

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пермский государственный университет»

*Кафедра физической географии
и ландшафтной экологии*

**ГЕОМОРФОЛОГИЯ: СОДЕРЖАНИЕ КУРСА И
ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ
ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Методическое пособие по основным разделам курса

Пермь 2009

Составитель: канд. геогр. наук, доц. **В.М.Анисимов**

Геоморфология: содержание курса и его значение для географического образования: метод. пособие по основным разделам курса / сост. В.М.Анисимов; Перм. гос. ун-т. – Пермь, 2009.- 66 с.

Пособие включает содержание основных разделов курса «Геоморфология» с акцентированием наиболее сложных для усвоения студентами вопросов. Приводятся примеры связей геоморфологии с другими науками, а также практика комплексного изучения территорий с целью их преобразования и использования природных ресурсов.

Рассчитано на студентов географического факультета специальности «География».

Печатается по решению методической комиссии географического факультета Пермского государственного университета

Рецензент: доктор технических наук, профессор кафедры строительных материалов и специальных технологий Пермского государственного технического университета Б.С. Баталин

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
1. Геоморфология: ее сущность и роль в комплексном исследовании природных условий и ресурсов.....	5
2. Основные свойства Земли как условия рельефообразования.....	10
3. Эндогенные процессы и их морфологическая роль.....	13
4. Экзогенные процессы, их связь с эндогенными и морфологическая значимость.....	21
5. Выветривание и его геолого-геоморфологическое проявление.....	25
6. Эоловые процессы и их роль в рельефообразовании....	28
7. Склоново-денудационные процессы и их морфологическое проявление.....	30
8. Деятельность водотоков и флювиальный рельеф.....	33
8.1. Общие закономерности работы водотоков.....	33
8.2. Деятельность временных водотоков.....	34
8.3. Постоянные водотоки.....	36
8.3.1. Речные бассейны и процессы в их пределах.....	36
8.3.2. Особенности заложения и развития речных долин.....	38
8.3.3. Строение речных долин.....	41
9. Карстовые процессы и морфологические особенности их проявления.....	46
10. Ледники и их морфологическая роль.....	49
11. Морфологическая деятельность моря.....	54
12. Некоторые особенности развития рельефа в пределах геоструктурных областей и морфоклиматических зон.....	57
13. Генетическая классификация рельефа.....	61
Заключение.....	65

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Геоморфология» с разным названием, содержанием и объемом (в часах) много лет включается в учебный план подготовки географов. Есть он и в планах геологов. Однако содержание этого курса для геологов и географов одинаковым быть не может, поскольку геоморфологическая информация в этих случаях будет использована и интерпретирована по-разному. Так, сведения о геоморфологических процессах в одном случае могут быть использованы для анализа особенностей литогенеза, образования грунтов, горных пород и полезных ископаемых, а в другом – для оценки условий рельефообразования, почвообразования или условий формирования состава и распределения растительного покрова.

Многолетнее чтение этого курса географам позволяет констатировать, что он ориентирован на прикладное толкование при безусловном сохранении содержания общих положений и закономерностей (этапность и датировка истории развития Земли и ее поверхности, отношения и связи между эндогенными и экзогенными процессами, значимость структурных построений земной коры для рельефообразования и т.д.). Однако с сожалением следует заметить, что далеко не всегда удастся научить студентов использовать геоморфологические знания в других дисциплинах, хотя возможностей для установления таких связей более чем достаточно.

Данное методическое пособие кроме толкования основных положений курса предусматривает иллюстрацию примеров использования геоморфологических сведений в физической географии, ландшафтоведении и рациональном природопользовании.

1. Геоморфология: ее сущность и роль в комплексном исследовании природных условий и ресурсов

Геоморфология – это наука, которая изучает рельеф Земной поверхности, особенности создания и размещения разнообразных форм рельефа. Отсюда следует, что объектом исследований геоморфологии являются формы рельефа, т.е. различные морфологические образования, крупные, как равнины или горы, либо небольшие, такие как поймы рек или барханы в пустынях.

Существует и такое понятие, как «предмет науки». Для геоморфологии предметом изучения рельефа могут служить природные процессы рельефообразования (работа рек, перенос рыхлого материала ветром и др.), природные условия протекания этих процессов и их территориальная специфика. Понятно, что условия рельефообразования в тундре и степи неодинаковы.

Геоморфология призвана решать многие и очень разнообразные задачи, что способствует развитию теории самой этой науки и помогает разрешению проблем хозяйственной практики. Так, о рельефе любой территории можно судить, лишь получив качественные и количественные характеристики по распространенным там формам рельефа. А использовать какой-либо участок территории (для строительства, сельскохозяйственного производства) либо планировать его преобразование для последующего применения невозможно без геолого-геоморфологических исследований. Даже специальный вариант картирования (составление карт почв или растительности) без представлений о рельефе поверхности может привести к серьезным ошибкам. В географии же без геоморфологических знаний просто не обойтись.

Широкий диапазон решаемых геоморфологией задач и разнообразное назначение этой науки в образовательной и исследовательской деятельности позволяет различать геоморфологию общую, региональную, динамическую и прикладную. Географам обычно предлагают общую геоморфологию, дающую представление о многочисленных процессах рельефообразования и большом наборе создаваемых ими форм рельефа. В некоторых

случаях приводятся данные по региональным особенностям развития рельефа и отдельных форм (для территории России или ее регионов).

Как любая из естественных наук, геоморфология пользуется комплексом методов. Некоторые из них применяются в смежных науках (геология, география). При всем их многообразии основные методы геоморфологии можно разделить на две группы: морфологические и генетические. Морфологические призваны определять качественные и количественные характеристики рельефа и форм (рельеф горный, низкогорный, с высотами до 1 тыс. м). Генетические методы должны отражать природу, происхождение форм. Их набор в этой группе более сложен, чем в предыдущей. Здесь присутствуют, например, морфоструктурный, морфофациальный, морфодинамический методы. Каждый из них связан с необходимостью оценки зависимости рельефа от структурного построения земной коры, от условий и особенностей осадконакопления (образования геологических фаций), от направления и режима протекания рельефообразовательного процесса. Иллюстрацией трех упомянутых методов могут служить следующие примеры. Известно, что рельеф Западно-Сибирской низменности отвечает структурному построению молодой платформы с мощной толщей рыхлых осадочных отложений чехла. В строении речной долины обычно есть терраса, сложенная аллювиальными фациями из песков с включением гравия и гальки. Далее, эрозионная деятельность временных водотоков (от таяния снега) всегда происходит с приходом весны и развивается периодически, но вместе с тем динамично. Безусловно, методический арсенал геоморфологии только этими методами не ограничивается.

Столь же богаты связи геоморфологии с другими науками. Несомненна связь с фундаментальными науками (физика, химия, общее землеведение), т.к. многие природные процессы и закономерности территориального распределения условий определяют специфику рельефообразования. Очень тесной всегда оставалась связь с геологическими науками (геотектоника, историческая геология, геология четвертичных отложений и др.). Без них невозможно составить представление об условиях развития рельефа. Наконец, совершенно очевидна и не требует

подтверждения двусторонняя связь геоморфологии с физической географией, с ее частными покомпонентными науками (климатология, гидрология суши, почвоведение, геоботаника), а также с некоторыми комплексными (ландшафтоведение) или прикладными дисциплинами (мелиоративная география, рекреационная география, рациональное природопользование и др.).

Значение геоморфологии в комплексных исследованиях природных условий и ресурсов может рассматриваться в двух вариантах: теоретическом и практическом. При оценке теоретической значимости надо иметь в виду необходимость учета геоморфологической информации при проведении, например, классификации многочисленных форм рельефа или когда надо районировать территорию по морфологическим признакам. Это – примеры обеспечения развития теории данной науки. Кроме того, геоморфологические характеристики нередко используются в решении теоретических вопросов ландшафтоведения (критерии выявления природных комплексов разного таксономического ранга, обоснование типологии ПТК). Поскольку рельеф представляет собой один из компонентов географической среды, то взаимосвязь природных компонентов является важным средством регулирования состояния природных комплексов. К тому же морфологические процессы и рельеф нередко позволяют оценивать ресурсную значимость ПТК (состояние и продуктивность почв, перспективы преобразования земель, рекреационные возможности территории и др.).

Как большинство наук, геоморфология имеет свою богатую, хотя и не очень продолжительную историю. Основные вехи этой истории могут быть представлены следующим образом.

Истоки геоморфологии можно отнести к выходу в свет книги М.В.Ломоносова «О слоях земных», 1763 г. В ней развитие рельефа увязывалось с взаимодействием внутренних и внешних сил (эндогенных и экзогенных процессов), а также со структурным построением и динамикой земной коры. Тем самым утверждался генетический подход к оценке процессов рельефообразования.

Позже, с развитием промышленности в России, возникла необходимость в поиске сырья, энергетических источников, в

оценке территорий для строительства предприятий, дорог и т.д. В связи с этим создается Геологический комитет (1882), рождается геологическая служба, организуются геолого-съёмочные работы и исследовательские экспедиции в разных регионах страны. К числу исследовательских работ можно отнести экспедиции акад. П.А.Кропоткина по изучению материкового оледенения в Сибири и на северо-западе России, работы акад. В.А.Обручева по оценке морфологической роли золотых процессов в Туркмении, изучение эрозионных процессов на территории Европейской России В.В.Докучаевым и др.

Итоговые теоретические построения относятся к концу XIX в. В 80-х гг. изданы книги Ф.Рихтгофена с морфогенетической классификацией форм рельефа регионов юго-восточной Азии (лессовых и эрозионных образований). В середине 90-х появился труд А.Пенка «Морфология земной поверхности» с обобщающей сводкой по рельефу. Наконец, в 1899 г. вышла в свет книга У.Девиса «Географический цикл» с концепцией стадийности (цикличности) развития рельефа. В ней У.Девис представляет наиболее вероятные стадии развития рельефа при взаимодействии эндогенных (тектонические движения) и экзогенных (эрозия и денудация) процессов: от молодой (с поднятием и расчленением) до старой (с выравниванием, пенепленизацией поверхности).

Последующее развитие геоморфологии обеспечивалось обогащением исследовательских данных и новыми, более глубокими теоретическими разработками. Заметным дополнением в теоретической части геоморфологии послужили оригинальные исследования В.Пенка, который получил более достоверные, чем У.Девис, сведения о развитии склонов, об условиях восходящего и нисходящего развития рельефа. Им введены в литературу понятия о формах профиля склонов (вогнутый, выпуклый) и условиях их образования, а также представление о поверхностях выравнивания (педиментах).

Ключевой геолого-геоморфологической проблемой XX в. стала гипотеза дрейфа материков и мобильности крупных структур земной коры, которая связывается с именами Ф.Тейлора и А.Вегенера. Ее современным продолжением служит теория литосферных плит. Суть ее была сформулирована

учеными-геофизиками канадцем Тузо Уилсоном и американцем Джейсоном Морганом в 60-е гг. после проведенных палеомагнитных исследований (геофизический метод определения смещения континентов относительно магнитных полюсов Земли). Теория литосферных плит утверждает, что под действием внутренних энергетических источников Земли крупные структурные образования земной коры (плиты) в течение геологического времени изменяли свое положение, при этом сложно взаимодействовали, влияли на внутреннее построение структур и развитие рельефа. Поиском основных движущих сил в перемещении литосферных плит и разработкой этой теории занимались многие отечественные ученые: А.П.Виноградов, А.А.Борисяк, А.Д.Архангельский, Н.С.Шатский, В.В.Белоусов и др.

На рубеже XXI в. в развитии геоморфологии проявились три основных направления: региональное, морфодинамическое и теоретическое.

Региональное направление было ориентировано на проведение экспедиционных съемочных работ в разных масштабах с тематическим картированием практически по всей территории страны, бывшего СССР. Преобладающая часть территории была покрыта кондиционной комплексной съемкой масштаба 1:500 000 с представлением в региональные геологические управления подробных отчетных описаний и набора специальных карт.

Морфодинамическое направление предполагало изучение различных процессов рельефообразования и создаваемых ими форм рельефа. К этому направлению можно отнести изучение вулканизма и вулканогенных форм такими учеными, как В.А.Апродов, В.И.Влодавец, А.Н.Заварицкий. Очень многие исследователи занимались изучением морфологической роли речных потоков (Н.И.Маккавеев, Е.В.Шанцер, М.В.Пиотровский и др.). Много и плодотворно исследовали проявление деятельности древних и современных ледников К.К.Марков, С.В.Калесник, А.И.Спиридонов и др. Морфологическому проявлению моря уделяли внимание в своих работах В.П.Зенкович, А.С.Ионин, О.К.Леонтьев и др. Этот список можно продолжить.

Третье, теоретическое направление, безусловно, присутствовало в работах всех упомянутых выше исследователей. Од-

нако есть ученые, в деятельности которых теоретическое направление являлось основным. Надежную геотектоническую основу под разные по размеру и характеру морфологические образования подвел В.В.Белоусов. Разработкой классификации морфоструктурных единиц успешно занимался И.П.Герасимов. Фундаментальные исследования с хорошими результатами по систематизации форм рельефа проведены И.С.Щукиным, Н.В.Башениной, А.И.Спиридоновым. Убедительным свидетельством успеха этой работы может служить то, что инструкцией по геолого-съёмочным работам Н.В.Башениной руководствовались во всех экспедиционных организациях страны. А съёмка эта обычно имела многоцелевое назначение: оценка инженерно-геологических условий разного строительства, возможности добычи полезных ископаемых, организации водоснабжения, наконец, условий проходимости в экстренных случаях. Даже из этого перечня понятно, что геоморфологические данные здесь были ценны наравне с другими.

