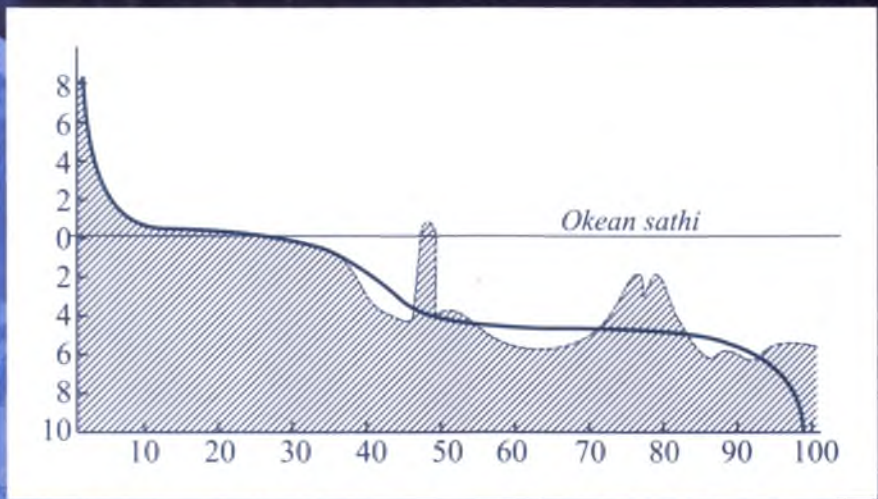


26.8  
10-56

О. М. Юнусова, А.А. Абдурахмонов,  
Б.А. Алляров

# ГЕОМОРФОЛОГИЯ



**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН**

**О. М. Юнусова, А.А. Абдурахмонов,  
Б.И. Аллаяров**

# **ГЕОМОРФОЛОГИЯ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**Рекомендовано Министерством высшего и среднего  
специального образования Республики Узбекистан  
в качестве учебное пособие**

**Издательство «Sano-standart»  
Ташкент – 2019**

**УДК: 551.4(075.8)**

**ББК: 26.823я7**

**Ю 56**

**Ю 56 Юнусова О. М., Абдурахмонов А. А., Аллаяров Б. И.**  
**Геоморфология / Учебное пособие: – Ташкент: «Sano-**  
**standart» Издательство, 2019. – 224 с.**

Учебное пособие посвящён ознакомлению методами геоморфологических исследований. Основными рельефа образующим факторам является тектонические движения земной коры. Основными закономерностями развития рельефа суши и формированиями континентальных осадочных толщ формами рельефе связанными с подземными водами. А так же предусмотрена, аллювиальные отложения, их типы, и их роль в народном хозяйстве.

*Рецензенты:*

**Умаров А.З.** – к.г.-м.н., доцент, ( НУУз)

**Адилханов К.Х.** – к.г.-м.н., профессор, (ТашГТУ)

**УДК: 551.4(075.8)**

**ББК: 26.823я7**

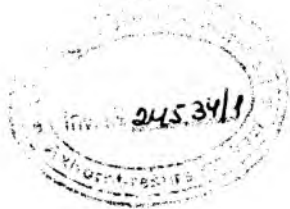
Согласно приказа Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан № 654 от 20 июля 2019 года было разрешено публиковать в виде учебного пособия.

**ISBN: 978-9943-6117-0-2**

© Юнусова О. М.,

Абдурахмонов А. А., Аллаяров Б. И.

© “Sano-standart”, 2019



## ВВЕДЕНИЯ

Целью предмета «Геоморфология» является изучение задач и положение геоморфологии среди других дисциплин, истории развития, всестороннего изучения рельефа, возраста рельефа, орогенных поверхностей выравнивания, денудационно – эрозионные врезыв. Ознакомление с методами геоморфологических исследований, основными рельефо-образующими факторами, рельефообразующей ролью тектонических движений земной коры, основными закономерностями развития рельефа суши и формированиями континентальных осадочных толщ, водно-эрозионными и водно-аккумулятивными формами рельефа, склоновыми процессами, их генетическими типами и выражения в рельефе, формами рельефа связанными с подземными водами, карстами и суффозией, эоловыми формами рельефа, особенностями выветривания, деятельностью ветра и его ролью в формировании рельефа пустынь, ледниковыми формами рельефа и ледниковыми отложениями. Геоморфология в начале во многом зависела от географии и геологии и естественно развивалась односторонне, углублялось или в географию или в геологию. На первых порах своего развития геоморфология была наукой относительной, но затем, сделав резкий качественный скачок, перешла описание рельефа к его объяснению, анализируя земную поверхность по всему её разнообразию.

В настоящее время односторонняя ориентация геоморфологии стала ее далёким прошлым. Геоморфология, изучающая рельеф, как компонент геосферы и продукт геологического развития земной поверхности одинакова, близка к географии и геологии и является самостоятельной наукой, входящей в систему геолого-географических наук. Значит, геоморфология – наука о рельефе земной поверхности. Она изучает рельеф и образующиеся в ходе его формирования коррелятивные ему отложения, рассматривая эти объекты как результат воздействия эндогенных и экзогенных факторов на поверхность раздела между внутренними и внешними оболочками Земли.

## 1. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И ПОЛОЖЕНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИИ СРЕДИ ДРУГИХ ДИСЦИПЛИН.

**Геоморфология** – наука сравнительно молодая. Она возникла на грани двух родственных ей наук: география и геология. Опираясь на научные достижения этих отраслей знания, геоморфология приобрела самостоятельность.

Геоморфология в начале во многом зависела от географии и геологии и естественно развивалась односторонне, углублялось или в географию или в геологию. На первых порах своего развития геоморфология была наукой относительной, но затем, сделав резкий качественный скачок, перешла описание рельефа к его объяснению, анализируя земную поверхность по всему её разнообразию.

В настоящее время односторонняя ориентация геоморфологии стала её далёким прошлым. Геоморфология, изучающая рельеф, как компонент геосферы и продукт геологического развития земной поверхности одинакова, близка к географии и геологии и является самостоятельной наукой, входящей в систему геолого-географических наук. Значит, геоморфология – наука о рельефе земной поверхности. Она изучает рельеф и образующиеся в ходе его формирования коррелятивные ему отложения, рассматривая эти объекты как результат воздействия эндогенных и экзогенных факторов на поверхность раздела между внутренними и внешними оболочками Земли.

В начале геоморфология не располагала собственными понятиями и методами, удовлетворяясь теми, что география и геология. Однако, по мере развития и углубления, она стала резко ощущать собственную научную концепцию.

В современной геоморфологии отчётливо выделены два главных направления:

- структурное;
- климатическое.

Такая дифференциация геоморфологии связана с углублением специализации, и оно вполне закономерно. Было бы неправильным рассматривать эти направления как два самостоя-

тельных, они являются частными, специализированные единой наукой. Обе эти тенденции прогрессивно способствуют общему обогащению содержания геоморфологической науки, резко повышают ее практическое значение.

Современная геоморфология сама начинает активно воздействовать на смежные науки. Расширяя свои научные позиции, геоморфология все глубже проникает в пограничные области геологии и географии (тектонику, геофизику, инженерную геологию, сейсмологию и др.).

### **1.1. Краткая история развития геоморфологии**

Сведения о рельефе земной поверхности накапливались с самых ранних этапов возникновения и развития человеческого общества. Они публиковались в трудах по геологии и географии. В работе М.В. Ломоносова «О слоях земных» была выдвинута идея развития рельефа как результат взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов.

