроме иных очертаний и больших размеров. Однако их пространственная связь с другими формами рельефа дает основания для того, чтобы считать их отдельным видом аллохтонных россыпей, так же как мы считаем отдельными видами долинные, террасовые и водораздельные россыпи.

Россыпи аллювиальных равнин могут сохраняться и на поднятых равнинах, расчлененных углубленными в них речными долинами, и в пределах таких реликтов аллювиальных равнин, которые уже успели превратиться в водораздельные междуречья. Констративный аллювий, слагающий равнины, достигает наибольшей мощности и обычно сохраняется от разрушения дольше всех других аллювиальных отложений. В связи с этим древнейшие из известных аллювиальных россыпей (раннекайнозойские и даже позднемезозойские) относятся к россыпям аллювиальных равнин.

Аллохтонные долинные, террасовые и водораздельные россыпи

Процесс накопления аллювия в долинах рек, ведущий к формированию констративных пойм, отличается от процесса формирования дельт только тем, что в зоне аккумуляции, ограниченной склонами междуречий, не существует условий для возникновения веерообразных дельт. Очевидно, в пределах констративных пойм могут возникать аллохтонные россыпи, аналогичные дельтовым. Очевидно, именно эту возможность имел в виду Ю. А. Билибин, который, говоря о «косовых россыпях, прекративших свое передвижение», считал, что «в эту же группу должны быть отнесены и те россыпи, которые река отлагает в участках аккумуляции, не связанных с каким-либо водным бассейном» (Билибин, 1938, стр. 275). Однако до настоящего времени в литературе по россыпям золота, наиболее изученным среди всех россыпных месторождений, не приводилось описаний аллохтонных долинных россыпей.

Просматривая весной 1968 г. разведочные материалы по россыпи золота речки Большого Куранаха (бассейн Алдана), я пришел к выводу, что эта россыпь должна быть отнесена именно к этому виду и что многие характерные особенности ее строения можно считать типичными для всех аллохтонных долинных россыпей.

Россыпь Большого Куранаха (рис. 25) располагается в пределах констративной поймы, мощность аллювия которой составляет 20—30 м. Поинтервальный способ опробования не дает точной картины распределения золота в россыпи, однако нетрудно понять, что резкие колебания содержания золота, характерные для этой россыпи, по крайней мере частично зависят от того, что в пробы попадали не только концентрации, но и участки, совершенно или почти не содержавшие золота. Таким образом, эта неравномерность содержания свидетельствует о том, что россыпь состоит из многочисленных линз или «струй», разделенных «пустыми» или содержащими лишь рассеянные частицы золота отложениями. Весьма характерной чертой, позволяющей утверждать, что россыпь не относится к автохтонной подгруппе, является отсутствие заметных приплотиковых концентраций. Наконец, преобладание в россыпи мелкого и очень мелкого золота и установленное по пробности и по составу минералов-примесей происхождение этого золота из коренных источников, удаленных на 20—25 км, завершают список особенностей строения россыпи Куранаха, позволяющих относить ее к аллохтонным долинным россыпям.

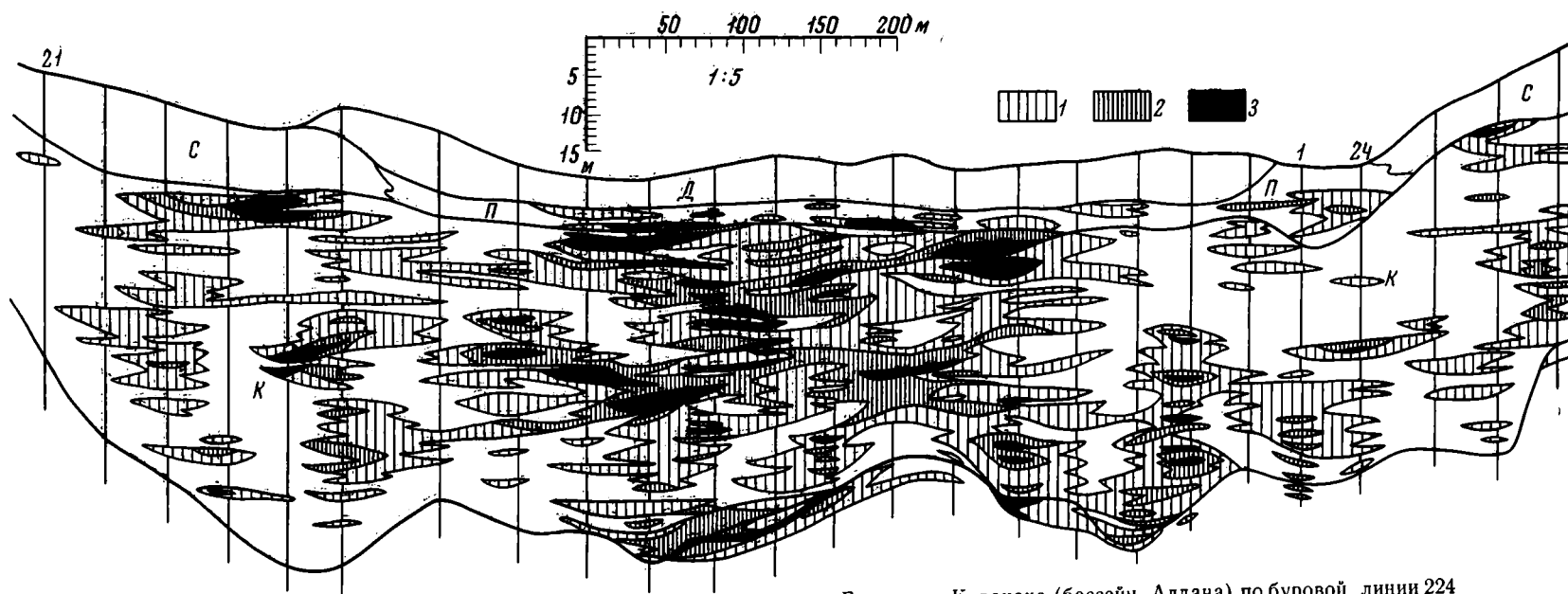


Рис. 25. Геологический разрез аллохтонной долинной россыпи р. Большого Куранаха (бассейн Алдана) по буровой линии 224
 С — склоновые отложения; Д — дражные отвалы; П — современный перстративный аллювий; К — древний констративный и погребенный под ним перстративный аллювий
 Концентрации золота в аллювии: 1 — очень невысокие, 2 — невысокие, 3 — сравнительно высокие

В то же время россыпь Большого Куранаха обладает и такими особенностями строения, которые не связаны с аллохтонным характером большей части ее золота. Так, кроме мелких частиц золота, бесспорно происходящих из удаленных коренных источников, в россыпи присутствует и более крупное золото, отличающееся от аллохтонных частиц не только величиной, но и пробностью, и составом минералов-примесей. По всей вероятности, на участок аккумуляции в долине Большого Куранаха поступало какое-то количество золота и из «местных» коренных источников. Очевидно, оно могло образовывать незначительные надплотиковые концентрации, суммировавшиеся с аллохтонными концентрациями. Кроме того, поскольку подобные россыпи могут иметь промышленное значение только для сплошной отработки и содержание золота в них подсчитывается «на массу», даже не сконцентрированные, а рассеянные автохтонные частицы могут заметно повышать его содержание.

По-видимому, главным образом с наличием в россыпи таких автохтонных частиц связана и другая особенность строения этой россыпи, не согласующаяся с ее аллохтонным генезисом, — наличие повышенных содержаний золота в основании перстративного аллювия, слагающего верхние горизонты поймы Большого Куранаха и сформированного, очевидно, в связи с тем, что аккумуляция на этой пойме уже завершена. Впрочем, следует помнить о том, что так называемые «активные» фракции золота в зависимости от различных обстоятельств могут играть роль то автохтонных, то аллохтонных частиц. Кроме того, в автохтонных россыпях, продолжающих пополняться полезными компонентами из коренных источников, практически всегда присутствуют не только «активные» фракции «россыпных» минералов, но и более мелкие частицы, способные перемещаться под действием водных потоков вместе со всем аллювиальным материалом. Их присутствие в автохтонных россыпях имеет временный характер — с каждым переотложением на более низкий уровень они заменяются новыми частицами таких же размеров. Тем не менее они не только встречаются в «шлейфах» автохтонных россыпей — ореолах рассеяния, — но и принимают участие в формировании основных концентраций.

Таким образом, совместное присутствие «пассивных», «активных» и свободно переносимых водными потоками фракций тяжелых минералов можно считать характерным и для автохтонных, и для аллохтонных россыпей (соответственно в различных пропорциях). Присутствие в россыпи Большого Куранаха некоторого количества автохтонных частиц золота (не только «активных», но и «пассивных» фракций) нельзя считать препятствием для ее отнесения к подтипу аллохтонных россыпей. Разделение россыпей на два подтипа основывается не только и не столько на учете соотношений между фракциями полезных компонентов, сколько на характерных особенностях формирования и строения. Основные особенности строения россыпи Большого Куранаха позволяют без излишних сомнений относить ее к аллохтонным россыпям.

Здесь необходимо заметить, что хотя характерные признаки аллохтонных долинных россыпей существенно отличаются от признаков надплотиковых россыпей (см. табл. 2), определить эти различия в реальных россыпях не всегда просто. Так, имея дело с отдельными концентрациями «россыпных» минералов внутри констративных толщ, трудно сказать, формировались ли они у поверхности или в основании разновозрастной с ними генерации аллювия. Когда такие концентрации располагаются непосредственно над плотиковыми, это еще не является обязательным признаком их происхождения из того же коренного источника и не дает оснований для отнесения их к плотиковой группе. Над плотиковыми россыпями могут локализоваться аллохтонные россыпи, состоящие из минеральных зерен, происходящих из других коренных

источников и принесенных водным потоком из его верховьев. В подобных случаях, видимо, можно решить вопрос об отнесении той или иной россыпи к надплотиковым или аллохтонным путем анализа крупности составляющих ее минеральных зерен. Однако для этого необходимо знать пределы колебаний границ между «пассивными», «активными» и свободно переносимыми потоком фракциями в зависимости от удельного веса минерала и гидрологических особенностей потока.

Существование долинных аллохтонных россыпей не позволяет сомневаться в том, что в природе существуют также террасовые и водораздельные аллохтонные россыпи. Генетические и морфологические различия между ними и долинными аллохтонными россыпями, очевидно, аналогичны соответствующим различиям между автохтонными россыпями и не нуждаются в дополнительных характеристиках. К сожалению, если о долинных аллохтонных россыпях золота пока еще известно очень мало, то о террасовых и водораздельных россыпях этого подтипа сведения вообще отсутствуют. Среди аллювиальных россыпей тех минералов, для которых аллохтонные концентрации более характерны, чем автохтонные, эти виды россыпей, вероятно, встречаются не так уж редко. Однако те характеристики, которые даны этим россыпям в литературе, далеко не всегда позволяют понять, какое место они должны занять в детальной генетической классификации.

Разумеется, как и всякое предложение по усовершенствованию генетической классификации, выделение этих новых видов россыпей нуждается не только в теоретическом обосновании, но и в достаточном количестве иллюстраций фактическим материалом. Подбор такого фактического материала должен, очевидно, быть делом ближайшего будущего.

Погребенные россыпи

Процессы аккумуляции, вызывающие превращение поверхностных форм рельефа в погребенные, аналогичным образом сказываются и на россыпях. Все виды аллювиальных россыпей, так же как и все виды россыпей другого генезиса, могут существовать не только в «нормальном», но и в погребенном состоянии. Очевидно, во всех случаях, когда с какой-нибудь погребенной формой рельефа связана россыпь, эту россыпь следует классифицировать как погребенную. Таким образом, принципы выделения погребенных россыпей должны совпадать с принципами выделения погребенных форм рельефа.

Во всех случаях, когда форма рельефа и связанная с ней россыпь перекрыты отложениями другого генезиса, их можно считать погребенными независимо от мощности перекрывающих отложений. Конечно, если какие-то участки долинных или террасовых россыпей заходят под коллювиальные шлейфы, перекрывающие только бортовые части пойм или террас, вряд ли имеет смысл считать эти участки погребенными. Однако россыпи, сохраняющиеся на террасах, полностью перекрытых коллювием и потерявших в связи с этим свою характерную форму, бесспорно, должны относиться к погребенным.

Когда и погребенные, и перекрывающие их отложения относятся к одному и тому же генетическому типу, к погребенным можно относить те россыпи, которые генетически связаны с формами рельефа, отличающимися от возникших на поверхности в результате аккумуляции. Как уже говорилось, погребенные перстративные поймы выделяются под аллювиальными равнинами и не выделяются под констративными поймами. Поэтому, когда связанные с этими поймами плотиковые и надплотиковые долинные россыпи перекрыты констративным аллюви-

ем, их можно считать погребенными только в том случае, если этот аллювий слагает аллювиальные равнины. Чтобы подчеркнуть отличие плотиковых долинных россыпей, залегающих в основании констративных пойм (см. рис. 24), от россыпей, перекрытых лишь аллювием нормальной мощности, их называют глубокозалегающими. В то же время русловые и террасовые россыпи, перекрытые констративным аллювием (см. рис. 23), можно рассматривать как погребенные независимо от того, какие формы рельефа сложены этим аллювием.

По мнению Е. В. Шанцера (1965а), косовые россыпи — аллохтонные концентрации, возникающие в течение стадии динамического равновесия, — могут оказаться погребенными под пойменным аллювием. Так как возникновение этих образований не связано с накоплением аллювия повышенной мощности, их характеристика будет приведена в следующей главе.

* * *

Хотя в жизни рек горных районов стадия накопления аллювия в общем играет лишь подчиненную роль, по многообразию связанных с ней форм рельефа и россыпей, по значению формируемых в течение этой стадии отложений для изучения стратиграфии и истории геологического развития позднего кайнозоя она занимает далеко не последнее место.

К аккумулятивным флювиальным формам рельефа, возникающим в течение стадии накопления аллювия, относятся конусы выноса, дельты («настоящие» и внутренние), аллювиальные равнины и констративные поймы. В результате последующих врезаний и перестроек речной сети аллювиальные равнины могут превращаться в поднятые аллювиальные равнины, а констративные поймы — в констративные террасы и отмершие участки речных долин.

В констративном аллювии, накапливаемом в течение этой стадии, основная роль принадлежит русловой фации. Пойменный и старичный аллювий занимают подчиненное положение, а по литологическим особенностям практически не отличаются от соответствующих фаций перстративного аллювия, отличаясь от них лишь формами залегания. Благодаря большим мощностям констративного аллювия и в связи с тем, что участки развития констративных толщ часто сохраняют тенденцию к относительным тектоническим опусканиям в течение длительного времени, даже в горных странах нередко сохраняется очень древний констративный аллювий. Так как при его формировании, кроме того, существуют наилучшие условия захоронения остатков животных и растений, констративный аллювий дает, как правило, наиболее ценный материал для изучения стратиграфии континентальных отложений.

Хотя стадия накопления аллювия наименее благоприятна для формирования автохтонных россыпей, с ней может быть связано возникновение надплотиковых долинных россыпей, которые в ходе последующего развития рельефа могут превратиться в террасовые или водораздельные россыпи. Для формирования аллохтонных аллювиальных россыпей стадия накопления аллювия, наоборот, наиболее благоприятна. Подавляющее большинство видов аллохтонных россыпей — дельтовые, россыпи аллювиальных равнин и долинные, в дальнейшем превращающиеся в террасовые и водораздельные, — возникает только в стадию накопления аллювия.

СТАДИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Стадия динамического равновесия в реках наступает либо после стадии врезания, либо после стадии накопления аллювия. В зависимости от этого она начинается либо этапом речной абразии (после стадии врезания), либо этапом сужения поймы (после стадии накопления аллювия). В эти переходные этапы полностью формируются перстративные поймы, продолжающие существовать до конца стадии. Перстративные поймы, возникающие после завершения врезания, окаймлены склонами междуречий или террас, а перстративные поймы, возникающие после завершения процесса накопления аллювия,— невысокими уступами констративных пойм, по отношению к которым они представляют собой наложенные формы рельефа. Других морфологических отличий между этими перстративными поймами не существует. В то же время внутреннее строение перстративных пойм, строение слагающего их аллювия существенным образом различается в зависимости от того, когда этот аллювий был сформирован,— во время этапа речной абразии или этапа сужения поймы. Соответствующим образом различаются и процессы формирования россыпей.

ФОРМИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА

Реки, находящиеся в состоянии динамического равновесия, обладают, как правило, меандрирующим руслом. Их поймы хотя и подвергаются постоянным перестройкам в результате блужданий этого русла, но тем не менее сохраняют уровень, высота которого колеблется лишь в очень ограниченных пределах. Реликты этих перстративных пойм при врезании рек часто сохраняются в виде перстративных террас (поверхностей террас). Отмершие участки речных долин нередко также могут представлять собой реликты перстративных пойм.

Все эти формы рельефа, очевидно, нельзя считать ни деструктивными (выработанными), ни аккумулятивными (построенными) образованиями. Тот факт, что все они сложены аллювием, еще не дает оснований для включения их в группу аккумулятивных форм рельефа. Ведь инстративные поймы врезающихся рек — образования, бесспорно, деструктивные — также сложены аллювием. Состояние динамического равновесия, с которым генетически связаны эти формы рельефа, является такой же стадией развития рек, как и стадии врезания (деструкции) и накопления аллювия (аккумуляции). Очевидно, в генетической классификации рельефа, кроме деструктивных и аккумулятивных форм, следует также выделять группу равновесных форм, причем такой подход, по-видимому, применим не только к флювиальному, но и к другим генетическим типам рельефа.

Меандрирующие русла

Речные меандры, особенности их формы, процессы развития и отмирания довольно подробно описаны и в нашей, и в зарубежной литературе (Шукин, 1933; Шанцер, 1951; Маккавеев, 1955; Hjulström, 1942; Langbein, Leopold, 1966; и др.). Вряд ли необходимо повторять сведения, известные каждому исследователю со студенческих времен, тем более что о самой сущности проблемы возникновения меандров и в настоящее время можно сказать только то, что уже было сказано Н. И. Маккавеевым (1955, стр. 266): «В настоящее время еще не предложено достаточно обоснованной теории образования излучин». Н. И. Маккавеев показал, что проблема возникновения излучин — это прежде всего гидрологическая проблема, требующая изучения гидравлики и структуры потока. Очевидно, ее рассмотрение не может входить в задачу данной работы. В то же время даже беглый взгляд на эту проблему с геологической точки зрения обнаруживает такой аспект, который обычно не пользуется вниманием гидрологов.

Многолетние наблюдения за реками, находящимися на разных стадиях развития, убедили меня в том, что меандрирующие русла типичны для рек, находящихся в состоянии динамического равновесия. Этот вывод подтверждается и материалами других исследователей (Орлянкин, 1967). Хотя геологические наблюдения и не могут ответить на вопрос о причинах возникновения излучин, они показывают, на каких реках эти излучины не возникают, и позволяют предполагать, почему они не возникают. Предположения о причинах отсутствия хорошо развитых меандров на врезающихся и аккумулярующих реках были приведены в предыдущих главах.

Перстративные поймы

Поймы равновесных участков рек обладают, как правило, плоской, часто ступенчатой поверхностью, всегда несколько поднятой над уровнем меженного русла. Ширина перстративных пойм, как и ширина речных русел, в общем увеличивается по мере увеличения водности рек. Однако в речных долинах горных стран ширина перстративных пойм часто заметно колеблется в зависимости от местных особенностей геологического строения. Так, у рек, пересекающих выходы горных пород разной прочности, перстративные поймы обычно несколько сужаются на выходах прочных пород и расширяются на выходах податливых пород. В подавляющем большинстве случаев ширина перстративных пойм в 10—20 раз превосходит ширину русла. У самых незначительных ручьев, обладающих хорошо развитыми перстративными поймами, ширина этих пойм может находиться в пределах 10—20 м. Ширина перстративных пойм крупных горных рек обычно измеряется первыми километрами (рис. 26).

Высота перстративных пойм над уровнем меженного русла зависит главным образом от высоты паводков. До тех пор, пока паводки заливают поверхность поймы и отлагают на ней пойменный аллювий, высота поймы увеличивается. Если бы этот процесс не сочетался с прямо противоположным, он мог бы продолжаться до тех пор, пока сечение паводкового русла не увеличилось бы на столько, чтобы вмещать все паводковые воды. Однако на реках с высокими паводками поймы практически никогда не достигают такой высоты. Постоянно блуждающее по поверхности поймы меандрирующее русло подмывает и уничтожает одни сегменты пойм, одновременно формируя другие. Естественно, что вновь возникающие сегменты, на которых еще не успел накопиться пойменный аллювий, заметно уступают по высоте более древним сегментам.

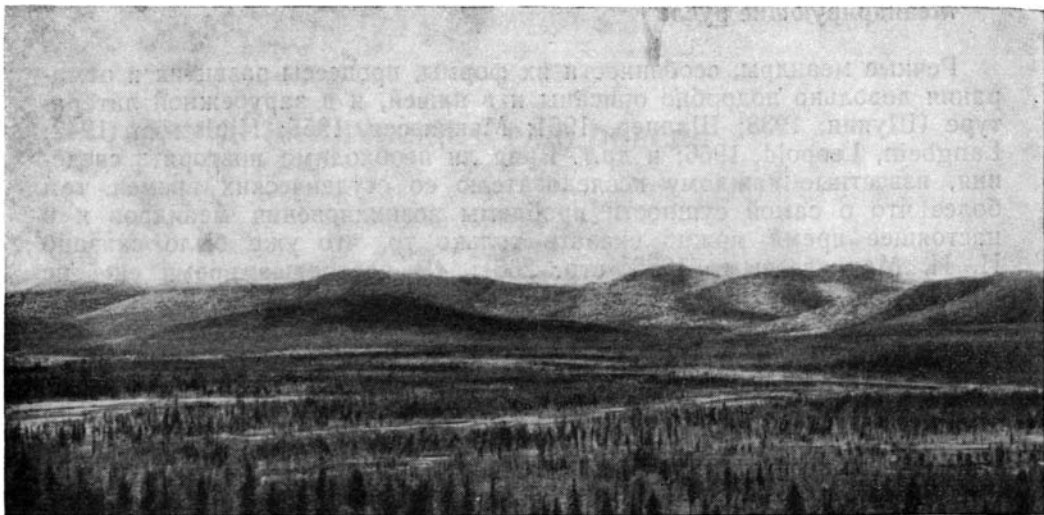


Рис. 26. Перстративная пойма р. Кулу (одна из вершин Колымы). Фото автора

Таким образом, наряду с повышением уровня пойм, связанным с накоплением пойменных отложений, происходит и его понижение, обусловленное «обновлением» пойм, их перестройками, происходящими в результате блужданий русла.