2. Основные свойства Земли как условия рельефообразования

Представления о Земле как о планете присутствуют в программах разных дисциплин в средней школе и вузах. Так, разные характеристики и свойства Земли рассматриваются в курсе общей физической географии (общее землеведение), при изучении топографии, геологии. Есть этот материал и в программе курса «Геоморфология». Однако содержание и аспекты представления данной темы, вероятно, одинаковыми быть не должны. Например, в геоморфологии нет необходимости рассматривать многочисленные морфометрические данные о форме Земли, используемые в геодезии. Вряд ли следует детально останавливаться на характеристике глубинного строения вещественного состава недр Земли, как при изучении геологии. Здесь кратко рассматриваются лишь те свойства, которые, по нашему мнению, играют факторную роль в рельефообразовании.

Форма Земли. Для рассмотрения условий рельефообразования, думается, достаточно представления Земли в виде шара, который вращается вокруг своей оси и движется по орбите

вокруг Солнца. Из этого следует, например, зональное распределение природных условий на ее поверхности и наличие морфоклиматических зон, сезонные смены этих условий и вариантность проявления разнообразных экзогенных процессов.

Проявление гравитации. Обладая гравитационным полем, Земля достаточно прочно удерживает атмосферу и гидросферу. При этом гравитация во многом определяет энергетическую, факторную основу и характер протекания разных природных процессов в атмосфере, на поверхности Земли и в ее недрах (круговорот воды, склоновая денудация, перераспределение расплавов и др.). В каждой из упомянутых групп процессов есть свои варианты влияния на развитие рельефа.

Плотность вещества. Это свойство проявляется, во-первых, в распределении горных пород по разрезу земной коры, а во-вторых, в интенсивности разрушения и размыва горных пород экзогенными процессами. И то и другое имеет морфологический эффект. Менее плотные осадочные породы обычно слагают участки континентов с горным рельефом (континентальный тип коры). Плотные породы чаще приурочены ко дну Мирового океана. Рыхлые осадочные породы (песчаники, алевролиты) и некоторые интрузивные породы (граниты с невысокой плотностью) интенсивно разрушаются, переносятся и в итоге становятся материалом для создания разных аккумулятивных форм (делювиальные шлейфы, речные террасы и др.).

Глубинное строение Земли. Оно характеризуется наличием мощных толщ (сфер): земной коры, мантии и ядра. В геоморфологии обычно рассматриваются земная кора и верхняя часть мантии. Земная кора – твердая оболочка, имеющая разную мощность, состав и построение. На дне океанов она имеет мощность до 10 км и сложена в основном базальтами. В пределах континентальной части слой коры достигает 30 км в пределах равнин и 70 км – в горных территориях. В разрезе выделяют три слоя: осадочный, гранитный и базальтовый. Их мощность в разных частях континентов неодинакова. Эта сфера наиболее важная для рельефообразования, т.к. здесь происходят основные структурные преобразования, отражаемые в рельефе, и здесь сложно взаимодействуют литосфера и географическая оболочка, определяя нередко условия рельефообразования.

Верхняя мантия простирается до глубины в 900 км. В этом слое наибольшего внимания заслуживает астеносфера – прерывистый во внутреннем пространстве Земли слой. Он сложен полурасплавленным аморфным веществом. Под материками астеносфера достигает глубин 250 км и имеет мощность до 150 м. Под океанами она залегает на разной глубине (от 50 до 400 км от дна) и значительно больше по мощности (до 350 км). Важной особенностью астеносферы является то, что здесь формируются очаги магматизма, способные дать свой ход рельефообразованию.

В геологии формированию Земли и земной коры отводится длительное время даже в геологическом его представлении. Возраст Земли определяется в 5 млрд. лет. Возникновение земной коры уходит к ранним рубежам геологического времени. Известно, что за период в 570 млн лет геологического времени природная обстановка на Земле менялась существенно и неоднократно. Континентальный режим сменялся морским, блоки литосферных плит меняли свое положение и сложно действовали друг на друга. Неоднократно проявлялись орогенические циклы, вызывая серьезные перестройки в структурах земной коры и создавая свою этапность в развитии рельефа поверхности Земли. Наконец, облик поверхности в значительной степени зависит от сложного и многообразного проявления экзогенных процессов. А период их активного действия исчисляется, по крайней мере, длительностью четвертичного времени, т.е. около 2 млн лет.

Таким образом, разные свойства Земли, их территориальные и временные изменения создали многообразные условия для развития рельефа.

3. Эндогенные процессы и их морфологическая роль

Отмеченные выше сложное внутреннее строение Земли и присущие ей свойства (форма, вращение, действие гравитации и др.) определяют многообразие природных процессов, происходящих как в недрах Земли, так и на ее поверхности.

Процессы, протекающие внутри Земли, которые определяются внутренними силами и свойствами и которые проявля-

ются в виде структурных преобразований в земной коре, а также в рельефообразовании на ее поверхности, относят к эндогенным. В эту группу процессов включают магматизм, сопровождающий его метаморфизм и тектонические движения. Под магматизмом понимают образование расплавов в недрах Земли и их перемещение по трещинам и разломам к поверхности. Метаморфизм – это преобразование пород по мере перемещения расплавов и их контакта с вмещающими твердыми породами. Тектонические движения – это сложные перемещения слоев и блоков в земной коре.

Энергетическими источниками эндогенных процессов принято считать распад радиоактивных элементов в недрах Земли (урана, калия, тория), гравитацию и энергию вращения. Эти источники способствуют образованию расплавов, гравитационному перераспределению вещества и движению магмы по трещинам к поверхности. Перемещение магмы происходит при воздействии высоких температур, давления и энергии вращения Земли.

Логика очередности рассмотрения названных эндогенных процессов неоднозначна. Можно предположить, что создаваемые внутренние напряжения в недрах Земли вызывают, прежде всего, структурную перестройку в земной коре, т.е. **тектонические движения**. Их проявления различаются по геологическому времени и характеру, хотя это различие не совсем четкое. Так, временные рамки предполагают выделять движения древние (докайнозойские), неотектонические (относят к неоген-четвертичному времени) и современные, входящие в обозримую историю. Особую морфологическую значимость обычно придают неотектоническим движениям, поскольку они больше других проявились в рельефе (горные территории, обширные пространства равнин, морфологические элементы речных долин и т.д.).

По существенным различиям в характере проявления выделяют следующие виды тектонических движений: колебательные (эпейрогенические), складкообразовательные (пликативные дислокации) и разрывные (дизъюнктивные дислокации). В некоторых литературных источниках характер движений представлен вертикальным и горизонтальным вариантами.

Колебательные (вертикальные) движения в большей степени присущи территориям на платформенных структурах. К тому же здесь они четче проявляются в разрезах и рельефе. Так, проведенные исследования в центральной части России (в пределах Русской платформы) показали, что эта территория трижды покрывалась морем (в девоне, карбоне и юре), которое оставило свидетельством толщи известняков и ископаемую фауну. На территории Донбасса отложения карбона включают угленосные пласты. В Приуралье колебательные движения в верхнем палеозое обеспечили формирование толщ из мергелистых глин, песчаников, известняков, которые нередко слагают склоны долин рек.

Более поздние колебательные движения, например неотектонические, вызвали формирование сложных по морфологии долин рек с набором террас, перестройку озерных систем (Финляндия), создание высоких денудационных равнин с интенсивным эрозионным расчленением их поверхности.

Складкообразовательные (вертикально-горизонтальные) движения более заметно проявились в активных областях горообразования. Здесь происходили интенсивные движения слоев земной коры, сопровождавшиеся образованием складок различной формы с частичным нарушением сложения толщ горных пород. Складчатые (пликативные) смещения создавали выпуклые (антиклинальные) и вогнутые (синклинальные) складки, что служит свидетельством существования вертикальных движений. Однако любая складка может сформироваться только с участием горизонтальных сжатий. В геологии они именуется «тангенциальным сжатием». Следует заметить, что, например, по форме и положению оси складки бывают разными (рис. 1).

а



килевидные



изоклинальные



веерообразные



флексура



Рис. 1. Виды складок: а – по форме; б – по положению оси

Безусловно, приведенные на рис. 1 примеры не исчерпывают всего многообразия складок. Однако даже по представленным становится очевидным, что формирующаяся поверхность, особенно в горных условиях, не может не отражать характера складчатых структурных образований (в облике склонов, в форме долин рек).

Разрывные (вертикально-горизонтальные) движения. Они проявлялись как в условиях геосинклинальных областей при трансформации горных сооружений, так и в пределах активных окраин платформ, по соседству с участками интенсивной дислокации или горообразования (например, окраины Сибирской платформы). Разрывные (дизъюнктивные) дислокации предполагают значительные смещения слоев в толще с нарушением их состояния, цельности. При этом образуются трещины и разломы, которые, как правило, заполняются рыхлым материалом дробления. Разрывные нарушения и смещения создают разные структурные образования. В геологии обычно выделяют сбросы, взбросы, сдвиги и надвиги. При образовании сброса один из блоков смещается вниз по наклонной поверхности разлома. Взброс создается движением блока по поверхности разлома вверх по сравнению с прежним уровнем его положения. Следовательно, это два варианта вертикальных перемещений частей разорванного слоя или блока. Сдвиг и надвиг представляют собой горизонтальные перемещения частей блока: первый – вдоль линии разлома, а второй – со смещением частей блока навстречу друг другу с некоторым перекрытием.

С названными вариантами дизъюнктивных дислокаций можно связать возникновение горстов и грабенов. Горстом обычно называют блок, приподнятый над его прежним уровнем, а грабеном, наоборот, опустившийся блок. Понятно, что в природе эти процессы протекают сложнее и многообразнее, и воз-

никающие потом структуры и морфологические образования (например, долины) отражают эти непростые взаимосвязи процессов.

Складчатые структурные образования обычно составляют основу молодых, альпийских горных сооружений (Кавказа, Карпат и др.), блоково-разрывные – древних и возрожденных гор (Урал, Алтай, Тянь-Шань и др.).

Тектонические движения, наиболее активно проявляющиеся в геосинклинальных областях, способны обеспечить условия для перемещения расплавов из недр Земли в толщу земной коры. Возникают предпосылки для магматизма и метаморфизма. Разграничение пределов глубинного перемещения расплавов позволяет процесс магматизма делить на два вида: интрузивный и эффузивный. Перемещение расплавов в толщу земной коры и застывание их там относят к *интрузивному* магматизму, а преодоление всего пути и выход магмы на поверхность – к *эффузивному* магматизму или вулканизму.

Интрузивный магматизм, в свою очередь, увязывается с пределами передвижения магмы и глубиной образования интрузивных тел. Поэтому выделяют глубинные и полуглубинные тела, имеющие свои варианты и формы.

Из глубинных образований выделяют **батолиты**. Это крупные интрузии (площадь в сотни квадратных километров), залегающие на глубине 5–7 км. Они имеют выпуклую форму со сложной неровной поверхностью, с выступами (апофизами). Неровность поверхности батолитов и отсутствие четких контактов с вмещающими породами геологи связывают с оплавливающим действием интрузий во время проникновения. Сложены батолиты, как правило, кислыми породами (граниты, гранодиориты). На контакте с интрузивным телом вмещающие породы подвержены метаморфизации. Поскольку батолиты располагаются на большой глубине, их морфологическую значимость оценивать сложно. Известно, что батолиты местами составляют основу склонов хребтов (Зеравшанского, восточного склона Уральского хребта). Кроме батолитов в этой категории интрузивных образований значатся и **штоки** – интрузивные тела меньшего размера (по А.Н.Заварицкому, до 200 км²).

Меньшие по размеру и ближе к поверхности – полуглубинные интрузивные образования. Они разные: лополиты, факолиты и лакколиты. Из них лакколиты заслуживают большего внимания, т.к. имеют более четкое проявление в рельефе.

Лакколиты – караваяобразные магматические тела, которые образуются на крыльях складок, заполняя доступные для проникновения слои горных пород. Как и у батолитов, здесь на поверхности могут образоваться выступы – апофизы. Лакколиты имеют морфологические и литологические признаки и отличия. Во-первых, это обычно изолированные возвышенности на фоне склонов или аккумулятивной выровненной поверхности. Во-вторых, формы эти сложены интрузивными породами, тогда как окружение может быть сложено другими комплексами пород.

В приповерхностной части земной коры могут образовываться другие интрузивные тела: **дайки** и **силлы**. Дайки (секущие жилы) возникают при внедрении магмы в толщу земной коры с прорывом слоев и несогласным залеганием толщи интрузивных пород. При разрушении вмещающих пород дайки образуют на поверхности скалистые выступы и останцы, приуроченные чаще к осевым частям хребтов. Силлы (пластовые жилы) образуются при проникновении магмы в толщу пластов и застывании там в свободных и доступных для распространения местах.

Дайки имеют очень широкое распространение в горных странах. Силлы создают ступенчатость рельефа на платообразных участках (Восточная Сибирь, плато Декан и др.).

Эффузивный магматизм (вулканизм) – это эндогенный процесс, обеспечивающий доставку магматических расплавов на поверхность Земли. Такое проявление магматизма возможно не везде, а только в местах с большой тектонической активностью и значительной степенью дислокации. Поэтому вулканизм активен в пределах геосинклинальных структур и на стыке литосферных плит. Такие условия есть на восточных окраинах территории России, где сложно взаимодействуют Евразийская и Тихоокеанская литосферные плиты.

Морфологическая роль вулканизма определяется неоднозначно. Здесь важно время, режим и место действия, а также состав и количество продуктов извержения.

Существует общепризнанная группировка продуктов извержения: газы, жидкие и твердые продукты. *Газы* выделяются вулканами в разные периоды действия, но более активно – в период извержения. Различают интенсивный выход фумарольных горячих газов в начале извержения. Затем, при снижении интенсивности извержения, выделяются в основном менее нагретые сернистые газы (сульфатары). Наконец, в завершающий этап действия вулкана происходит спокойное выделение газов с температурой менее 100°C и преобладанием CO₂ (мофетты). Однако преобладает в составе газообразных веществ водяной пар (до 80–90 %).

Место и режим проявления вулканизма определяет характер выхода газообразных продуктов.