П.А. Кропоткин обосновал теорию развития материковых оледенений. Почвовед В. В. Докучаев выдвинул теорию обоснования и развития речных долин. В научных трудах Д.Х. Якубова, Д.Б. Жамолова и Абдуллаева Р.Н. были разработаны основы тектоники и структурной геологии, строение материков и океанов. К концу XIX века вышли в свет крупные обобщающие труды Ф. Рихтгофена, А. Пепка, А.П. Павлова, в которых были систематизированы представления о строении земной поверхности, происхождении рельефа, предложена первая классификация рельефа.

Обобщение концепции о рельефе были изложены в научных трудах Абдуллаева Р.Н. и Якубова Д.Х. (2000).

В 80-х годах нашего столетия явился ряд фундаментальных работ по геоморфологии.

Одним из видных ученых был профессор Московского Университета А.А. Борзов. Он исследовал рельеф Русской равнины и явился инициатором изучения геоморфологии при подготовке геологов, гидрогеологов, геодезистов и картографов.

А.М. Ахмеджанов, О.М. Борисов в 80-х годах опубликовали монографию «Морфология суши», «Общая геотектоника» и внесли свою лепту в развитие геоморфологии.

В развитие геоморфологии внёс также весомый вклад К.К. Марков. Он основал теорию развития рельефа и дал рекомендации по практическому использованию геоморфологии.

О происхождении и о возрасте земной поверхности широко применяется учение о морфоструктуре и о морфоскульптуре. Научные позиции этих структур в основном заложены в 1946–1959 гг. И.П. Герасимовым. Он выделил элементы рельефа земли. Большое значение отдавая при этом их величине и генезису. К элементам первого порядка он относит морфоархитектуры или геотекстуры; второго – морфоструктуры; третьего – морфоскульптуры.

Геотекстуры – самые крупные формы рельефа земли, которые изучаются в общепланетарно – космическом масштабе. Это материковые выступы, океанические впадины, крупные горные системы, равнинные страны.

Положительные и отрицательные формы рельефа второго порядка, осложняющие поверхности материков и дно океанов отнесены к элементам морфоструктуры. Это плато, возвышенности, низменности, кряжи, массивы. Морфоструктуры можно определить как преимущественно крупные формы рельефа, которые возникли в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных сил, при ведущей активной роли эндогенного фактора тектонических движений.

Мелкие формы рельефа, осложняющие поверхности крупных морфоструктур, отнесены к категории морфоскульптурных. Своим происхождением морфоскульптурные элементы обязаны экзогенным процессам, взаимодействующие с другими факторами.

Основываясь на обобщениях современных данных, Ш.Э. Эргашев ввел в литературу новое понятие о геоморфологическом этапе в истории развития земли, на протяжении которого посте-

ценно сформировались главные черты рельефа его современной поверхности расположения на ней суши и морей. В настоящее время уже имеется много неопровержимых данных, свидетельствующих о дробности рельефа земли, которые во многих случаях были лишь в разной степени обновлены новейшими тектоническими движениями, не подвергнувшись при этом коренной перестройке. Эти данные подтверждают, что формирование современного рельефа земной поверхности во многих районах началось не в мезозое, а в домезозойское геологическое прошлое. Не случайно это послужило толчком и стало основой зарождения и развития нового перспективного научного направления – палеогеоморфологии, имеющей большое значение, как в научном, так и в прикладном отношении.

Началом геоморфологического развития земли следует считать время, когда к воздействию внутренних эндогенных факторов добавилось влияние внешних экзогенных сил.

В это время на земле образовался рельеф как продукт взаимодействия экзогенных и эндогенных сил. Диапазон геоморфологии огромен. Познания наиболее общих и крупных черт рельефа земли всегда интересовало геоморфологов. Но сейчас они получили два новых источника сведений: исследования подводного рельефа, дно морей и океанов и материалы фотоснимков из космоса.

С развитием космических исследований проявляются все более полные возможности изучения глобальных особенностей строения земли и других планет. Тем самым геоморфология становится поистине планетарной, где можно уже говорить о становлении нового научного направления – планетоморфология. В рамках этого направления работы, ведущиеся по изучению и фотографированию земли из ближнего космоса, представляют двойкий интерес при изучении закономерностей строения рельефа обширных территорий. При этом выделяются различные геолого-геоморфологические объекты, линейные и кольцевые структуры.



## **1.2. Связь с другими предметами.**

Современный рельеф литосферы образовался в результате длительного и сложного развития Земли и ее геосфер в прошлом, подвергается сложным изменениям в настоящее время и, несомненно, будет развиваться и изменяться в будущем.

Задача геоморфологии – это всестороннее изучение рельефа.

Под рельефом, как объектом изучения геоморфологии, следует понимать совокупность всех форм поверхности литосферы (выпуклостей, вогнутостей и равнин) различного геологического строения и происхождения, находящихся на разных стадиях развития, в сложных сочетаниях друг с другом и в сложных взаимодействиях с окружающей средой.

По внешнему признаку формы рельефа делятся на положительные и отрицательные с одновременным подразделением каждой группы на формы: замкнутые и открытые.

Если форма рельефа образует выпуклость, её называют положительной, если представляет собой вогнутость – отрицательной. Замкнутыми формами рельефа считают те, которые ограничены со всех сторон склонами или линиями.

Открытые формы рельефа обычно лишены склонов с одной или даже двух сторон.

По сложности формы рельефа делятся на простые и сложные.

Простые формы, как правило, отличающиеся небольшими размерами, не включают других форм.

Сложные формы рельефа могут быть различных размеров и состоять из разнообразных сочетаний простых форм, имеющих часто различные происхождения.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЬЕФА**

### **2.1. Положительные формы рельефа**

**1. Курган** – изолированная возвышенность с резко выраженной подошвенной линией и относительной высотой до 50 м.

**2. Бугор** – изолированная куполообразная возвышенность с резко выраженной подошвенной линией и относительной высотой до 100 м. Склоны имеют крутые до 25°. Вершины обычно плоские.

**3. Кочка** – мелкие положительные формы рельефа, сходные с буграми высотой 1,0–1,5 м.

**4. Увал** – вытянутая возвышенность (длина до 10–15 км) с пологими склонами. Вершинные поверхности плоские. Высота до 200 м.

**5. Холм** – изолированная куполовидная, резко коническая возвышенность с пологими склонами. Вершины холмов бывают острые. Высота до 200–300 м.

**6. Гряда** – часто узкая, вытянутая возвышенность с крутыми склонами 20°. Вершина округлая. Высота не более 150–200 м.

**7. Плато** – возвышенная равнина, ограниченная хорошо выраженными склонами, нередко обрывистой формы. Поверхность плато бывает ровной, волнистой и холмистой.

**8. Плоскогорье** – сложная форма рельефа с абсолютными отметками более 500 м и относительной глубиной расчленения более 200 м. вершина плоская.

**9. Гора** – изолированная форма рельефа с относительной высотой более 300 – 500 м, большей частью с крутыми склонами. Вершинные поверхности гор могут быть плоские, куполообразные, пирамидальные. От гор следует отмечать «вершины» и «пики».

**10. Горные хребты** – вытянутая по длине возвышенность, имеющая относительную высоту более 2000–3500 м и крутые склоны. Является сложной формой.

**11. Горный кряж** – невысокий горный хребет с пологими склонами и плоской вершиной.

**12. Нагорья** – очень сложная форма рельефа, сильно возвышается над уровнем моря.

## 2.2. Отрицательные формы

**1. Ложбина** – вытянутое углубление. Глубина до нескольких метров. Протяженность до 200–500 м.

**2. Промойна** – вытянутое углубление, глубина от 0,1 до 1–2 м. склоны крутые, обнажённые.

**3. Овраг** – вытянутое углубление, открытое, склоны крутые, местами отвесные, лишены растительности, глубина до 50 м, длина несколько километров.