Очень многие водные потоки, особенно небольшие речки и ручьи горных районов Северо-Востока СССР, характеризуются незначительными весенними и летними паводками. В таких реках даже поверхности самых молодых пойменных сегментов, лишенных пойменного аллювия, лишь незначительно уступают по высоте уровню максимальных паводков. Развитие почвы, происходящее на поверхности таких пойм преимущественно за счет накопления растительных остатков, увеличивает высоту пойм над руслом лишь незначительно — максимум на несколько десятков сантиметров. Однако и такого увеличения высоты часто бывает достаточно для того, чтобы паводки уже не могли заливать эти поймы. Высота таких незатапливаемых или затапливаемых лишь в катастрофические паводки пойм над меженным уровнем русла обычно находится в пределах первых метров и часто не достигает 1 м; пойменный аллювий на них, как правило, недоразвит. В крупных реках, для режима которых характерны сравнительно высокие паводки, максимальная высота перстративных пойм над меженным уровнем русла может достигать, а иногда даже несколько превышать 10 м. Молодые сегменты пойм таких рек, еще не перекрытые достаточно мощным слоем пойменного аллювия, поднимаются над меженным руслом примерно на такую же высоту, как и поймы рек, отличающихся незначительными паводками.

Микрорельеф пойм. Пойменные ступени

В известной работе Е. В. Шанцера (1951) детально разобран механизм образования главных форм микрорельефа пойм равнинных рек — прирусловых валов, пойменных грив различного типа, стариц и т. п. Е. В. Шанцер разделил поймы равнинных рек на два основных типа — сегментные и обвалованные поймы, упомянув также и плоско-ступенчатые поймы, которые среди рек горных районов, по-видимому, являются преобладающими. Детальность и четкость анализа истории развития форм микрорельефа пойм в работе Е. В. Шанцера и широкая извест-

ность этой работы позволяют отказаться от повторного разбора вопросов строения и происхождения микрорельефа пойм, ограничившись одним замечанием.

Это замечание относится к представлениям Н. И. Маккавеева, согласно которым пойменные гривы не являются реликтовыми прирусловыми валами, как считал Е. В. Шанцер (1951), а формируются паводковыми водами, протекающими по поверхности поймы (Маккавеев, 1955, стр. 250). Главным доказательством этих представлений служит совпадение центрального радиуса дуг, образованных пойменными гривами, с радиусом излучины русла. По мнению Н. И. Маккавеева, смещение излучины вниз по течению не позволило бы реликтовым прирусловым валам иметь подобные очертания. На аэрофотоснимках, приведенных в работе Е. В. Шанцера (1951, рис. 31, 32 и 33), хорошо видно, что в ряде случаев пойменные гривы срезаны излучинами, смещающимися вниз по течению. Что же касается схемы, приведенной Н. И. Маккавеевым (1955, рис. 54), то иногда рост излучины, увеличение ее кривизны, может, по-видимому, в течение какого-то времени происходить без смещения верхней ветви вниз по течению. То, что нижняя ветвь излучины при этом смещается относительно грив вниз по течению, видно и на схеме Н. И. Маккавеева.

Весь комплекс форм микрорельефа, свойственный сегментным поймам, в пределах горных районов хорошо развит только на самых крупных перстративных поймах. На поймах подавляющего большинства небольших и средних рек, не говоря уже о поймах ручьев, такие формы микрорельефа, как прирусловые валы, гривы, межгривные ложбины, старицы и заполненные наносами старичные ложбины, выражены очень слабо или совсем не выражены. Самыми характерными формами микрорельефа перстративных пойм в горных районах являются пойменные ступени. И среди крупных пойм, обладающих целым рядом форм микрорельефа, характерных для равнинных районов, и среди пойм небольших рек, совершенно лишенных этих форм, ступенчатость наблюдается довольно часто (рис. 27). Чаще всего в пределах пойм выделяются две ступени, местами разделенные четкими уступами, а местами плавно переходящие одна в другую. Эти ступени обычно называют высокой и низкой поймами, однако иногда перстративные поймы состоят из трех или даже четырех ступеней, и тогда термины «высокая пойма» и «низкая пойма» становятся по меньшей мере неудобными. Самые низкие пойменные ступени всегда непосредственно примыкают к руслу реки, а самые высокие — к склонам междуречий или террас. Однако нередко активно перемещающиеся по пойме участки русла примыкают непосредственно к высокой пойме, подмывая ее. Когда перстративная пойма делится на две ступени, низкая ступень в большинстве случаев значительно (обычно не менее чем в 3—4 раза) уступает по ширине высокой.

Происхождение пойменных ступеней связано с боковыми смещениями водных потоков, находящихся в состоянии динамического равновесия. Как уже отмечалось, сегменты пойм, возникающие в ходе этих смещений, как правило, уступают по высоте древним сегментам, срезаемым перемещающимися по поймам реками. Эти молодые участки пойм и образуют низкие пойменные ступени.

Естественно, что наиболее четко выраженные пойменные ступени развиты на перстративных поймах крупных рек, характеризующихся высокими паводками. Разница высот между смежными пойменными ступенями обычно составляет несколько десятков сантиметров, но в исключительных случаях может достигать даже нескольких метров. Чаще всего это различие в высотах обусловлено в основном различной мощностью пойменного аллювия. Однако невысокие пойменные ступени встречаются и в пределах таких пойм, которые заливаются паводками лишь в исклю-

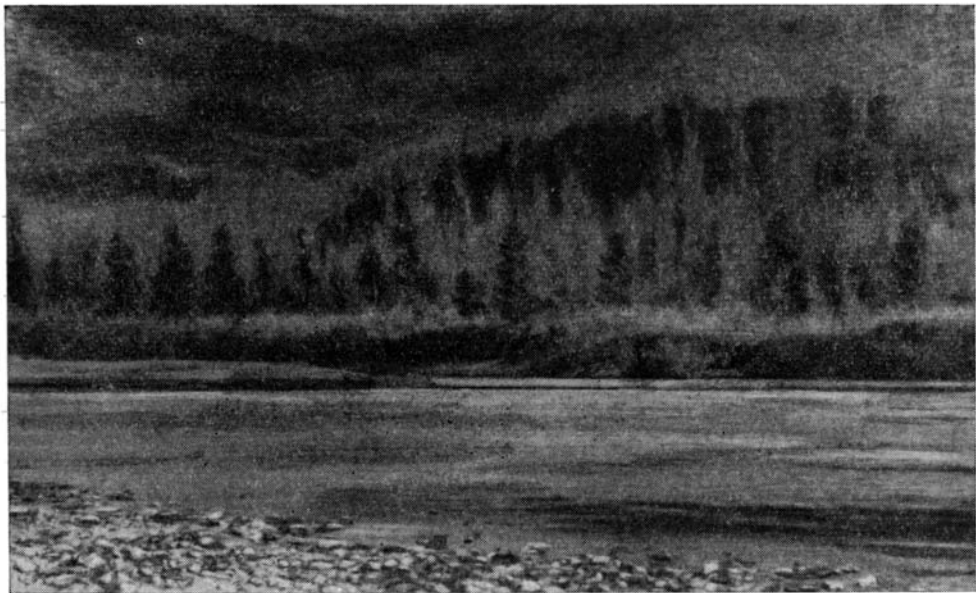


Рис. 27. Ступени перстративной поймы р. Берелеха. Фото автора

чительных случаях и на которых пойменный аллювий иногда полностью отсутствует. Очевидно, в таких случаях различная высота древних и молодых сегментов пойм обусловлена не различной мощностью пойменного аллювия, прямо пропорциональной возрасту сегментов, а другими причинами.

Поскольку состояние динамического равновесия представляет собой взаимокомпенсацию размыва и отложения за определенные более или менее длительные промежутки времени, количества выносимого и получаемого материала могут быть равны только при их сопоставлении за эти периоды. Совершенно очевидно, что даже в течение каждого года преобладание выноса над поступлением и поступления над выносом неоднократно сменяют друг друга. Как известно, колебания температур, годовые количества осадков и другие климатические параметры, определяющие расходы рек и темпы поступления в них рыхлого материала со склонов междуречий, изменяются от года к году, причем эти изменения имеют циклический характер, а продолжительность циклов разных порядков колеблется от нескольких лет до десятков и сотен лет. Повидимому, каждая стадия динамического равновесия включает в себя периоды некоторого преобладания выноса рыхлого материала над поступлением и, наоборот, поступления над выносом. Само динамическое равновесие, очевидно, является результатом взаимокомпенсации тех незначительных колебаний высоты поверхности пойм, которые происходят в течение этих периодов.

В течение периодов некоторого преобладания выноса над поступлением формируются сегменты пойм, располагающиеся несколько ниже сегментов, сформированных в периоды преобладания поступления над выносом. В результате этого возникают пойменные ступени, разница высот которых определяется уже не различной мощностью пойменного аллювия, а различной высотой поверхности руслового аллювия.

Так называемые обвалованные поймы, по всей вероятности, возникают в большинстве случаев в условиях некоторого преобладания поступления над выносом. «Избыток» рыхлого материала отлагается в первую

очередь в русле и на прирусловых валах. Если при этом русло несколько приподнимается над уровнем поймы, то оно, естественно, теряет устойчивость и рано или поздно прорывается на пойму, меняет свое положение и отлагает рыхлый материал уже в другом участке дна долины. В некоторых случаях река может при этом разбиваться на рукава, как на участках аккумуляции. Однако повышение уровня земной поверхности, связанное не с процессом аккумуляции, а с колебаниями баланса рыхлого материала, свойственными состоянию динамического равновесия, обычно бывает незначительным и не превышает нескольких десятков сантиметров. Формирование руслового аллювия такой мощности на поверхности поймы может и не сопровождаться интенсивной фуркацией реки.

Высокие пойменные ступени иногда ошибочно называют террасами, ставя тем самым знак равенства между процессом врезания и теми временными колебаниями уровня земной поверхности, которые свойственны состоянию динамического равновесия. Между тем и некоторые внешние морфологические признаки, и особенно некоторые черты внутреннего строения, позволяют безошибочно отличать пойменные ступени от речных террас.

Высота террас или пойменных ступеней не относится к числу таких морфологических признаков. Амплитуда врезания может быть очень небольшой, и в природе, очевидно, существуют «настоящие» террасы, поднимающиеся не выше невысоких ступеней. Однако даже самые невысокие террасы в конце стадии врезания, превратившей их из пойм в террасы, примыкали не к перстративным, а к инстративным поймам, поверхность которых располагалась на несколько метров ниже. Таким образом, даже самые низкие террасы, поднимающиеся над перстративными поймами всего лишь на несколько десятков сантиметров, в одну из стадий своего формирования поднимались над руслом не менее чем на несколько метров, в связи с чем темпы их переработки склоновыми процессами были довольно высокими. Вероятно, поэтому на них, как правило, не сохраняются старицы и очень редко сохраняются другие формы микрорельефа пойм. На высоких пойменных ступенях все формы микрорельефа, свойственные низким поймам, обычно сохраняются полностью.

В ряде случаев террасы и пойменные ступени можно различать по их ширине. Как уже говорилось, в поймах, состоящих из двух ступеней, низкая ступень в большинстве случаев уже высокой. Невысокие перстративные террасы, примыкающие к перстративным поймам, как правило, наоборот, уже этих пойм. Однако нередко встречаются и исключения из этого «правила», а констративные террасы, примыкающие к перстративным поймам, почти всегда бывают шире этих пойм.

Главное различие между террасами и пойменными ступенями состоит в том, что процесс формирования террас обязательно затрагивает коренные породы (или те рыхлые отложения, которые подстилают аллювий нормальной мощности и по отношению к нему играют роль коренных пород), а процесс формирования пойменных ступеней не затрагивает даже плотикового аллювия. Террасы отличаются от пойменных ступеней присутствием цоколя, поднимающегося над коренным ложем реки примерно на ту же высоту, что и терраса над поймой. Однако, когда аллювий поймы лежит на «ложном плотике», а цоколь террасы сложен не коренными породами, а рыхлыми отложениями, заметить присутствие этого признака не так легко. Террасы и пойменные ступени различаются также возрастом слагающего их аллювия. Перстративный аллювий высоких пойменных ступеней всегда древнее перстративного аллювия низких пойм, но и низкие поймы, и пойменные ступени подстилаются одним и тем же горизонтом плотикового аллювия, более древнего, чем перст-

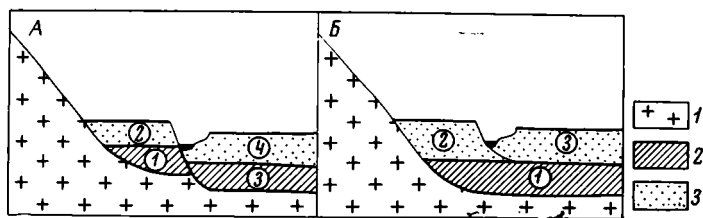


Рис. 28. Схема строения морфологически сходных террас (А) и пойменных ступеней (Б)
1 — коренные породы; 2 — плотиковый аллювий; 3 — перстративный аллювий. Цифры на рисунке показывают последовательность формирования различных генераций аллювия

ративный аллювий высоких ступеней. В то же время перстративный аллювий низких террас древнее плотикового аллювия, залегающего в основании пойм. Он подстилается еще более древним плотиковым аллювием, залегающим выше плотикового аллювия пойм (рис. 28). К сожалению, аллювиальные толщи далеко не всегда удастся расчленить по возрасту с такой детальностью, чтобы на основе этого расчленения можно было отличать террасы от пойменных ступеней.

Перстративные террасы и террасовые уровни

Террасы, являющиеся реликтами перстративных пойм, отличаются от констративных террас, подробно охарактеризованных в предыдущей главе, только меньшей мощностью аллювия, слагающего их поверхность. Очевидно, повторять описание их морфологических особенностей не имеет смысла. В то же время, так как перстративные поймы и террасы встречаются чаще констративных, рассматривать проблему объединения террас в уровни, соответствующие древним поймам, следует на примере перстративных террас. Входящие в те же уровни констративные террасы, свидетельствуют об особых условиях, которые можно рассматривать как отклонения от «нормы», требующие специального анализа.

Изучая террасы, располагающиеся на сравнительно небольших расстояниях одна от другой, нетрудно установить, являются ли они реликтами одной поймы или разных пойм, существовавших в разное время на разных уровнях. Объединение террас, возникших из одной и той же поймы, в террасовые уровни и прослеживание этих уровней вдоль по речным долинам дает исключительно ценный материал для изучения истории формирования рельефа и развития неотектонических структур.

Параллелизация террас, встречающихся на значительном удалении одна от другой, и объединение их в уровни, протягивающиеся на большие расстояния, сталкиваются с целым рядом трудно разрешимых проблем. Единственным абсолютно надежным методом отнесения террас к тому или иному уровню является их непосредственное прослеживание вдоль по речным долинам. К сожалению, в большинстве случаев такое прослеживание оказывается неосуществимым из-за различной сохранности террас на разных участках речных долин. Террасовые уровни слишком часто представлены отдельными разобщенными участками, параллелизацию которых приходится основывать на косвенных методах. Применение этих косвенных методов требует большой осторожности и тщательного учета большого числа факторов.

Высота террас над современными поймами, которую очень часто рассматривают как важнейшую характеристику террасовых уровней, в действительности никогда не бывает одной и той же в пределах одно-

го уровня, так как продольные уклоны поверхности речных террас в большинстве случаев отличаются от продольных уклонов современных пойм. Обычно эти отличия сравнительно невелики, и их нелегко установить без специальных нивелировок. Иногда они хорошо видны даже при беглых маршрутных наблюдениях.

Пожалуй, во всех без исключения горных районах хорошо известны террасы, высота которых над поймами изменяется на метры или даже десятки метров на протяжении всего лишь нескольких километров. Не приходится сомневаться в том, что такие резкие изменения относительных высот террас и, следовательно, резкие отличия их продольных уклонов от уклонов современных пойм обусловлены дифференцированностью неотектонических движений. Однако и те террасы, возникновение которых обусловлено региональными тектоническими поднятиями с амплитудой, не изменявшейся на весьма обширных территориях, не могут иметь такой же продольный уклон, как и современные поймы.

В первой главе более или менее подробно был рассмотрен вопрос о причинах различий между уклонами рек, при которых наступает динамическое равновесие, сменяющее процесс врезания, вызванный различными причинами. В табл. 1 приведена сводка этих различий, показывающая, что после врезаний, вызванных региональными тектоническими поднятиями, равновесие наступает при большем уклоне, чем существовавший ранее, а после врезаний, обусловленных изменениями водности рек или темпов склоновой денудации, — при меньшем. Эти региональные различия между уклонами последовательно формирующихся перстративных пойм накладываются на локальные различия, обусловленные дифференцированностью неотектонических движений, и в некоторых случаях это может привести и к совпадению продольных уклонов разновысотных террас и пойм. Однако в большинстве случаев эти уклоны в той или иной степени различаются, а это оказывает прямое влияние на высоты террас. Для корреляции террас и их правильного объединения в террасовые уровни необходимо тщательно учитывать эти особенности.

При сопоставлении террасовых уровней с особой внимательностью нужно относиться к тем участкам, где в единые уровни сливаются перстративные и констративные террасы. Как правило, уровни поверхностей этих террас не образуют заметных перегибов. Перегибы локализуются в уровнях нижней границы террасового аллювия, которая погружается под констративными террасами и поднимается под перстративными. Типичность такого строения констративных террас свидетельствует о том, что аккумуляция на поймах рек горных районов в большинстве случаев носит компенсационный характер — проявляется на участках локальных тектонических погружений. Очевидно, формирование таких тектонических впадин должно уменьшать абсолютную высоту всех террас, возникших ранее, а компенсационная аккумуляция во впадинах — их относительную высоту. Относительная высота террас, возникших до наступления той или иной стадии аккумуляции (всех террас — и перстративных, и констративных, — располагающихся выше каждой констративной террасы или поймы), уменьшается в ходе этой аккумуляции и в том случае, когда наступление этого процесса обусловлено не тектоникой, а иными причинами. Очевидно, при корреляции террас и объединении их в уровни необходимо учитывать это уменьшение их высот в тех случаях, когда в нижележащие уровни «вклиниваются» констративные террасы. К сожалению, это делается далеко не всегда.

Одним из примеров невнимания к фактам появления констративных террас в пределах террасовых уровней и, следовательно, невнимания к локальным тектоническим движениям может служить составленный

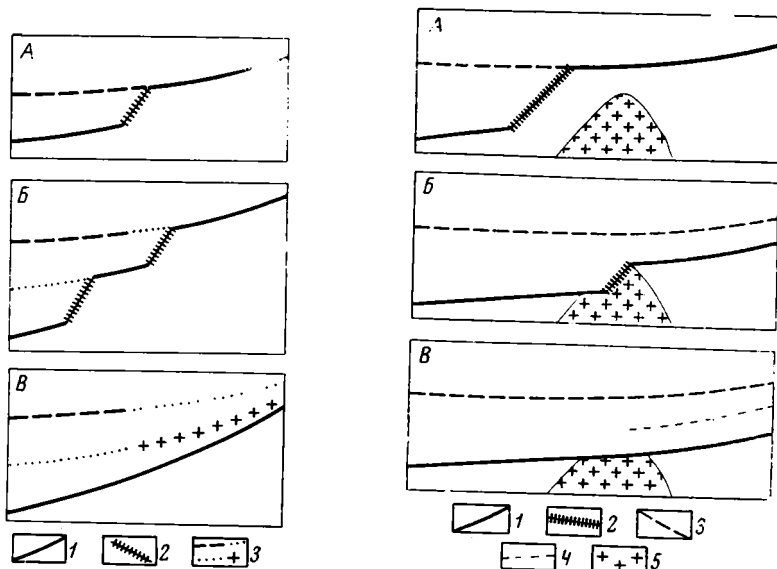


Рис. 29. Продольные профили разновозрастных пойм и террасовых уровней
 А — В — последовательные стадии развития. 1 — перстративные поймы; 2 — инстративные поймы (участки врезания); 3 — террасовые уровни (точечной линией показаны участки террасовых уровней, возникшие из перстративных пойм, существовавших одновременно)

Рис. 30. Последовательные стадии формирования террасы промежуточного уровня
 1 — 4 — продольные профили: 1 — перстративной поймы, 2 — инстративной поймы, 3 — регионально развитой террасы, 4 — террасы промежуточного уровня, 5 — горные породы повышенной прочности

М. Д. Эльяновым совмещенный продольный профиль террас Индигирки (Эльянов, 1958, стр. 58). В нескольких местах на этом профиле показано увеличение мощности аллювия на террасах — переход перстративных террас в констративные. Сам М. Д. Эльянов отмечает, что аккумуляция этого аллювия была вызвана формированием небольших тектонических впадин. Очевидно, что высота более древних террас в пределах этих впадин должна была уменьшаться. На профиле, составленном М. Д. Эльяновым, такого уменьшения высот древних террас не отмечено, что заставляет сомневаться в правильности произведенных им сопоставлений.

Наиболее надежной основой корреляции террас и их объединения в террасовые уровни считают определения возраста террасового аллювия, произведенные биостратиграфическими или радиометрическими методами. Однако, сопоставляя террасы по возрасту аллювия, нельзя забывать о том, что возрастной диапазон аллювия, развитого в пределах одного и того же террасового уровня, может быть довольно широким.

Вопрос о возрасте различных генераций аллювия, слагающего перстративные поймы, будет подробно обсужден в разделе, посвященном формированию этого аллювия. Здесь же имеет смысл остановиться на одном чисто геоморфологическом аспекте этой проблемы. Представим себе два равновесных участка одной реки, разделенных участком современного врезания (рис. 29, А). Подобная ситуация встречается в горных районах очень часто. Очевидно, перстративные поймы, одновременно существующие на обоих равновесных участках, можно считать разновозрастными образованиями. Но со временем врезание неизбежно распространится вверх по течению, верхний равновесный участок будет углублен, на нем будет сформирована перстративная пойма, сливающаяся в один уровень с перстративной поймой нижнего равновесного участка, а пойма, существовавшая ранее, превратится в террасы. Таким образом, окажется, что за то время, пока на нижнем участке существовала одна

и та же перстративная пойма, на верхнем участке перстративные поймы существовали на двух уровнях. В то же время может случиться и так, что новое врезание на нижнем участке наступит раньше, чем врезание, отделяющее его от верхнего участка, распространится на весь верхний участок (рис. 29, Б). После того как это новое врезание закончится и на нижнем, и на верхнем участке, окажется, что в единые уровни сливаются террасы, являющиеся реликтами пойм, существовавших в разное время (рис. 29, В). Существование таких возрастных соотношений между различными частями террасовых уровней, по-видимому, является типичным для горных стран и должно учитываться как при сопоставлении террас по возрасту их аллювия, так и при попытках использовать террасовые уровни для стратиграфического расчленения четвертичных отложений.