Жидкие продукты представлены лавами (дегазированная магма). В составе лав преобладают кремнезем, алюминий, магний, железо. Количество кремнезема определяет тип лавы и характер извержения. Лавы, имеющие в своем составе кремнезема 50 % и более, относят к кислым и средним (липаритовые и дацитовые). Если кремнезема в лавах меньше (50–30 %), то их относят к основным (базальтовые).

Кислые лавы имеют светлую окраску, богаты газами, вязкие, малоподвижные. При выходе образуют купола и скопления обломков, реже – короткие потоки. Основные лавы окрашены темнее, бедны газами, очень подвижны. При выходе образуют обширные и протяженные (до 100 км) потоки. При подводном извержении способны создавать шаровидные отделимости.

Твердые продукты (агломераты) выбрасываются в большом количестве в начальный период извержения, когда интенсивно выделяются газы. К твердым продуктам относят вулканический пепел, песок, мелкие обломки (лапилли) и крупные (бомбы). Вулканический пепел имеет размер частиц до 0,1 мм. В его составе преобладает вулканическое стекло, меньше – полевого шпата, роговой обманки. Пепел – преобладающий твердый

продукт. Может подниматься на большую высоту (до 10 км) и переноситься очень далеко.

Вулканический песок – частицы размером до 2 мм того же минералогического состава, что и пепел. При выпадении и уплотнении песок и пепел создают горную породу – вулканический туф.

Лапилли – еще более крупные частицы стекла и других минералов.

Наконец, вулканические бомбы – это крупные обломки застывшей лавы и кусков горных пород, которые образуются в процессе частичного разрушения стенок кратера при извержении, их размер может достигать нескольких метров. Бомбы разной формы и размера разбрасываются по склонам вулканов.

В целом количество твердых продуктов значительно превышает объем излившихся лав.

Условия и характер проявления вулканизма существенно различаются. Поэтому классификация извержений включает большое количество типов. Для наглядности можно ограничиться тремя характерными и специфичными типами: гавайский, пелейский и кракатауский.

Гавайский тип характерен для вулканов этого островного архипелага, Исландии и некоторых других мест. Их магматические очаги находятся глубоко. Лавы основного состава, с небольшим содержанием газа, изливаются достаточно спокойно с периодическими всплесками и фонтанированием. Уровень лавы в кратере меняется, что создает ступенчатость его внутренних стенок. Подвижные лавы далеко (на 50–100 км) растекаются со склонов, образуя обширные потоки и выполаживая эти склоны. Поэтому такие вулканогенные образования называют щитовыми. Периодичность выхода пеплового материала и лавы определяет слоистость в разрезе склонов, что объясняет другое название таких вулканов – стратовулканы. Вулканы Гавайских островов оказываются самыми высокими, поскольку поднимаются со дна океана. Так, высота вулкана Мауна-Лоа составляет более 8500 м.

Пелейский тип происходит от названия вулкана Мон-Пеле на острове в Карибском море. Вулканы этого типа извергают лавы среднего андезито-базальтового состава, насыщенные

газами. Поскольку эти лавы вязкие, изливаться они не могут, а выжимаются газами с образованием пробок, застывающих в жерле вулканов. Извержения нередко сопровождаются прорывом газов через трещины, боковые отверстия со страшными взрывами и локальными разрушениями. Известно, что в 1902 г. при извержении вулкана Мон-Пеле струи палящего газа быстро достигли городка Сен-Пьер, располагавшегося в 8 км от вулкана, разрушили его и уничтожили все население. По пелейскому типу действовали и другие вулканы. Так, вулканы Шевелуч и Безымянный на Камчатке неоднократно извергались с образованием пробок-обелисков в кратере.

Кракатауский тип. Название исходит от вулканов о. Кракатау в Зондском проливе. Лавы среднего и кислого состава, вязкие, насыщены газами. Главная особенность состоит в том, что извержение носит взрывной характер с разрушением верхней кратерной части вулкана. При этом выбрасывается большое количество пепла и обломочного материала. Сильнейшее извержение вулканов о. Кракатау произошло в августе 1883 г. Страшный взрыв потряс остров и разрушил значительную его часть. Волны цунами вызвали большие разрушения на островах Суматра и Ява. Звук взрыва достиг Австралии, на расстоянии около 5 тыс. км. Образовалась глубокая (около 0,5 км) лагуна в кальдере. Спустя почти 40 лет со дна лагуны поднялся новый вулканический конус высотой более 130 м над уровнем моря. Элементы проявления кракатауского типа извержения отмечались у других вулканов: Катмай – на Аляске, Авачинский и Карымский – на Камчатке, Бандай-Сан – в Японии.

Морфологическое проявление вулканизма велико и многообразно. Поскольку вулканизм проявлялся в течение всей истории развития земной коры, то его роль в построении структур, образовании горных пород и рельефообразовании исключительно важна (создание островных дуг, покровов, осевых частей хребтов, платообразных участков и т.д.).

4. Экзогенные процессы, их связь с эндогенными и морфологическая значимость

Под экзогенными понимается группа природных процессов, происходящих на поверхности Земли либо в верхней части литосферы, которые обусловлены внешними факторами и проявление которых обеспечивает рельефообразование. Иногда эти процессы стимулируются внешним проявлением общих свойств и характеристик Земли (проявление гравитационного поля, плотность пород в верхних слоях литосферы и др.).

Главным источником энергии экзогенных процессов, несомненно, можно считать солнечную радиацию. Она обеспечивает поступление тепла, вызывает колебания температуры воздуха и поверхности Земли, изменяет состояние горных пород, поверхностных и грунтовых вод, влияет на условия жизни органического мира.

Важную роль играет сила тяжести, ее внутренние и внешние составляющие. При неровности поверхности происходит смещение рыхлого материала, работа текучих вод.

Режим поступления солнечной радиации определяет возможность и интенсивность разрушения горных пород и работу агентов смещения обломочного материала (гравитация, водный поток, ветер, морской прибой и др.). Однако морфологическая значимость экзогенных процессов не ограничивается разрушением горных пород и слагаемых ими форм рельефа. Они достойно выполняют созидательную функцию, создают, например, морские аккумулятивные равнины, террасы в долинах рек, барханы в пустынях.

Следует помнить, что все экзогенные процессы происходят на фоне эндогенных и чувствительно адекватно реагируют на них: например, тектонические поднятия вызывают эрозионное расчленение и денудацию, т.е. снос материала со склона, а опускание – аккумуляцию материала и выравнивание поверхности.

Действие всех экзогенных процессов обычно протекает в трех вариантах: вынос материала (эрозия), транспортировка (денудация) и накопление (аккумуляция). Нередко у разных процессов эти варианты действия имеют свои названия.

Природные условия и обстановка существенно влияют на характер и особенности проявления экзогенных процессов.

Поэтому эти процессы группируют в две категории: континентальные и происходящие в условиях водной среды.

Исходным континентальным процессом следует считать выветривание, т.е. разрушение горных пород. Особая значимость этого процесса определяется тем, что он подготавливает рыхлый материал для других процессов. Известно, что выветривание бывает физическим, химическим и биологическим. Каждый вид имеет характерные условия проявления, территориальную приуроченность и способен обеспечить свою степень переработки исходных пород. Продукты разрушения пород принято называть элювием, а толщу рыхлого выветрелого материала, которая неровным слоем покрывает поверхность, – корой выветривания.

Образованный рыхлый материал в континентальных условиях переносится под действием разных природных агентов и факторов. На склонах гор и возвышенностей перенос обеспечивается прежде всего действием гравитации, и непосредственным, и с участием дополнительных благоприятных факторов (обрушение, сползание, перенос водным потоком, ледником, ветром и т.д.). Местами в переработке пород и смещении материала могут участвовать криогенные процессы (в условиях мерзлоты), или карст. В итоге переносимый материал может достигнуть берегов морей и океанов. Тогда он попадет в условия водной среды. Здесь он обрабатывается, сортируется, переносится уже иначе и аккумулируется более стабильно.

Путь обломочного материала от горного склона до моря может оказаться разным и сложным. Достаточно сказать, что даже на склонах материал сносится по-разному, различается по характеру и имеет свои названия. Материал, снесенный гравитационно, имеет каменистый состав и называется коллювием. Временные водотоки переносят обычно менее крупный и разнородный материал, называемый пролювием. Плоскостной смыв талыми и дождевыми водами переносит периодически довольно тонкий (мелкий) материал именуемый делювием.

Широкое территориальное проявление в рельефе континентов имеют флювиальные процессы (работа рек). Их яркая морфологическая деятельность просматривается в облике гор и обширных равнин. Сложность и многообразие действия водо-

тока определяются участием эрозионных составляющих (глубинная и боковая эрозия) и аккумуляцией аллювия. Все это находит отражение в многообразии морфологического строения долин.

Регионально проявляют себя современные ледники, приуроченные к высокогорным территориям или сравнительно невысоким гипсометрическим участкам, которые находятся в приполярных регионах. Достаточно своеобразно и широко проявилось покровное плейстоценовое оледенение, существенно изменившее облик рельефа, например, в пределах Русской равнины Европейской части России или за Уралом, на Западно-Сибирской низменности.

Значительные площади на территории России находятся под действием сезонной и многолетней мерзлоты. Они характеризуются проявлением криогенных процессов (деформация, пучение грунтов, солифлюкция, термокарст и др.), дающих набор особых форм рельефа и серьезно влияющих на условия хозяйственной деятельности (строительство зданий, дорог, добыча полезных ископаемых и т.д.).

Очагово-региональное распространение имеют карстовые процессы. При этом следует заметить, что их проявление существенно различается по крупным регионам, внутри них и на разных уровнях поверхности. В связи с этим различают карст европейский и тропический, горный и равнинный, голый и покрытый. Существуют достаточно сложные классификации и районирование карста. В местах развития карста его морфологическое и инженерно-геологическое значение следует внимательно оценивать.

Достаточно широко, но с разной интенсивностью и с неодинаковым морфологическим действием проявляются эоловые процессы (работа ветра). Особенно заметно их проявление в условиях аридного климата (в пустынных районах), где поверхность открытая, не защищенная растительностью, где дезинтеграция (разрушение пород) происходит интенсивно и накапливается сухой тонкий материал, легко переносимый ветром. Создаются разные эрозионные и аккумулятивные формы (обточенные камни и скалы, дюны и барханы). Локально эоловые про-

цессы действуют на побережьях морей и в долинах крупных рек.

Вероятно, к числу экзогенных процессов на суше можно отнести хозяйственную деятельность человека (например, земледелие, строительство) и глубокое техногенное воздействие (добыча полезных ископаемых с серьезным нарушением поверхности).

Разнообразные экзогенные процессы идут и в условиях водной среды, хотя они менее доступны для наблюдений, чем континентальные. Особая значимость процессов в морях и океанах подчеркивается тем, что водные пространства на Земле преобладают по площади, что их распространение в геологической истории было почти повсеместным, наконец, тем, что Мировой океан служит конечным контрольным уровнем эрозии и денудации, их базисом.

В прибрежной полосе активно проявляется волновая деятельность, морфологический эффект от которой усиливается приливо-отливными изменениями уровня. В глубинах в рельефообразовании участвуют другие процессы: гравитационные (смещения), гидрогенные (перенос течениями) и биогенные (работа организмов).

Оценивая связь экзогенных процессов с эндогенными, не следует быть слишком категоричными и впадать в крайности. В литературе, особенно учебной (школьной, например), можно встретить такие сравнения морфологической значимости процессов: эндогенные процессы создают горные страны, а экзогенные их потихоньку разрушают. Созидательная же роль экзогенных процессов порой ограничивается лишь барханами да оврагами. На самом деле эти две группы процессов достойно взаимодействуют и противостоят. Ведь эндогенных по природе форм рельефа не существует. А рядом с горными территориями вполне могут находиться обширные равнинные пространства. Так, с Уральским хребтом соседствуют Русская равнина и Западно-Сибирская низменность. Из примеров меньших образований: простому склону небольшого хребта может соответствовать крыло антиклинальной складки.

5. Выветривание и его геолого-геоморфологическое

проявление

Выветривание – многогранный природный процесс, ведущий к изменению состояния, а нередко к коренной перестройке вещества горных пород, т.е. это процесс разрушения горных пород. С ним связано формирование почв и полезных ископаемых.

Основными агентами выветривания следует считать солнечную радиацию, составные части атмосферы (кислород, азот и углекислый газ), атмосферные и грунтовые воды и органический мир.

Процесс выветривания зависит от зональных природных особенностей и от свойств пород. Из свойств пород можно отметить минералогический состав, плотность, тепловые свойства, а также состояние и характер поверхности. Так, полиминеральные интрузивные породы (гранит) легче подвергаются выветриванию, чем однородные (кварциты). Трещиноватые и водопроницаемые породы более устойчивы, а воздухоемкие, при контрастности температур в них, менее защищены от воздействия выветривания. Здесь могут сыграть факторную роль тепловые свойства пород: теплоемкость и теплопроводность.

Процесс выветривания многообразен и различен по эффективности действия на горные породы. Различают выветривание физическое, химическое и биологическое, хотя они происходят совместно.

Физическое выветривание совершается под действием разных факторов и может быть дифференцировано. Неравномерное нагревание горных пород в течение суток и изменение состояния кристаллов в горной породе может вызвать температурное выветривание. Изменение объема воды в трещинах и порах при промерзании влаги способствует проявлению морозного выветривания. Кристаллизация солей в трещинах пород при испарении вызывает проявление солевого выветривания. Наконец, растения и животные также способны рыхлить верхние слои горных пород. Все это – физическое выветривание с механическим воздействием на горные породы. Понятно, что варианты проявления физического выветривания могут иметь территори-

альную приуроченность. Например, солевое не может происходить в полярных или гумидных условиях.