**4. Балка** – вытянутое углубление, имеющее пологие покрытые растительностью склоны. Дно имеет пологий уклон. Склоны выражены хорошо. Длина балки достигает нескольких километров. Глубина и ширина различные.

**5. Долина** – вытянутое незамкнутое углубление, имеющее уклон в одну сторону – сложная форма рельефа. Склоны имеют различную крутизну и часто осложнены террасами, оврагами, оползнями и промоинами. Дно долины имеет различную ширину и часто осложнено валами, грядами. Длина может достигать сотни или тысячи километров.

**6. Котловина или впадина** – пониженная замкнутая форма со всех сторон и имеющая склоны различной крутизны. Размеры котловины могут быть различны. На дне и склонах образуются положительные и отрицательные формы рельефа (адыры, межадырные впадины).

**7. Желоба** – узкие, сильно вытянутые в длину и глубину понижения дна морей и океанов. Являются обычно местами наибольших глубин (Моренский, Филиппинский, Яванский).

**8. Банки** – обособленно пониженные участки дна океана.

**9. Коёпы** – узкие обрывистые долины. Ширина от 50–150 м, глубины от 200 до 1 км, длина несколько км.

По размерам формы рельефа можно подразделить на следующие:

**1. Величайшие** (планетарные)-горизонтальные размеры определяются миллионами квадратных километров. Положительные формы рельефа – материки; отрицательные – впадины океанов.

**2. Крупнейшие** (мега) – горизонтальные размеры определяются десятками и сотнями тысяч квадратных километров. Положительные формы рельефа нагорья, горные страны, подводные «валы», обширные возвышенности; отрицательные – обширные впадины, котловины, дно океанов.

**3. Крупные** (макро) – горизонтальные размеры определяются десятками, сотнями и тысячами квадратных километров. Положительные формы рельефа – горные хребты, горные узлы, вершины, отдельные горы; отрицательные – большие долины, впадины типа оз. Байкал, подводные желоба, рифтовые долины.

**4. Средние** (мезо) – горизонтальные размеры определяются сотнями и тысячами квадратных километров. Положительные формы рельефа – холмы, террасы, нагорья; отрицательные – поля и большие карстовые воронки, овраги, балки, котловины небольших озер.

**5. Мелкие** (микро) – горизонтальные размеры форм рельефа определяются квадратными метрами и сотнями квадратных метров. Положительные формы «рельефа» – бугры, прирусловые валы, курганы, дорожные насыпи, конуса выноса; отрицательные – промоины, мелкие овраги, карстовые воронки, дорожные выемки.

**6. Очень мелкие** (нано) – горизонтальные размеры определяются квадратными дециметрами и метрами. Относительная высота определяется дециметрами, но может достигать 1–2 м. На картах крупных масштабов передаются условными знаками и только в основных случаях отдельные формы рельефа могут быть переданы горизонталями дополнительного сечения (1–0,5–0,25м). К этим формам рельефа относятся кочки, прикустовые косички, рывтины, мелкие промоины.

**7. Мельчайшие** (топографические шероховатости) – горизонтальные размеры определяются квадратными сантиметрами и дециметрами, у сильно удлинённых форм могут достигать квадратных метров. Относительные превышения измеряются сантиметрами, а иногда дециметрами. На картах не изображаются.

По происхождению рельеф поверхности литосферы подразделяется на две большие группы: а) формы, обусловленные деятельностью внутренних (эндогенных) сил; б) формы, обусловленные деятельностью внешних (экзогенных) сил.

Первая группа в свою очередь, подразделяется на формы, связанные с движениями земной коры и вулканогенные.

Вторая группа отличается развитием вечной мерзлоты, деятельностью текучих вод, подземных вод, моря, снега и льда, ветра, растений, животных, человека и падением метеоритов.

Большинству рельефообразующих агентов присуща разрушительная, транспортирующая и аккумулятивная деятельность. Следовательно, под действием одного и того же геологического агента могут возникать формы рельефа, образующиеся в результате накопления принесенного вещества. Общим термином для разрушительной деятельности внешних геологических агентов является деструкция, транспортировку (смыв, снос) называют денудацией, а накопление вещества – аккумуляцией. При описании деятельности того или иного геологического агента применяется специальная терминология. Генетическая классификация рельефа широко используется в геоморфологии. Она удобна при описании не только определённых форм, но и их комплексов – генетических типов рельефа, облегчает изучение основных закономерностей развития рельефа под действием того или иного природного агента, но для полного отражения сложного взаимодействия рельефообразующих процессов (например, движении земной коры и внешних геологических процессов, влияние климата и др.) нуждается в ряде уточнений и дополнений.

Абсолютный возраст рельефа – это время его образования по геохронологической или исторической шкале. Привязка возраста осуществляется несколькими методами: 1. Установление времени образования какой – либо поверхности определяют возраст

слагающих слоев. Например, плато Устюрт сложено морскими отложениями неогена, возраст которых определяется палеонтологическим методом.

При определении в геоморфологическом понимании возраста рельефа терминами «молодость», «зрелость» и «старость» обозначают этапы развития ведущего рельефообразующего процесса и характеризуют степень выработанности типичных форм рельефа, обусловленных этим процессом.

### 3. МОРФОГРАФИЯ И МОРФОМЕТРИЯ РЕЛЬЕФА

Планетарные, а также мезо- и макроформы рельефа могут быть охарактеризованы площадью, которую они занимают. Безусловно, такая характеристика будет недостаточна для описания более мелких форм. Да и для форм высшего порядка наряду с площадью необходимы другие характеристики. Первая из них — это высота или глубина относительно уровня моря (так называемые абсолютные высоты или глубины). Наиболее общую характеристику (высот и глубин земной поверхности в целом дает гипсографическая кривая<sup>1</sup> (рис. 1).

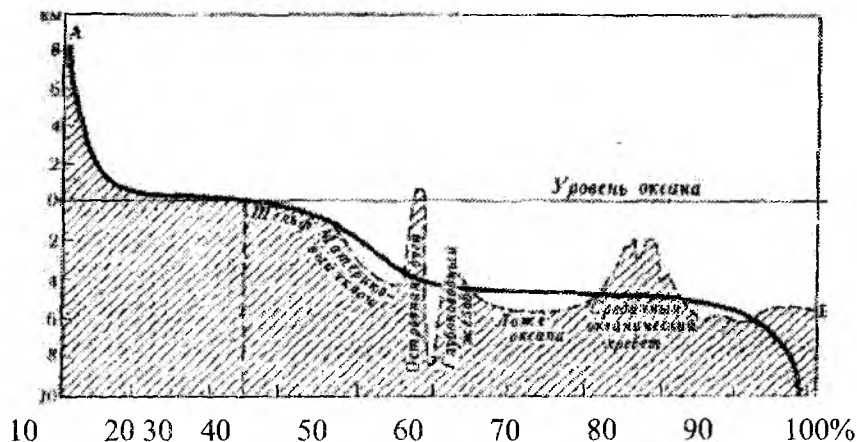


Рис. 1. Гипсографическая кривая (А) и обобщенный профиль дна океана (Б)

На этой кривой четко выделяется два основных гипсометрических уровня земной поверхности: материковый уровень и уровень, соответствующий ложу океана. Средняя высота поверхности Земли равна  $-2450$  м, из чего следует, что для Земли в целом более характерны отрицательные гипсометрические характеристики. Ниже приведены средние высоты материков и глубины океанов.