Представления о том, что в рельефе «сохраняются основные террасы, по которым можно судить о главных стадиях развития данной реки» (Эльянов, 1957, стр. 6), вряд ли можно считать бесспорными. Все перстративные поймы, возникавшие в разное время на различных высотных уровнях в течение всего периода существования той или иной речной долины, имели практически одинаковые шансы сохраниться в виде отдельных террас. Констративные поймы, отличающиеся от перстративных большей шириной и большей мощностью аллювия, естественно, имеют большие шансы сохраниться от разрушения в ходе углубления речных долин. Однако это не дает оснований для того, чтобы считать констративные террасы, встречающиеся, как уже говорилось, в общем много реже, чем перстративные, «основными» и полностью отражающими главные стадии развития рек.

Полностью сохраняются все террасы, от верхних до нижних, на участках длительного одностороннего смещения речных русел. Однако в таких случаях надо иметь доказательства того, что причины, вызывавшие это одностороннее смещение, существовали в течение всего времени формирования террас. При этом, даже если удастся достоверно установить участки, на которых сохранились все террасы, нельзя считать, что общее количество террас на этих участках обязательно совпадает с общим числом регионально развитых террасовых уровней.

Как это показал Ю. А. Билибин, врезания, вызванные региональными тектоническими поднятиями, распространяющиеся вверх по течению рек и ведущие к формированию широко развитых террасовых уровней, на участках выходов прочных пород могут «задерживаться» и «накладываться» одно на другое. В результате этого несколько отдельных врезаний, сформировавших на участках развития податливых пород соответственное количество речных террас, выше выходов прочных пород могут «слиться» в одно врезание и вызвать формирование только одной террасы.

Распространение врезаний вверх по течению может привести и к обратным результатам. Если на выходе прочных пород «задержится» только часть врезания более или менее значительной амплитуды, то выше по течению возникнет терраса «промежуточного» уровня, отсутствующего в других речных долинах района (рис. 30).

Конечно, полностью учитывать все перечисленные выше особенности строения террасовых уровней можно только при исследованиях очень высокой детальности, охватывающих в то же время достаточно обширные территории. На Северо-Востоке СССР, так же как и в большинстве других горных районов, таких исследований почти не проводилось. Поэтому в большинстве случаев параллелизацию террас, объединение их в террасовые уровни и определение геологического возраста этих уровней приходится основывать на недостаточно полном фактическом материале.

Попытки выделения на территории Северо-Востока СССР регионально развитых террасовых уровней (Васюнина, 1958; Шилов, 1957а; Эльманов, 1957, 1958; и др.) дают общие представления о количестве террасовых уровней, развитых в том или ином районе, о колебаниях относительных высот этих уровней и возрасте связанного с ними аллювия. Однако вряд ли можно сомневаться в том, что эти схемы террасовых уровней, составленные на основе самых общих сведений о террасах, изобилуют неизбежными ошибками. В тех случаях, когда фактический материал не позволяет осуществлять детальную и надежную корреляцию террас, целесообразнее, по-видимому, объединять террасы не в уровни, каждый из которых должен соответствовать единой пойме, а в комплексы, включающие в себя целые группы уровней. Такое менее детальное расчленение террасовых серий, применявшееся для отдельных районов Северо-Востока СССР, например О. В. Кашменской и З. М. Хворостовой (1964), гораздо больше соответствует фактическому материалу и правильнее отражает действительный уровень изученности речных террас.

Отмершие перстративные поймы

В результате перестроек речной сети обезглавленными могут оказаться не только аккумулярующие, но и равновесные реки. Поэтому отмершие участки речных долин, возникающие в результате перестроек речной сети, могут быть представлены не только реликтами констративных пойм, охарактеризованными в предыдущей главе, но и реликтами перстративных пойм. Так как эти реликты различаются только мощностью сохраняющегося на них аллювия, давать отдельное описание отмерших перстративных пойм не представляется необходимым.

ФОРМИРОВАНИЕ АЛЛЮВИЯ

Процессы формирования аллювия в начальные этапы стадии равновесия существенно различаются в зависимости от того, какой рельефообразующий процесс предшествовал наступлению динамического равновесия. При переходе от врезания к равновесию, в течение этапа речной абразии, формируется аллювий нормальной мощности, слагающий перстративные поймы. После завершения этапа речной абразии меандрирующее русло перемещается по дну долины на одном уровне, точнее — в пределах небольшого диапазона высот. Верхние горизонты аллювия нормальной мощности при этом подвергаются многократному перемыыву и в результате этого превращаются в перстративный аллювий, дифференцированный на русловую, пойменную и старичную фации. Нижние горизонты, сохраняющиеся неизменными со времени своего формирования, в результате перемыва верхних обособляются в субстративную фазу аллювия (плотиковый аллювий).

При переходе от накопления аллювия к равновесию перстративный аллювий формируется не после, а во время переходного этапа сужения поймы. Перемыыв констративного аллювия и его превращение в перстративный начинаются уже во время превращения ветвящегося русла в меандрирующее и углубления этого русла в аккумулятивную поверхность констративной поймы или аллювиальной равнины. Дальнейший перемыв, продолжающийся после этапа сужения поймы, только увеличивает фациальную дифференциацию перстративного аллювия и делает характерные литологические особенности русловых отложений этой фазы выраженными еще более четко. Перстративный аллювий, формирующийся при переходе от аккумуляции к равновесию, залегает непосредственно на констративном, плотиковый аллювий не принимает участия в строении наложенных перстративных пойм.

Плотиковая «фация» аллювия как подразделение аллювиального генетического типа была выделена мной в 1957. Вначале я рассматривал эти отложения как инстративный русловой аллювий, погребенный под перстративным. Отказ от разделения руслового аллювия схемы Е. В. Шанцера на фации и включение «стадии» речной абразии в стадию динамического равновесия в качестве ее начального этапа заставляют пересмотреть вопрос о месте плотикового аллювия в генетической классификации аллювиальных отложений. Во вводной главе была мотивирована необходимость выделения аллювия, формируемого во время этапа речной абразии, в субстративную динамическую фазу. Плотиковый аллювий — это русловая фация субстративного аллювия, но, так как пойменный аллювий вообще не встречается среди отложений субстративной фазы, а старичный встречается лишь изредка, для большинства конкретных геологических разрезов аллювиальных толщ понятия «плотиковый аллювий» и «субстративный аллювий» совпадают.

Хотя термин «плотиковый аллювий» является синонимом выражения «субстративный русловой аллювий», мне кажется, что отказываться от него даже для сохранения единства всей терминологии, относящейся к генетическим подразделениям аллювия, не имеет смысла. В настоящее время он уже успел до известной степени «прижиться» в литературе (Пиотровский, Синюгина, 1959; Орлова, 1963; Красков, 1964; Шило, Павлов, 1965; Шанцер, 1966; Ложкин, 1968; Орлянкин, 1967; Денисов, 1969; и др.), и для большинства исследователей его значение понятно без дополнительных объяснений.

По своим литологическим особенностям плотиковый аллювий ближе всего стоит к констративному русловому аллювию. К таким характерным особенностям, которые можно считать диагностическими признаками плотикового аллювия, относятся следующие:

1. Как и во всем русловом аллювии, крупный материал преобладает над мелким, но это преобладание, как правило, меньше, чем в инстративном, и больше, чем в констративном русловом аллювии.

2. Так же как в инстративном русловом аллювии и как в некоторых разновидностях констративного, постоянно присутствуют неокатанные и плохоокатанные обломки.

3. Мелкий материал независимо от его общего количества отличается довольно высокой глинистостью, уступая, однако, в этом отношении констративному русловому аллювию.

В табл. 5 приведены результаты гранулометрических анализов 14 образцов плотикового аллювия, включающие в себя обобщенные результаты анализа 8 образцов, которые были приведены полностью в работе З. В. Орловой (1963)¹. Большинство образцов было отобрано из плотикового аллювия, залегающего в основании аллювиальных толщ нормальной мощности в пределах современных перстративных пойм. Несколько образцов было взято из плотикового аллювия на речных террасах и в основании констративных пойм, сложенных аллювием повышенной мощности. Следует отметить, что именно эти образцы отличаются самой высокой глинистостью мелкого материала.

Все литологические особенности плотикового аллювия проявляются «на фоне» общих изменений крупности аллювиального материала, которая зависит главным образом от скорости течения и, следовательно, от

¹ Образцы 6 и 8 из списка З. В. Орловой исключены мной из рассмотрения, так как данные, приведенные по первому, содержат ошибки, а второй, по-видимому, относится к старичному аллювию. Образец 16, включенный мною в табл. 5, З. В. Орловой был отнесен к перстративному русловому аллювию, вероятно, по ошибке.

Таблица 5

Гранулометрические анализы плотикового аллювия

Место отбора пробы	Процентное содержание фракций		
	Крупный материал		с у м м а
	валуны, глыбы галька, щебень (+10)	гравий, дрс-ва (-10+2)	
Р. Ичуедем, р. Средний Ичуедем, руч. Становой — 8 проб (Орлова, 1963, стр. 14—15, пробы 1—5, 7, 9 и 16)	25,3 (16,4—36,9)	40,1 (26,5—54,7)	65,4 (60,5—71,1)
Р. Куобах-Бага, глуб. 6,4—6,6 м (на плотике)	62,4	16,1	78,5
Р. Куобах-Бага, глуб. 6,0—6,2 м (0,4 м от плотика)	80,4	8,5	88,9
Руч. Озерный, глуб. 11,6—11,8 м (на плотике)	75,9	15,5	91,4
Реч. Куранах, глуб. 5,2—5,4 м (0,6 м от плотика)	41,5	30,2	71,7
Руч. Куранах, глуб. 3,6—3,8 м (0,6 м от плотика)	31,5	43,8	75,3
Руч. Куранах, глуб. 3,6—4,0 м (2,0 м от плотика)	39,6	31,8	71,4
Средние данные	38,2	33,3	71,5

уклона, при котором в каждой данной реке наступает динамическое равновесие. Этот уклон в свою очередь определяется, с одной стороны, водностью реки, с другой — характером горных пород, слагающих междуречья, и рельефом этих междуречий. Выражены характерные литологические особенности плотикового аллювия с различной четкостью, что, по-видимому, зависит в значительной мере от характера рыхлого материала, поступающего в реку со склонов междуречий и возникающего из коренных пород, разрушаемых самой рекой. Естественно, например, что в тех случаях, когда плотиковый аллювий залегает на ложном плотике, когда роль коренных пород играет накопленный ранее аллювий повышенной мощности, неокатанные обломки в плотиковом аллювии могут полностью отсутствовать.

Приводившиеся в предыдущей главе описания разрезов констративного аллювия (стр. 118) включали в себя описания горизонтов плотикового аллювия. Примеры плотикового аллювия, слагающего основания перстративных пойм, будет удобнее привести несколько позже — вместе с описаниями перстративного аллювия, встречающегося в тех же самых разрезах.

Плотиковый аллювий полностью перекрывает коренные днища речных долин, залегая на коренных породах, роль которых иногда могут играть и рыхлые отложения различных генетических типов, в том числе и аллювий повышенной мощности. В некоторых случаях под плотиковым аллювием разведочные выработки вскрывают погребенный инстративный русловый аллювий, локализующийся в нешироких углублениях плотика, но такие случаи являются скорее исключением, чем правилом. Дело, очевидно, не только в том, что такие углубления плотика часто могут располагаться между разведочными выработками и оставаться неизвестными. Отмечавшийся выше факт сходства литологических особенностей инстративного руслового аллювия, развитого на расширенных участках инстративных пойм, с литологическими особенностями плотикового аллювия свидетельствует о том, что иногда эти две

(размеры, мм)				Глинистость (процентное содержание глины в мелком материале)
Мелкий материал				
песок (-2+0,05)	ил (-0,05+0,01)	глина (-0,01)	сумма	
25,8 (19,3—30,4)	2,8 (1,0—4,3)	6,0 (3,1—8,7)	34,6 (28,9—39,5)	17,1 (10,3—27,4)
16,8	1,2	3,5	21,5	16,3
9,3	0,6	1,2	11,1	10,8
6,8	0,6	1,2	8,6	14,0
18,8	4,6	4,9	28,3	17,3
19,1	2,0	3,6	24,7	14,6
17,4	3,2	8,0	28,6	28,0
21,0	2,5	5,0	28,5	17,0

динамические фазы руслового аллювия становятся неразличимыми. Это, очевидно, происходит в тех случаях, когда переход от глубинного врезания к речной абразии имеет не скачкообразный, а плавный характер.

Во всех разрезах пойм плотиковый аллювий перекрыт перстративным — русловым и иногда старичным. На террасах покров перстративного аллювия может быть уничтожен, и плотиковый аллювий в таких случаях залегает непосредственно под маломощной почвой. Перерабатывая террасы и превращая их в террасоувалы, склоновые процессы могут не только лишать плотиковый аллювий покрова, образованного перстративным аллювием, но и перекрывать его коллювиальными отложениями.

Закономерности, определяющие мощность плотикового аллювия, так же как и проблемы возраста этой фазы, заслуживают специального рассмотрения. Однако это будет удобнее сделать, рассматривая весь аллювий перстративных пойм, формирующихся при переходе от врезания к равновесию, — аллювий обеих динамических фаз, и субстративной, и перстративной. Поэтому я вернусь к этому вопросу после характеристики всех фаций перстративного аллювия.

Особенности формирования плотикового аллювия

Аллювий нормальной мощности, нижние горизонты которого сохраняются как плотиковый аллювий, формируется в течение начального этапа динамического равновесия — этапа речной абразии. В течение этого этапа реки продолжают довольно энергично разрушать коренные породы, но это разрушение происходит в условиях положительного баланса рыхлого материала. Углубление речных долин, понижение уровня земной поверхности сменяется формированием аллювия нормальной мощности, ведущим к повышению уровня земной поверхности, а разрушение коренных пород ведет только к расширению днищ долин, к формированию перстративных пойм. Противоречивость процессов разрушения ко-

ренных пород и формирования аллювия в условиях положительного баланса рыхлого материала в значительной мере обуславливает определенную противоречивость литологических особенностей плотикового аллювия — сочетание хорошоокатанной гальки с неокатанными обломками и общего преобладания крупного материала с повышенной глинистостью мелкого материала.

Высокое содержание глинистых частиц в мелком материале плотикового аллювия возникает, по-видимому, уже в процессе формирования аллювия нормальной мощности, главным образом в результате большой скорости этого процесса, препятствующей перемыву уже отложившихся горизонтов. Ведь именно эта черта больше всего «роднит» плотиковый аллювий с констративным русловым аллювием, формирующимся в сходных условиях положительного баланса рыхлого материала, и отличает его от перстративного руслового аллювия, обособляющегося от нижних горизонтов аллювия нормальной мощности только благодаря многократному перемыву. В то же время условия формирования и сохранения плотикового аллювия не позволяют оставлять без внимания возможности постседиментационного увеличения его глинистости.

Первая из этих заслуживающих рассмотрения возможностей связана с кольматажем — вымыванием мелкого материала, содержащего значительное количество глинистых частиц, в крупногалечный «каркас» аллювия горных рек. Е. В. Шанцер (1951, стр. 171) указывал на большое значение этого процесса для «слияния» пойменного и руслового аллювия в одно целое. Не приходится сомневаться в том, что в механизме формирования типичных для плотикового аллювия плохо сортированных, преимущественно крупногалечных отложений с повышенной глинистостью мелкого материала кольматаж действительно играет очень важную, если не главную роль. Вопрос состоит в том, может ли процесс кольматажа вести к выносу глинистых частиц из перстративного аллювия и вымыванию их в толщу плотикового аллювия; могут ли медленно фильтрующиеся грунтовые воды приносить такое количество глинистых частиц, которое ощутимо сказывалось бы на их содержании в плотиковом аллювии. Для территории Северо-Востока СССР, где плотиковый аллювий в подавляющем большинстве случаев охвачен многолетней мерзлотой, эта возможность кажется совершенно невероятной. Очевидно, кольматаж может эффективно осуществляться только в придонном слое аллювиального материала, увеличивая глинистость аллювия *in statu nascendi*, причем очень важным условием такого проявления кольматажа, вероятно, является положительный баланс рыхлого материала.

Несомненно, какое-то количество глинистых частиц возникает и в плотиковом, и в констративном русловом аллювии в результате выветривания. Так как в отличие от перстративного аллювия, подвергающегося перемыву, и в плотиковом, и в констративном русловом аллювии эти частицы сохраняются, выветривание, очевидно, может быть фактором постседиментационного увеличения глинистости плотикового и констративного руслового аллювия. Упомянутая выше большая глинистость плотикового аллювия террас по сравнению с более молодым плотиковым аллювием современных пойм, по-видимому, в какой-то мере, если не полностью, зависит от этого фактора. В то же время, оценивая влияние выветривания на общее содержание глинистых частиц в аллювии, нельзя не вспомнить упоминавшиеся в предыдущей главе факты меньшей глинистости погребенного перстративного аллювия по сравнению с перекрывающим его констративным. Хотя содержание глинистых частиц в более древнем перстративном аллювии, не подвергающемся перемыву, очевидно, увеличивается за счет процесса выветривания, его общая глинистость все же уступает глинистости констративного руслового аллювия. Очевидно, постседиментационное увеличение глинистости ал-

лювия за счет процессов выветривания играет лишь незначительную роль и не может быть основной причиной повышенной глинистости мелкого материала плотикового и констративного руслового аллювия.

Перстративный русловый аллювий

Перстративный русловый аллювий, формирующийся, как уже говорилось, из верхних горизонтов аллювия нормальной мощности (после этапа речной абразии) или констративного руслового аллювия (во время этапа сужения поймы), обладает следующими характерными литологическими особенностями.

1. Крупный материал преобладает над мелким, причем это преобладание, как правило, больше, чем в плотиковом и констративном аллювии, и несколько меньше, чем в инстративном русловом аллювии.

2. Крупный материал практически не содержит угловатых неокатанных обломков. Правда, в верховьях небольших ручьев перстративный русловый аллювий может быть представлен преимущественно плохоокатанной галькой, мало отличающейся от щебня, но сочетание щебня и хорошоокатанной гальки, характерное для инстративного, плотикового и некоторых разновидностей констративного руслового аллювия, в перстративном русловом аллювии почти не встречается.

3. Мелкий материал содержит значительно меньше глинистых частиц, чем мелкий материал плотикового и констративного руслового аллювия.

Результаты гранулометрических анализов 14 проб перстративного руслового аллювия представлены в табл. 6. Основные литологические особенности этой динамической фазы, охарактеризованные выше, отражены в результатах анализов достаточно выразительно.

Литологической особенностью, не отражающейся в результатах анализов, но иногда имеющей важное значение для проведения границы между перстративным русловым аллювием и подстилающим его плотиковым или констративным русловым аллювием, является цвет, точнее — различие в цвете между отложениями этих фаз. В речных долинах Северо-Востока СССР мелкий материал перстративного аллювия чаще всего отличается серым и светло-серым цветом, а для мелкого материала плотикового и констративного аллювия больше характерны буроватые тона. Различия в цвете иногда бывают резкими и четко маркируют границу между отложениями разных фаз. Нередко изменения цвета бывают очень постепенными, а сами различия — незначительными.

Перстративный русловый аллювий залегает либо на констративном (если равновесие наступает после накопления аллювия), либо на плотиковом (если равновесие наступает после врезания). В последнем случае, наиболее типичном для горных районов, в бортовых частях долин изредка встречаются участки, где речная абразия склонов междуречий и террас, очевидно, продолжалась после того, как аллювий нормальной мощности был уже сформирован, и где перстративный русловый аллювий залегает непосредственно на коренных породах. Обычно в бортовых частях долин аллювиальные отложения всех фаций и фаз образуют сложное переслаивание с коллювием. На перстративных поймах перстративный русловый аллювий перекрыт только пойменным, а там, где последний отсутствует (в горных районах это случается довольно часто), — маломощной почвой. В пределах констративных пойм и аллювиальных равнин перстративный русловый аллювий вместе с подстилающим его плотиковым составляет основание всей аллювиальной толщи, перекрываясь констративным аллювием и выпадая из разрезов только в погребенных каньонах. На террасах, превращенных склоновыми процессами в террасоувалы, перстративный русловый аллювий может быть перекрыт коллювиальными отложениями.

Таблица 6

Гранулометрические анализы перстративного руслового аллювия

Место отбора пробы	Процентное содержание фракций		
	Крупный материал		
	валуны, галька (+10)	гравий (-10+2)	сумма
Р. Ичуедем, р. Средний Ичуедем — 8 проб (Орлова, 1963, стр. 15—16, пробы 10—13 и 17—20)	30,0 (9,5—48,0)	42,6 (28,9—58,8)	72,5 (58,4—82,1)
Р. Куобах-Бага, русло	91,5	4,9	96,4
Р. Куобах-Бага, глуб. 0,8—1,2 м	72,3	9,4	81,7
Руч. Озерный, русло (плёс)	65,8	26,1	91,9
Руч. Озерный, русло (перекат)	89,6	5,8	95,4
Руч. Озерный, глуб. 5,2—5,4 м	56,5	27,3	83,8
Руч. Куранах, глуб. 3,8—4,0 м	21,0	42,0	63,0
Средние данные	45,5	32,6	78,0

Мощность перстративного руслового аллювия непосредственно зависит от глубины реки. Его нижняя граница определяется максимальной глубиной плёсов, а верхняя совпадает с основанием пойменного аллювия, а там, где он отсутствует, — с основанием маломощной почвы, развитой на поверхности поймы. Обычно эта верхняя граница лежит несколько выше меженного уровня воды в русле, но ниже уровня паводков. В небольших ручьях и речках горных районов эта мощность редко превышает 2 м, а в относительно крупных водотоках может составлять 7—10 м.

В геологических разрезах аллювия ручьев Большого и Озерного, описания которых приведены в предыдущей главе в качестве примеров строения констративного аллювия, нижние горизонты представлены перстративным аллювием и подстилающим его плотиковым. Описания этих горизонтов могут служить примером проявления охарактеризованных в этой главе общих литологических особенностей этих двух динамических фаз русловой фации аллювия. Приведу еще два примера, относящихся уже не к основаниям констративных пойм, а к перстративным поймам водных потоков разных размеров.