Химическое выветривание – более сложный, чем физическое, процесс глубокого преобразования, а порой и перестройки вещества горных пород. Он обеспечивается химическим воздействием на горные породы воды, кислорода, углекислоты из воздуха, а также биохимическими процессами, которые обусловлены жизнедеятельностью организмов. Так, действие влаги, обогащенной газами и органическими кислотами, определяет возможность не только растворения, но и более сложных процессов окисления, гидратации и гидролиза. Окисление железосодержащих сульфидов при их поступлении из глубин на поверхность приводит к образованию зон вторичного обогащения. Подобные цементирующие соединения можно наблюдать в обнажениях по берегам рек.

Классическим примером гидратации является обогащение ангидрита водой и превращение его в гипс с существенным (около 20 %) увеличением объема породы и с возможными деформациями. Более глубокие изменения в физическом и химическом состоянии пород вызывает процесс гидролиза. Суть его заключается в разложении минералов и удалении отдельных элементов из их состава. Обычным видом гидролиза в природе является разрушение пород до образования в умеренных широтах глин, состоящих из монтмориллонита и гидрослюд, а в условиях тропического климата – до образования каолина и латеритных пород. Интенсивность и характер процессов химического выветривания в верхней части земной коры в значительной степени зависит от жизнедеятельности организмов. Поэтому химическое выветривание неразрывно связано с биологическим в едином биохимическом процессе.

В результате проявления выветривания на поверхности Земли формируется две группы продуктов: подвижные (соли, щелочи), которые выносятся, и остаточные, устойчивые соединения, которые накапливаются на месте. Последние называют элювием. Этому продукту свойственны такие качества: 1) связь с вещественным составом материнской породы; 2) неоднородность механического состава (от глыб до глин); 3) неровность подошвы слоя (базируется на щебнисто-

древянистом базальном горизонте); 4) отсутствие выраженной слоистости. Последующее накопление и преобразование элювия на уклонных участках создают кору выветривания – комплекс элювиальных образований с денудационными физико-химическими компонентами. Кора выветривания имеет морфологические и региональные особенности. Морфологически различают линейную (по полосе разлома) и площадную кору выветривания. Зональная классификация сложнее. По Л.Б.Рухину, основные генетические типы коры выветривания следующие: обломочная, сиаллитная и латеритная.

Обломочная. Образуется в условиях нивального и аридного климата под действием механического выветривания. Представлена разнородным обломочным материалом, который слагает шлейфы и каменистые скопления на склонах.

Сиаллитная. Образуется в условиях гумидного климата разных широт с неодинаковым влиянием промывного режима. Разновидностями сиаллитного типа являются гидрослюдистая, монтморрилонитовая и каолинитовая коры выветривания.

Латеритная. Образуется в условиях жаркого влажного климата. Глубокое разложение пород с накоплением свободных элементов (Fe и Al) создает тонкий механический состав и красноцветную окраску. С нею нередко связаны месторождения бокситов.

6. Эоловые процессы и их роль в рельефообразовании

Воздействие ветра и создание эоловых форм предполагает наличие определенных благоприятных условий: устойчивое развитие ветрового режима, аридность климата, интенсивное разрушение горных пород (выветривание), незащищенность поверхности растительностью. Известно, что условия возникновения ветров, их сила, режим бывают разными. Разрушающие эпизодические ураганные ветры пустынь, пыльные бури в пустынях и степях, устойчивые пассатные ветры низких широт, меняющие направления по сезонам муссонные ветры окраин континентов – вот основной перечень активных факторов эоловых процессов.

Деятельность ветра, как и других экзогенных процессов, выражается в эрозии, транспортировке материала и его аккумуляции, которые взаимосвязаны. К эрозионной составляющей относят дефляцию (выдувание) и корразию (обтачивание). Как отмечалось выше, действие ветра, в частности эрозионное, в большей степени проявляется при интенсивном разрушении пород и при сухом несвязном состоянии частиц (вследствие аридности). В этом случае мелкие частицы легко удаляются из трещин и пустот, а их движение обеспечивает обтачивание, шлифовку поверхности каменистых выступов и скалистых останцов. При этом происходит и транспортировка, и локальная аккумуляция материала. Такое разностороннее проявление ветра может оказаться и разрушительным, и созидательным, а территории приобретают самый различный облик. При выдувании из трещин и пустот возникают эоловые ниши и более крупные котлы выдувания. Удаление рыхлого материала из-под основания скалистых выступов, глыб известняков, пластов гранитов и других форм создает каменные столбы или качающиеся камни. Корразионное действие осложняет поверхность продольными лунками, бороздами или, наоборот, сглаживает поверхность.

Большой набор эоловых форм встречается в Крыму, на полуострове Мангышлак, в пределах Казахского мелкосопочника, в разных частях Урала. Есть они в аридных условиях Африки, Австралии.

Дефляционно-корразирующее воздействие ветра свойственно и равнинным территориям, где в сложении грунтов есть чередование песков и глин. Так, на территории Алжира встречаются протяженные дефляционные борозды и впадины (даёя). В пустынях Ирана развиты ярданги, создающие полосчатую поверхность с чередованием борозд и гребней.

Более широкое площадное проявление эоловых процессов характерно для мест, где переносится и аккумулируется большая масса песчаного материала. Набор аккумулятивных форм достаточно богат. Наиболее простыми являются дюны, небольшие овальные холмы. Это – обычные формы песчаных пустынь, а также встречаются по берегам морей и в долинах рек. Крупнее дюн и сложнее по строению бывают барханы. Они имеют серповидную форму в плане и характерный профиль

склонов: наветренный – слабовыпуклый и пологий ($5-15^\circ$), а подветренный – вогнутый и более крутой (до $30-40^\circ$). Высота барханов в разных местах различается: в Каракумах – около 5 м, на северо-западе Сахары – до 10 м, а в Ливийской пустыне – до 40 м. Протяженность барханов – от десятков метров до 1 км. Объединение барханов может создать барханные цепи длиной до 10 км, граблеобразные гряды, местами образует ячеистый рельеф с углублениями, в которых встречаются глинистые такыры. Такой набор форм характерен для пустынь Средней Азии, пустыни Тар на северо-западе Индии, для Большой Песчаной пустыни на северо-востоке Австралии.

Очень своеобразными аккумулятивными формами являются пирамидальные дюны. Это, как правило, древние образования, характерные для мест с интенсивной инсоляцией и с устойчивым восходящим движением воздуха (например, на Аравийском полуострове, в пределах Иранских плато). Форма в плане у них многоугольная, высота достигает 150 м.

Таким образом, даже краткое представление эоловых процессов указывает на многообразие их морфологического выражения, свидетельствует о важной роли в формировании данного генетического типа рельефа (например, эоловых равнин).

Деятельность ветра может проявляться иначе: в образовании лессов и в ветровой эрозии на освоенных территориях. Известно, что лёссовые грунты генетически связывают с переносом пылеватых частиц из зон с аридными условиями. Вероятно, так возникли лёссы северо-восточного Китая и территории Украины. Вместе с тем природные условия в антропогене на территории Украины и на юго-западе России позволяют предположить связь образования лёссов с выносом тонкого материала с южных окраин таявших покровных ледников. Лёссы определяют ход и характер развития эрозионных форм.

Настоящим бичом для южных земледельческих районов (Украины, Ставрополя, Краснодарского края) является ветровая эрозия. Она способна выдувать верхний плодородный и физически, с проявлением корразии, уничтожать посевы зерновых культур. Безусловно, существуют агротехнические и мелиоративные меры защиты, но противостоять этому пагубному процессу непросто.

7. Склоново-денудационные процессы и их морфологические проявления

Склон – это участок наклонной поверхности, который разделяет формы или их элементы разного генезиса (например, склон хребта, холма, долины).

Денудация – процесс смещения рыхлого материала на склоне.

Поскольку на Земле нет ровных плоских территорий, склоново-денудационные процессы проявляются всюду. Главной движущей силой денудации, вероятно, следует считать гравитацию. Благоприятными дополнительными факторами могут служить характер поверхности, ее состояние (увлажненность), действие потока, ветра, температуры и др. Поэтому денудация бывает механической, химической, термической и т.д.

По соотношению движущих сил и условий склоново-денудационные процессы можно сгруппировать следующим образом: 1) собственно гравитационные; 2) оползневые; 3) солифлюкционные; 4) делювиального сноса.

Гравитационные чаще происходят на горных склонах в виде интенсивного смещения обломочного материала (камни, щебень). В эту группу включают горные обвалы, камнепады, осыпные процессы. Каждый вариант имеет свои особенности в режиме проявления, объеме и характере сносимого материала, а в итоге и в морфологическом проявлении. Обвалы известны в Альпах, на Памире, Тянь-Шане и в других горных системах. Классический пример – образование Сарезского озера на Памире. Камнепады и осыпные процессы представлены очень широко и происходят постоянно.

Названные процессы свободного гравитационного сноса продуктов выветривания образуют первичные скопления материала, а со временем формируют курумы, каменные потоки, реки и моря. Преобразование первичных форм происходит под действием температуры (замерзания и оттаивания), при увлажнении весной или после дождей. Смещение каменистого материала производит корразионную работу на склоне. Каменные

потоки разной формы представлены в Альпах, на восточных склонах Апеннинских гор и даже на краях плато о. Шпицберген.

Материал (преимущественно каменистый), сносимый к подножью склона, получил название коллювий. Он не обработан, плохо сортирован.

Оползневые процессы также происходят на склоновых участках, но проявляются и в горах, и на равнинах. Их особенностью можно считать относительное сохранение монолитности сползающего блока. Благоприятными условиями оползания являются слоистое сложение блока с чередованием водопроницаемых и водоупорных горизонтов, дополнительное поверхностное увлажнение (таяние снега, дожди), а также некоторые дополнительные предпосылки (подмыв обрывистого берега, строительство зданий).

Морфологическое выражение оползневых процессов заключается в образовании ступеней на склоне с крутыми стенками отрыва выше оползня и с валами в передней фронтальной части. Классификация оползневых образований достаточно богатая, но страдает отсутствием единства принципов ее построения. В нее включают оползни–обвалы, оползни–блоки, потоки, сплывы и др. Нередко оползневые процессы в горных условиях предвещают катастрофические последствия.

Солифлюкция. Представляет собой процесс перемещения по склону сильно увлажненного разнородного материала путем медленного течения грунта. Он характерен для районов распространения многолетней мерзлоты и глубокого сезонного промерзания. Оттаивающий в теплое время грунт, находясь на постоянном или временном мерзлом водоупоре, насыщается водой (талой либо грунтовой), приобретает кашеобразную текучую консистенцию (состояние) и начинает медленно передвигаться. Это движение происходит даже на пологих склонах, но на крутых горных – быстрее.

Солифлюкция, действуя совместно с криогенными процессами, приводит к частичной сортировке материала. Крупные обломки при промерзании выталкиваются на поверхность. Эти процессы дают разнообразные формы: солифлюкционные потоки, покровы, гряды, валы, нагорные ступени или террасы, полигональные формы и пятна-медальоны – в тундре.

Существуют разновидности солифлюкционных процессов: конгелифлюкция (связана с пучением грунтов), дефлюкция (оплывание в условиях гумидного климата) и др.

Делювиальный снос – плоскостное мелкоструйчатое движение талых и дождевых вод на склоне и связанное с ним перемещение мелких продуктов выветривания. Делювиальный материал накапливается полосой у подошвы склона, образуя делювиальный шлейф. В долинах он нередко перекрывает границу между склоном и террасой. В горных условиях делювий представлен обычно более рыхлым и крупным материалом по сравнению с равнинным.

При рассмотрении склоново-денудационных процессов следует помнить, что все они находятся под контролем базиса денудации, уровня подошвы склона. Дальше и ниже материал может сноситься только при участии другого процесса (движение водного потока).

В учебной литературе приводится ряд положений о некоторых закономерностях развития склонов, об особенностях формирования склонов с разным профилем (прямым, выпуклым, вогнутым), об условиях восходящего и нисходящего развития рельефа. Эти положения в свое время были сформулированы немецким геоморфологом В.Пенком и применимы до сих пор. Однако эта часть темы требует специального аудиторного рассмотрения.

В заключение темы необходимо указать, что существуют разные классификации склонов: простые по построению – морфологические (по крутизне, по протяженности, по форме профиля склона) и более сложные – генетические (с учетом ведущего процесса, характера и интенсивности его проявления, связей с другими природными процессами).

8. Деятельность водотоков и флювиальный рельеф

Ручьи и реки распространены на Земле почти всюду, и их работа проявляется многообразно. Тем не менее отмечают ряд общих закономерностей, свойственных водотокам, которые имеют морфологическое выражение.

8.1. Общие закономерности работы водотоков

Известно, что все водотоки работают линейно. Именно поэтому флювиальный рельеф характеризуется полосчатым распространением форм (долин и их элементов). Далее, работа водотоков определяется живой силой, которая зависит от расхода (массы воды) и скорости потока. Проявление этой закономерности существенно различно (у равнинной и горной рек). Важна также следующая закономерность: работоспособность водотока определяется базисом эрозии, т.е. положением его устья – самого низкого уровня. От этого зависят энергетические возможности и эрозионная способность водотока.

Поскольку водоток осуществляет эрозионную и аккумулятивную деятельность по всей длине, находясь под определяющим влиянием базиса эрозии, то в этой ситуации он вынужден добиваться устойчивого положения и выработки своего продольного профиля равновесия. Наконец, категорией закономерности можно считать избирательную способность водотока. Ему приходится выбирать уклон, более удобные элементы структурных образований, а также более податливые к размыву породы.

Отмеченные закономерности служат надежной аргументацией при рассмотрении случаев морфологического проявления флювиальных процессов.

Разнообразие природных условий вынуждает группировать водотоки по режиму работы (временные и постоянные) и по их положению в рельефе (горные, равнинные).

8.2. Деятельность временных водотоков

Казалось бы, сравнительно однородно по режиму и просто, с ограничением по морфологическим возможностям, функционируют временные водотоки. Однако это не совсем так.