Таблица 1

Материки	Средняя высота, м	Океаны	Средняя высота глубина, м
Евразия	840	Тихий	4280
Африка	750	Атлантический	3940
Северная Америка	720	Индийский	3960
Южная Америка	600	Северный Ледовитый	1200
Австралия	320		1200
Антарктида	2100		

Для характеристики рельефа Земли в целом, а также отдельных регионов важное значение имеют не только средние, но и экстремальные отметки рельефа. Наивысшая точка Земли – вершина горы Джомолунгма (в Гималаях) – имеет отметку  $8880$  м, самая большая глубина относится к Марианскому глубоководному желобу (Тихий океан) и равна  $11034$  м. Следовательно, максимальный размах высот на поверхности земного шара достигает почти  $20$  км.

Гипсометрическая характеристика – одна из важнейших характеристик рельефа. По степени возвышения поверхности суши над уровнем океана выделяют *низменный* ( $0-200$  м) и *возвышенный рельеф*. Последний по характеру расчлененности подразделяется на *высокие равнины, возвышенности, плоскогорья* и *горный рельеф*. Горный рельеф по гипсометрии подразделяют на *низкогорный* (до  $1000$  м), *среднегорный* ( $1000-3000$  м) и *высокогорный* ( $>3000$  м) рельеф.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Для отдельных материков строятся гипсографические кривые поверхности материков, для океанов и морей – батиграфические кривые

Гипсометрию дна морей и океанов называют *батиметрией* (от «батос» – глубина). По батиметрическим различиям выделяют *неритовую зону морского дна* (0–200 м глубины), *батиальную* (200–3000 м), *абиссальную* (3000–6000 м) и *гипабиссальную* (глубина более 6 тыс. м).

Описание планетарных форм, а также мега- и макроформ рельефа ведется обычно по обобщающим материалам – картам, сводкам или обработанным данным по геофизическому и геологическому строению. В полевых условиях геоморфологу чаще всего приходится заниматься описанием форм рельефа низших порядков. При таком описании фиксируется общий облик рельефа и внешний облик составляющих его форм, отмечаются их площади и линейные размеры (ширина, длина), абсолютные высоты и размах высот между соседними положительными и отрицательными формами рельефа (относительные высоты), описываются составляющие эти формы элементы – склоны и субгоризонтальные поверхности. Замеряются углы наклона этих поверхностей и указывается характер границ как между элементами в пределах одной формы, так и между соседними формами рельефа. Дается также характеристика плановых очертаний форм, их ориентировка, отмечается, какими породами сложены формы и как залегают эти породы, Морфографическая (качественная) и морфометрическая (количественная) характеристики рельефа не заканчиваются полевыми наблюдениями. В камеральных условиях на основе полевых материалов, а также топографических карт, аэро- и космических снимков может быть составлена целая серия так называемых морфометрических карт:

1. *Карты густоты горизонтального расчленения.* Наиболее простой способ построения такой карты сводится к определению длины эрозионной сети  $L$  на единицу площади  $P-L/P$ . Показатели интенсивности расчленения подписываются на карте внутри квадратов, по которым велся подсчет длины эрозионной сети, и затем в соответствии с выбранной шкалой квадраты закрашиваются или заштриховываются. Обычно придерживаются правила: чем интенсивнее расчленение, тем темнее окраска или гуще штриховка (рис. 2). Можно также интенсивность расчле-



нения показывать изолиниями, соединяющими отметки с одинаковыми показателями густоты расчленения. Другой способ определения густоты эрозионного расчленения основан на измерении расстояний между линиями водоразделов и днищами (талвегами) ближайших эрозионных форм.

**2 Карты глубины расчленения.** Один из способов составления подобного рода карт заключается в том, что на топографической основе проводят границы элементарных бассейнов, а затем в каждом из них определяют амплитуду между самой высокой и самой низкой точками. Согласно полученным цифровым показателям и шкале условных знаков, площади бассейнов закрашиваются или заштриховываются, обычно, по правилу: чем больше глубина расчленения, тем темнее окраска или гуще штриховка.

Для определения глубины расчленения может быть использован и такой прием: по изучаемому профилю определяется разница между наиболее низкими и наиболее высокими точками профиля.

**3. Карта общего показателя расчленения рельефа.** Составление такой карты основано на подсчете по условным квадратам сумм длин горизонталей. Затем через центры квадратов, имеющих одинаковую сумму длин горизонталей, проводятся соответствующие изолинии.

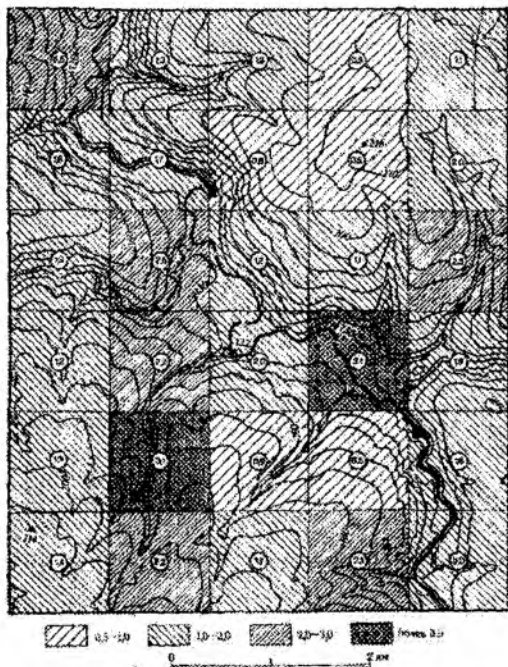


Рис. 2. Картограмма густоты долинно-балочной сети  
(в километрах на 1 км<sup>2</sup>, по А. И. Спиридонову)

**5. Карты крутизны земной поверхности.** Показателями крутизны земной поверхности могут быть угол наклона и отвлеченная величина. Построение карты углов наклона

**6.** В соответствии с выработанной легендой и шкалой заложения на топографической карте проводят границы участков с соответствующими углами наклона земной поверхности. После выполнения этой работы карта раскрашивается или заштриховывается по указанному выше правилу. Если нужно найти уклон по профилю, находят тангенс угла  $\alpha$  – отношение превышения верхней точки над нижней к горизонтальной проекции, расстояния между этими точками.

Существуют и другие типы морфометрических карт, как и другие способы составления перечисленных выше карт.

По получаемым морфометрическим показателям выделяют следующие категории рельефа.

**1. По густоте горизонтального расчленения (удаленности линий водоразделов от тальвегов эрозионных форм).**

**Таблица 2**

1000 м	слаборасчлененный рельеф
500–1000 м	средне расчлененный рельеф
100–500 м	значительно расчлененный рельеф
50–100 м	сильно расчлененный рельеф
<50 м	очень сильно расчлененный рельеф

**2. По глубине вертикального расчленения.**

**Таблица 3**

<i>Для плоских равнин</i>	
<2,5 м	нерасчлененный или мелко расчлененный
2–5 м	средне расчлененный
5–10 м	значительно расчлененный
<i>Для холмистых равнин</i>	
10–25 м	мелко расчлененный
25–50 м	средне расчлененный
50–100 м	глубокорасчлененный
<i>Для горных территорий</i>	
100–250 м	мелко расчлененный
100–1000 м	глубокорасчлененный
>1000 м	очень глубоко расчлененный

### 3. По крутизне земной поверхности.

Таблица 4

Равнинный	0-0,01	0,5	плоский
Равнинный	0,01-0,02	0,5-1	волнистый
Равнинно-Холмистый	0,02-0,07	1-4	холмистый
Гористый	0,07-0,12	4-7	
Горный	0,12-0,4	7-24	

Выделенные морфометрические категории *не* являются абсолютными, в особенности, если учитывать только какой-либо один показатель. Например, встречаются наклонные равнины, средний угол наклона поверхности которых может достигать  $5^\circ$ , но вместе с тем они не расчленены, поэтому их нельзя отнести к холмистым равнинам.