Ручей Куранах, левый приток р. Берелеха, и по площади водосбора (20—30 км²), и по водности, и по размерам русла занимает промежуточное положение между ручьями Большим и Озерным. В его нижнем течении развита констративная пойма, геологический разрез которой приведен на рис. 24, но накопление аллювия, создавшее эту пойму, либо еще не достигло среднего течения ручья, либо «выклинилось», не достигнув его. В среднем и верхнем течении ручья развита неширокая (400—500 м) перстративная пойма, сложенная аллювием, мощность которого составляет 3—4 м. Шурф 27 разведочной линии 1,5, пройденной в среднем течении ручья, вскрывает следующие горизонты (сверху вниз):

	мощность, м
1. Почвенный слой	0,2
2. Илстый песок серого цвета	0,4
3. Галька и гравий разной окатанности с разнозернистым песком серого цвета	2,0
4. Галька разной окатанности со щебнем и глинистым песком буроватого цвета	1,0

(размеры, мм)				Глинистость (процентное содержание глины в мелком материале)
Мелкий материал				
песок (-2+0,05)	ил (-0,05+0,01)	глина (-0,01)	сумма	
24,8 (15,7—39,6)	0,9 (0,5—1,6)	1,8 (1,0—3,0)	27,5 (17,9—41,6)	6,8 (3,6—10,4)
3,3	0,1	0,2	3,6	5,5
16,6	0,4	1,3	18,3	7,1
6,9	0,5	0,7	8,1	8,6
4,1	0,2	0,3	4,6	6,5
13,4	1,4	1,4	16,2	8,6
32,6	1,9	2,5	37,0	6,8
19,7	0,8	1,5	22,0	6,9

Мощность, м

5. Щебень глинистых сланцев с бурым илом и редкой галькой (аллювиально-элювиальный слой) 0,2
6. Щебень глинистых сланцев с бурым илом (элювий) 0,4
7. Коренные породы (глинистые сланцы).

В этом разрезе, задокументированном мной лично, пласт 2, очевидно, представляет собой пойменный аллювий, пласт 3 — перстративный русловой аллювий и пласт 4 — плотиковый аллювий.

Р. Берелех, одна из трех вершин Колымы, — это водный поток значительных размеров. Площадь его водосбора, замеренная от пересечения с разведочной линией 1043, которая располагается в среднем течении, составляет примерно 5000—5500 км². Параметры его русла в среднем течении изображены на рис. 14 (стр. 68). Р. Берелех в районе линии 1043 находится в стадии врезания, но это врезание, по-видимому, началось геологически совсем недавно. Берелех прорезал аллювий поймы и начал врезаться в ее коренное ложе, но еще не успел углубиться в него. Таким образом, линия 1043 пересекает перстративную пойму, которая начала превращаться в террасу. В шурфе 241 встречены (сверху вниз):

Мощность, м

1. Почвенный слой 0,2
2. Светло-серый разнoзернистый песок с редкой галькой и гравием 1,0
3. Галька мелкая с серым разнoзернистым песком и гравием 3,0
4. Галька разных размеров, гравий, песок 0,8
5. Темно-серый илистый песок, галька и гравий 1,0
6. Галька и гравий с буровато-серым суглинком 2,4
7. Щебень глинистых сланцев (элювий) 0,2
8. Коренные породы (глинистые сланцы).

В этом разрезе пласт 2 можно отнести к пойменной фации, пласты 3 и 4 — к перстративному русловому аллювию, а пласт 6 — к плотиковому. Несколько неясна генетическая принадлежность пласта 5, который может представлять собой зону перехода от плотикового аллювия к перстративному, но может быть и старичным аллювием субстративной фазы. Проверить правильность документации этой разведочной линии не представилось возможным, и прийти к какому-либо заключению о соотношениях между мелким и крупным материалом в пласте 5 до-

вольно трудно. Общая картина строения аллювия Берелеха, представленная этой документацией, не вызывает сомнений, так как сходное строение можно наблюдать в многочисленных эксплуатационных горных выработках. В документации, правда, не отражено присутствие щебня и дресвы в плотиковом аллювии, но эта литологическая особенность проявлена тем слабее, чем многоводнее река, и в плотиковом аллювии Берелеха количество неокатанного материала незначительно.

Особенности формирования перстративного руслового аллювия

Как уже было показано, перстративный русловой аллювий формируется в результате перемыва реками верхних горизонтов аллювия нормальной мощности, сформированного во время этапа речной абразии, или констративного аллювия. Очевидно, именно дополнительный перемыв и переработка реками и создают все характерные литологические особенности перстративного руслового аллювия, отличающие его от плотикового и констративного руслового аллювия.

В ходе этого перемыва, продолжающегося в течение всей стадии динамического равновесия, заметное количество мелкого материала вымывается из руслового аллювия и частично выносится за пределы горных районов, а частично обособляется в виде отложений пойменной фации. Особенно ощутимы бывают потери глинистых частиц. В результате этого уменьшаются и общее содержание мелкого материала в русловом аллювии, и глинистость этого мелкого материала. Неокатанные обломки, присутствовавшие в аллювии, сформированном во время этапа речной абразии, обрабатываются водным потоком, окатываются и превращаются в настоящую гальку. Различия в цвете мелкого материала руслового аллювия разных фаз возникают, очевидно, из-за того, что цвет мелкого материала в перстративном аллювии изменяется в связи с выносом значительного количества глинистых частиц, а в плотиковом и констративном аллювии — в связи с некоторым увеличением их количества в результате процессов выветривания.

Нередко встречающаяся в разрезах четкая граница между перстративным аллювием и подстилающими отложениями всегда представляет собой границу размыва. Как будет показано далее, эта граница во всех случаях отражает стратиграфический перерыв той или иной продолжительности. В еще более частых случаях постепенного перехода между перстративным аллювием и подстилающими отложениями переходная зона, очевидно, представляет собой ту часть аллювиальной толщи, которая подвергалась перемыву не регулярно, а лишь во время отдельных более или менее кратковременных этапов стадии динамического равновесия.

Среди аллювиальных толщ нормальной мощности встречаются и такие разрезы, в которых не удается подметить существенных литологических различий между перстративным русловым и плотиковым аллювием. Такие случаи обусловлены скорее всего геологической молодостью этих толщ, тем, что верхние горизонты аллювия нормальной мощности еще не переработаны рекой в такой степени, чтобы приобрести все характерные литологические особенности перстративного аллювия. Строго говоря, в таких толщах отсутствуют и плотиковый аллювий, обособляющийся в результате переработки верхних горизонтов, и перстративный русловой аллювий, формируемый этой переработкой. Мне все-таки кажется возможным рассматривать такие образования как нерасчленимые толщи плотикового и перстративного руслового аллювия, считая, что сам факт нахождения верхних горизонтов этих толщ в сфере деятельности равновесных рек достаточен для того, чтобы относить их к перстративной динамической фазе.

Пойменный и старичный аллювий

Как уже неоднократно указывалось, пойменная и старичная фации аллювия особенно характерны для перстративной динамической фазы. Однако и в перстративном аллювии горных районов пойменный и старичный аллювий развиты значительно хуже, чем в речных долинах равнинных стран.

В отношении старичного аллювия это, вероятно, объясняется тем, что большие уклоны и соответственно большие скорости течения рек горных районов ведут к большей скорости процессов формирования и развития излучин. Сравнительно быстрые перемещения русла реки по днищу долины оставляют мало времени для существования стариц и заводей, не успевающих в связи с этим пройти полный цикл развития, от возникновения до заполнения старичным аллювием. Как правило, русло реки успевает вновь оказаться на месте старицы или заводи еще до того, как линза старичного аллювия будет полностью сформирована.

Пойменный аллювий достаточно хорошо развит в тех долинах горных районов, где наблюдаются более или менее регулярные паводки, заливающие поймы. Однако выше уже отмечалось, что многие реки горных районов, особенно небольшие, отличаются настолько незначительными паводками, что их поймы практически никогда не заливаются полыми водами. Естественно, что в долинах таких рек пойменный аллювий не образует сплошных покровов, а встречается лишь в виде линз сравнительно небольших размеров, а часто и вообще отсутствует. Среди изучавшихся речных долин горных районов Северо-Востока СССР такие долины едва ли не составляют большинство, чему немало способствуют климатические особенности этих районов. Сравнительно небольшая мощность снежного покрова и холодная затяжная весна являются причинами отсутствия значительных весенних половодий, а постепенное оттаивание верхнего слоя насыщенных льдом многолетнемерзлых отложений до известной степени регулирует летний сток.

В то же время представления о крайне слабом развитии пойменного аллювия в реках горных районов в значительной мере преувеличены. Большая густота речной сети горных районов и определенная практическая направленность ведущихся там исследований аллювия, обычно связанных с поисками россыпей, делают основными объектами этих исследований сравнительно небольшие водотоки. В результате этого из сферы исследований выпадают как раз те долины, где пойменный аллювий развит с наибольшей полнотой, и это, конечно, искажает общие представления о характере его развития в речных долинах горных районов.

Наиболее характерной литологической особенностью и пойменного, и старичного аллювия горных районов, отличающей их от руслового аллювия, является обычное преобладание мелкого материала над крупным. В то же время большая скорость и турбулентность течения горных рек приводят к тому, что во время паводков они легко заносят на поймы гравий и даже гальку, которые принимают участие в строении пойменного и старичного аллювия вместе с мелким материалом, переносимым во взвешенном состоянии. Эта черта резко отличает пойменный и старичный аллювий горных рек от тех же фаций, формируемых равнинными реками. Количество крупного материала в пойменных и старичных отложениях горных рек может в некоторых случаях даже превышать 50%, а сам этот материал — содержать некоторое количество неокатанных обломков. Последнее особенно характерно для ста-

Таблица 7

Гранулометрический анализ пойменного аллювия

Место отбора пробы	Процентное содержание фракций (размеры, мм)							Глинистость (процентное содержание глины в мелком материале)
	Крупный материал			Мелкий материал				
	мелкая галька (-20+10)	гравий (-10+2)	сумма	песок (-2+0,06)	ил (-0,06+0,01)	глина (-0,01)	сумма	
Р. Арга-Юрьх, пойма	13,5	36,5	50,0	48,7	0,1	1,2	50,0	2,4

ричного аллювия; в пойменном аллювии неокатанные обломки встречаются главным образом в прибортовых частях долин. Очевидно, эти обломки представляют собой коллювиальный материал, попадающий в отложения пойменной и старичной фаций, не подвергаясь предварительной обработке в русле реки.

В долинах крупных рек, обладающих сравнительно небольшими уклонами, а в некоторых случаях и в долинах малых рек пойменный и старичный аллювий могут быть представлены отложениями, состоящими исключительно из мелкого материала — чаще всего илистого, реже глинистого песка.

Так же как и в речных долинах равнинных стран, пойменные и особенно старичные отложения, развитые в горных районах, часто бывают гумусированными и содержат большое количество растительных остатков.

Поскольку в отложениях пойменной и старичной фаций аллювия полностью отсутствуют концентрации «россыпных» минералов, в ходе исследований, теснейшим образом связанных с поисками россыпей, этим фациям уделялось значительно меньше внимания, чем русловому аллювию. Гранулометрические характеристики пойменного аллювия приходится показывать на примере единственного образца (табл. 7). Приведенный в работе З. В. Орловой гранулометрический анализ пойменного аллювия (Орлова, 1963, стр. 16, проба 24), судя по глубине за-

Таблица 8

Гранулометрические анализы старичного аллювия

Место отбора пробы	Процентное содержание фракций		
	Крупный материал		
	галька, щебень (+10)	гравий, дресва (-10+2)	сумма
Р. Ичугеет, р. Средний Ичугеет, Руч. Становой — 5 проб (Орлова, 1963, стр. 14—16, пробы 8 и 21—24)	24,8 (5,5—35,0)	20,3 (13,2—35,5)	45,1 (41,0—53,0)
Руч. Озерный глуб. 6,4—6,6 м	31,8	23,7	55,5
Руч. Озерный глуб. 10,8—11,0 м	26,7	25,7	52,4
Руч. Куранах, глуб. 2,6—3,2 м	34,1	20,8	54,9
Руч. Куранах, глуб. 4,2—4,4 м	28,4	31,0	59,4
Руч. Куранах, глуб. 4,0—4,4 м	11,1	23,1	34,2
Руч. Куранах, глуб. 7,8—8,0 м	27,6	27,8	55,4
Средние данные	25,8	23,1	48,9

легания пробы, относится в действительности к старичному аллювию. Образец, результаты анализа которого приведены в табл. 7; отобран из обладающих характерными литологическими особенностями пойменных отложений, развитых на расширенном участке инстративной поймы р. Арга-Юряха. Строение этой поймы было охарактеризовано в главе, посвященной стадии врезания (см. рис. 17).

Гранулометрические характеристики старичного аллювия (табл. 8) показаны на примере 11 образцов. Такой количественный показатель, как глинистость мелкого материала, видимо, довольно точно отражает и общее содержание глинистых частиц, и колебания этого содержания, типичные для мелкого материала старичного аллювия горных районов Северо-Востока СССР. В то же время очень высокое для старичного аллювия содержание крупного материала, установленное анализом этих 11 проб, не особенно хорошо согласуется с материалами многочисленных визуальных определений.

Оценивая причины этой несогласованности, нужно иметь в виду ряд обстоятельств. С одной стороны, визуальные оценки, делавшиеся в сравнении с насыщенными крупным материалом русловыми отложениями, имеют тенденцию систематически занижать содержание крупного материала в старичном и пойменном аллювии. К тому же такие очень часто встречающиеся в документации разведочных работ определения, как «суглинок с редкой галькой» и т. п., позволяя только предполагать, что мелкий материал в таких отложениях преобладает, не оставляя твердой уверенности, что сам автор определения убежден в этом.

С другой стороны, 11 образцов, конечно, недостаточно, чтобы судить о наиболее типичных гранулометрических характеристиках старичного аллювия. Оценивая представительность этих проб, нельзя также не принимать во внимание, что все они взяты не из естественных обнажений, а из «проходок», разведочных шурфов. Характеризуемые ими отложения были отнесены к старичному аллювию не по всему комплексу признаков, а лишь по высокому содержанию мелкого материала, резко отличавшему их от смежных горизонтов аллювия. Не исключено, что часть этих проб в действительности относится к констративному русловому аллювию, как это, кстати, и предполагала З. В. Орлова относительно проб 21—23.

(размеры, мм)				Глинистость (процентное содержание глины в мелком материале)
Мелкий материал				
песок (-2+0,05)	ил (-0,05+0,01)	глина (-0,01)	с у м м а	
30,9 (24,4—34,6)	7,1 (3,8—10,4)	16,9 (8,0—24,8)	54,9 (46,9—59,0)	30,5 (17,1—44,2)
27,4	6,2	10,9	44,5	21,5
31,2	9,0	7,4	47,6	15,5
29,7	6,5	8,9	45,1	19,7
23,2	5,9	11,5	40,6	23,3
34,0	12,6	19,2	65,8	29,2
23,2	5,4	15,0	44,6	33,6
29,4	7,3	14,4	51,1	26,7

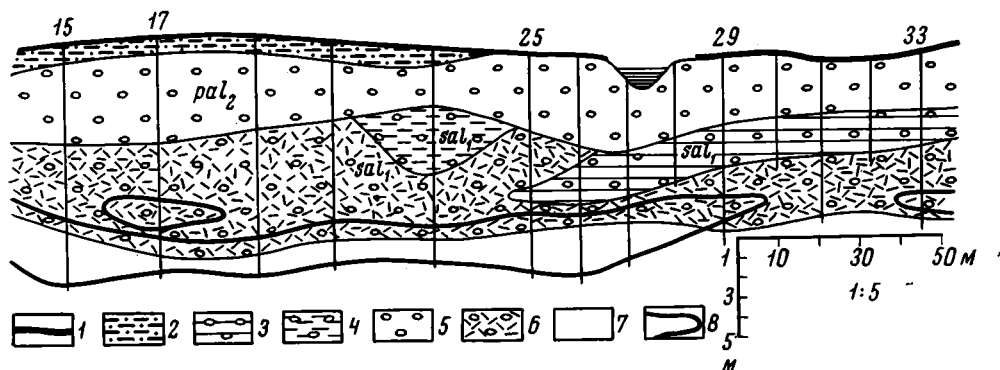


Рис. 31. Геологический разрез участка перстративной поймы р. Чай-Урья (Чай-Юрюё), правого притока р. Берелеха по шурфлинии 45. По материалам Н. А. Шилов, З. В. Орловой, Е. Д. Васюниной

1 — почва; 2 — илистый песок; 3 — суглинок с редкой галькой и гравием; 4 — ил с редкой галькой и гравием; 5 — галька с гравием и песком; 6 — галька со щебнем, гравием и суглинком; 7 — коренные породы; 8 — границы россыпных концентраций золота. Свита 1 — субстративный русловой (плотиковый) и старичный аллювий (sal₁); свита 2 — перстративный русловой и пойменный аллювий (pal₂)

Формы залегания старичного аллювия рек горных районов в общем одинаковы с формами залегания старичного аллювия равнинных рек. В перстративной фазе линзы старичного аллювия обычно замещают в разрезе русловой аллювий, иногда обладая такой же мощностью, а чаще несколько уступая ему по мощности либо за счет того, что их основания располагаются выше основания руслового аллювия, либо за счет того, что русловой аллювий перекрывает эти линзы. Характеристики форм залегания старичного аллювия инстративной и констративной фазы, иллюстрированные геологическими разрезами, были приведены в предыдущих главах. В субстративной фазе старичный аллювий встречается очень редко и в этих случаях образует такие же линзы, замещающие русловой (плотиковый) аллювий, как и в перстративной фазе. На рис. 31 изображен геологический разрез участка перстративной поймы р. Чай-Урья (бассейн Колымы), сложенной аллювием нормальной мощности, четко разделяющимся на плотиковый, перстративный русловой и пойменный аллювий. Особенностью этого участка является наличие линз старичного аллювия субстративной фазы, включенных в толщу плотикового аллювия.

О формах залегания инстративного и констративного пойменного аллювия говорилось в предыдущих главах. В перстративной фазе пойменный аллювий горных районов развит лучше всего, но и для нее выдержанные горизонты этой фации в большинстве случаев не характерны. В малых реках горных районов пойменный аллювий образует отдельные линзы, мощность которых обычно не превышает нескольких десятков сантиметров и лишь изредка лежит в пределах 1—2 м. Выдержанные горизонты пойменного аллювия, полностью перекрывающие поверхности пойм, встречаются лишь в долинах более или менее крупных рек, отличающихся значительными паводками. Перстративные поймы таких рек поднимаются над уровнем меженного русла до 10 м, а мощность слагающего их поверхность пойменного аллювия составляет нередко 5—8 м. И линзы, и выдержанные горизонты перстративного пойменного аллювия залегают на перстративном русловом аллювии, иногда на старичном, и перекрываются только маломощной почвой.

Тесная связь данной работы с проблемами формирования аллювиальных россыпей и отсутствие этих россыпей в пойменном и старич-

ном аллювии горных районов не позволяют останавливаться на особенностях строения и формирования этих фаций с большей подробностью. В то же время нужно подчеркнуть, что более детальное изучение всех проблем, связанных с пойменным и старичным аллювием горных стран, имеет очень важное значение для правильного понимания всего механизма геологической деятельности рек, для правильных стратиграфических интерпретаций, для правильной расшифровки истории геологического развития речных долин.

Мощность плотикового аллювия

Как уже говорилось, известное определение нормальной мощности аллювия, сформулированное Е. В. Шанцером, не учитывает существования плотикового аллювия в основании отложений, слагающих перстративные поймы. Разность высот поверхности пойм и дна плёсов соответствует мощности перстративного аллювия, а для того, чтобы определить нормальную мощность аллювия, слагающего перстративные поймы, формирующиеся при переходе от врезания к равновесию, к этой разности необходимо прибавить мощность плотикового аллювия. Так как закономерности изменений мощности плотикового аллювия пока еще совершенно не изучены, в настоящее время не существует надежных критериев для расчета нормальной мощности аллювия. Однако попытки вывести такую формулу с учетом существования плотикового аллювия уже делаются.

Первая такая попытка принадлежит В. В. Краскову (1964), предложившему формулу нормальной мощности аллювия:

$$H = a + b + \frac{(a_1 + b_1) B}{B_1},$$

где

a — высота поймы на равновесном участке; b — глубина плёсов на равновесном участке; B — ширина русла на равновесном участке; a_1 — высота поймы на участке, переходном от врезающегося к равновесному; b_1 — глубина плёсов на переходном участке; B_1 — ширина русла на переходном участке.

Из этой формулы, так же как и из текста статьи, видно, что В. В. Красков ставит знак равенства между плотиковым аллювием и аллювием, существовавшим на врезающемся участке непосредственно перед наступлением равновесия. В соответствии с этим он считает, что мощность плотикового аллювия увеличивается по мере того, как река становится многоводнее. Но эти представления ошибочны. Плотиковый аллювий вовсе не представляет собой генерацию аллювия, сформированную в конце стадии врезания и перекрытую новой генерацией (перстративным аллювием) в начале стадии равновесия. Он является той частью генерации, формирующейся при переходе от врезания к равновесию, которая сохраняется от переработки в течение стадии равновесия. Его верхняя граница определяется положением дна плёсов реки, и поэтому, как будет показано ниже, его мощность в общем уменьшается при продвижении вниз по течению, а не увеличивается, как это предполагал В. В. Красков. Очевидно, формула В. В. Краскова, дающая на определенных участках речных долин удовлетворительную сходимость расчетных результатов с фактическими данными, в общем непригодна для определения нормальной мощности аллювия.

Другая попытка определения мощности плотикового аллювия расчетным путем была сделана В. Н. Орлянкиным (1967), предложившим

формулу этой мощности:

$$M_{\text{пл}} = 0,0005 \cdot H \sqrt{B_{\text{д}}},$$

где

H — высота бортов долины, $B_{\text{д}}$ — ширина дна долины.