Временные водотоки работают периодически, отличаются бурным стремительным течением, имеют сходные морфологические элементы в местах расположения и проявления: водосборную площадь в виде воронки в верховьях, долину в виде канала стока и место аккумуляции переносимого материала (ко-

нус выноса). Но водотоки в горах обладают большими уклонами, а значит, и большей живой силой. Поэтому они эродируют (размывают) более интенсивно, чем равнинные, и откладывают грубообломочный каменистый материал. Кроме близко расположенных «долин» с упомянутыми выше элементами горные водотоки, работая совместно, способны срезать приподошвенную часть склона и образовать там подгорную ступень (педимент). Такой генетической позиции придерживался В.Пенк. Другие ученые, признавая роль временных водотоков, в качестве природных агентов выноса рыхлого материала принимали гравитационное смещение, а в прибрежных районах – абразию.

Когда же удаление материала не может интенсивно происходить (при тектоническом опускании либо при недостаточной работоспособности расположенной поблизости реки), у подножья склона образуются каменистые наклонные поверхности (предгорные аллювиально-аккумулятивные равнины), на фоне которых возвышаются поверхности выравнивания (педименты). Подобное сочетание форм можно наблюдать в пустынных горных участках юга Средней Азии, например, предгорные равнины Копетдага и Парапамиза с обширными конусами выноса дельт Мургаба, Теджена, Атрека.

Временные водотоки на равнинах имеют небольшие уклоны, ограниченные и выположенные участки водосбора. Поэтому они выносят рыхлый материал преимущественно тонкого состава. В условиях гумидного климата с весенним таянием снега временные водотоки создают специфические формы и характерный тип рельефа.

На разных участках равнин могут возникать следующие образования: ложбины стока, лоцины, борозды, промоины, овраги. Ложбины и лоцины – это, как правило, древние доледниковые образования, располагающиеся в верхних выположенных приводораздельных частях междуречий. Сочетаясь морфологически и взаимодействуя, они создают условия для формирования суходолов – крупных четких в поперечном профиле эрозионно-денудационных форм с признаками аккумуляции материала на выположенном днище.

В учебной географической и даже геоморфологической литературе морфологическая роль временных водотоков на рав-

нине иллюстрируется обычно другим набором образований: борозды, промоины, овраги. Безусловно, они в природе существуют. Однако, по мнению специалистов в области проявления эрозионных процессов (А.С.Козьменко, И.В.Попов и др.), это сравнительно молодые образования, распространение которых обязано развитию земледелия, особенно с применением техники при обработке почвы. История эта едва ли превышает сотню лет. Тем не менее в степных земледельческих районах эрозионный овражно-балочный тип рельефа распространен широко и нередко ограничивает возможность использования сельхозугодий.

Сформированный овраг обычно имеет разветвленную форму в плане, участки водосбора, четкие поперечные профили с крутыми склонами. В устье формируется выположенный конус выноса, сложенный мелкоземным пролювием.

8.3. Постоянные водотоки

Постоянные водотоки распространены на поверхности Земли широко, объединяются в водные системы, приурочены к своим территориям, которые обычно называют речными бассейнами.

8.3.1. Речные бассейны и процессы в их пределах

Речной бассейн – это пространство земной поверхности, как правило, ограниченное морфологически (в горах – более четко), где происходит систематический сток поверхностных вод и где идет работа системы водотоков вместе с другими экзогенными процессами.

Строение системы водотоков в плане, характер и форма бассейна определяются сочетанием природных условий - это упомянутая выше избирательность водотока (приспособление к структурам, породам), а также климатические условия, влияющие на водность, режим водотока, его живую силу. Типы систем и формы бассейнов многочисленны. Достаточно сравнить три существенно различающихся типа: древовидный, перистый, решетчатый.

Древовидный характерен для равнин с мощной толщей рыхлых отложений, которые обычно приурочены к платформенным структурам. Сеть водотоков имеет сложное разветвление, бассейн по плановым очертаниям напоминает лист березы. Примером могут служить многие реки Русской равнины.

Перистый тип чаще образуется в горных условиях с распространением синклиналиных структур. Система водотоков образуется прямолинейной главной рекой, в которую впадают с обеих сторон короткие притоки. Бассейн, по аналогии с предыдущим типом, можно сравнить с узким листом ивы. Например, бассейн р. Зеравшан между Туркестанским и Зеравшанским хребтами.

Решетчатый тип формируется в местах сильно дислоцированных структур, расчлененных поперечными трещинами и разломами. В системе есть преобладающее направление по уклону и поперечное – в нижних отрезках притоков. В плане бассейн отличается прямолинейными контурами. Примером является бассейн р. Белой на западном склоне Урала.

Названные типы систем и бассейнов представляют интерес не сами по себе. В этих случаях существенно различаются возможности проявления эрозионной и аккумулятивной деятельности рек (из-за литологии грунтов, разной скорости добега паводковых вод и энергии потока и т.д.). Поэтому формирующиеся долины будут сильно различаться по морфологии и составу аллювия.

Близкое расположение водотоков разных систем, разделенных узким горным водоразделом, или даже соседних притоков в одной системе может привести к речным перехватам, т.е. к частичному периодическому или к безвозвратному полному изъятию воды у перехваченного участка реки. Предпосылок и благоприятных условий для возникновения перехвата много. Например, характернейшее свойство водотока – проявлять регрессивную эрозию. К перехватам приводят и различия в положении базисов эрозии, водности потока, уклонах, размываемых породах и т.д.

Различают перехваты поверхностные и подземные, вершинные и боковые. Существует вариантность признаков, позволяющих определить возможность проявления перехвата: мор-

фологические (резкое изменение направления реки, явное несоответствие морфологического состояния долины) и геологические (несоответствие направления реки структурному построению территории, а также несоответствие отложений современной мощности водотока).

Возможные следы перехватов известны у р. Пинегы, ставшей правым притоком Сев. Двины, у р. Псёл, левого притока Днепра, которая, вероятно, перехватила р. Хорол ниже г. Миргорода, у верхних участков рек Луар и Рейн.

Безусловно, важны сами факты перехвата, т.к. вызывают перестройку долин. Кроме того, эти изменения в речных системах представляют интерес при поиске месторождений полезных ископаемых.

Представленные в начале разд. 8 закономерности в работе водотоков и, в частности, избирательная способность, определяют характер заложения и последующего формирования долин.

8.3.2. Особенности заложения и развития речных долин

Исходным условием заложения долин, вероятно, можно считать структурное построение территории. От него нередко зависит само существование водотока, наличие уклона, возможности размыва грунтов, а в конечном итоге облик сформированной долины. По отношению к структурам и формам дислокаций различают долины продольные (согласные) и поперечные. К продольным относят долины, которые ориентированы согласно направлению структур, падению пластов и линиям разломов. По приуроченности к структурам и их элементам в группе продольных выделяют такие типы долин: синклинальные, антиклинальные, моноклинальные и долины по разломам.

Синклинальные. Закладываются обычно в условиях геосинклинальных областей и соответствуют направлениям осей синклинальных складок. При этом водоток равномерно обрабатывает оба крыла складки, прорезая рыхлые слои и следуя по поверхности прочных пород. Приточность подземных вод к реке проявляется с обеих сторон, склоново-денудационные процессы протекают тоже равномерно. Особенностью поперечного профиля этих долин является симметричность и хорошее развитие морфологических уровней (рис. 2). Примерами могут

служить долины р. Вахш (приток р. Пяндж) и верховья р. Лабы (притока р. Кубани).

Антиклинальные. Образуются вдоль осей антиклинальных складок в породах, легко подвергаемых размыву. Падение пластов направлено в разные стороны от долины. Приточность подземных вод слабая и неравномерная. Обработка склонов водотоком и интенсивность склоново-денудационных процессов по сторонам неодинаковые. В итоге формируется сложный неправильный поперечный профиль с неравномерным распределением морфологических уровней (рис. 3). При этом ширина и глубина вреза долины нередко зависит от крутизны падения крыльев складки.

Моноклинальные. Формируются в структурах, имеющих одинаковый по направлению наклон пластов. Такое положение может оказаться у разрушенных тектоническими движениями или денудацией крыльев крупных синклиналей. Наклон пластов по отношению к формирующейся долине будет разным. Поэтому приточность подземных вод, эрозионные и склоново-денудационные процессы станут проявляться неодинаково по сторонам. В результате будет создан асимметричный поперечник через долину с разной степенью развития морфологических уровней и различными их морфометрическими характеристиками (рис. 4).

Долины по разломам, сбросам, зонам трещиноватости, а также в грабенах имеют разные поперечные профили, набор и показатели элементов. Можно допустить, что большинство будет асимметричным из-за различий в составе и залегании пород.

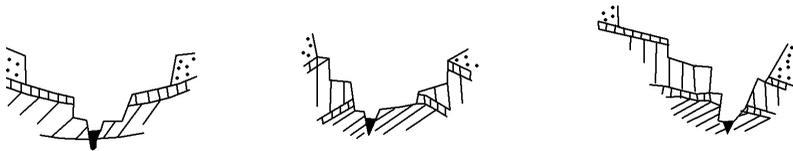


Рис. 2. Синклинальный тип

Рис. 3. Антиклинальный тип

Рис. 4. Моноклинальный тип

Наряду с продольными широкое распространение получили поперечные долины, вариантность которых достаточно

богата. В литературе они иногда именуется сквозными. Поперечные – значит несогласные прежде всего со структурным построением территории. Чаще несогласными оказываются отдельные отрезки долины, а не вся она полностью.

Варианты условий образований сквозных долин следующие:

1. Проявление регрессивной эрозии с возможностью перехвата.
2. Подземное заложение (в местах проявления карста).
3. Антецедентное заложение (долина, сформированная в предшествующий период, прорезает образующийся на ее пути приподнятый массив). Например, р. Инд, прорезающая участок в Гималаях, реки Карпат, Бол. Кавказа.
4. Эпигенетическое заложение (долина, сформированная в рыхлой перекрывающей толще, посредством глубинной эрозии прорезает и расположенные ниже поперечные структуры).

Кроме перечисленных выше генетических типов долин (продольных и поперечных по отношению к структурам) существует немало морфологических типов. Все они имеют свою генетическую основу, но более четко выражены и различаются по морфологическим признакам.

В горной местности выделяют теснины, ущелья, трапециодальные, каньонообразные, корытообразные и другие типы. Основными критериями разграничения этих типов являются глубина и ширина долины по верху, наличие и характер ее днища. Так, у теснин большая глубина и малая ширина. Склоны отвесные, из коренных пород. Узкое днище полностью занято стремительным водотоком. Ущелья (или V-образные долины) имеют меньшую, чем теснины, глубину, крутые ступенчатые склоны, узкое каменистое днище, преобладающая часть которого в летнее время занята бурным потоком. Например, Дарьяльское ущелье на Кавказе, долины Бол. и Мал. Енисея.

Долины трапециодальные, каньонообразные и корытообразные фиксируют дальнейшее сокращение глубины и их расширение. Такие типы широко представлены на разных участках рек и вряд ли требуют географической конкретизации.

В пределах равнин присутствует свой типологический набор, хотя он не отличается четкостью и строгими критериями группировки. Например, V-образные долины из оврагов; фурационные долины прибрежной полосы моря, четкообразные долины с озеровидными расширениями. Нетрудно в их морфологии обнаружить генетическую основу. Существуют и морфологические типы долин, формирование которых определяется природными условиями того или иного региона. Например, каньонообразные долины рек Исети и Миасса в пределах наклонной подгорной равнины, корытообразные неглубокие долины рек Оби и Иртыша на аллювиальной равнине южной части Западной Сибири или теряющиеся сухие долины низовий рек Эмба и Тургай.

Предложенные в начале раздела общие закономерности работы водотоков (избирательность, живая сила, контролирующая роль базиса эрозии и стремление к выработке профиля равновесия) определяют многообразное эрозионно-аккумулятивное проявление флювиальных процессов. А эти процессы в итоге призваны создавать сложное природное образование – долину реки.

8.3.3. Строение речных долин

Несомненно, долина даже небольшой реки имеет свою историю и свой набор элементов. В хорошо сформированной речной долине обычно обнаруживаются следующие элементы: русло, пойма, террасы и склоны. Естественно, исходным и основополагающим элементом следует считать речное русло и движущийся в нем водный поток. Хотя и речное русло появляется не вдруг. Выделяют три стадии в формировании русла: первичного, врезанного и вторичного меандрирования. Сами названия не показывают сущности стадий, тогда как эти этапы морфологически проявляются различно. Первичные повороты водотока, которые называть меандрами можно условно, возникают, когда он встречает на своем пути препятствия или следует, выбирая в понижении линию с наибольшими уклонами. Врезанное меандрирование означает, что водоток эрозионно обрабатывает мешающие ему выходы коренных пород, создает меандры (излучины), которые пока еще ограничены препятствиями на пути.

Наконец, вторичное меандрирование – это выработка рекой плавных, чередующихся по сторонам, поворотов, излучин и петель. На этой стадии водоток активно использует боковую эрозию, переносит и откладывает аллювиальный материал. Так создается настоящее русло с присущими ему особенностями и элементами.

Русло реки – пониженная полоса долины, выработанная постоянным водотоком, которой свойственны извилистость в плане, размыв и перенос обломочного материала, наличие подвижных скоплений наносов.

К общим морфологическим особенностям русел равнинных рек, вероятно, можно отнести:

- 1) чередование плесов и перекатов;
- 2) последующее развитие меандр.

Плѣсы – глубоководные участки в русле, приуроченные к вогнутым сторонам излучин с крутым подмываемым берегом. Профиль русла на плѣсе асимметричный. Грунты дна чаще песчано-иловатые. Перекаты располагаются на спрямлённых участках русла между соседними плѣсами, имеют небольшие глубины. Грунты дна, как правило, гравийно-галечниковые (рис. 5).