Морфографическая и морфометрическая характеристики рельефа имеют большое прикладное значение, так как без знания этих характеристик немыслимо строительство зданий и возведение сооружений, прокладка трасс железных и шоссейных дорог, проведение разного рода мелиоративных мероприятий и т. д.

Тщательное изучение морфологии и морфометрии рельефа имеет значительный научный интерес. Разнообразие морфографических и морфометрических показателей заставляет искать причину их различий, которая может заключаться в неоднородности геологического строения изучаемой территории, в характере и интенсивности новейших тектонических движений и современных экзогенных рельефообразующих процессов. В связи с научно-прикладной значимостью морфографические и морфометрические показатели являются важнейшей составной частью легенд и содержания общих геоморфологических карт.

Однако характеристика рельефа только по морфографическим и морфометрическим показателям недостаточна. При классификации рельефа по этим показателям в одной катего-

рии могут оказаться формы, имеющие сходный внешний облик, но различные по происхождению (например, моренный холм и эоловый бугор) и, напротив, близкие по генезису, но разные по внешнему облику формы окажутся разобщенными (например, овраг и конус выноса этого оврага).

#### 4. ОБРАЗОВАНИЯ РЕЛЬЕФА. ВОЗРАСТ РЕЛЬЕФА

Современный рельеф поверхности литосферы представляет собой сложное сочетание поверхностей, имеющих не только разное геологическое строение и происхождение, но и разный «возраст».

Понятие «возраст рельефа» имеет несколько значений. Во-первых, можно различать возраст рельефа в геологическом понимании, в котором сформировались основные особенности рельефа изучаемой территории и слагающие его горные породы. Во-вторых, можно различать возраст рельефа в геоморфологическом понимании, определяя его с точки зрения степени развития данного рельефа под действием какого-либо основного рельефообразующего фактора.

В современной геоморфологии очень широко используется определение возраста рельефа по первому принципу, но и второй часто применяется.

При изучении возраста рельефа в геологическом понимании применяется палеонтологический метод, которым определяется возраст рельефа слагающих ее отложений.

Возраст рельефа определяется как относительно, так и абсолютно.

Относительный возраст рельефа считается тогда, когда рельеф развивается в определённом этапе своего формирования.

Главное исходное положение современной геоморфологии – представление о том, что рельеф формируется в результате взаимодействия *эндогенных* и *экзогенных процессов*. Этот тезис является одновременно наиболее общим определением генезиса рельефа Земли вообще, но он, безусловно, остается слишком об-

щим и должен быть детализирован при рассмотрении конкретных форм или комплексов форм рельефа.

Как уже говорилось выше, наиболее крупные формы рельефа – планетарные, мега- и макроформы, а в некоторых случаях и мезоформы – имеют эндогенное происхождение. Своим образованием они обязаны особенностям структуры земной коры.

Эндогенные и экзогенные процессы формирования рельефа взаимосвязаны. Экзогенные процессы в ходе своей деятельности либо усложняют, либо упрощают рельеф эндогенного происхождения. В одних случаях экзогенные агенты вырабатывают более мелкие мезо- и микроформы, в других – срезают неровности коренного рельефа, в-третьих – происходит погребение или усложнение эндогенного рельефа за счет образования различных аккумулятивных форм. Характер воздействия экзогенных агентов на рельеф эндогенного происхождения в значительной мере определяется тенденцией развития рельефа, т. е. тем, являются ли господствующими восходящие (положительные) движения земной коры или же преобладают нисходящие (отрицательные) движения.

По существующим представлениям основным источником энергии эндогенных рельефообразующих процессов является тепловая энергия, продуцируемая главным образом гравитационной дифференциацией и радиоактивным распадом вещества недр Земли.

Гравитация и радиоактивность, разогрев и последующее охлаждение недр Земли неизбежно ведут к изменениям объема масс веществ, слагающих мантию и земную кору. Расширение земного вещества в ходе нагревания приводит к возникновению восходящих вертикальных движений как в мантии, так и в земной коре. Земная кора реагирует на них либо деформациями без разрыва пластов (образованием складчатых нарушений, или пликативных дислокаций), либо разрывами и перемещением ограниченных разрывами блоков (дизъюнктивные дислокации) земной коры. Складчатые дислокации образуются также и в тех случаях, когда движение блоков влечет за собой вспучивание

или сползание по склонам поднимающихся блоков пород, находящихся в пластичном или полупластичном состоянии.

Разрывы могут проникать в толщу коры, проходить сквозь нее и достигать очагов расплавления пород. Тогда гигантские трещины превращаются в каналы, по которым расплавленное вещество – магма – устремляется вверх. Если магма не достигает поверхности земли и застывает в толще земной коры, образуются *интрузивные тела*. Образование крупных интрузий – батолитов, штоков – неизбежно ведет к механическому перемещению вверх толщ перекрывающих их пород, т. е. также способствует образованию, пликативных или дизъюнктивных дислокаций. Не менее важно при этом динамическое (давление), термическое и химическое воздействие внедряющихся магматических пород на осадочные породы, которые превращаются в результате такого воздействия в метаморфические породы.

Излияние расплавленного материала на поверхность, сопровождаемое выбросами паров воды и газов, получило название *эффузивного магматизма, или вулканизма*.

Образование разломов в земной коре, мгновенные перемещения масс в недрах Земли сопровождаются резкими толчками, которые на поверхности Земли проявляются в виде землетрясений. Землетрясения – это одно из наиболее заметных простому наблюдателю проявлений современных тектонических процессов, протекающих в недрах Земли.

Итак, вертикальные колебательные движения земной коры, сопровождающиеся образованием разломов, перемещением блоков коры и складчатостью, глубинный магматизм, вулканизм и землетрясения – вот те рельефообразующие процессы, источником энергии которых являются внутренние силы Земли. Однако создаваемые этими процессами формы рельефа в нетронутом виде в природе встречаются редко, так как уже с момента своего зарождения они подвергаются воздействию экзогенных процессов, преобразуются ими.

Главный источник энергии экзогенных процессов – энергия Солнца, трансформируемая на земной поверхности в энергию движения воды, воздуха, материала литосферы. Во всех этих

процессах принимает участие гравитационная энергия, и поэтому названные процессы не являются чисто экзогенными. К числу экзогенных процессов относятся рельефообразующая деятельность поверхностных текучих вод и водных масс океанов, морей, озер, растворяющая деятельность поверхностных и подземных вод, а также деятельность ветра и льда.

Существует также целая группа процессов, протекающих на склонах и получивших наименование склоновых. Наконец, есть еще две группы процессов, которые также можно отнести к экзогенным геоморфологическим процессам: рельефообразующая деятельность организмов, а также хозяйственная деятельность человека, роль которой как фактора рельефообразования по мере развития науки и техники становится все более значительной.

Перечисленные рельефообразующие процессы лишь в редких случаях протекают обособленно.