Эта эмпирическая формула в сочетании с такими же формулами мощности перстративного аллювия, по данным ее автора, для 113 точек наблюдений в реках горных районов Восточной Сибири и Северо-Востока СССР дает среднее отклонение расчетных нормальных мощностей аллювия от фактических 21%. В. Н. Орлянкин считает, что «чем выше борта долины и шире ее днище, тем большее количество материала переместилось вниз и тем в большей степени перегружено русло, тем выше поднялось оно над коренным ложем (плотиком) и, таким образом, тем больше мощность плотикового аллювия» (Орлянкин, 1967, стр. 90). Это положение, очевидно, и служит обоснованием формулы. Оно находится в таком явном противоречии со всеми сделанными ранее выводами о влиянии изменений баланса рыхлого материала на флювиальные рельефообразующие процессы, что даже не нуждается, на мой взгляд, в критическом разборе. Следует заметить, что формулы, предложенные В. Н. Орлянкиным для других параметров нормальной мощности аллювия — высоты поймы и «критической» глубины потока, — дают отклонение расчетных мощностей от фактических меньше 21% (15% и 17% соответственно). Очевидно, увеличение отклонения расчетных данных от фактических при применении общей формулы, в которую эти параметры и мощность плотикового аллювия входят как слагаемые, происходит за счет того, что отклонение расчетных мощностей плотикового аллювия от фактических превышает 21%. Приходится признать, что формула В. Н. Орлянкина также не является удовлетворительной.

Рассмотрим факторы, определяющие нормальную мощность аллювия, мощность плотикового аллювия и изменения этих мощностей при продвижении вдоль по долинам, с помощью схемы, изображенной на рис. 32. Как было показано ранее, аллювий нормальной мощности формируется из-за того, что баланс рыхлого материала в реке, завершившей врезание и начавшей образовывать меандры, из отрицательного превращается на какое-то время не в равновесный, а в положительный. Формирование аллювия нормальной мощности заканчивается, когда уклон реки увеличивается настолько, что вынос рыхлого материала сравнивается с поступлением и положительный баланс рыхлого материала становится равновесным. Казалось бы, что, поскольку формирование аллювия нормальной мощности увеличивает уклон реки, эта нормальная мощность должна увеличиваться при продвижении вверх по долинам. Материалы разведочных работ показывают, что в ряде случаев такое увеличение нормальной мощности аллювия по направлению к верховьям рек действительно наблюдается, но эти случаи вовсе не являются правилом. Пожалуй, наиболее общей закономерностью является постепенное увеличение нормальной мощности аллювия при продвижении вниз по течению — от малых рек к крупным. Такое изменение мощности вовсе не противоречит факту увеличения уклона реки при формировании аллювия нормальной мощности. Дело в том, что уклон реки, даже если его измерять без учета излучин — по прямой линии, соединяющей точку в верховьях с точкой в низовьях, всегда меньше уклона ее ложа, так как водность реки и ее глубина увеличиваются вниз по течению¹.

¹ Случаи, когда в гумидном климате водность рек уменьшается вниз по течению, настолько редки, что их можно и не рассматривать.

На рис. 32, А линия AA_1 изображает коренное ложе, а линия aa_1 соединяет точки на поверхности водного потока. Так как длина самой реки значительно больше, ее уклон, конечно, много меньше, чем уклон этой линии. Но во всех построениях, касающихся изменений уклона реки, можно оперировать уклоном этой линии, так как эти изменения соответствующим образом отражаются и на нем. Допустим, что формирование аллювия нормальной мощности закончилось, когда река заняла положение bb_1 . Основное условие — увеличение уклона — при этом было соблюдено, так как $ab < a_1b_1$. Так как высота поймы над руслом, как правило, увеличивается с увеличением водности реки, уклон линии BB_1 , изображающей поверхность поймы, несколько меньше уклона реки ($Bb > B_1b_1$). Подошва перстративного аллювия, возникающего за счет перемыва верхних горизонтов аллювия нормальной мощности, располагается на уровне дна плёсов. Так как водность реки существенным образом не изменяется

в ходе формирования аллювия нормальной мощности, логично считать, что не изменяется и отношение между ее глубиной в верховьях и в нижнем течении. Поэтому линию CC_1 , обозначающую уровень дна плёсов и, следовательно, границу между перстративным и плотиковым аллювием, следует проводить, соблюдая условие $Cb = Aa$ и $Cb_1 = A_1a_1$.

Таким образом, из схемы видно, что общая нормальная мощность аллювия увеличивается при продвижении вниз по течению ($AB > A_1B_1$), мощность перстративного аллювия также увеличивается вниз по течению, причем в большей степени ($\frac{BC}{B_1C_1} > \frac{AB}{A_1B_1}$), а мощность плотикового аллювия уменьшается ($AC < A_1C_1$).

Постепенное увеличение общей мощности вниз по течению — это не единственный вариант строения аллювия нормальной мощности. На рис. 32, Б, изображены те же исходные данные, что и на рис. 32, А, но принято, что формирование аллювия нормальной мощности заканчивается при несколько большем уклоне реки (на схеме увеличена длина отрезка a_1b_1). В результате этого изменения, ни в какой мере не нарушающего основное условие формирования аллювия нормальной мощности, схема показывает, что мощность аллювия может оставаться неизменной при продвижении вдоль по долине ($AB = A_1B_1$). Если для завершения формирования аллювия нормальной мощности требуется еще больший уклон (рис. 32, В), мощность аллювия будет уменьшаться при продвижении вниз по течению ($AB < A_1B_1$).

Рассматривая все три схемы вместе, можно видеть, что мощность перстративного аллювия, зависящая только от водности реки и от особенностей ее режима, во всех случаях увеличивается при продвижении вниз по течению, а мощность плотикового аллювия — вверх по течению.

Поэтому в верховьях речных систем большая часть общей нормальной мощности аллювия приходится на плотиковый аллювий, а в низовьях

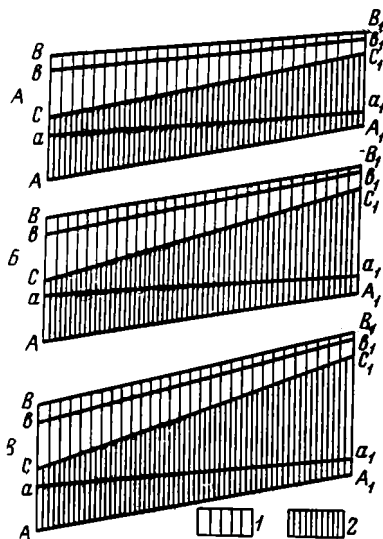


Рис. 32. Схема формирования аллювия нормальной мощности и его разделения на перстративный и плотиковый

1 — перстративный аллювий; 2 — плотиковый аллювий

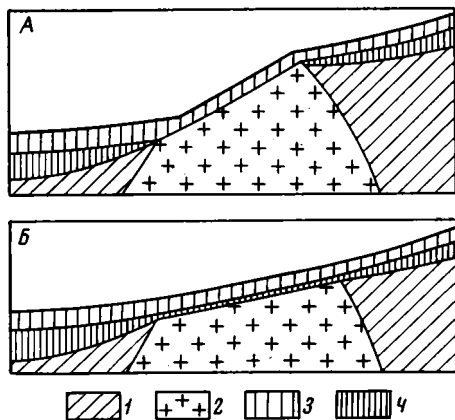


Рис. 33. Влияние выходов прочных пород на мощность плотикового аллювия

А — врезание задерживается на выходе прочных пород; Б — динамическое равновесие на всем протяжении поймы.

1 — податливые породы; 2 — породы повышенной прочности; 3 — перстративный и инструментальный аллювий; 4 — плотиковый аллювий

реке наступает динамическое равновесие. Этим, по-видимому, объясняется и тот факт, что формула В. Н. Орлянкина дает определенную, хотя и не очень высокую, сходимость расчетных и фактических данных. Уклон, при котором наступает динамическое равновесие, при прочих равных условиях тем больше, чем больше количество поступающего со склонов материала и, следовательно, чем выше и круче эти склоны. Таким образом, в основу эмпирической формулы мощности плотикового аллювия следовало бы положить зависимость между этой мощностью и уклоном реки. Мне кажется, что разработка такой формулы могла бы заметно повысить точность камеральных определений мощности аллювия.

К сожалению, существуют и такие колебания мощности плотикового аллювия, которые практически невозможно предусмотреть в формулах. Прежде всего нужно отметить влияние выходов более прочных пород. Общеизвестно, что врезание может «задерживаться» на таких выходах, в результате чего на участке, лежащем выше по течению, будут формироваться равновесные поймы «промежуточных» уровней (рис. 33, А, см. также рис. 30). Когда поверхность выхода прочных пород в результате продолжающегося на нем врезания окажется ниже подошвы перстративного аллювия, развитого ниже этого выхода, возникнет единая равновесная пойма. В ее пределах плотиковый аллювий будет выклиниваться до минимальной мощности над выходом прочных пород и снова постепенно увеличивать мощность по направлению к верховьям (см. рис. 33, Б). Разобранный пример относится к случаям, когда контраст между породами разной прочности очень велик. Однако и менее значительные различия в прочности пород влияют на скорость процесса врезания и ведут к образованию неровностей плотика. Эти неровности плотика в конце концов оказываются погребенными под аллювием нормальной мощности и если и не ведут к такому выклиниванию плотикового аллювия, как в приведенном примере, то, во всяком случае, служат причиной неправильных и неравномерных колебаний его мощности.

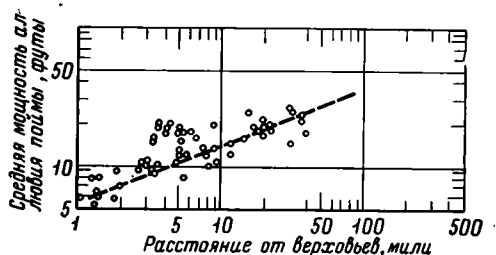
Второй причиной колебаний мощности плотикового аллювия, прак-

ях — на перстративный. Мощность плотикового аллювия увеличивается при продвижении вверх по течению тем больше, чем больше увеличивается уклон реки в ходе формирования аллювия нормальной мощности. Для того чтобы увеличение уклона ощути-мо сказывалось на деятельности реки, в данном случае для того, чтобы оно делало баланс рыхлого материала равновесным, очевидно, нужно, чтобы оно было соизмеримо с самим уклоном. Можно, следовательно, предполагать, что увеличение уклона, необходимое для завершения формирования аллювия нормальной мощности, тем больше, чем больше уклон реки. Таким образом, можно говорить о существовании определенной зависимости между мощностью плотикового аллювия и уклоном, при котором в данной

тически не поддающихся вычислению, является частая локализация процесса врезания на ограниченных участках речных систем. Это происходит и из-за связи отдельных врезаний с локальными тектоническими движениями, и из-за «выклинивания» врезания вверх по течению в пределах региональных поднятий (причины последнего были разобраны ранее). В результате этого равновесные поймы нередко состоят из участков, образованных процессами врезания, развивавшимися и завершавшимися в разное время и независимо друг от друга. Возле нижних границ таких участков мощность плотикового аллювия, очевидно, должна быть меньше, чем возле верхних. Благодаря этому мощность плотикового аллювия и соответственно общая нормальная мощность аллювия при продвижении вдоль таких пойм могут испытывать неправильные и неравномерные колебания заметной величины.

Таким образом, закономерности изменений общей нормальной мощности аллювия определяются многими факторами, и в том числе определенными особенностями геолого-геоморфологического строения долин. Попытки подменить анализ этих факторов выводением упрощенных эмпирических формул, бесспорно, обречены на неудачу. Примером таких попыток может служить выполненный М. Уолмэном и Л. Леопольдом анализ «зависимости» между мощностью аллювия и расстоянием от истоков реки, позволивший им утверждать, что мощность аллювия пропорциональна длине реки в степени 0,49 (Wolman, Leopold, 1957, стр. 104). Достаточно только посмотреть на фактический материал, положенный в основу этого заключения (рис. 34), чтобы оценить построения М. Уолмэна и Л. Леопольда по достоинству. Бездумное применение математики для изучения образований флювиального генезиса трудно проиллюстрировать более наглядно, чем этим графиком.

Рис. 34. Взаимоотношения между расстоянием от истоков и средней мощностью аллювия поймы по избранным пунктам в Северной и Южной Каролине. По М. Уолмэну и Л. Леопольду (Wolman, Leopold, 1957)



Подводя итог оценке возможностей расчета мощности плотикового аллювия и общей нормальной мощности аллювия перстративных пойм, сформировавшихся при переходе от врезания к равновесию, приходится констатировать, что эти возможности пока еще очень ограничены. Практически исследователям приходится ориентироваться на эмпирические данные и на собственную интуицию. На основе материалов разведочных работ Ю. А. Билибин считал, что нормальная мощность аллювия «обычных горных рек» в золотоносных районах СССР колеблется от 4 до 8 м (Билибин, 1938, стр. 143). Современные фактические данные позволяют несколько расширить этот диапазон, понизив нижний предел до 3 м и повысив верхний не менее чем до 12 м. Последняя цифра, в частности, характеризует мощность аллювия в среднем течении такой крупной горной реки, как Индигирка. Здесь, по данным М. Д. Эльянова (1958), только разность высот между поверхностью поймы и дном плёсов в среднем равна 11 м, общая же мощность аллювия составляет не менее 12 м. В реках с большей глубиной и более высокими паводками верхний предел нормальной мощности аллювия, очевидно, будет еще больше.

Пути совершенствования методики камеральных определений мощности аллювия более или менее ясны. Это, во-первых, разработка более совершенной эмпирической формулы мощности плотикового аллювия и, во-вторых, тщательный учет тех особенностей геолого-геоморфологического строения речных долин, которые оказывают прямое влияние на мощность плотикового аллювия.

Возраст аллювия, слагающего перстративные поймы

В настоящее время очень широко распространено мнение о том, что все современные поймы, сложенные аллювием нормальной мощности, по возрасту также относятся к современной эпохе — к голоцену и чаще даже к верхнему голоцену. Пожалуй, для большинства исследователей эти представления являются аксиомой, в результате чего почти не производится попыток определить возраст различных горизонтов аллювия нормальной мощности, слагающего современные поймы. Во всяком случае, количество палинологических и радиоуглеродных определений возраста этого аллювия несоизмеримо мало по сравнению с определениями возраста аллювия, залегающего на террасах. Существование террас бесспорно голоценового возраста как будто бы подтверждает правильность таких представлений. И все-таки далеко не всегда вопрос о возрасте аллювия, слагающего перстративные поймы, решается так просто.

Как это было отмечено Ю. А. Билибиным (1938) и детально разобрано Е. В. Шанцером (1951, 1966), возраст перстративного руслового аллювия изменяется не в вертикальном, а в горизонтальном направлении. В результате горизонтальных перемещений русла по дну долины разновозрастные генерации аллювия сменяют одна другую в том же направлении (рис. 35). Однако оценки средних скоростей горизонтального смещения речных русел позволяют считать, что возрастной диапазон этих сменяющих одна другую в горизонтальном направлении генераций аллювия относительно невелик и что вряд ли встречаются сегменты перстративного руслового аллювия древнее среднеголоценовых. Даже при самых детальных исследованиях далеко не всегда удается разделить перстративный русловой аллювий на образования разного возраста. Но перстративный аллювий — это только верхняя часть аллювия нормальной мощности, слагающего перстративные поймы. Основанием этих пойма является плотиковый аллювий, возраст которого всегда древнее, чем возраст самых древних генераций перстративного аллювия. Поскольку плотиковый аллювий также формируется в ходе горизонтальных смещений русла, он, очевидно, состоит из таких же разновозрастных генераций, как и перстративный русловой аллювий, возрастной диапазон которых так же невелик. На тех участках речных долин, где мощность плотикового аллювия значительно больше мощности перстративного аллювия, в его толще можно установить также залегание более молодых отложений на древних. Однако, если возрастной диапазон плотикового аллювия местами и больше, чем у перстративного, то незначительно, так как вся его толща формируется в течение какой-то части этапа речной абразии.

В то же время на тех участках речных долин, где со времени наступления динамического равновесия русло реки успело уже по несколько раз побывать в каждой точке поперечного сечения поймы, между плотиковым и перстративным аллювием возникает стратиграфический перерыв, величина которого зависит от того, насколько давно началась последняя стадия динамического равновесия. Как было показано ранее, состояние динамического равновесия не может продолжаться бесконечно долго даже в условиях тектонической стабильности и не-

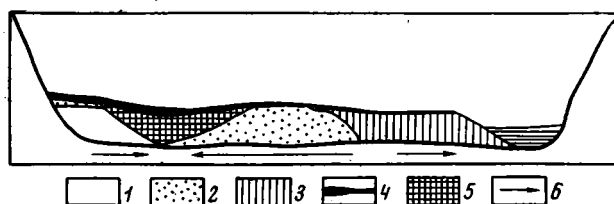


Рис. 35. Возрастные соотношения различных сегментов перстративного аллювия. По Е. В. Шанцеру (1966)

1 — русловой и пойменный аллювий 1-й генерации; 2 — русловой и пойменный аллювий 2-й генерации; 3 — русловой аллювий 3-й генерации; 4 — пойменный аллювий 3-й генерации; 5 — старичный аллювий 3-й генерации; 6 — направления смещения реки во время формирования соответствующих сегментов руслового аллювия

изменного климата. В настоящее время трудно даже приблизительно оценить продолжительность периодов, необходимых для того, чтобы постепенное выполаживание склонов междуречий вызвало наступление очередного врезания. Тем не менее можно довольно уверенно предполагать, что среди равновесных речных долин горных районов существуют и такие, в которых равновесие наступило в доголоценовое время.

Уже первые исследования спорово-пыльцевых спектров аллювия, слагающего современные перстративные поймы западной Чукотки, выполненные З. В. Орловой (1964), подтвердили правильность этих предположений. Согласно ее интерпретации, самые древние аллювиальные отложения, слагающие основания этих пойм, были сформированы в конце каргинского межледникового, т. е. 25—30 тыс. лет назад (Кинд, 1969). Интерпретация возраста, основанная на одних палинологических данных, конечно, не может считаться бесспорной. Не исключено, что теплолюбивые спектры, отнесенные З. В. Орловой к каргинскому межледниковью, в действительности относятся к одному из последних межстадиалов, соответствующему бёллингу или аллерёду европейских схем. Однако и такая интерпретация означает, что некоторые участки современных перстративных пойм западной Чукотки возникли в доголоценовое время.

Аналогичные исследования, проведенные А. В. Ложкиным в бассейне Индигирки, в условиях еще более гористого рельефа, показали, что и там плотиковый аллювий, слагающий основания современных перстративных пойм, формировался сравнительно давно — по крайней мере в самом начале голоцена (Ложкин, 1963, 1968), а возможно, и в конце последнего оледенения. Таким образом, даже в горных районах, тектонически значительно более активных, чем равнинные, существуют такие речные долины, в которых состояние динамического равновесия сохраняется по крайней мере с доголоценового времени. Немногочисленность подобных исследований позволяет предполагать, что в природе существуют участки перстративных пойм, возникшие и раньше.

Как отмечалось в первой главе, флювиальные геологические процессы имеют тенденцию смещаться вверх по течению рек. Это означает, что в пределах современных перстративных пойм участки, лежащие выше по течению, возникают, как правило, позже и что при продвижении вверх по течению плотиковый аллювий, слагающий основание перстративных пойм, становится все более молодым. Такое постепенное омоложение плотикового аллювия при продвижении вверх по течению можно проследить на примере одной из речных долин западной Чукотки, изучавшихся З. В. Орловой, — долины Среднего Ичувеема. На рис. 36 изображена схема возрастных взаимоотношений аллювия Сред-

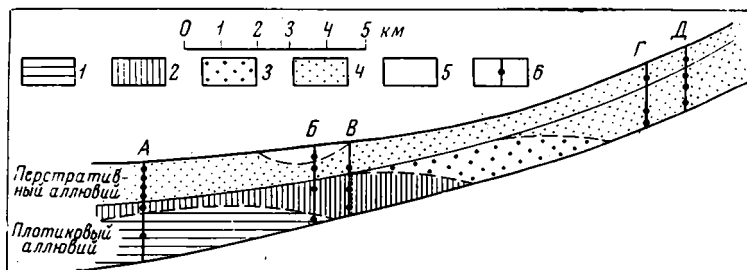


Рис. 36. Схема возрастных соотношений между аллювиальными отложениями, составляющими перстративную пойму р. Среднего Ичувеема (западная Чукотка). Интерпретация палинологических данных по З. В. Орловой (1964)

1 — каргинские отложения; 2 — сартанские отложения; 3 — кукулянские (нижнеголоценовые) отложения; 4 — ичуевские (среднеголоценовые) отложения; 5 — раучанские (верхнеголоценовые) отложения; 6 — точки отбора спорово-пыльцевых проб

него Ичувеема, составленная по палинологическим данным З. В. Орловой (Карташов, Орлова, 1963). Судя по этим данным, состояние динамического равновесия на участке Среднего Ичувеема, лежащем между разрезами Б и В, наступило в конце каргинского времени. В районе разрезов Г (8,4 км выше по течению) и Д (9,5 км выше по течению) динамическое равновесие наступило во время среднеголоценового климатического оптимума (ичуевское время), продолжавшегося, по последним данным, с 8500 до 4500 лет назад (Кинд, 1969). Таким образом, скорость распространения состояния динамического равновесия вверх по течению Среднего Ичувеема, определявшаяся скоростью распространения врезания, лежала в интервале 37—51 см/год.

Если интерпретация З. В. Орловой неверна и отложения, отнесенные ею к каргинскому времени, в действительности относятся к поздне-сартанскому межстадиальному потеплению, происходившему 11—13 тыс. лет назад (Кинд, 1969), то скорость распространения флювиальных процессов вверх по течению Среднего Ичувеема была соответственно больше и лежала в интервале 1,1—3,4 м/год. Разумеется, скорости распространения флювиальных геологических процессов могут варьировать в достаточно широких пределах в зависимости от водности рек, характера подстилающих горных пород и от величины нарушений баланса рыхлого материала. И все-таки значения скорости распространения этих процессов по Среднему Ичувеему, подсчитанные по второму варианту, кажутся слишком большими для этой сравнительно немногочисленной реки. Скорее всего возрастная интерпретация З. В. Орловой все же является правильной.

Таким образом, в пределах перстративных пойм и террасовых уровней, состоящих из перстративных террас, аллювий представлен разновозрастными горизонтами. В перстративном аллювии пойм, составляющем верхние слои аллювия нормальной мощности, возраст отложений изменяется только в горизонтальном направлении, причем пределы этих изменений сравнительно невелики. В плотиковом аллювии, составляющем основание аллювия нормальной мощности, кроме таких же изменений возраста отложений, как и в перстративном аллювии, отмечается постепенное «омоложение» при продвижении вверх по течению. Диапазон этих изменений возраста аллювия может значительно превышать пределы изменений возраста, фиксирующиеся в перстративном аллювии, и, судя по упоминавшимся исследованиям З. В. Орловой, в ряде случаев превышать 25 тыс. лет. Между плотиковым аллювием и залегающим на нем перстративным русловым аллювием существует стратиграфический перерыв, достигающий максимума в нижней части каждого из участков, выработанных одним и тем же врезанием, распространяю-

щимся вверх по течению, и постепенно сходящий на нет в верхней части.