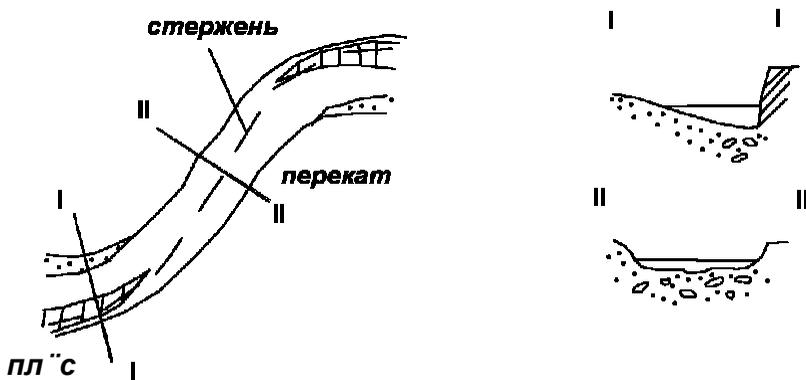


Рис. 5. Положение плѣсов и перекатов и их разрезы

Осевая линия в русле, вдоль которой движение воды более стремительное, называют стрежнем. Подход стрежня под крутой берег плѣса приводит к проявлению поперечной цирку-

ляции потока. Поэтому на вогнутой стороне берега происходит эрозионный размыв, а на выпуклой – создается прирусловая отмель (песчаный пляж). Нередко здесь образуются дугообразные прирусловые валы. В результате вогнутый берег размывается и отступает, а отмель на противоположной стороне расширяется и морфологически усложняется. Так происходит постоянная переработка меандр. В русле также происходит формирование своих элементов: русловых ленточных гряд, побочной, осередков, островов и т.д.

Существенной плановой перестройкой русла является развитие меандр, их смещение вниз по долине, сужение перемычки в кольце меандры и, наконец, ее размыв и образование нового спрямленного русла, останца обтекания, а потом старичного озера.

Процессы меандрирования с боковым и продольным смещением русла, сопровождающиеся формированием полосы аллювия, постепенно создают исходный морфологический уровень речной долины – пойму. В дальнейшем деятельность рек и ограничивается в основном этой пойменной полосой, хотя случается смещение реки со всеми излучинами в сторону какого-либо из бортов долины и размыв склонов.

Пойма – это затопляемая в половодье часть днища долины.

В разрезе поймы бывают представлены две фации аллювия: русловая – из песков с гравием и галькой и пойменная – из тонкого суглинистого материала.

Условия формирования пойм определяют их достаточно сложную типологию и морфологическое многообразие. Кроме простых морфологических категорий пойм (узкие выклинивающиеся, широкие односторонние и двухсторонние, фурационные) встречаются более сложные генетические и морфологические типы этих элементов долин. Для разных мест и условий образования характерны такие типы пойм: сегментный, параллельно-гравистый и обвалованный.

Сегментные поймы формируются у равнинных небольших меандрирующих рек, в долинах которых есть накопление аллювиального материала. Пожалуй, это наиболее широко распространенный тип. Пойма располагается внутри излучины и ограничена полосой уступа террасы. На поперечном профиле

такой поймы просматривается прирусловая часть с отмелью-пляжем и полосой вала, выположенная, преобладающая по площади центральная пойма и пониженная притеррасная часть.

Параллельно-гривистые поймы бывают у крупных рек, протекающих в межгорных котловинах и впадинах либо на низменных равнинах (р. Нарын – в Ферганской котловине, низовья р. Амура, р. Обь). Длительное и сложное перемещение русла в мощной толще аллювия создает очень пеструю плановую систему чередования валов и ложбин с озерами, имеющих большую протяженность. Такие поймы почти непригодны для хозяйственного освоения.

Обвалованные поймы характерны для предгорных территорий, реже – для верховий равнинных рек с узкими долинами (реки Ока, Днепр). Образование таких пойм происходит при взаимодействии основной реки с притоками, текущими из предгорий. Притоки в паводки несут материал в основную реку, которая в их устьях создает подпор. Поэтому влекомые наносы сбрасываются притоками, создавая прибрежный вал. Полоса вала отграничивает пойму основной реки. Такие поймы нередко переувлажнены и нуждаются в мелиорации.

В долинах равнинных рек всегда имеются более высокие, чем пойма, морфологические уровни (элементы). Нетрудно понять, что они, несомненно, были созданы до поймы. Имеются в виду террасы. Механизм их образования достаточно сложен и противоречив в представлениях. Поэтому и толкование названия «терраса» заметно различается по авторитетным источникам и излагается без должной четкости. Предлагаемый вариант следующий:

Речная терраса – это элемент долины, созданный постоянным водотоком в условиях существенного циклического изменения его уровня.

Такое определение констатирует трехмерность этого образования, взаимосвязь эрозионного и аккумулятивного проявления водотока, а также генетическое соотношение одних морфологических уровней с другими. Последнее как раз показывает очевидность связи поймы с террасами.

При наличии сходства общих черт и основных элементов у поймы и соседствующей с ней террасы (имеется выполо-

женная поверхность и уступ), можно допустить, что в их образовании были две сходные стадии. Первая заключалась в создании выположенной горизонтальной поверхности за счет блуждания русла, проявления боковой эрозии и нивелирующего действия аккумуляции в периоды половодья. Вторая – ограничивала созданную поверхность уступом. При этом к существенному понижению уровня водотока могли привести, например, тектонические поднятия в его бассейне или понижения базиса эрозии. Не исключено и влияние изменения водности потока при колебаниях климатических условий. Следует заметить, что основным периодом формирования речных долин было четвертичное время, богатое сменами в климатических условиях и тектонической обстановке. Эти циклические существенные изменения уровней былых рек, вероятно, и создали набор террас в долинах.

Как и поймы, террасы достаточно многообразно классифицируются. По условиям происхождения, литологии и морфологическим особенностям различают следующие основные типы террас: эрозионный, цокольный и аккумулятивный.

Эрозионные террасы формируются в долинах горных рек путем эрозионного вреза в коренные породы. Они обычно не имеют собственной толщи аллювиальных отложений, иногда мощность перемытых рыхлых склоново-денудационных грунтов залегает тонким слоем. При последующем развитии долины такие террасы оказываются самыми высокими.

Цокольные террасы могут образоваться в предгорьях при близком к поверхности залегании коренных пород, а нередко и на равнине, где есть рыхлые дочетвертичные отложения. Они отличаются двухъярусным строением: основная часть разреза из аллювия, а в основании – цоколь коренных пород.

Аккумулятивные террасы сложены отложениями одного аккумулятивного цикла на глубину, которая больше, чем последующий врез. Чередование таких циклов и создает набор террас аллювиального накопления. Этот тип характерен для старых сформированных долин равнинных рек, а также для долин, выработанных в пределах крупных тектонических депрессий, заполненных в процессе опускания мощной толщей рыхлых отложений (например, Среднеамурская депрессия, Ферганская котловина и др.).

Кроме представленных типов есть террасы локальные (врезывания, подпруживания), а также ступени, напоминающие речные террасы, которые именуют псевдотеррасами.

Наконец, в каждой долине есть элементы, которые ограничивают ее по сторонам. Это – склоны. **Под склонами** долины надо понимать ее элементы, которые представляют собой наклонные к реке поверхности, где все рельефообразующие процессы прямо или косвенно связаны с наличием водотока. И хотя сама долина, ее основа возникает нередко под действием эндогенных факторов (образование синклиналиных складок, разломов со сбросами и др.), все же в развитии склонов, их типологии и морфологических свойствах важное место занимает соотношение и взаимодействие руслового потока и склоновой денудации. Это взаимодействие отражает географическую обстановку на территории (литологию, состояние поверхности) и присущий ей режим тектонического развития. Так, на обширных пространствах равнинных территорий Европейской России, где геологической основой является древняя платформа с мощным чехлом рыхлых отложений, а обводненность достаточная, соотношение деятельности русловых потоков и склонового сноса материала совершенно иное в сравнении с горными участками. Поэтому поперечный профиль долин здесь отличается сложной ступенчатостью из террас, а склоны оказываются невысокими, хотя бывают нередко осложнены эрозионными формами.

На территориях равнин с унаследованным опусканием структур и накоплением мощной толщи рыхлых отложений (например, Западно-Сибирская низменность) общая расчлененность слабая, долины неглубокие и с бедным набором морфологических урвней.

9. Карстовые процессы и морфологические особенности их проявления

Карстовые процессы – это растворение особых групп горных пород поверхностными и подземными водами с выносом и локальным отложением растворенных веществ (в виде натечков). При этом возникают самые различные по размеру и облику морфологические образования: от упомянутых натечных

форм и мелких пустот до провалов и крупных пещер. Формируется специфический **карстовый тип** рельефа. Он имеет широкое распространение.

В группе карстующихся пород есть карбонатные (на площади около 40 млн. км²), гипсовые (до 7 млн. км²) и соляные (около 4 млн. км²).

Развитие карста определяется следующими условиями:

1. Наличие карстующихся пород (прежде всего известняков).
2. Водопроницаемость горизонтов, обладающих трещиноватостью.
3. Пологое залегание пластов (обеспечивает растворение).
4. Благоприятные климатические условия (наличие осадков, высокие температуры и др.).
5. Тектонические условия, способствующие понижению базиса эрозии.

В закарстованных районах различают (по Н.А.Гвоздецкому) три интервала (зоны) глубинной циркуляции вод: верхний, средний, нижний.

Верхний (зона аэрации) располагается до уровня грунтовых вод (мощность до 100 м). Здесь преобладает нисходящее движение талых и дождевых вод.

Средний (зона периодического насыщения), где проявляется колебание уровня подземных вод, есть горизонтальное движение вод по уклону и вынос растворенных компонентов пород. Здесь карстовый процесс протекает активно.

Нижний (зона постоянного насыщения) располагается глубже уровня базиса эрозии, подстилается водоупором. Поэтому циркуляция вод здесь затруднена и карстовые процессы идут слабо.

По условиям территорий выделяют карст голый (средиземноморский) и закрытый (европейский, уральский). Набор карстовых форм достаточно богат. При этом формы, например, европейского карста существенно отличаются от тропического (азиатского). Следует заметить, что использование в типологии карста географических названий не всегда соответствует его территориальной привязке.

Карстовые формы средиземноморского и европейского типов отрицательные. Их развитие определяется циркуляцией подземных вод в упомянутых выше толще и зонах карстующих-

ся пород. В этой группе различают карры, блюдца, воронки, колодцы, шахты, пещеры.

Карры – это формы голого карста, характерного, например, для Балканского полуострова. Развиваются они обычно в известняках, путем эрозионного размыва трещиноватой поверхности пород. Со временем образуются сложные системы разветвленных борозд (карров) глубиной до 4–6 м, разделенных узкими гребнями.

Блюдца и воронки – это формы закрытого карста, распространенные почти всюду. Талые и дождевые воды скапливаются в небольших понижениях, проникают в трещины пород и уходят вглубь, унося растворенные вещества и мелкозем. Возникают поноры (ходы и пустоты для движения вод). Блюдца и воронки углубляются. В результате увеличения количества и размеров поноров на стенках и дне воронки происходит обрушение и может образоваться сначала карстовый колодец, а потом и шахта.

Крупным и сложным карстовым образованием является пещера. Так, Кунгурская ледяная пещера образована в гипсах, имеет много переходов и гротов, около 30 озер. Ее обследованная часть достигает 5 км. Мамонтова пещера в США, развитая в известняках, имеет длину более 250 км.

В других природных условиях карст может развиваться иначе. Так, в условиях влажного тропического климата создаются положительные формы разного облика, возвышающиеся на фоне базальной поверхности. В тропических районах специалисты выделяют куполовидные, конические, башенные варианты карстовых образований. Места их развития – Мексика, Конго, страны юго-восточной Азии.

Территориальные особенности развития карстовых процессов определяются разными условиями. Даже в пределах территории России нетрудно представить основные различия развития процесса и форм в неодинаковых орографических условиях: в горах и на равнине. Так, на равнине ярусы (зоны) циркуляции подземных вод, представленные в начале этого раздела, имеют сравнительно небольшую общую мощность, т.к. базис эрозии залегает сравнительно неглубоко. При этом разные участки, например Русской равнины, будут иметь свои местные ус-

ловия режима и степень увлажнения, а значит, и характер проявления карста.

В горах, например на Кавказе, общая толща воздействия карстового процесса будет значительно больше, чем на равнине, т.к. здесь может оказаться несколько обособленных толщ закарстованности с самостоятельными водоносными горизонтами. Кроме того, в подобных горных условиях вполне возможно сочетание карстовых процессов с нивальными и гляциальными, что в итоге усложняет протекание взаимосвязанных процессов.

Территориальные особенности карста отражаются не только по орографической группировке. Существуют разные системы районирования карста. Так, в системе районирования Н.А.Гвоздецкого (1981) в пределах территории России выделены страны, области, провинции и районы. Например, Русская равнина как страна делится на пять областей: Московско-Двинская, Тимано-Печорская, Приволжская, Заволжско-Камская и Нижневолжско-Уральская.

Все это свидетельствует о различиях в проявлении карстовых процессов и необходимости их учета в любых видах хозяйственной деятельности.

В заключение следует напомнить о существовании понятия «псевдокарст» и вариантности этого процесса (глинистый карст, кластокарст и термокарст).

10. Ледники и их морфологическая роль

Ледники – это естественные скопления льда, возникающие на поверхности суши путем аккумуляции, уплотнения и перекристаллизации снега.

Условия формирования ледников определяются широтой места, орографическим положением (высотой места), климатическими особенностями (температурный режим, количество и характер выпадения осадков).