Довольно редко мы можем сказать, что та или иная форма рельефа образовалась и развивается в настоящее время под действием лишь одного какого-либо процесса. Поэтому при определении генезиса рельефа геоморфолог всегда или почти всегда сталкивается с вопросом, какому геоморфологическому процессу следует отдать предпочтение, какой из них следует считать ведущим и в наибольшей степени определяющим генезис рельефа. Трудности генетического анализа могут быть систематизированы в виде следующего перечня:

1. Рельеф Земли, как было отмечено выше, есть результат взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Однако такой ответ слишком общ и нуждается в конкретизации в каждом отдельном случае. На первом этапе такой конкретизации необходимо выяснить, какая же из этих групп процессов в данном случае превалирует. Это уже нелегкая задача, потому что, как показывают наблюдения, интенсивность тектонических и экзогенных процессов в целом соизмерима. Так, если средняя скорость тектонических процессов выражается миллиметрами или десятками долями миллиметра в год, то и средняя скорость денудации земной поверхности или аккумуляции продуктов денудации измеряется величинами того же порядка.



2. Нередко можно наблюдать, что рельеф, созданный в недавнем прошлом под воздействием одних агентов, в настоящее время подвержен воздействию других.

3. Часто встречаются случаи, когда рельеф формируется за счет совокупного влияния нескольких процессов, действующих примерно с одинаковой степенью интенсивности и дающих примерно равноценные результаты.

4. При выявлении генезиса форм рельефа разного порядка нередко приходится сталкиваться с таким явлением, когда крупная форма в целом обусловлена деятельностью эндогенных процессов, а мелкие формы на ее склонах представляют результат деятельности экзогенных процессов. В этом случае, очевидно, вопрос о генезисе рельефа может решаться различно в зависимости от того, с крупной или мелкой формой рельефа мы имеем дело.

Перечисленные трудности в большинстве случаев преодолимы. Прежде всего, если решается вопрос о планетарных или мегаформах рельефа, то, несомненно, они в своих крупных чертах связаны с эндогенными процессами. Это можно сказать (с некоторыми исключениями) и о макрорельефе.

Из мезоформ лишь в отдельных, довольно редких случаях можно выделить такие формы, морфология которых целиком определена тектоническим процессом и не изменена экзогенными агентами. Мезоформы и более мелкие формы рельефа в подавляющем большинстве случаев оказываются связанными с экзогенными процессами, хотя проявление их в той или иной геологической обстановке может быть существенно различным. При этом в качестве ведущего процесса выделяется тот, который придал основные черты данной форме или данному комплексу форм рельефа, даже если в настоящий момент этот процесс перестал действовать. Для примера можно привести ледниково-аккумулятивный рельеф областей недавнего (позднеплейстоценового) оледенения, четвертичные морские или аллювиальные террасы. В настоящий момент эти образования подвержены воздействию других процессов, но, будучи ледниковыми, прибрежно-морскими или флювиальными формами, они еще в дос-

таточной мере сохранили те морфологические черты, которые им придали недавно действовавшие процессы.

В тех случаях, когда в образовании той или иной формы или группы (комплекса) форм одновременно участвуют не один, а два или несколько факторов, вполне соизмеримых по своему морфологическому значению, следует говорить о сложном, комплексном происхождении рельефа.

Генезис рельефа определяется преимущественно в ходе полевых наблюдений, на основе которых устанавливаются характерные черты, свойственные различным генетическим типам рельефа, признаки выработанных или аккумулятивных форм рельефа. Кроме того, для выяснения генезиса аккумулятивных форм рельефа важное значение имеет всестороннее изучение слагающих их отложений. Аллювиальные, пролювиальные, морские отложения и т. д. обладают в большинстве случаев достаточно специфическим комплексом литологических и морфологических свойств, позволяющих судить о генезисе слагаемых ими аккумулятивных форм. Эти признаки будут более ясны из последующего рассмотрения различных генетических групп рельефа.

Важной задачей геоморфологии наряду с изучением морфографии, морфометрии и установлением генезиса является выяснение возраста рельефа. Как известно, в геологии возраст пород представляет одну из важнейших геологических характеристик, и показ возраста, по существу, составляет основное содержание общих геологических карт.

Определение геологического возраста пород основывается на применении хорошо разработанных стратиграфического, палеонтологического и петрографического методов, которые в последнее время все чаще подкрепляются методами абсолютной геохронологии. В геоморфологии определение возраста – задача более сложная, так как геологические методы применимы лишь для аккумулятивных форм рельефа и не могут быть использованы непосредственно для определения возраста форм выработанного, или денудационного, рельефа.

В геоморфологии, как и в геологии, обычно используют понятия «относительный» и «абсолютный» возраст рельефа.

#### 4.1. Относительный возраст рельефа.

Понятие «относительный возраст рельефа» в геоморфологии имеет несколько аспектов.

Развитие рельефа какой-либо территории или какой-либо отдельно взятой формы, как это показал В. Девис, является стадийным процессом. Поэтому под относительным возрастом рельефа можно понимать определение стадии его развития. В качестве примера можно проследить развитие рельефа морских берегов или речных долин. Из истории четвертичного периода известно, что во время последнего оледенения (примерно 20 тыс. лет назад) уровень океанов и морей был ниже современного приблизительно на 100 метров. По мере таяния материковых ледниковых покровов и возвращения воды в кругооборот уровень Мирового океана постепенно повышался: 4000–5000 лет назад он достиг отметки, близкой к современной. Воды океанов и морей затопили понижения прибрежной суши. Возникли исходные береговые линии, характеризующиеся сильной изрезанностью. Образование изрезанных берегов, называемых *ингрессионными*, может рассматриваться как *начальная стадия развития* современного берега. В дальнейшем абразионные процессы способствовали образованию уступов в высоких склонах мысов и постепенному их срезанию разрушительной работой волн. Одновременно в вершинах заливов возникают первые береговые аккумулятивные формы. Это *стадия юности* развития берега. Позднее мысы срезаются, а бухты (заливы) полностью отчленяются от моря аккумулятивными образованиями, берег становится выровненным. Выравнивание береговой линии знаменует *стадию зрелости* берега. Дальнейшее развитие ведет к затуханию абразионного процесса. У мысов начинается аккумуляция. Сокращение поступления обломочного материала может привести к частичному размыву аккумулятивных форм, образовавшихся ранее в устьях бухт. Это *стадия дряхлости*, или *старости*.

Рассмотрим другой пример – формирование речной долины на поверхности, недавно освободившейся из-под ледникового покрова. На первых порах река имеет невыработанное русло, слабо врезанное в подстилающие породы. В процессе развития русло постепенно врезается в подстилающие породы, но в его продольном профиле еще остаются многочисленные неровности. Это *стадия юности речной долины*. Дальнейшее врезание ведет к выработке закономерного вогнутого продольного профиля, врезание русла по вертикали сменяется размывом бортов долины. Наряду с руслом формируется пойма. Речная долина вступает в *стадию зрелости*. В дальнейшем боковая эрозия приводит к расширению поймы, река блуждает в пределах этой поверхности, течение ее становится замедленным, а русло чрезвычайно извилистым. Наступает *стадия старости* речной долины.

Следовательно, один из аспектов определения относительного возраста рельефа – это *определение стадии его развития* по комплексу характерных морфологических и динамических признаков.

Б. Понятие «относительный возраст рельефа» применяется также при изучении взаимоотношений одних форм с другими. В общем случае любая форма является более древней по отношению к тем, которые осложняют ее поверхность и сформировались в более позднее время. Так, в пределах Прикаспийской низменности широким распространением пользуется позднее четвертичная (хвалынская) морская равнина, которая после регрессии хвалынского моря в одних местах подверглась расчленению эрозионными процессами, в других – ее поверхность оказалась переработанной эоловыми процессами, сформировавшими разнообразные типы эолового рельефа. Следовательно, эрозионные (выработанные) и эоловые (аккумулятивные) формы рельефа являются вторичными (более молодыми) по отношению к первичной (в данном случае хвалынской) морской равнине.