В пределах террасовых уровней эта закономерность — постепенное «омоложение» отложений при продвижении вверх по течению — наблюдается не только в плотиковом, но и в перстративном аллювии. Врезание, превращающее пойму в террасу, распространяется вверх по течению, и в то время, когда в нижней части какого-либо участка поймы уже превратилась в террасу, в его верхней части она еще продолжает оставаться поймой и ее перстративный аллювий продолжает перерабатываться водным потоком и соответственно изменять свой возраст. В результате этого стратиграфический перерыв между плотиковым и перстративным аллювием в пределах террасовых уровней сохраняет приблизительно одну и ту же величину и в верхнем и в нижнем течении.

Разумеется, величина стратиграфического перерыва между плотиковым и перстративным аллювием различна в разных террасовых уровнях, а протяженность участков, сложенных аллювием, относящимся к одному стратиграфическому подразделению, различна в разных речных долинах. Эта довольно сложная картина возрастных взаимоотношений аллювиальных толщ, слагающих перстративные поймы и террасы, еще больше осложняется локальными тектоническими движениями, а в тех областях, где речные врезания связаны с общими поднятиями и соответствующим увеличением гористости рельефа, — «выклиниванием» врезаний при продвижении вверх по течению.

Охарактеризованные здесь закономерности изменения возраста аллювиальных отложений, слагающих перстративные поймы и террасовые уровни, необходимо учитывать как при параллелизации террас и объединении их в террасовые уровни по возрасту террасового аллювия, так и при стратиграфическом расчленении аллювия, основанном на выделении определенных террасовых уровней.

ФОРМИРОВАНИЕ РОССЫПЕЙ

Переход от процесса врезания к состоянию динамического равновесия сопровождается не только превращением инстративных пойм в перстративные и формированием аллювия нормальной мощности, но и превращением русловых россыпей в долинные плотиковые россыпи. После завершения этапа речной абразии реки не соприкасаются с плотиковыми россыпями, локализующимися в пределах их пойм, и эти россыпи сохраняются неизменными в течение всех последующих этапов стадии динамического равновесия.

В то же время коренные месторождения, располагающиеся на склонах водораздельных междуречий, так же как и часть террасовых россыпей, продолжают разрушаться независимо от того, в какой стадии развития находятся реки. Полезные ископаемые этих месторождений поступают сначала в склоновые отложения, а затем вместе с этими отложениями в бортовые части речных пойм. Перемещаясь по днищам долин, водные потоки перебивают коллювий и включают слагающий его материал, в том числе и тяжелые минералы, в состав перстративного аллювия.

В ходе перебива коллювиального материала, сопровождающегося его дифференциацией между русловым, пойменным и старичным аллювием, все тяжелые минералы попадают в русловый аллювий. Те зерна этих минералов, которые переносятся водным потоком, смещаются вниз по течению и идут на формирование аллохтонных россыпей. Те зерна «россыпных» минералов, которые почти не перемещаются водным потоком, постепенно мигрируют в основание перстративного руслового ал-

лювия и образуют автохтонные надплотиковые россыпи. Аллохтонные россыпи, возникающие в течение стадии динамического равновесия, представлены одним видом — косовыми россыпями; автохтонные надплотиковые — также одним видом — долинными россыпями.

Долинные, террасовые и водораздельные плотиковые россыпи

Формирование аллювия нормальной мощности поднимает русло реки над ее коренным ложем и над россыпью, залегающей на плотике. Русло реки перестает соприкасаться с отложениями, вмещающими россыпь, и в этом, собственно, и состоит превращение русловой россыпи в долинную. Выработка рекой плоского коренного дна долины, как правило, сопровождается некоторым увеличением ширины русловой россыпи — это было отмечено в главе, посвященной стадии врезания, при описании русловых россыпей, располагающихся в расширенных участках инстративных пойм. При этом я уже говорил, что каждый такой процесс расширения можно рассматривать как начало превращения русловой россыпи в долинную. Механизм этого процесса будет разобран несколько позже. Здесь же следует подчеркнуть, что расширение русловых россыпей при их превращении в долинные идет в значительно более узких границах, чем расширение дна долины. Ширина подавляющего большинства долинных плотиковых россыпей значительно меньше ширины пойм, в основании которых они залегают. Разумеется, речь идет о россыпях, представляющих собой сравнительно высокие концентрации полезных ископаемых в аллювии. Рассеянные полезные компоненты, окаймляющие концентрированные россыпи, — так называемые россыпные шлейфы — в некоторых случаях протягиваются на всю ширину поймы.

Таким образом, долинные плотиковые россыпи по своим морфологическим особенностям отличаются от русловых россыпей расширенных участков инстративных пойм только большей мощностью «торфов» — отложений, перекрывающих продуктивный пласт. Обычно они представляют собой вытянутые вдоль долин ленты, ширина которых в несколько раз превосходит ширину русла, а плановые очертания в общем повторяют очертания речной сети. Но ширина россыпей подвержена резким колебаниям, а очертания могут значительно усложняться главным образом за счет «разрывов», о которых говорилось еще во второй главе. Мощность продуктивного пласта также колеблется в значительных пределах, пласт может полностью локализоваться в трещинах плотика, а может совпадать со всей толщей плотикового аллювия. Пласт может быть очень выдержанным по содержанию полезного ископаемого и может распадаться на отдельные «струны», располагающиеся либо в стороне одна от другой (см. рис. 31, шурфы 15—29 и 33), либо одна над другой (там же, шурф 17). Механизм возникновения некоторых наиболее характерных морфологических особенностей долинных плотиковых россыпей я попытаюсь разобрать несколько позже.

Террасовые и водораздельные россыпи, как уже говорилось, встречаются в обоих подтипах аллювиальных россыпей и в обеих группах автохтонного подтипа. Представляя собой реликты долинных россыпей, они не отличаются от них ни по своему внутреннему строению, ни по характеру взаимоотношений с вмещающими аллювиальными отложениями и плотиком, ни по содержанию полезных ископаемых. Среди террасовых и водораздельных россыпей плотиковые, несомненно, встречаются чаще всего, хотя бы уже потому, что они имеют гораздо больше шансов сохраниться от разрушения по сравнению с надплотиковыми или аллохтонными россыпями. Поэтому дать краткую характеристику тех изменений, которые происходят с долинными россы-

пиями при их превращении в террасовые и водораздельные, целесообразно именно здесь, на примере плотиковых россыпей.

Само собой разумеется, что террасовые и водораздельные россыпи представляют собой лишь сравнительно небольшие участки некогда существовавших долинных россыпей, сохранившиеся от разрушения. В одних случаях вмещающий их аллювий перекрыт рыхлыми отложениями другого генезиса (чаще всего склоновыми), в других верхние горизонты этого аллювия, не содержащие концентраций полезных ископаемых (так называемые «торфа»), уничтожены процессами денудации. Иногда уничтожены верхние горизонты аллювиальных отложений, вмещающих россыпь, — «песков». Этим и исчерпываются отличия террасовых и водораздельных россыпей от долинных. Если склоновые или какие-либо другие процессы перерабатывают сам продуктивный пласт террасовой или водораздельной россыпи, то даже если и не происходит полного уничтожения концентрации полезного компонента, аллювиальную россыпь можно считать уничтоженной — превращенной в гетерогенную чаще всего в аллювиально-коллювиальную россыпь.

Механизм формирования некоторых морфологических особенностей плотиковых россыпей

Уже во второй главе были описаны некоторые характерные особенности плановых очертаний плотиковых россыпей, обусловленные чрезвычайно малой подвижностью тяжелых минералов в водных потоках и тем, что склоновые процессы ведут к значительным горизонтальным перемещениям этих минералов. «Разрывы» и «смещения» россыпей, локализующихся на слияниях речных долин (см. рис. 9—11), — это, пожалуй, наиболее наглядные проявления взаимодействия флювиальных и денудационных процессов при переотложении россыпей на более низкие уровни. Это взаимодействие может быть весьма сложным и к тому же меняться с течением времени, оказывая влияние на форму россыпных концентраций не только на слияниях речных долин, но и на участках, лишенных притоков.

В ходе переотложения россыпей на более низкие уровни может существенным образом изменяться их ширина. Если разрушение террасовой россыпи и ее перемещение в пойму реки происходят в то время, когда глубинное врезание реки резко преобладает над ее боковыми смещениями, когда река формирует узкую инстративную пойму, возникает более узкая россыпь. При этом неважно, какой процесс играл основную роль в разрушении террасовой россыпи, — флювиальная абразия или склоновая денудация. Если перемещение россыпи на более низкий уровень совпадает во времени с расширением инстративной поймы, которое может быть и началом этапа речной абразии, и просто результатом временного замедления глубинного врезания, возможны самые различные изменения ширины россыпи.

Если терраса и террасовая россыпь уничтожаются абразией смещающейся в их сторону реки (рис. 37, А и Б), возникает россыпь примерно той же ширины, что и террасовая. Если река смещается, «уходя» от террасы, террасовая россыпь начинает перерабатываться склоновыми процессами и превращается в террасоувальную россыпь, постепенно «сползающую» в пойму (см. рис. 37, В). Ширина террасоувальной россыпи зависит от крутизны склона, но во всех случаях она больше ширины террасовой россыпи. Если после возникновения террасоувальной россыпи река начнет смещаться в ее сторону и абрадирует эту россыпь вместе с «остатками» террасовой россыпи, возникнет россыпь значительно большей ширины, чем ранее существовавшая (см. рис. 37, Г). Река может и не абрадировать террасоувальную рос-

сыпь, а только подходить время от времени к подножию склона, на котором она существует, перемывать коллювиальный шлейф и перемещать тяжелые минералы в аллювий (см. рис. 37, Д). Если это будет продолжаться до тех пор, пока террасовальная россыпь полностью не переместится в пойму реки, то возникающая аллювиальная россыпь будет уже, чем существовавшая раньше. Последующая абразия этого склона не изменит строения россыпи (см. рис. 37, Е).

На приведенных схемах изображено переотложение россыпи, одновременное с началом формирования аллювия нормальной мощности. Нетрудно понять, что оно может происходить и в конце этого процесса, и даже после его завершения. В таком случае переотложенная россыпь (или часть ее) может попасть в перстративный аллювий и образовать надплотиковую концентрацию. Но при очередном врезании эта надплотиковая концентрация может «спроектироваться» на плотик (по схеме рис. 37, А и Б), и те изменения ширины, которые происходили при формировании надплотиковой россыпи, в конце концов скажутся и на плотиковой.

Сужение россыпи при ее переотложении, естественно, сопровождается увеличением содержания полезного компонента, а расширение — уменьшением этого содержания. Попеременная абразия рекой то одного, то другого борта долины приводит, следовательно, не только к различным изменениям ширины россыпи, но и к возникновению в ней участков с бедным, иногда непромышленным содержанием полезного компонента и обогащенных «струй».

Следует иметь в виду, что благодаря неравномерности процесса врезания русловые россыпи, возникающие в течение одной стадии врезания, могут неоднократно сужаться, расширяться и превращаться в россыпи инстративных террас. Решающее влияние на морфологические особенности долинных россыпей оказывает та геоморфологическая ситуация, которая существует непосредственно перед началом этапа речной абразии.

Эта же ситуация в значительной мере определяет и такие морфологические особенности долинных плотиковых россыпей, как мощность вмещающих россыпь отложений («песков») и взаимоотношения россыпных концентраций с плотиком. По мнению А. В. Хрипкова (1958), на участках долинных плотиковых россыпей, сложенных преимущественно крупными «пассивными» фракциями полезных компонентов,

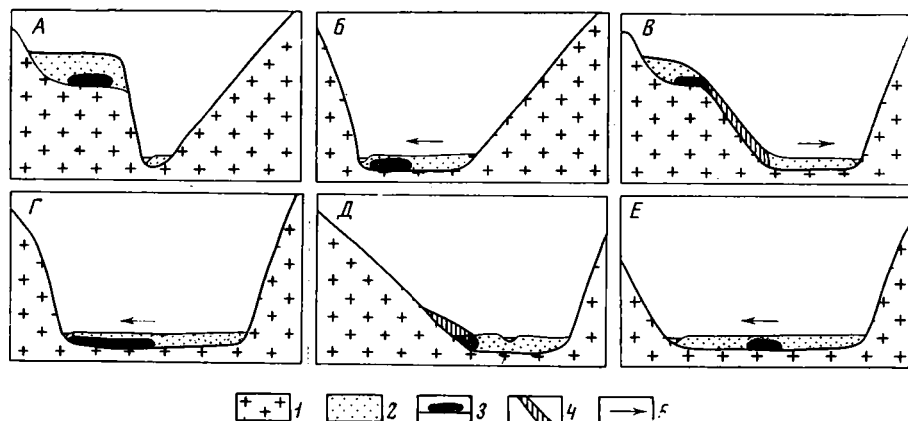


Рис. 37. Изменения ширины россыпи при переотложении на более низкий уровень

1 — коренные породы; 2 — аллювий; 3 — плотиковая россыпь; 4 — террасовальная россыпь; 5 — направления смещения реки

«пески» имеют минимальную мощность, а тяжелые минералы проникают в трещины плотика на максимальную глубину. На тех участках, где преобладают «активные» фракции, мощность «песков» становится максимальной, причем вся россыпь концентрируется только в аллювиальных отложениях, совершенно не проникая в трещины коренных пород. Участки преобладания «пассивных» фракций, названные А. В. Хрипковым «участками обогащения», всегда лежат выше примыкающих к ним «участков разубоживания» (Хрипков, 1958), сложенных преимущественно «активными» фракциями. Однако они могут встречаться в любой части россыпи в зависимости от особенностей локализации питавших ее коренных источников.

Нужно сказать, что такая четкая зависимость между крупностью частиц полезных ископаемых и мощностью «песков» наблюдается далеко не всегда. Пожалуй, исключений из этого «правила» больше, чем случаев, подтверждающих его. Не выдерживает критики и объяснение, данное А. В. Хрипковым этой «закономерности». По его мнению, «фаза глубинной эрозии обуславливает процесс обогащения, фаза накопления наносов — процесс разубоживания» (Хрипков, 1958, стр. 8). Но «фаза глубинной эрозии» — стадия врезания — обязательно предшествует формированию каждой долинной плотиковой россыпи, а во время «фазы накопления наносов» формирования плотиковых россыпей вообще не происходит.

В действительности и глубина проникновения тяжелых минералов в трещины плотика, и мощность отложений, вмещающих россыпь, зависят главным образом от того, в какое время поступала в русло реки основная масса этих минералов. Если к началу этапа речной абразии большая часть полезных компонентов того или иного участка россыпи уже поступила в русло, еще не переставшее соприкасаться с коренными породами, то эти «россыпные» минералы довольно глубоко проникают в трещины плотика, а мощность «песков» не превышает мощности инстративного руслового аллювия. Если же поступление «россыпных» минералов в русло начинается уже в течение этапа речной абразии, после того, как формирование аллювия нормальной мощности уже началось, то никакого «проседания» этих минералов в трещины коренных пород происходить не будет, мощность же «песков» будет равна мощности того слоя аллювия, который успеет сформироваться за время переотложения россыпи. При этом совершенно не обязательно, чтобы переотложение происходило непосредственно с того уровня, на котором начался процесс врезания. Инстративные террасы, неоднократно возникающие в ходе этого врезания, обычно являются промежуточными коллекторами россыпей.

Так как в течение этапа речной абразии одновременно с горизонтальными смещениями русла происходит и формирование аллювия нормальной мощности, к некоторым инстративным террасам русло реки может подойти на несколько более высоком уровне, чем низшая отметка коренного ложа долины. Цоколи таких террас сохраняются от абра-

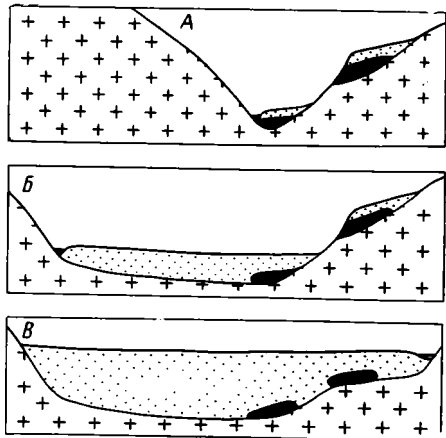


Рис. 38. Последовательные стадии формирования отдельной «струи» плотиковой долинной россыпи на частично сохранившемся цоколе инстративной террасы

Условные обозначения см. на рис. 37

зии по крайней мере частично, хотя сама терраса абрадируется. Если на этой террасе сохранялась россыпь, то она войдет в состав долинной плотиковой россыпи в виде отдельной «струи», располагающейся несколько выше остальной части россыпи (рис. 38). Примером таких образований может служить «струя» долинной плотиковой россыпи ручья Среднего Томптокана (бассейн правого притока Алдана, р. Учур), располагающаяся примерно на 1 м выше основной россыпи; общая мощность аллювия Среднего Томптокана около 5 м. Эта «струя» рассматривалась мною ранее (Карташов, 1952) как россыпь террасы, не выраженной в рельефе.

Надплотиковые россыпи перстративных толщ

Общая характеристика надплотиковых автохтонных россыпей была приведена в предыдущей главе. Надплотиковые россыпи перстративных толщ, формирующиеся в течение стадии динамического равновесия, отличаются от россыпей этой группы, локализующихся в констративном аллювии, в общем несколько большим богатством. В большинстве случаев они локализуются в основании перстративного руслового аллювия, на его границе с плотиковым аллювием. Однако они могут располагаться и выше этого уровня, внутри толщи перстративного руслового аллювия. Эти случаи обусловлены тем, что нижняя граница перстративного аллювия фиксирует самое низкое положение дна речного русла в течение всей стадии динамического равновесия. Естественно, что дно реки занимает это положение лишь в течение каких-то сравнительно коротких промежутков времени. Если со времени формирования той или иной линзы надплотиковой россыпи дно речного русла в данном участке долины еще не успело занять в очередной раз это положение, то линза располагается выше основания перстративного аллювия.

Как уже говорилось, Ю. А. Билибин, не разделявший автохтонные («пластовые») россыпи на плотиковые и надплотиковые, включал в группу русловых россыпей «русловые металлоносные струи, возникающие уже после образования главной россыпи (часто даже в фазу покая)» (1938, стр. 183). Если принимать эту часть классификации Ю. А. Билибина, то надплотиковые россыпи, локализующиеся в пределах современных пойм, следует разделять на русловые и долинные — аналогично разделению плотиковых россыпей. В предыдущей главе было показано, что для надплотиковых россыпей такое разделение не имеет генетического смысла. На примере надплотиковых россыпей, локализующихся не в констративном, а в перстративном русловом аллювии, ненужность такого разделения видна особенно наглядно. Так как русло в течение стадии динамического равновесия перемещается по дну долины, сохраняя один и тот же высотный уровень, надплотиковые россыпи могут то оказываться в стороне от русла, то превращаться в «русловые струи». Эти превращения могут происходить неоднократно в течение одной стадии равновесия, не влияя существенным образом на строение надплотиковых россыпей. Конечно, их нельзя считать таким же классификационным критерием, как необратимые изменения, происходящие при превращении плотиковых русловых россыпей в долинные.

Не имеет, как мне кажется, смысла и разделение надплотиковых россыпей на виды, соответствующие различным динамическим фазам. Различие между надплотиковыми концентрациями полезных ископаемых, возникающими в перстративных и в констративных толщах, не настолько велико, чтобы оправдывать это разделение. Поэтому достаточно выделять в генетической классификации аллювиальных россыпей долинные, террасовые и водораздельные надплотиковые россыпи независимо

от их генетической связи с перстративным или констративным аллювием.

За редкими исключениями, упоминавшимися в разделе, посвященном механизму формирования некоторых морфологических особенностей плотиковых россыпей, и более подробно охарактеризованными в предыдущей главе, надплотиковые россыпи обладают сравнительно небольшими запасами полезных ископаемых и не могут служить самостоятельными объектами эксплуатации. Однако они всегда располагаются на тех же участках речных долин, что и плотиковые россыпи, и могут отрабатываться совместно с ними (особенно при отработке дражным и гидравлическим способами). Этим и определяется промышленное значение надплотиковых россыпей.

Косовые россыпи

Аллохтонные россыпи, формирующиеся в течение стадии динамического равновесия, представлены единственным, но, пожалуй, наиболее известным среди россыпей этого подтипа видом — косовыми россыпями. Механизм формирования аллохтонных россыпей, охарактеризованный ранее, рассматривался главным образом на примере косовых россыпей. Специфической особенностью этого вида аллохтонных россыпей, отличающей их от россыпей, формирующихся в течение стадии накопления аллювия, является более или менее длительное, во всяком случае многолетнее накопление «россыпных» минералов на одних и тех же участках кос и отмелей. Общеизвестно, что отработанные косовые россыпи золота в ряде случаев возобновлялись в течение нескольких лет. Если в дельтовых и долинных аллохтонных россыпях накопление «россыпных» минералов идет одновременно с аккумуляцией вмещающих отложений и ведет к увеличению мощности продуктивного пласта, то в косовых россыпях оно выражается в увеличении содержания полезного компонента. Среди косовых россыпей золота, отрабатывавшихся еще в прошлом веке, встречались исключительно богатые по содержанию металла (например, знаменитая Миллионная коса на Зее).

Морфологически косовые россыпи представляют собой серии весьма маломощных (сантиметры и даже миллиметры) линз, разделенных столь же маломощными «пустыми» отложениями (Флеров, 1937; Билибин, 1938). Общая мощность таких серий редко превышает 1 м, чаще составляя несколько десятков сантиметров. В плане косовые россыпи обычно имеют неправильные очертания, подчиняясь очертаниям тех кос и отмелей, на которых они возникают. Иногда косовые россыпи вытянуты вдоль рек, но не менее часто они располагаются в самых верхних по течению частях кос и отмелей и благодаря этому оказываются вытянутыми поперек речных долин. Встречаются и изометричные косовые россыпи. В любом случае их максимальная протяженность обычно находится в пределах десятков или немногих сотен метров.