Поскольку образование льда возможно при наличии мощного и устойчивого снежного покрова, размещение ледников обычно увязывают с положением снеговой границы и ее фактическим отражением на местности в виде снеговой линии. Высотное положение снеговой границы в разных по широте регионах

неодинаковое: на Новой Земле – около 0,5 км над уровнем моря, в разных частях Кавказа – 3,0–3,5 км, в Гималаях и экваториальной части Африки (г. Килиманджаро) – на высоте 5–6 км.

Ледники обладают рядом свойств, которые определяют, с одной стороны, режимное состояние и само существование ледника, а с другой – его работоспособность и морфологическое проявление. Так, у ледников фиксируют приходные и расходные составляющие баланса, которые могут иметь вещественное и морфологическое выражения. Важным свойством большинства ледников является также их способность к движению.

Многообразие условий развития ледников затрудняет возможность их систематизации и определяет сложность и условность классификации. Приемлимым, вероятно, можно считать обобщенный вариант классификации, предложенный в свое время геоморфологами ЛГУ. Она основана на принципе учета увеличения снегового питания и связанного с этим усложнения морфологии ледниковых образований.

Все ледники объединяются в три группы: горные, горнопокровные и покровные. В каждой группе есть богатый набор типов.

В *первой* группе, кроме того, выделяют сравнительно небольшие по размеру и простые по построению склоновые ледники (карровые, висячие и др.) и более крупные, сложные долинные ледники (альпийский, туркестанский, гималайский и др.). Ледники этой группы занимают обычно небольшие перегибы или углубления на склоне, а также склоновые ложбины.

Ледники *второй* группы имеют избыточное питание и занимают большие площади на слабо расчлененной поверхности. В нее входят ледники аляскинского, скандинавского, шпизбергенского и других типов. Общей их морфологической особенностью является переметное (с выходом на разные склоны) или сетчатое построение со сложным распределением многочисленных языков.

Наконец, *третья* группа покровных ледников занимает обширные пространства и мощной толщей перекрывает рельеф материковой поверхности. В этой группе находятся следующие не совсем одинаковые типы: материковый (Антарктида, Гренландия), исландский, шельфовый.

Учитывая то что ледников на Земле очень много и что располагаются они в разных широтах и на различных уровнях, вполне можно допустить, что их морфологическое проявление неодинаково. Понятно, что горные и покровные ледники имеют разное морфологическое воздействие. Опять же современные и, например, плейстоценовые ледники работали в разных условиях и оставили свои морфологические следы. Доля современных горных ледников в общей площади оледенения невелика (около 0,5 %), но их значимость существенна (питание рек, условия жизни и хозяйственной деятельности в горах) и морфологическое проявление яркое и специфичное.

Морфологическая работа ледников обычно проявляется при взаимодействии выветривания, экзарации, денудации и аккумуляции. Возникает набор гляциальных форм: ледниковые кары и цирки, ледниковые трог, различные моренные образования.

Карры формируются на перегибах горных склонов, где присутствуют карровые ледники. Это – креслообразные углубления, созданные при участии морозного выветривания, механического действия толщи льда на стенки и днище углубления. Увеличение и слияние соседних карров образует цирки. Ярусное расположение карров на склоне формирует карровые лестницы. А совместное действие карровых ледников по сторонам вершины горы может срезать ее до пикообразного состояния и создать карлинг (например, г. Ушба в Грузии). Таким образом, даже варианты образования и превращения карров дают богатый набор.

Троги – корытообразные отрицательные линейные формы, созданные ледниковой экзарацией (выпахиванием). Морфологические особенности трогов следующие: прямолинейность днища, ступенчатость продольного профиля, корытообразный (или трапециoidalный) поперечный профиль с наличием плеч (или карнизов) по сторонам.

Морены – скопления материала, который собирается ледником в результате экзарации и корразии при его движении, переносится и откладывается при таянии. По положению в теле ледника различаются такие виды морен: поверхностная, внутренняя, боковая и донная. Моренный материал, как правило, разнородный, каменистый. Кроме того, выделяются моренные

формы, связанные с местом и условиями аккумуляции материала. Это *основная* морена – серия продольных (по направлению движения ледника) валов, из оставленных внутренней и донной морен, а также *конечная* морена – поперечные гряды из материала, который сгруппирован подпорным действием ледника.

Кроме современных горных и покровных ледников заметный след в истории развития рельефа оставили древние ледники, особенно плейстоценовые. Площадь последних достигала 50 млн км² (современные распространены на 16 млн км²).

Специалисты выделяют несколько стадий оледенений. Для Европейской территории характерны три основные стадии: окская, днепровская и валдайская. Морфологически более выражены следы максимального среднечетвертичного днепровского и последнего верхнечетвертичного валдайского оледенений.

При рассмотрении характера морфологического проявления ледников следует различать три зоны действия: очаговую, центральную и окраинную.

В **первой** располагались основные очаги распространения ледников. Это Скандинавия и Кольский полуостров, Новая Земля и Полярный Урал. Здесь ледники возникли раньше, имели наибольшую мощность, пребывали дольше. Их деятельность проявилась прежде всего в эрозионно-денудационном удалении рыхлого материала, в обработке выходов коренных пород, имевших северо-западную исходную ориентировку структур.

К числу созданных здесь форм можно отнести сельги (скалистые гряды с ледниковой обработкой), «бараньи лбы» и курчавые скалы (бугры, холмы, нагромождения крупных глыб со следами полировки и с царапинами на поверхности). Такие формы богато представлены на крайнем северо-западе страны. Местами на равнинной поверхности создавались и отрицательные формы: ледниковые долины (с признаками молодости, свежести), озерные ванны (Карелия), впадины, ложбины.

Вторая зона (центральная) хотя и преобладала по площади, но яркого морфологического отражения действия ледника не получила. Здесь наблюдается сочетание плоскостных экзарационных действий (выпахивание ложбин по пути движения ледника, нивелировка поверхности) и создание линейных аккумуля-

мулятивных образований за счет отложения переносимого моренного материала (валунных суглинков).

Третья зона (периферическая) располагается между границами днепровского и валдайского оледенений, имеет разнообразие аккумулятивных форм, местами со следами размыва и с худшей сохранностью. Моренный покров эродирован, переотложен флювиогляциальными и флювиальными процессами.

Характерными формами ледниковой аккумуляции можно считать друмлины, озы, камы.

Друмлины – продолговатые холмы и гряды, ориентированные по направлению движения ледника, имеющие «ядро» в основании (выход коренных пород или скопление обломочного материала), сложенные основной мореной. Высота от 5–10 до 30 м, ширина 100–300 м, длина 1–2 км. Представлены на северо-западе страны, в Прибалтике, Польше - в виде холмисто-моренного рельефа.

Озы – узкие длинные валы с разветвлениями, сложены песчано-гравийным материалом с хорошо выраженной слоистостью. Генезис увязывают с подледниковыми потоками. Высота их от 10 до 50 м, ширина в основании 50–100 м, в верхней части 5–10 м, протяженность до 10 км. Имеют облик железнодорожных насыпей.

Камы – куполовидные холмы, не имеющие плановой ориентировки; сложены сортированным материалом с горизонтальной слоистостью озерного типа. Происхождение увязывают с таянием остаточных глыб льда на периферии. Высота – до 10–15 м. Распространены в Карелии, Польше.

За пределами территории непосредственного воздействия ледника располагается так называемая **перигляциальная** зона. Процессы рельефообразования здесь связаны с работой талых вод. К морфологическим образованиям этой зоны относят зандровые равнины, материковые дюны, подпрудные озерные ванны и др.

Зандровые равнины – слегка всхолмленные поверхности равнин, сложенные песчано-гравийным материалом (Полесье, Мещера, Зап. Сибирь).

Материковые дюны – овальные протяженные повышения из переотложенного песчано-гравийного материала.

Озерные ванны – углубления в долинах рек, создающие озеровидные расширения, ориентированные в направлении движения ледника.

11. Морфологическая деятельность моря

Представляя значимость этих процессов, следует учитывать ряд обстоятельств и известных фактов. Во-первых, что Мировой океан на планете занимает более 70 % площади. Во-вторых, что активная в преобразовании береговая полоса тянется на 780 тыс. км. И, в-третьих, что моря и океаны служат главным базисом эрозии для водотоков и базисом денудации для процессов переноса материала. Кроме того, известно, что в разные периоды истории развития Земной поверхности море неоднократно перемещалось.

Основными морфологическими процессами на побережьях можно считать морскую абразию и аккумуляцию.

Абразия – это процесс разрушения берегов, связанный с механическим воздействием воды, обладающей большой энергией удара. Главным действующим фактором при формировании абразионных берегов является разрушительная работа прибойных волн, вызванных ветром. При этом разрушение может быть усилено переносом волнами разнородного обломочного материала, т.е. корразией.

Наибольший удар волны может быть там, где прибрежный участок дна глубокий, а гребень волны бьет в береговой обрыв. Подсчитано, что при высоте волны 5–6 м и длине около 50 м сила удара может достигать 20 т/м². Столь мощные методические удары волн способны разрушить берег, сложенный очень стойкими породами. А если принять во внимание значительные (до 10 м) колебания уровня во время приливов, то трудно представить степень переработки берега.

Абразионная деятельность обычно характеризуется скоростью (интенсивностью) действия и шириной прибрежной полосы переработки. Интенсивность обычно составляет 0,5–1,0 м/год, при рыхлых породах берега – до 10 м/год. Ширина полосы переработки (зоны абразии) сильно варьирует в зависимости

от прибрежных глубин и характера берега: от 1 до 10 км. При этом предел глубин составляет около 50 м.

Не менее интенсивно, чем абразия, в береговой полосе и на разных глубинах происходит транспортировка материала и его аккумуляция. Основными поставщиками морских наносов являются само море, впадающие в него реки, а также склоноводенудационные процессы. Определенную долю вносят морские организмы (биогенные наносы). Локально материал могут принести вулканы, ветер, плавучие льды. Транспортировка материала происходит всюду и постоянно. Ее обеспечивают на подводных склонах гравитация и так называемые мутьевые потоки, наиболее активно действующие по каньонобразным понижениям и подтопленным устьям крупных рек. В других местах материал в невероятных объемах переносится прибрежными и глубинными течениями.

Морфологическое выражение двух составляющих (абразии и аккумуляции) в деятельности моря чрезвычайно богато и разнообразно. Под действием волновых ударов обычно создается береговой обрыв, называемый **клифом**, осложненный углублениями (абразионные ниши). По мере отступления клифа в береговой зоне образуется эрозионная (абразионная) терраса, которая впоследствии, в процессе перекрытия ее поверхности песчано-галечниковым материалом, превращается в аккумулятивный пляж. А та часть террасы, которая продолжается под уровнем моря и подвергается абразионному воздействию, именуется **бенчем**. Нередко неоднородность и трещиноватость пород, слагающих берега, благоприятствует выработке более крупных и сложных абразионных форм (причудливых арок, гротов). В прибрежной части над водой могут подниматься скалистые останцы – **кекуры**.

Аккумулятивное действие моря проявляется в формировании разнообразных прибрежных пляжей (от валунно-глыбовых до комфортных песчаных). На дне в прибрежной полосе нередко образуются песчаные подводные валы, ориентированные параллельно берегу. В их формировании могут участвовать реки, приносящие к морю рыхлый материал. Позже из этих валов могут быть созданы надводные косы – **пересыпи**. Более крупные по размеру валы, сложенные разнообразным рыхлым

материалом, получили название **береговых баров** (например, Арабатская стрелка, почти полностью ограничивающая северо-восток Крымского полуострова от Азовского моря, протяженность около 200 км).

Многообразное проявление деятельности моря и различия природных условий нашего времени и предшествующих эпох определяют богатство морфологических образований прибрежных территорий. Поэтому классифицировать морские побережья сложно. Предпринятые попытки многих ученых (из отечественных – О.К.Леонтьев, В.П.Зенкович, А.С.Ионин и др.) основаны на использовании следующих принципов:

1. Учет деятельности моря в разных структурно-литологических условиях.
2. Учет изменений неотектонических условий протекания процессов.
3. Оценка взаимодействия моря с другими экзогенными процессами.
4. Представление местных особенностей проявления процессов (влияние животных, растительности, характера прибрежных движений воды и др.).

Система классификации объединяет берега в три группы типов:

1. Берега, сформированные в определенных тектонических условиях при взаимодействии с другими экзогенными процессами.
2. Берега, созданные преимущественно волновой деятельностью (абразионные и аккумулятивные).
3. Берега, сформированные неволновыми факторами.

Первая группа наиболее многочисленна и разнообразна. Сюда входят структурные берега далматинского типа, ледниковые фиордовые и шхерные, эрозионные риасовые и др. Во второй группе можно выделить выровненный абразионный, аккумулятивные лиманный, лагунный, бухтовый аральский. К берегам третьей группы типов относят дельтовые, ваттовые, мангровые, коралловые.

12. Некоторые особенности развития рельефа в пределах геоструктурных областей и морфоклиматических зон

Известно, что земная кора имеет сложное структурное строение. Обычно исходными крупными ее структурами считают литосферные плиты, которые различаются по размеру, положению, характеру пограничного взаимодействия, роли в структурных и морфологических изменениях. Литосферные плиты, которых в числе основных насчитывается 7 или 9, находятся в достаточно сложных динамических отношениях: спрединг, субдукция, обдукция, коллизия, горизонтальные трансформные движения.

Литосферные плиты служат основой материков и океанов, при этом не совпадая строго с их границами. Поэтому континентальный и океанический типы земной коры не имеют соответственного положения, что объясняет возможность формирования переходных типов.

В пограничной зоне литосферных плит располагаются подвижные геосинклинальные пояса. Они различаются по отношению к океанам и континентам по режиму развития, по влиянию на структуры и рельеф. Здесь уместно назвать срединно-океанические пояса с рифтовыми зонами и трансформными разломами (Атлантический океан), окраинно-континентальные подвижные геосинклинальные пояса (Тихий океан), межконтинентальные пояса (Урало-Охотский), эпигеосинклинальные (Альпы, Кавказ), внутриконтинентальные эпиплатформенные пояса (Уральские горы).