В. Определение относительного геологического возраста рельефа означает установление того геологического отрезка времени, когда рельеф приобрел черты, в основном аналогичные

его современному облику. Если речь идет об аккумулятивных формах рельефа, то вопрос сводится к определению обычными геологическими методами возраста слагающих эту форму отложений. Так, например, аллювиальные террасы, сложенные средне четвертичными отложениями, имеют средне четвертичный возраст; древние дюны, сложенные эоловыми плиоценовыми отложениями, имеют плиоценовый возраст и т. д.

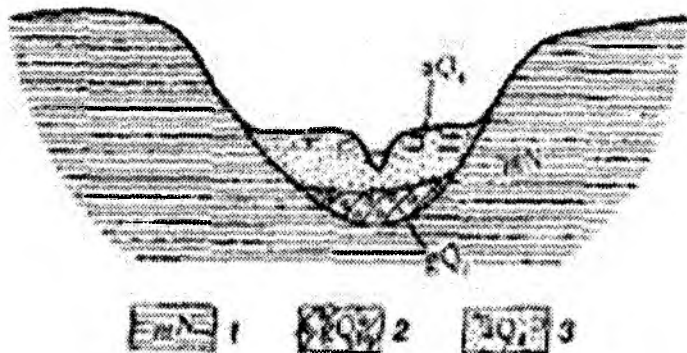


Рис. 3. Определение возраста выработанной формы рельефа: (1 – морские отложения неогенового возраста; 2 – ледниковые отложения раннечетвертичного возраста; 3 – современные аллювиальные отложения)

Сложнее с определением возраста выработанных форм рельефа. К. К. Марков рекомендует следующие способы:

1. **Определение возраста по коррелятным отложениям.** При образовании какой-либо выработанной формы рельефа, например оврага, в его устье накапливаются продукты разрушения пород, в которые врезается данный овраг, в виде аккумулятивной формы рельефа – конуса выноса. Определение геологическими методами возраста осадков, слагающих конус выноса, дает ключ и к определению возраста выработанной формы, в данном случае – оврага.

2. **Метод возрастных рубежей.** Его суть заключается в определении возраста двух горизонтов отложений, фиксирующих нижний верхний рубежи образования данной выработанной формы рельефа. Поясним на примере (рис.3). Долина реки врезана в поверхность, сложенную осадками неогенового возраста. На дне долины под современным аллювием залегают ледниковые осадки раннечетвертичного возраста. Следовательно, рассматриваемая долина сформировалась на границе неогена и раннечетвертичного времени: она врезана в неогеновые отложения, т. е. моложе их, и выполнена нижнечетвертичными ледниковыми образованиями, т. е. старше их. Этот метод применим для определения относительного геологического возраста и аккумулятивного рельефа.

3. **Определение времени «фиксации» выработанного (денудационного) рельефа.** В ряде случаев выработанные (денудационные) поверхности бывают перекрыты (фиксированы) корой выветривания. Определение палеонтологическими, палеоботаническими или другими методами возраста коры выветривания дает тем самым ответ на вопрос о возрасте денудационной поверхности.

4. **Определение относительного геологического возраста рельефа путем прослеживания фациальных переходов.** Этот метод может быть применен при решении задачи о возрасте тех аккумулятивных форм, которые сложены осадками, не содержащими палеонтологических остатков. Прослеживая в пространстве данную пачку отложений до фациальной смены ее отложениями, содержащими палеонтологические остатки, устанавливают одну возрастность обеих пачек осадков и, следовательно, одновозрастность образуемых ими форм рельефа. Так, например, можно установить возраст аллювиальной террасы, если ее удастся проследить до перехода в прибрежноморские отложения, возраст которых определяется палеонтологическим методом. Таким же образом можно в ряде случаев определить возраст некоторых выработанных форм, например, путем прослеживания абразионной морской террасы до ее сопряжения с аккумулятивной.

## **4.2. Абсолютный возраст рельефа.**

В последние десятилетия благодаря развитию радиоизотопных методов исследования широко применяется определение возраста отложений и форм рельефа в абсолютных единицах – в годах. Зная период полураспада того или иного радиоизотопа и определяя соотношение его количества с его производным, получают достаточно надежный способ определения абсолютного возраста. В настоящее время широко используются для определения абсолютного возраста такие методы, как радиоуглеродный, калий-аргоновый, фторовый, метод неравновесного урана и др., каждый из которых имеет свои пределы применимости. Абсолютный возраст древних отложений и форм рельефа определяется также с помощью палеомагнитного метода.

Итак, морфографическая и морфометрическая характеристика рельефа, установление его генезиса, возраста и истории развития – такова совокупность основных задач геоморфологического исследования. Методы решения этих задач, разумеется, не исчерпываются только теми, которые были кратко рассмотрены в этом разделе. В ходе дальнейшего изложения материала будут рассмотрены и более конкретные методы и приемы изучения рельефа.

## **5. ЭНДОГЕННЫЕ, ЭГЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И РЕЛЬЕФ.**

### **5.1. Эндегенные, процессы и рельеф**

Эндегенные процессы обуславливают различные типы тектонических движений и связанные с ними деформации земной коры. Они являются причиной землетрясений, эффузивного и интрузивного магматизма. Они же лежат в основе дифференциации вещества в недрах Земли и формирования различных типов земной коры. В совокупности эндегенные процессы не только способствуют возникновению разнообразных по морфологии и размерам форм рельефа, но во многих случаях контролируют

как характер, так и интенсивность деятельности экзогенных процессов. Все это определяет исключительно важную роль эндогенных процессов в рельефообразовании на поверхности Земли. Различают три типа тектонических движений: *складкообразовательные, разрывообразовательные и вертикальные колебательные движения*. Каждый из этих типов тектонических движений обуславливает различные типы деформаций земной коры, прямо или опосредствованно отражающиеся в рельефе.

Как известно, элементарными видами складок являются *антиклинали и синклинали*. В наиболее простом случае антиклинали и синклинали находят прямое выражение в рельефе или на их месте формируется четко выраженный инверсионный рельеф. Примеры подобного рода приведены выше (см. рис.3). Чаще всего характер взаимоотношения складчатых структур и рельефа более сложный. Обусловлено это тем, что рельеф складчатых областей зависит не только от типов складок и их формы в профиле и плане. Он, как мы уже знаем, во многом определяется составом и степенью однородности пород, смятых в складки, характером, интенсивностью и длительностью воздействия внешних сил, тектоническим режимом территории. Находят отражение в рельефе размер и внутреннее строение складок. Небольшие и относительно простые по строению складки выражаются в рельефе обычно в виде невысоких компактных хребтов (Терский и Сунженский крупных горных хребтов и разделяющих их понижений (Главный и Боковой хребты на Кавказе, Каратау и Актау на Мангышлаке и др.). Еще более крупные поднятия, состоящие из нескольких антиклинорий и синклинорий и называемые *мегантиклинориями*, обычно образуют мегаформы рельефа. Они имеют облик горной страны, состоящей из нескольких хребтов и разделяющих их впадин (горные сооружения Большого и Малого Кавказа, соответствующие мегантиклинориям того же названия).

Складкообразование, наиболее полно проявляющееся в подвижных зонах земной коры – геосинклинальных областях, обычно сопровождается разрывными нарушениями, интрузивным и эффузивным магматизмом. Все эти процессы усложняют струк-



туру складчатых областей и проявление складчатых структур в рельефе. Если учесть при этом разнообразие внешних факторов, воздействующих на складчатые структуры, интенсивность проявления и длительность их воздействия, станет понятным то разнообразие структурно-денудационного рельефа, которое наблюдается в пределах складчатых областей Земного шара.