В верхних горизонтах перстративного руслового аллювия, находящегося под непосредственным воздействием водного потока, в ряде случаев могут возникать аллохтонные концентрации «россыпных» минералов, существующие очень непродолжительное время и подвергающиеся размыву и уничтожению в первое же крупное половодье. Такие «сезонные» косовые россыпи вряд ли могут иметь какое-нибудь практическое значение. «Долгоживущие» косовые россыпи возникают на таких участках русла, где условия накопления «россыпных» минералов существуют от половодья к половодью. Обычно эти участки отличаются более или менее резким уменьшением продольного уклона, однако не настолько значительным, чтобы вызывать общее накопление аллювия. Из материала, периодически останавливающегося на таких участках, периодически

размывается и выносится только легкий материал, а тяжелые минералы образуют концентрации. Разумеется, в геологическом масштабе времени и такие длительно существующие косовые россыпи являются эфемерными образованиями, так как положение русла в пределах дна долины и тем более положение участков, благоприятных для формирования косовых россыпей, в пределах русла существенно изменяются даже в течение отдельных этапов стадии динамического равновесия.

Изменения характера русла и его положения на дне долины могут вести к размыву и уничтожению косовых россыпей, причем такие случаи, по всей вероятности, наиболее типичны. В конце концов перестративная пойма равновесного участка долины — это лишь резервуар рыхлого материала, перемещаемого рекой вниз по течению, и любой рыхлый материал может находиться в этом резервуаре, не смещаясь вниз по течению, только в течение какого-то определенного промежутка времени. Исключением являются лишь полезные компоненты автохтонных надплотиковых россыпей, которые играют роль перлювия, включенного в аллювиальные отложения. В то же время совершенно очевидно, что русло может сместиться в сторону от косовой россыпи, оставив ее неразмытой. Как справедливо отмечал Е. В. Шанцер (1965а), существование косовых россыпей, перекрытых аллювием пойменной фации, в принципе вполне возможно, и такие погребенные косовые россыпи неизвестны только потому, что вообще все косовые россыпи пользуются значительно меньшим вниманием, чем заслуживают.

Очевидно, в принципе возможно существование погребенных косовых россыпей под толщами констративного аллювия и под отложениями других генетических типов. Однако, не говоря уже о крайней трудности обнаружения таких россыпей, их промышленная ценность представляется весьма сомнительной. Если же констративный русловой аллювий, перекрывающий косовые россыпи, сам содержит аллохтонную долинную россыпь, то разделить эти два вида россыпей вряд ли возможно.

Косовые россыпи золота довольно долго эксплуатировались в «старых» золотоносных районах нашей страны, но по ряду обстоятельств интерес к ним постепенно был почти полностью утрачен. В настоящее время косовые россыпи золота, к сожалению, не привлекают к себе внимания горнодобывающих предприятий. Геологоразведочные и научно-исследовательские организации также не занимаются специальным изучением косовых россыпей. После обстоятельной, но уже устаревшей монографии В. К. Флерова (1937) и краткого раздела в известной книге Ю. А. Билибина (1938) работы, посвященные различным вопросам геологии россыпей, практически не касались особенностей косовых россыпей, если не считать того, что их более или менее регулярно упоминали в различных классификациях. В некоторых случаях типично косовые россыпи алмазов даже не выделяются в самостоятельный вид, а рассматриваются как составные части русловой россыпи (Блинов, 1960).

Подобное отношение к косовым россыпям, конечно, совершенно неоправданно. Многие из них, несомненно, могут быть вполне рентабельными объектами эксплуатации. Общая оценка косовых россыпей, сделанная Ю. А. Билибиным 30 лет назад, справедлива до настоящего времени: «Косовые россыпи должны присутствовать в выносах каждого металлоносного района, и вопрос может быть не в том, имеются они или нет в данном районе, а лишь в том, насколько далеко вниз по течению они переместились и как велика в них концентрация металла. Во многих случаях последняя вполне достаточна для того, чтобы эти россыпи могли служить самостоятельными промышленными объектами» (Билибин, 1938, стр. 227).

В течение стадии динамического равновесия формируются перстративные поймы со свойственным им микрорельефом: меандрирующими руслами, старицами, пойменными ступенями, русловыми отмелями и косами и т. п. Блуждая по днищам долин, реки в течение всей стадии равновесия перерабатывают поймы и изменяют их микрорельеф. Однако уровень земной поверхности в пределах перстративных пойм остается в общем неизменным, колеблясь лишь в ограниченных пределах. В этом и состоит смысл понятия «геоморфологическое равновесие» применительно к рекам. Реликты перстративных пойм могут сохраняться от разрушения во время последующих врезаний и перестроек речной сети в виде перстративных террас и отмерших участков речных долин.

Началом стадии динамического равновесия, сменяющей стадию врезания, служит этап речной абразии, во время которого формируется аллювий нормальной мощности. Нижние горизонты этого аллювия не затрагиваются рекой в остальные этапы стадии динамического равновесия и образуют плотиковый аллювий, сохраняющий свои литологические особенности, близкие к особенностям констративного руслового аллювия. Перемыв верхних горизонтов аллювия нормальной мощности ведет к формированию перстративного аллювия, дифференцирующегося на русловую, пойменную и старичную фации.

Динамическое равновесие, наступающее после стадии накопления аллювия, начинается этапом сужения поймы, во время которого река несколько углубляется в аккумулятивную поверхность и формирует наложенную перстративную пойму. Перемыв констративного аллювия и его превращение в русловый, пойменный и старичный аллювий перстративной фазы происходит уже во время этапа сужения поймы.

В течение этапа речной абразии происходит превращение русловых россыпей в долинные плотиковые россыпи, которые после этого до наступления нового врезания находятся вне сферы деятельности водного потока и не подвергаются никаким изменениям. Те зерна тяжелых минералов, способные концентрироваться в автохтонных россыпях, которые поступают в реки в течение стадии динамического равновесия, постепенно мигрируют в нижние горизонты перстративного руслового аллювия и образуют долинные надплотиковые россыпи. Эти россыпи формируются на тех же участках речных долин, что и плотиковые, и при первом же врезании содержащиеся в них «россыпные» минералы присоединяются к плотиковым концентрациям, увеличивая их запасы.

Зерна тяжелых минералов, перемещаемые водными потоками благодаря своим небольшим размерам или особенностям формы вместе со всем аллювиальным материалом, в течение стадии динамического равновесия могут концентрироваться в верхних горизонтах перстративного руслового аллювия, слагающего русловые отмели и косы. Эти концентрации — косовые россыпи — относятся к подтипу аллохтонных аллювиальных россыпей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализированные в работе характерные особенности флювиальных форм рельефа, аллювиальных отложений и россыпей, формирующихся в определенные стадии развития рек, можно представить в виде единой генетической классификации этих образований (табл. 9). Я попытался отразить в этой классификации не столько принадлежность различных образований флювиального генезиса к определенным подразделениям генетических типов рельефа, отложений и россыпей, сколько взаимосвязи между процессами развития этих образований.

Основные стадии развития реки могут сменять одна другую в любом порядке. Однако когда развитие флювиальных рельефообразующих процессов не прерывается каким-либо новым нарушением баланса рыхлого материала, и стадия врезания, и стадия накопления аллювия обязательно сменяются стадией динамического равновесия. При смене стадий развития, а иногда и в течение одной и той же стадии происходит либо превращение одних форм рельефа, отложений и россыпей в другие, либо возникновение новых. Так, при переходе от стадии равновесия к стадии накопления аллювия перстративные поймы превращаются в констративные, а при переходе от стадии накопления аллювия к стадии равновесия возникают перстративные поймы, наложенные на констративные. Стадия накопления аллювия характеризуется возникновением толщ констративного руслового аллювия, а стадия равновесия — превращением верхних горизонтов недифференцированного аллювия нормальной мощности (при смене врезания равновесием) или констративного аллювия (при смене аккумуляции равновесием) в перстративный аллювий, дифференцирующийся на русловую, пойменную и старичную фации. Надплотиковые долинны россыпи всегда возникают вместе с вмещающим их аллювием, а плотиковые долинны россыпи — это результат превращений, происходящих с русловыми россыпями при переходе от врезания к равновесию — в этап речной абразии.

Особое место в ходе развития занимают образования флювиального генезиса, оказавшиеся за пределами зоны непосредственного воздействия водных потоков, — либо выше этих потоков (террасы, поднятые аллювиальные равнины, отмершие поймы), либо ниже (погребенные образования). В течение последующих стадий развития они сохраняются от уничтожения или переработки и представляют собой реликтовые образования. Такие реликтовые формы рельефа и россыпи уже давно имеют собственные названия и во всех классификациях рассматриваются как отдельные образования. Аллювий, связанный с реликтовыми формами рельефа, ничем не отличается от аллювия пойм и, очевидно, не заслуживает выделения в специальное подразделение, хотя выражения «террасовый» и «погребенный аллювий» употребляются довольно часто. Образования флювиального генезиса могут превращаться в реликтовые не

Таблица 9

Единая генетическая классификация флювиальных форм рельефа, аллювиальных отложений и россыпей

Стадии развития рек	Формы рельефа	Аллювий	Россыпи		
			автохтонные		аллохтонные
			плотиковые	надплотиковые	
Стадия врезания	Спрявленные русла и врезанные меандры	Русловой инстративный	Русловые	—	—
	Пороги и водопады (Старицы)* Инстративные поймы Береговые обрывы	(Пойменный) (Старичный)			
Стадия накопления аллювия	Ветвящиеся русла (Старицы)	Русловой констративный	—	Долинные	Дельтовые Аллювиальных равнин Долинные
	Конусы выноса и внутренние дельты Аллювиальные равнины Констративные поймы (Береговые обрывы)	(Пойменный) (Старичный)			
Этап речной абразии	Меандрирующие русла (Старицы)	Недифференцированный аллювий нормальной мощности	Долинные	(Долинные)	—
	Перстративные поймы Береговые обрывы	(Пойменный) (Старичный)			
Стадия динамического равновесия	Меандрирующие русла Старицы	Плотовый Русловой перстративный	—	Долинные	Косовые
	Перстративные поймы (Береговые обрывы)	Пойменный Старичный			
Реликтовые образования, возникающие	в стадию врезания	Террасы	—	Террасовые	Террасовые
		Поднятые аллювиальные равнины		Террасовые	Поднятых аллювиальных равнин
	в стадию накопления аллювия	Формы рельефа, погребенные под аллювием	—	Россыпи, погребенные под аллювием	Россыпи, погребенные под аллювием
	независимо от стадии развития	Отмершие поймы	—	Водораздельные	Водораздельные
		Формы рельефа, погребенные под неаллювиальными отложениями		Россыпи, погребенные под неаллювиальными отложениями	Россыпи, погребенные под неаллювиальными отложениями

* В скобках приведены наименования форм рельефа и фаций аллювия, иногда возникающих в течение данной стадии, но не типичных для нее.

только в результате деятельности создавшей их реки, но и в результате «вмешательства» в эту деятельность других агентов. Так, речные захваты, осуществляемые одними реками, ведут к отмиранию пойм других рек, а погребенные образования могут перекрываться не только аллювием, но и отложениями другого генезиса (мореной, озерными отложениями, лавами и т. п.).

В каждую стадию развития реки создают определенные формы рельефа, отложения и россыпи, однако существуют и такие образования, которые могут возникать во время различных стадий развития. Чтобы подчеркнуть различия в характере связей этих образований с теми или иными стадиями развития рек, в табл. 9 названия форм рельефа, аллювиальных фаций и россыпей, возникновение которых в данную стадию возможно, но не обязательно, приведены в скобках.

Русловые ложбины и их реликты — старицы — представляют собой такие формы рельефа, возникновение и активная переработка которых происходит под непосредственным воздействием процессов размыва и отложения, более или менее независимо от общей направленности рельефообразующего процесса. Поэтому, за редкими исключениями, речные русла невозможно относить к группам деструктивных, аккумулятивных или равновесных форм рельефа на основе тех же критериев, которые применимы к другим формам. Конечно, пороги и водопады, бесспорно, относятся к деструктивным образованиям, но даже у заведомо аккумулярующих русел форма ложбины каждого рукава в значительной степени определяется размывом и не может рассматриваться как аккумулятивная.

Для стадии врезания характерно спрямленное русло, для стадии накопления аллювия — ветвящееся, и для стадии равновесия — меандрирующее. Однако это положение справедливо (и то не без исключений) только при условии его применения для общей характеристики русла на всем участке реки, находящемся в той или иной стадии развития. Внутри таких участков почти всегда встречаются отдельные небольшие по протяженности отрезки русла любой другой формы, возникающие, очевидно, в связи с общей неравномерностью флювиальных рельефообразующих процессов и большой скоростью процессов формирования русла, успевающих «приспосабливаться» к любым кратковременным колебаниям баланса рыхлого материала.

Остальные флювиальные формы рельефа довольно четко разделяются на деструктивные, аккумулятивные и равновесные образования в зависимости от направленности создающего их процесса. Только процесс речной абразии, создающий деструктивные формы — береговые обрывы, не ограничивается во времени одной стадией, активно проявляясь и в стадию врезания, и в начальный этап стадии динамического равновесия, а иногда возникая и в стадию накопления аллювия. Процесс врезания, создающий деструктивные формы, и процесс накопления аллювия, создающий аккумулятивные формы, полностью совпадают во времени с соответствующими стадиями развития. Выделение форм рельефа, возникающих в течение стадии равновесия, в особую группу не предусмотрено в большинстве геоморфологических классификаций. Однако оно кажется мне вполне обоснованным и необходимым для правильного понимания всех закономерностей формирования флювиального рельефа.

Зависимость процессов формирования аллювия от стадий развития рек не ограничивается превращением отложений одних динамических фаз в отложения других фаз или последовательным перекрытием одних отложений другими. Переход от врезания к начальному этапу стадии равновесия может быть либо очень постепенным, либо скачкообразным. В последнем случае инстративный русловой аллювий перекрывается резко отличающимся от него литологически аллювием нормальной мощ-

ности. При постепенном переходе инстративный русловой аллювий приобретает литологические особенности, сближающие его с аллювием нормальной мощности, и разделить эти образования не представляется возможным. В таких случаях, по-видимому, можно говорить о превращении инстративного аллювия в аллювий нормальной мощности.

Завершением формирования аллювия нормальной мощности заканчивается этап речной абразии. С этого времени начинается перемыв рекой верхних горизонтов этого аллювия и превращение их в перстративный аллювий. Нижние горизонты аллювия нормальной мощности, сохраняющиеся от размыва, представляют собой плотиковый аллювий.

При наступлении равновесия после стадии накопления аллювия формирование перстративного аллювия происходит за счет перемыва верхних горизонтов констративной толщи и начинается сразу же после завершения аккумуляции. Констративный аллювий всегда перекрывает аллювий, сформировавшийся в течение других стадий развития рек. В большинстве случаев стадия накопления аллювия наступает после стадии равновесия, и чаще всего констративный аллювий залегает на перстративном, который подстилается плотиковым аллювием. Но резкие изменения условий, определяющих характер баланса рыхлого материала, могут вызвать наступление аккумуляции до завершения врезания. В таких случаях констративный аллювий залегает непосредственно на инстративном.

Самые сложные взаимоотношения между аллювием разных динамических фаз возникают в ходе формирования мощных аллювиальных толщ, слагающих аллювиальные равнины. Как правило, это формирование почти никогда не завершается в течение одной длительной стадии накопления аллювия. Накопление аллювия на равнинах, особенно на равнинах, возникающих в межгорных тектонических впадинах, в условиях нестабильного тектонического режима, неоднократно прерывается состоянием динамического равновесия, а часто и врезаниями рек. Общее преобладание аккумуляции над деструкцией, необходимое для формирования равнин, выражается в том, что стадии врезания обычно заканчиваются раньше, чем реки успевают прорезать всю толщу накопленного ранее аллювия, а долины, выработанные этими реками, довольно быстро вновь заполняются констративным аллювием. Понятно, что в разрезах таких толщ констративный, инстративный, перстративный и субстративный (плотиковый) аллювий могут неоднократно чередоваться практически в любой последовательности.

Во время стадии врезания возникают только русловые россыпи, относящиеся к плотиковой группе автохтонного подтипа. С этой же стадией связано превращение плотиковых, надплотиковых и аллохтонных долинных россыпей в террасовые, но это превращение не затрагивает самих россыпных концентраций, возникающих в течение других стадий, а лишь выводит их за пределы зоны воздействия водных потоков. Стадия врезания — это не только время переотложения плотиковых россыпей на более низкие уровни, но и время роста этих россыпей, пополнения их полезными компонентами. В течение этой стадии реки непосредственно соприкасаются с плотиковыми россыпями и могут изменять их морфологические особенности, а тяжелые минералы, поступающие в реки, могут присоединяться к минералам, накопленным ранее. Этот непосредственный контакт рек с плотиковыми россыпями сохраняется в начале этапа речной абразии, но уже в конце этого этапа формирование аллювия нормальной мощности «изолирует» плотиковые россыпи от рек и тем самым превращает их из русловых в долинные.

Долинные плотиковые россыпи сохраняются неизменными до следующей стадии врезания. В стадию накопления аллювия они становятся глубокозалегающими и могут стать погребенными (при превращении

констративных пойм в аллювиальные равнины), но эти изменения затрагивают только мощность перекрывающих россыпи отложений и взаимоотношения россыпей с рельефом.

Те зерна тяжелых минералов, которые поступают в реки в течение стадий равновесия и накопления аллювия и не выносятся реками за пределы зон концентрации автохтонных россыпей, могут концентрироваться в надплотиковых долинных россыпях. При разрушении надплотиковых россыпей в очередную стадию врезания концентрировавшиеся в них тяжелые минералы поступают в плотиковые россыпи, пополняя их запасы.

Те зерна тяжелых минералов, которые благодаря своим небольшим размерам и особенностям формы легко переносятся водными потоками, могут концентрироваться в аллохтонных россыпях. В течение стадии динамического равновесия формируется только один вид аллохтонных россыпей — косовые россыпи. Стадия накопления аллювия особенно благоприятна для формирования аллохтонных россыпей, и самые крупные россыпи этого подтипа — долинные, дельтовые и россыпи аллювиальных равнин — возникают в течение этой стадии.

* * *

Один из наиболее характерных признаков современного этапа развития геологических наук — это широкое внедрение количественных методов исследования, «математизация» геологии. Содержание этой работы, посвященной почти исключительно качественным характеристикам флювиальных геологических процессов и создаваемых ими форм рельефа, отложений и россыпей, может показаться несколько несовременным. Однако разумное и результативное применение количественных характеристик невозможно без правильного понимания сущности геологических явлений, качественных различий между ними и причинно-следственных взаимоотношений, связывающих эти явления. В работе были приведены примеры неудачного применения количественных методов исследования для изучения образований флювиального генезиса. Число таких примеров можно было бы увеличить во много раз, и это свидетельствует об определенном неблагополучии в отношении правильного понимания сущности этой проблемы. Попытка дать качественные характеристики всем основным закономерностям строения и формирования образований флювиального генезиса, содержащаяся в этой работе, должна помочь ликвидации этого неблагополучия. Таким образом, работу можно рассматривать как попытку создания не только единой теоретической концепции геологической деятельности рек, но и основы тех исследований этой деятельности, которые используют преимущественно количественные методы.

Мне хочется также надеяться, что те положения работы, которые касаются аллювиальных россыпей, принесут определенную пользу геологам, занимающимся поисками и разведкой этих месторождений.

ЛИТЕРАТУРА

- Алмазы Сибири. 1957. М., Госгеолтехиздат.
- Асеев А. А. 1960. Роль тектонического и климатического факторов в формировании аллювия равнинных рек.— Изв. АН СССР, серия геогр., № 2.
- Басаликас А. Б. 1957. К вопросу о динамических фазах речных долин и аллювиальных отложений (на примере бассейна р. Неман).— Бюлл. Ком. по изуч. четверт. периода АН СССР, вып. 21.
- Беспалый В. Г., Валпегер А. П., Ложкин А. В., Павлов Г. Ф. 1969. Особенности формирования россыпей на участках долин с повышенной мощностью аллювия.— В кн.: Проблемы геологии россыпей (Тезисы докладов III Всесоюзного совещания по геологии россыпей). Магадан.
- Билибин Ю. А. 1938. Основы геологии россыпей. М.— Л., ГОНТИ.
- Блинов В. А. 1960. Некоторые закономерности распределения алмазов в русловой россыпи р. Койвы на западном склоне Среднего Урала.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, 4. М., Госгортехиздат.
- Бондаренко Н. Г. 1957. Некоторые вопросы геологии россыпей. ОТИ Магаданск. СНХ.
- Былинский Е. Н. 1958. Влияние Днепровских порогов на развитие продольного профиля Днепра в четвертичном периоде.— В кн.: Сборник статей аспирантов географического факультета МГУ. Изд-во МГУ.
- Валпегер А. П., Карташов И. П. 1964. Реликты пенепленизированного рельефа на Северо-Востоке СССР и проблема определения их возраста.— В кн.: Проблемы поверхностей выравнивания. М., «Наука».
- Васюнина Е. Д. 1958. Некоторые особенности геологии золотоносных четвертичных отложений Кулино-Тенькинского района.— Труды ВНИИ-1, геология, вып. 35. Магадан.
- Великанов М. А. 1946. Динамика русловых потоков. М.— Л., Гидрометеиздат.
- Воскресенский С. С. 1956. Условия формирования и сохранения древних поверхностей выравнивания на Средне-Сибирском плоскогорье.— Уч. зап. МГУ, вып. 182.
- Гаврилов М. Д. 1952. Некоторые особенности развития горных речных долин.— В кн.: Географический сборник, 1. Геоморфология и палеогеография. М.— Л., Изд-во АН СССР.
- Ганешин Г. С. 1964. Поверхности выравнивания геосинклинальной области Советского Дальнего Востока.— В кн.: Проблемы поверхностей выравнивания. М., «Наука».
- Ганешин Г. С. 1966. Проблемы геоморфологического картирования и картирования четвертичных отложений (Доклад по выполненным и опубликованным работам, представленный на соиск. уч. степ. доктора геол.-мин.наук). Л., ВСЕГЕИ.
- Геологический словарь. 1955. М., Госгеолтехиздат.
- Горецкий Г. И. 1964. Аллювий великих антропогенных прарек Русской равнины. Прарек Камского бассейна. М., «Наука».
- Горшков С. П. 1966. О стратиграфии антропогенных отложений внеледниковой зоны Приенисейской Сибири.— В кн.: Четвертичный период Сибири. М., «Наука».
- Горшков С. П., Минервин А. В. 1966. Условия формирования аккумулятивных образований 30—40-метровой «Лагерной» террасы р. Енисей (по данным изучения разреза у г. Красноярска).— В кн.: Четвертичный период Сибири. М., «Наука».
- Девдариани А. С. 1963. Профиль равновесия и регулярный режим.— Вопросы географии, сб. 63.
- Денисов С. В. 1969. К некоторым вопросам теории образования аллювиальных россыпей золота (комментарии к работам И. П. Карташова и Е. В. Шанцера).— Изв. АН СССР, серия геол., № 9.
- Дьяков А. Г. 1960. Закономерности размещения молодых алмазоносных россыпей Сибирской платформы.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, 4. М., Госгортехиздат.
- Елисеев В. И. 1963. О строении и фациальном расчленении пролювия (на примере Ферганской впадины).— Докл. АН СССР, 152, № 6.
- Иванов П. В. 1951. Метод количественной характеристики формы продольного профиля реки.— Изв. ВГО, 83, вып. 6.
- Калесник С. В. 1947. Основы общего землеведения. М.— Л., Учпедгиз.
- Карташов И. П. 1952. Террасовая россыпь ключа Средний Томптокан.— Сб. материалов по геол. золота и платины, вып. 5(15).