Внутри поясов и активных в тектоническом отношении структур можно выделить рифты и разломы разных категорий.

Рифты являются неотъемлемым элементом срединно-океанических хребтов (Атлантический, Индийский океаны), встречаются в пределах континентов. Трансформные и другие крупные разломы характерны для рифтовых зон и подвижных поясов. Они расчленяют эти сложные и разные линейные структурные образования, отличающиеся тектонической активностью, на отдельные геоструктурные области, которые, вероятно, можно отнести к геосинклинальным геоструктурным областям.

Кроме того, на континентах и на дне океанов есть платформенные структуры, которые также можно считать геострук-

турными областями. Сущность этих структур состоит в следующем.

Геосинклиналь – крупная линейная структура с большой тектонической активностью, интенсивным осадконакоплением, магматизмом и метаморфизмом.

Платформа – крупная плоскостная структура со слабым тектоническим преобразованием, с двухъярусным сложением, при наличии осадочной толщи чехла, с локальным проявлением магматизма и контактового метаморфизма.

Развитие рельефа определяется не только структурной основой и ее тектоническими преобразованиями, но и природно-климатическими условиями, которые отражаются в специфике морфоклиматических зон: нивальной, гумидной, аридной.

Нивальная зона характеризуется низкими температурами, выпадением осадков в твердом виде, распространением мерзлоты, устойчивым переувлажнением. Совпадает с условиями тундры и высокогорий.

Гумидная зона – значительное колебание сезонных температур, выпадение дождя и снега, периодическое переувлажнение почво-грунтов, наличие поверхностного стока и инфильтрации вод. Совпадает с лесной зоной.

Аридная зона – колебание положительных температур, дефицит влаги, восходящее ее движение в почве (выпотной режим). Совпадает с условиями степей и полупустынь.

Известно, что геоструктурные области развивались этапами (стадиями) со сложным взаимодействием с соседними структурами. Даже внимательный взгляд на тектоническую карту школьного атласа убеждает в этом. Так, в окружении древнейшей Сибирской платформы развивались разновременные орогенические образования.

Не претендуя на истинное представление стадий развития геосинклиналей, можно утверждать, что в пределах активных геосинклинальных поясов были орогенические этапы, проявлявшиеся неоднозначно и разновременно. Поэтому различают орогенические циклы, создавшие различные горные системы или обеспечившие их возрождение: байкальский (Вост. Саяны), каледонский (Сев. Тянь-Шань), герцинский (Урал), мезозойский (горы северо-востока Сибири), альпийский (Кавказ и Камчатка).

Позже активный геосинклинальный режим сменялся платформенным, т.к. структуры теряли активность и пластичность. При этом и платформенный режим проходил в разных местах неодинаково. Помимо стадийности развития платформы испытывали влияние времени их преобразований и активизирующее действие соседних структур. Поэтому внутреннее геологическое строение и тектоническое состояние трех основных платформ территории России (Русской, Сибирской и Западно-Сибирской) существенно различаются.

Упомянутые особенности развития геосинклинальных и платформенных структурных образований определяют общие условия развития рельефа, генетическую типологию и морфологические черты горных территорий и равнин. Так, горы в генетическом отношении принято объединять в три группы: 1) тектонические; 2) вулканогенные; 3) эрозионные (производные от тектонических). И хотя эта группировка может подвергаться сомнению (эрозионные горы производные, а созданных только тектоническими движениями не бывает), все же иные горообразовательные процессы подыскать трудно. Допуская главенство тектонических процессов, выделяют горы складчатые (Копетдаг, Вост. Кавказ), складчато-глыбовые или сводово-глыбовые (Тянь-Шань) и глыбовые, имеющие более жесткую основу (Алтай, Урал).

Тектонические и вулканогенные горы обычно имеют более четкие формы водоразделов и склонов, эрозионные – столовые выположенные вершины и террасированные крутые склоны (Памиро-Алай, горы Юж. Сибири, Восточно-Африканское нагорье). Морфологически и гипсометрически (высота, крутизна склонов, их расчлененность) горы группируют в известные категории:

- низкие (до 1000 м – Урал, горы Дальнего Востока);
- средние (до 2000 м – Сев. Урал, Алтай);
- высокие (3–5 тыс. м – Кавказ, Тянь-Шань, Памир).

Очень разнообразна плановая конфигурация горных систем, которая в значительной степени определяется структурным построением территории:

- разветвленная или перистая (Зап. Тянь-Шань);
- решетчатая (Юж. Урал);

- радиальная (массив Хан-Тенгри на Памире).

Платформенные области чаще бывают представлены равнинами. По генезису выделяют следующие равнины:

- структурные (Зауралье, Тургайское плато);
- скульптурные эрозионно-денудационные (Среднерусская, Верхнекамская);
- аккумулятивные (Прикаспийская).

Кроме того, в пределах платформенных областей и обширных равнинных пространств (например, на Русской равнине) можно встретить немалые площади, обремененные проявлению разных экзогенных процессов (деятельности моря, рек и озер, эоловых процессов, проявлению плейстоценовых ледников).

Гипсометрически выделяют равнины низменные (до 200 м) и возвышенные (до 300–500 м). По форме и глубине расчленения различают плоские, волнистые и холмистые равнины. Безусловно, существует связь между морфологией и генезисом равнин.

Представляя особенности развития рельефа в пределах разных морфоклиматических зон, вероятно, следует руководствоваться вариантами подхода: рассматривать ведущие, преобладающие в данных условиях экзогенные процессы либо показывать специфику избранного процесса, его изменения в условиях зон. Так, нетрудно понять возможность проявления криогенных процессов в нивальной зоне, флювиальных – в гумидной и эоловых – в аридной. Им способствуют присущие зонам природные особенности. Что же касается видового разнообразия проявления процессов по зонам, то доступными для такого анализа можно считать выветривание или варианты денудации.

Зональная привязка или специфика проявления процессов, несомненно, имеют морфологическое отражение.

13. Генетическая классификация рельефа

Даже краткое знакомство с многочисленными природными процессами, участвующими в формировании рельефа Земной поверхности, показывает исключительное многообразие встречающихся форм. Поэтому перед исследователями и пользователями геоморфологической информации всегда стояла за-

дача по упорядочению, приведению в систему этого большого набора морфологических образований. Наиболее насущной эта задача была для тех, кто пытался обеспечить геоморфологическое картирование или стремился оценить в хозяйственном отношении рельеф какой-либо территории. В этих случаях разрозненное представление о рельефе недопустимо.

Вариантов группировки форм рельефа по разным признакам было немало. Наиболее верный и плодотворный подход обеспечивается в процессе классификации с учетом генезиса форм рельефа. Однако и этот подход имеет длительную историю, тернистый путь развития.

Одной из первых удачных попыток построения генетической классификации форм можно считать классификацию У. Девиса (1899). Она строилась на основе учета структурного начала развития, а затем ведущего экзогенного процесса и его современной стадии. Понятно, что о структурном построении и сущности процессов тогда было известно меньше.

Гораздо ближе к современным были классификационные разработки американского геоморфолога О. Энгельна (1942) и акад. И.П. Герасимова. О.Энгельн для обеспечения картографического отображения форм в пределах Южноамериканского континента объединил их по структурно-морфологическим признакам в три порядка, а далее использовал для группировки классы и группы типов форм.

И.П. Герасимов предложил сходную по генетическому подходу группировку. Единицами классификации стали геотектуры (планетарные формы), морфоструктуры (формы в пределах материков и океанов), морфоскульптуры (экзогенные образования в горах и на равнине). Такой вариант классификации вполне допустим сегодня при конкретизации структурно-морфологических образований и привязке их к территории. Мелкомасштабные карты с использованием такой классификации имеются в атласах.

Позже разработкой классификации занимались многие отечественные ученые (К.К. Марков, В.Е. Хаин, Е.Е. Милановский, Н.В. Башенина и др.). Однако единой классификации форм рельефа до сих пор нет, т.к. такое разнообразие бесчис-

ленного количества форм заключить в рамки стройной системы классификации невозможно.

Достаточно интересный, хотя и непростой по построению, вариант классификации, использованный для разномастного геоморфологического картографирования, приводится в книге Н.В. Башениной «Геоморфологическое картирование» (1977). Классификация основана на следующих принципах:

1. Учет структурно-тектонической основы.
2. Учет взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов.
3. Учет возраста и динамичности образования форм.

Все формы сгруппированы в девять порядков. Правда, признаки этого группирования форм сформулированы не очень четко, что затрудняет восприятие форм разных порядков. В сложной классификационной таблице, например, указано, что формы 1-го порядка выделены по различиям рельефа, определяемым планетарными особенностями, мощностью, строением и типом земной коры, общей направленностью тектонических движений и др. Такое представление признаков группировки (а не дифференциации, как приводится здесь) достаточно сложно для использования специалистами, а для усвоения студентами в учебном процессе кажется просто непосильным. Поэтому формулировки признаков нуждаются в трансформации, доступной для понимания студентами, и в иллюстрировании примерами морфологических образований.

Кроме того, полная система классификации (в девять порядков) с дополнительной размерной и типологической значимостью форм разных порядков (III – группа типов мегарельефа, IV – типы мегарельефа, V – группа типов мезорельефа и т.д.) вряд ли необходима для работы со студентами.

Пример упрощенного и более наглядного представления критериев группировки и самих группируемых в порядки морфологических образований приводится ниже.

I – основные планетарные структурно-морфологические образования (материки, переходные зоны к океану, ложе океана, рифтовые зоны);

II – морфологические образования на крупных структурах (равнины материковых платформ, горы геосинклинальных поясов);

III – формы на структурных образованиях, имеющие разные уровни (равнина на материковой платформе – Русская, плоскогорье на платформе – Восточносибирское, горы на платформе – Хибины);

IV – формы с преобладанием денудации или аккумуляции (денудационные равнины на щитах или участках поднятий, аккумулятивные равнины на плитных участках, денудационные горы на щитах);

V – формы, определяемые характером денудации или аккумуляции (денудационные равнины с проявлением эрозии или солифлюкции, денудационно-аккумулятивные аллювиальные равнины, аккумулятивные равнины морские, эоловые, ледниковые).

Порядки VI – IX выделяются с учетом стадии ведущего экзогенного процесса, участия других, размерности форм и элементов.

Такое объединение форм в порядки по существу уже является генетической классификацией или типологией (без возможной типологической группировки форм внутри порядков). Например, показанные на карте участки распространения аккумулятивных низменных морских равнин (форм V порядка) представляют собой не конкретные равнины с их индивидуальными особенностями, а типологические варианты таких форм с общими характерными свойствами. Что же касается внутренней типологии форм (внутри порядка), то ведь в этом, V порядке, приведены известные генетические типы аккумулятивных равнин (морская, эоловая, ледниковая и др.).

Приведенная система генетической классификации форм включает преобладающее число распространенных по разным регионам морфологических образований, хотя, вероятно, не все. Поэтому в разных случаях геоморфологического картирования какой-либо территории (в том или ином масштабе) или при оценке форм и элементов рельефа для решения хозяйственных либо природоохранных задач вполне можно использовать любую необходимую часть этой сложной системы классификации. Надо только научиться ею пользоваться. Так, классификационные морфологические образования III, IV и V порядков были использованы Н.В. Башениной, О.К. Леонтьевым и И.П. Заруц-

кой при составлении Геоморфологической карты мира мелкого масштаба (1:40 000 000).

Следует напомнить, что кроме типологии форм с возможным показом их объединений на карте существует геоморфологическое районирование территории с отражением различий, морфологической специфики отдельных ее частей.

Заключение

Итак, курс геоморфологии позволяет ознакомиться с большим количеством природных процессов, которые обеспечивают развитие многообразных форм и создают разные типы и облик рельефа поверхности. Направление и характер развития рельефа определяются многими условиями: структурным построением и динамикой территории, комплексом природно-географических характеристик и взаимосвязей компонентов. Немаловажную роль в развитии и трансформации морфологических образований играет антропогенное влияние. Оно многообразно проявляется на поверхности, в верхней части толщи земной коры и в приземной части атмосферы. Достаточно напомнить, что 10–15 % поверхности суши покрыто инженерными сооружениями (дороги, водохранилища, промышленные предприятия, города и др.), которые серьезно нарушают ее облик и естественное состояние. Добыча полезных ископаемых также сложно влияет на состояние приповерхностной толщи и вызывает создание нежелательных антропогенных форм.

Нередко хозяйственная созидательная деятельность приводит к серьезным отклонениям в ходе естественных морфологических процессов: создание водохранилищ активизирует абразию, оползневые процессы, сельскохозяйственные работы могут вызвать эрозионные процессы, строительство на промерзающих грунтах влияет на криогенные процессы и может вызвать просадки и термокарст. Фактический набор подобных взаимосвязей гораздо богаче и сложнее. А смысл их представления и упоминания здесь состоит в том, что в наше время недостаточно разбираться в процессах рельефообразования и сложном наборе форм. Не менее важно оценивать возможности и направления отклонений в ходе морфологических процессов, причиной которых может оказаться деятельность человека. Кроме того, и рациональное природопользование, и выполнение природоохранных мер, вероятно, следует обеспечивать серьезным грамотным геоморфологическим подходом.

Методическое издание

Составитель: *Анисимов Василий Матвеевич*

Геоморфология: содержание курса и его значение для географического образования

Методическое пособие по основным разделам курса

Редактор Л.А.Богданова

Компьютерная верстка *Э.В.Сильченко, В.В. Тарасенковой,
С.А. Юдаевой*

Подписано в печать 22.09.2009. Формат 60x84/16.

Усл.печ.л. 3,95. Уч.-изд.л.3,2. Тираж 75 экз.

Заказ

Редакционно-издательский отдел Пермского государственного университета. 614990, г.Пермь, ул.Букирева,15

Типография Пермского государственного университета. 614990, г.Пермь, ул.Букирева,15