- Карташов И. П. 1957. Флювиальные рельефообразующие процессы.— Труды ВНИИ-1, геология, вып. 29. Магадан.
- Карташов И. П. 1958а. Генетические типы и фации рыхлых отложений, приуроченных к речным долинам Северо-Востока СССР. ОТИ Магаданск. СНХ.
- Карташов И. П. 1958б. О плотиковой фации аллювия.— Колыма, № 1.
- Карташов И. П. 1958в. О принципах построения геолого-геоморфологических прогнозных карт россыпей.— Труды ВНИИ-1, геология, вып. 37. Магадан.
- Карташов И. П. 1959. По поводу брошюры Н. Г. Бондаренко «Некоторые вопросы геологии россыпей».— Колыма, № 3.
- Карташов И. П. 1960. Мощность аллювия и морфологические особенности террас как показатель неотектонических движений.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Сев.-Вост. СССР, вып. 14. Магадан.
- Карташов И. П. 1961а. Рельефообразующая деятельность рек и процессы образования россыпей.— Колыма, № 8.
- Карташов И. П. 1961б. Фации, динамические фазы и свиты аллювия.— Изв. АН СССР, серия геол., № 9.
- Карташов И. П. 1963а. Единая генетическая классификация рельефа, рыхлых отложений и россыпей.— Труды Сев.-Вост. комплексн. науч.-исслед. ин-та, вып. 3. Магадан.
- Карташов И. П. 1963б. Происхождение и возраст реликтов выровненного рельефа на Северо-Востоке СССР.— Колыма, № 8.
- Карташов И. П. 1965. Генетическая классификация аллювиальных отложений и связанных с ними россыпей.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука».
- Карташов И. П. 1966а. Оценка влияния геоморфологических условий при поисках аллювиальных россыпей.— Разведка и охрана недр, № 9.
- Карташов И. П. 1966б. Террасоувалы и связанные с ними рыхлые отложения и россыпи.— Докл. АН СССР, 166, № 2.
- Карташов И. П., Орлова З. В. 1963. Геологическое строение речных пойм западной Чукотки.— Докл. АН СССР, 153, № 6.
- Карташов И. П., Шило Н. А. 1960. Закономерности размещения россыпей, обусловленные экзогенными процессами.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, 3. М., Изд-во АН СССР.
- Кашменская О. В., Хворостова З. М. 1964. О четвертичных отложениях бассейна Эльги и некоторых общих вопросах стратиграфии четвертичной системы в районе верховьев рек Индигирки и Колымы.— Труды Ин-та геол. и геофиз. СО АН СССР, вып. 44.
- Кинд Н. В. 1969. Вопросы синхронизации геологических событий и колебаний климата в верхнем антропогене.— В кн.: Основные проблемы геологии антропогена Евразии. М., «Наука».
- Коноваленко С. С. 1962. Некоторые вопросы формирования и классификации аллювиальных россыпей.— Изв. АН СССР, серия геогр., № 5.
- Красков В. В. 1964. Определение мощности аллювия современных перстративных пойм без применения горных работ.— Колыма, № 4.
- Крутойярский М. А., Жуков В. В., Осипова З. В., Пинчук Л. Я. 1965. Основные этапы и факторы формирования россыпей алмазов на Анабаро-Оленекском междуречье (северо-запад Якутии).— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука».
- Лаврушин Ю. А. 1961. Основные особенности аллювия равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных областей материковых оледенений.— В кн.: Вопросы геологии антропогена. М., Изд-во АН СССР.
- Лаврушин Ю. А. 1963. Аллювий равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных материковых оледенений.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 87.
- Назаренко А. А. 1964. Литология аллювия равнинных рек гумидной зоны (на примере Днепра, Десны и Оки).— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 120.
- Ламакин В. В. 1943. Об остаточных речных и вообще об остаточных поверхностных отложениях.— Изв. АН СССР, серия геол., № 2.
- Ламакин В. В. 1947. О динамических особенностях аллювиальных отложений.— Докл. АН СССР, 57, № 1.
- Ламакин В. В. 1948. Динамические фазы речных долин и аллювиальных отложений.— Землеведение, 2(42).
- Ламакин В. В. 1950. О динамической классификации речных отложений.— Землеведение, 3(43).
- Липиков В. Ф. 1960. Генетические типы и закономерности размещения алмазоносных россыпей Урала.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, 4. М., Госгортехиздат.
- Липин С. С. 1965. О понятии «россыпь» и возрасте золотых россыпей.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука».
- Левецкий О. Д. 1947. Некоторые особенности образования оловоносных россыпей.— Труды Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 82, серия рудных месторождений (№ 8).
- Леонов Б. Н., Прокопчук Б. И. 1965. Россыпи алмазов северо-востока Сибирской платформы и некоторые вопросы методики их поисков.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука».

- Жи Л. В. 1965. Антропогенные россыпи золота бассейна правобережья Верхней Колымы, закономерности их размещения и условия образования.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука».
- Линдгрен В. 1932. Месторождения золота и платины. Перев. с англ. М.— Л., Цветметиздат.
- Ложкин А. В. 1963. Новые палинологические данные о развитии растительности Северо-Востока СССР в антропогене.— Докл. АН СССР, 152, № 5.
- Ложкин А. В. 1968. Стратиграфия голоценовых отложений верхнего течения Индигирки.— Колыма, № 2.
- Лукашев К. И. 1960. Генетические типы и фации антропогенных отложений. Минск, Изд-во АН БССР.
- Макеев П. С. 1941. К вопросу об образовании речных аккумулятивных террас.— Изв. ВГО, 73, вып. 2.
- Маккавеев Н. И. 1955. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М., Изд-во АН СССР.
- Марков К. 1948. Основные проблемы геоморфологии. М., Географгиз.
- Методическое руководство по изучению и геологической съемке четвертичных отложений. 1954. М., Госгеолтехиздат.
- Нестеренко Г. В., Цибульчик В. М. 1965. Условия образования и источник питания титано-циркониевых россыпей юго-западной окраины Чулымо-Енисейской впадины.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука».
- Никифорова К. В. 1960. Некоторые закономерности размещения россыпных месторождений в платформенных формациях.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, 4. М., Госгортехиздат.
- Николаев Н. И. 1956. О геолого-географической терминологии.— Изв. АН СССР, серия геол., № 11.
- Никольская В. В., Тимофеев Д. А., Чичагов В. П. 1967. К проблеме развития педиментов.— Землеведение, нов. серия, вып. 7.
- Орлова З. В. 1963. Фациальное строение, литологические особенности и возраст аллювиальных отложений бассейна реки Ичувеема.— Труды Сев.-Вост. комплексн. науч.-исслед. ин-та, вып. 3. Магадан.
- Орлова З. В. 1964. Спорно-пыльцевые спектры аллювия современных речных пойм западной Чукотки и их стратиграфическое значение.— Докл. АН СССР, 154, № 2.
- Орлянкин В. Н. 1967. Морфометрический метод определения нормальной мощности аллювия.— В кн.: Рельеф Земли и математика. М., «Мысль».
- Павлов А. П. 1951. Статьи по геоморфологии и прикладной геологии. М., Изд-во МОИП.
- Пиотровский М. В. 1948. К теории флювиально-денудационного (эрозионного) цикла.— Труды Ин-та геогр. АН СССР, вып. 39.
- Пиотровский М. В. 1961. Вальтер Пенк и его книга «Морфологический анализ».— В кн.: Пенк В. Морфологический анализ. М., Географгиз.
- Пиотровский М. В. 1964. Проблемы формирования педиментов.— В кн.: Проблемы поверхностей выравнивания. М., «Наука».
- Пиотровский М. В., Синюгина Е. Я. 1959. Теоморфологическое изучение россыпей и задачи его дальнейшего развития.— Материалы 2-го геоморфол. совещания. М.
- Рожков И. С. 1958. Морфологические и генетические типы россыпей четвертичного возраста и их сравнительная ценность.— Сб. материалов по геол. цветн., редких и благородн. металлов, вып. 2.
- Саваренский Ф. П. 1939. Инженерная геология. М.— Л., ГОНТИ.
- Трофимов В. С. 1960. Генетические типы россыпей и закономерности их размещения.— В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых, 4. М., Госгортехиздат.
- Флеров В. К. 1937. Современные аллювиальные россыпи на косах и намывных островах.— Труды треста «Золоторазведка» и «Нигризолото», вып. 5.
- Хрипков А. В. 1958. Распределение золота в россыпях Сезеро-Востока и густота сети поисковой разведки. ОТИ Магаданск. СНХ.
- Хрипков А. В. 1963. Некоторые особенности россыпей золота.— Колыма, № 11.
- Чистяков А. А. 1959. О некоторых особенностях формирования и строения горного аллювия на примере реки Зеравшан.— Вестн. МГУ, серия биол.; почв., геол., геогр., № 2.
- Шанцер Е. В. 1951. Аллювий равнинных рек умеренного пояса и его значение для познания закономерностей строения и формирования аллювиальных свит.— Труды Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 135, геол. серия (№ 55).
- Шанцер Е. В. 1961. Типы аллювиальных отложений.— В кн.: Вопросы геологии антропогена. М., Изд-во АН СССР.
- Шанцер Е. В. 1965а. О генетических типах континентальных отложений и генетических типах россыпей.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука».
- Шанцер Е. В. 1965б. Склоновый смыв как фактор морфогенеза и литогенеза суши.— В кн.: Генезис и литология континентальных антропогенных отложений. М., «Наука».
- Шанцер Е. В. 1966. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований.— Труды Геол. ин-та АН СССР, вып. 161.

- Шило Н. А. 1949. О возрасте золотоносных россыпей Северо-Востока СССР.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Сев.-Вост. СССР, вып. 7. Магадан.
- Шило Н. А. 1956. Особенности образования россыпей в зоне развития вечной мерзлоты.— Сов. геол., вып. 53.
- Шило Н. А. 1957а. Строение и возраст континентальных четвертичных отложений Берелехского золотоносного района.— Труды ВНИИ-1, геология, вып. 26. Магадан.
- Шило Н. А. 1957б. Этапы формирования отложений молодых впадин Яно-Колымского пояса россыпной золотоносности.— Труды ВНИИ-1, геология, вып. 25. Магадан.
- Шило Н. А. 1958. Некоторые принципы классификации россыпных проявлений.— Труды ВНИИ-1, геология, вып. 36. Магадан.
- Шило Н. А., Орлова З. В. 1958. Верхне-Нерская впадина и возраст ее отложений.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Сев.-Вост. СССР, вып. 12. Магадан.
- Шило Н. А., Павлов Г. Ф. 1965. Главнейшие черты россыпной оловоносности Северо-Востока СССР.— В кн.: Геология россыпей. М., «Наука».
- Шукин И. С. 1933. Общая морфология суши, 1. М.—Л.—Новосибирск, ОНТИ.
- Шукин И. С. 1960. Общая геоморфология, 1. Изд-во МГУ.
- Эдельштейн Я. С. 1947. Основы геоморфологии. М.—Л., Госгеолгиздат.
- Эльянов М. Д. 1957. Речные террасы верховьев Колымы и Индигирки и их значение для поисков россыпей золота.— Колыма, № 9.
- Эльянов М. Д. 1958. Опыт изучения проявлений неотектоники в долине реки Индигирки геолого-геоморфологическими методами.— Материалы по геол. и полезн. ископ. Сев.-Вост. СССР, вып. 12. Магадан.
- Эпштейн С. В. 1954. Исследования четвертичных отложений.— В кн.: Методическое руководство по геологической съемке и поискам. М., Госгеолтехиздат.
- Яворский П. К. 1896. Геологические условия образования некоторых золотых россыпей.— Горн. журн., 1, № 3.
- Culling W. E. H. 1957a. Equilibrium states in multicyclic streams and the analysis of river-terrace profiles.— J. Geol., 65, № 5.
- Culling W. E. H. 1957b. Multicyclic streams and the equilibrium theory of grade.— J. Geol., 65, № 3.
- Culling W. E. H. 1959. Analytical model of stream erosion.— Bull. Geol. Soc. America, 70, № 12, part 2.
- Hack J. T. 1960. Interpretation of erosional topography in humid temperate regions.— Amer. J. Sci., 258-A.
- Hjulström F. 1942. Studien über das Mäanderproblem.— Ann. Geogr., 24, H. 1—2.
- Јовановић П. С. 1938. Уздужни речни профили поповхи, облици и створане. Београд.
- Kesseli J. E. 1941. The concept of the graded river.— J. Geol., 49, p. 561—588.
- King L. C. 1953. Canons of landscape evolution.— Bull. Geol. Soc. America, 64, № 7.
- King L. C. 1962. Morphology of the Earth. Edinburgh—London, Oliver and Boyd.
- Langbein W. B., Leopold L. B. 1966. River meanders—theory of minimum variance.— US Geol. Surv. Prof. Paper, 422—H.
- Leopold L. B. 1953. Downstream change of velocity in rivers.— Amer. J. Sci., 251, № 8.
- Leopold L. B., Maddock T. 1953. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications.— US Geol. Surv. Prof. Paper, 252.
- Leopold L. B., Wolman M. G. 1957. River channel patterns: braided, meandering and straight.— US Geol. Surv. Prof. Paper, 282—B.
- Leopold L. B., Wolman M. G., Miller J. P. 1964. Fluvial processes in geomorphology. San Francisco—London.
- Mackin J. H. 1948. Concept of the graded river.— Bull. Geol. Soc. America, 59, № 5.
- Mackin J. H. 1953. Stream planation near Colorado Springs, Colorado.— Bull. Geol. Soc. America, 64, № 6.
- Mackin J. H. 1963. Rational and empirical methods of investigation in geology.— In: The fabric of geology. Stanford, Freeman, Cooper and Co.
- Morrison R. B. 1965. Quaternary geology of the Great Basin.— In: The Quaternary of the United States. Princeton Univ. Press.
- Soergel W. 1921. Die Ursachen der diluvialen Aufschutterung und Erosion. Berlin.
- Strahler A. N. 1952. Dynamic basis of geomorphology.— Bull. Geol. Soc. America, 63, № 9.
- Tator B. A. 1949. Valley-widening processes in the Colorado Rockies.— Bull. Geol. Soc. America, 60, p. 1771—1784.
- Tator B. A. 1952. Piedmont interstream surfaces of the Colorado Springs region, Colorado.— Bull. Geol. Soc. America, 63, p. 255—274.
- Wolman M. G., Leopold L. B. 1957. River flood plains: some observation on their formation.— US Geol. Surv. Prof. Paper, 282—C.
- Wooldridge S. W. 1951. The progress of geomorphology.— In: Taylor G. Geography in the twentieth century. London, Methuen.

Предисловие	5
Глава I	
ФЛЮВИАЛЬНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И СТАДИИ РАЗВИТИЯ РЕК	9
Две категории флювиальных процессов	9
Динамическое равновесие рек	14
Баланс рыхлого материала	18
Влияние климата на флювиальные процессы	20
Изменения баланса рыхлого материала в ходе флювиальных рельефообразующих процессов	27
Изменения уклонов рек под действием флювиальных рельефообразующих процессов	31
Переход от врезания к равновесию. Формирование аллювия нормальной мощности	35
Речная абразия	39
Переход от накопления аллювия к равновесию	41
Выравнивание рельефа и флювиальные процессы	43
Флювиальные рельефообразующие процессы как стадии развития рек	47
Стадии развития рек и динамические фазы аллювия	49
Глава II	
СТАДИИ РАЗВИТИЯ РЕК И ФОРМИРОВАНИЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ	51
Понятие «россыпь»	51
Автохтонные и аллохтонные россыпи	52
Механизм формирования автохтонных россыпей	55
Плотовые и надплотовые россыпи	57
Механизм формирования аллохтонных россыпей	58
Виды россыпей	60
Автохтонные и аллохтонные россыпи разных минералов	61
Глава III	
СТАДИИ ВРЕЗАНИЯ	64
Формирование рельефа	64
Врезающиеся русла	65
Инстративные поймы	69
Влияние некоторых особенностей геологического строения на локализацию врезающихся участков рек	72
Инстративные террасы	76
Береговые обрывы	77
Формирование аллювия	78
Особенности фациального строения инстративного аллювия	79
Инстративный русловой аллювий	80
Особенности формирования инстративного руслового аллювия	83
Возраст инстративного аллювия	84
Формирование россыпей	84
Русловые россыпи	86

СТАДИЯ НАКОПЛЕНИЯ АЛЛЮВИЯ	91
Формирование рельефа	91
Ветвящиеся русла	92
Внутренние дельты и конусы выноса	94
Причины возникновения и последовательность преобразований внутренних дельт и конусов выноса	94
Констративные поймы	97
Особенности развития процесса накопления аллювия	99
Констративные террасы	102
Отмершие констративные поймы	105
Аллювиальные равнины	107
Поднятые аллювиальные равнины	109
Погребенный рельеф	109
Формирование аллювия	112
Аллювий и пролювий как отдельные генетические типы рыхлых отложений	113
Констративный русловой аллювий	117
Особенности формирования констративного руслового аллювия	121
Формирование россыпей	122
Надплотиковые россыпи констративных толщ и их виды	122
Аллохтонные россыпи констративных толщ	124
Дельтовые россыпи	125
Россыпи аллювиальных равнин	126
Аллохтонные долинные, террасовые и водораздельные россыпи	127
Погребенные россыпи	130

Глава V

СТАДИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ	132
Формирование рельефа	132
Меандрирующие русла	133
Перстративные поймы	133
Микрорельеф пойм. Пойменные ступени	134
Перстративные террасы и террасовые уровни	138
Отмершие перстративные поймы	142
Формирование аллювия	142
Плотиковый аллювий	143
Особенности формирования плотикового аллювия	145
Перстративный русловой аллювий	147
Особенности формирования перстративного руслового аллювия	150
Пойменный и старичный аллювий	151
Мощность плотикового аллювия	155
Возраст аллювия, слагающего перстративные поймы	160
Формирование россыпей	163
Долинные, террасовые и водораздельные плотиковые россыпи	164
Механизм формирования некоторых морфологических особенностей плотиковых россыпей	165
Надплотиковые россыпи перстративных толщ	168
Косовые россыпи	169
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	172
ЛИТЕРАТУРА	177

CONTENTS

Preface	5
Chapter I	
FLUVIAL GEOLOGICAL PROCESSES AND STAGES OF RIVER DEVELOPMENT	9
Two Categories of Fluvial Processes	9
Dynamic Equilibrium of Rivers	14
Balance of Loose Materials	18
Influence of Climate upon Fluvial Processes	21
Changes of the Balance of Loose Materials in the Course of Fluvial Landforming Processes	27
Changes of River Slopes under the Effect of Fluvial Landforming Processes	31
Transition from Downcutting to Equilibrium, Formation of an Alluvium of Normal Thickness	35
River Abrasion	39
Transition from Aggradation to Equilibrium	41
Land Planation and Fluvial Processes	43
Fluvial Landforming Processes as Stages of River Development	47
Stages of River Development and Dynamic Phases of Alluvium	49
Chapter II	
STAGES OF RIVER DEVELOPMENT AND FORMATION OF ALLUVIAL PLACERS	51
Conception of the Term «Placer»	51
Autochthonous and Allochthonous Placers	52
Mechanism of Formation of Autochthonous Placers	55
Bottom and Above-Bottom Placers	57
Mechanism of Formation of Allochthonous Placers	58
Varieties of Placers	60
Autochthonous and Allochthonous Placers of Various Minerals	61
Chapter III	
DOWNCUTTING STAGE	64
Formation of Topography	64
Downcutting Channels	65
Instrative Flood Plains	69
Influence of some Features of Geological Structure upon Localization of Downcutting Parts of Rivers	72
Instrative Terraces	76
Bank Cliffs	77
Formation of Alluvium	78
Characteristic Features of Facies Structure of an Instrative Alluvium	79
Instrative Channel Alluvium	80
Characteristic Features of Formation of an Instrative Channel Alluvium	83
Age of an Instrative Alluvium	84
Formation of Placers	84
Channel Placers	86

Chapter IV

AGGRADATION STAGE	91
Formation of Topography	91
Braiding Channels	92
Inner Deltas and Fans	94
Causes of Origination and Succession of Transformation of Inner Del- tas and Fans	94
Constrative Flood Plains	97
Characteristic Features of the Development of an Aggradation Process	99
Constrative Terraces	102
Dead Constrative Flood Plains	105
Alluvial Plains	107
Uplifted Alluvial Plains	109
Buried Topography	109
Formation of Alluvium	112
Alluvium and Proluvium as Distinct Genetic Types of Loose Deposits	113
Constrative Channel Alluvium	117
Characteristic Features of Formation of a Constrative Channel Alluvium	121
Formation of Placers	122
Above-Bottom Placers of Constrative Strata and their Varieties . .	122
Allochthonous Placers of Constrative Strata	124
Delta Placers	125
River-Plain Placers	126
Allochthonous Valley, Terrace, and Watershed Placers	127
Buried Placers	130

Chapter V

EQUILIBRIUM STAGE	132
Formation of Topography	132
Meandering Channels	133
Perstrative Flood Plains	133
Microrelief of Flood Plains. Flood-Plain Steps	134
Perstrative Terraces and Terrace Levels	138
Dead Perstrative Flood Plains	142
Formation of Alluvium	142
Bottom Alluvium	143
Characteristic Features of Formation of a Bottom Alluvium . . .	145
Perstrative Channel Alluvium	147
Characteristic Features of Formation of a Perstrative Channel Alluvium	150
Flood-Plain (Overbank) and Ox-Bow Alluvia	151
Thickness of a Bottom Alluvium	155
Age of Alluvia Composing Perstrative Flood Plains	160
Formation of Placers	163
Valley, Terrace, and Watershed Bottom Placers	164
Mechanism of Formation of some Morphological Features of Bottom Placers	165
Above-Bottom Placers of Perstrative Strata	168
Point-Bar Placers	169
CONCLUSIONS	172
LITERATURE	177