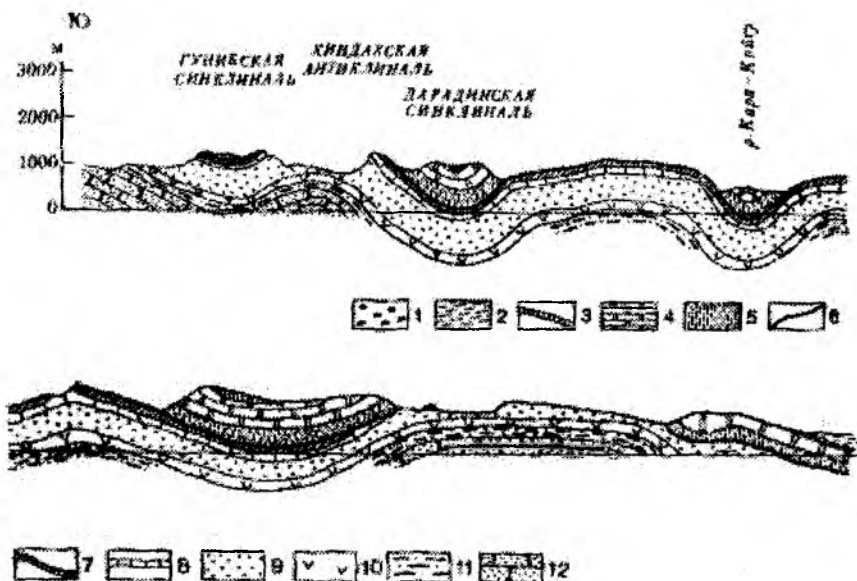


Рис.4. Структурно-денудационный рельеф Известнякового Дагестана (по А. Е. Криволуцкому): (1-песчано-глинистые породы миоцена; 2 – глинистые нестойкие породы верхнего палеогена – нижнего миоцена (Майкоп);

3 – карбонатные породы эоцена и палеоцена; 4 – стойкие известняки позднего мела; 5 – малостойкие песчано-глинистые породы альба – верхнего баррема; 6 – основной бронирующий горизонт – известняки нижнего баррема; 7 – алевролиты, песчаники и известняки готерива; 8 – стойкие известняки валанжина и верхней юры; 9 – аргиллиты и алевролиты бата и верхнего байоса; 10 – песчаники и аргиллиты нижнего байоса; 11 – нестойкие аргиллиты и алевролиты верхнего аалена; 12 – повышенной стойкости песчаники нижней юры хребты северного склона Большого Кавказа и др.).

## 5.2. Экзогенные процессы и рельеф

Выше были рассмотрены эндогенные процессы, обусловленные внутренними силами Земли и некоторые созданные ими формы рельефа. Однако в «чистом», первозданном виде эндогенные формы встречаются редко. Начиная с момента зарождения и в процессе развития, они постоянно подвергаются воздействию экзогенных процессов, источником энергии которых является энергия, получаемая нашей планетой извне, главным образом от Солнца. Несмотря на ведущую рельефообразующую роль эндогенных процессов, создающих различного рода неровности на поверхности Земли и направляющих деятельность экзогенных процессов, роль последних в рельефообразовании огромна и соизмерима с ролью эндогенных процессов. Тот сложный и многообразный рельеф, который наблюдается на поверхности Земли, есть функция взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Что касается форм микро- и мезорельефа, а в ряде случаев и макрорельефа, с которыми чаще всего приходится иметь дело в повседневной практике, то в подавляющем большинстве они являются результатом деятельности экзогенных сил. Отсюда становится понятной важность познания закономерностей экзогенного рельефообразования, конкретных форм и комплексов форм рельефа, создаваемых различными экзогенными агентами.

«Рельеф и климат» говорилось о том, что от климата зависят «набор» и степень интенсивности действующих экзогенных сил, что в разных климатических условиях возникают разные формы и комплексы форм рельефа, что экзогенный рельеф подчиняется широтной географической зональности и высотной поясности. Короче говоря, экзогенный рельеф может дать значительную информацию об условиях, в которых он образовался. Это свойство экзогенного рельефа может быть широко использовано и используется при палеогеографических реконструкциях. Фактический материал для таких реконструкций дают реликтовые формы рельефа.

Экзогенные процессы рельефообразования заслуживают большого внимания еще и потому, что они характеризуются вы-

сокими скоростями: мы видим, как на наших глазах растут овраги, как изменяется облик речных долин после паводков или прохождения по ним селей, как отступают морские берега в одних местах и наращиваются в других, как меняется облик рельефа под влиянием хозяйственной деятельности человека. Все это заставляет, во-первых, учитывать деятельность экзогенных процессов в практике повседневной жизни и, во – вторых, тщательно изучать закономерности экзогенного рельефообразования.

Суммарный эффект деятельности экзогенных агентов заключается в перемещении вещества с более высоких гипсометрических уровней на более низкие, хотя имеются и отклонения от этого правила. Перемещение вещества происходит при обязательном участии силы тяжести, которая оказывает либо прямое влияние на него (в случае обвалов, осыпей, оползней и т. д.), либо опосредствованное, через деятельность текучих вод, ветра, ледников и т. д. Участие в каждом экзогенном процессе силы тяжести, фактора, по своему существу эндогенного, делает деление рельефообразующих процессов на эндогенные и экзогенные до некоторой степени условным и еще более подчеркивает взаимосвязь и взаимообусловленность эндогенного и экзогенного рельефообразования.

Каждый рельефообразующий процесс – это прежде всего процесс динамики вещества, слагающего литосферу Земли. Но в отличие от эндогенных факторов способных перемещать целые блоки земной коры, экзогенные факторы осуществляют этот процесс при обязательном условии дезинтеграции горных пород'. Поэтому, по существу, начальным этапом любого экзогенного процесса является подготовка горной породы к дезинтеграции, измельчению. Совокупность процессов, осуществляющих дезинтеграцию горных пород, называют *выветриванием*.

В зависимости от факторов, воздействующих на горные породы, и результатов воздействия процессы выветривания подразделяются на два типа – *физическое* и *химическое выветривание*. Оба типа выветривания тесно связаны друг с другом, действуют совместно, и только интенсивность проявления каждого из них,

обусловленная целым рядом факторов (климатом, составом пород, рельефом и т. д.), в разных местах неодинакова.

Иногда выделяют еще один тип выветривания – *органогенное*, связанное с воздействием на горные породы растительных и животных организмов. Однако выделять органогенное выветривание в самостоятельный тип, по-видимому, нет необходимости, так как воздействие организмов на горные породы всегда можно «свесет» к процессам физического или химического выветривания.

## **6. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В геоморфологии существует семь методов исследований. Каждый метод между собой взаимно дополняют и взаимно связано.

### **6.1. Морфометрический метод**

Сущность этого метода заключается в выявлении внешних признаков различных элементов рельефа, по которому можно определить его происхождение. Для этого необходимо установить количественные и качественные характеристики элементов рельефа, их пространственные соотношения, выявить положительные и отрицательные формы рельефа, а также часть форм, их разную морфологию и морфометрию. Такое изучение элементов рельефа производится различными приёмами в поле или в камеральное время анализом топокарт, дешифрированием аэрофотоснимков и снимков орбитальных станций.

### **6.2. Морфофациальный метод**

При воздействии эндогенных и экзогенных процессов на земную поверхность рельефа непрерывно сменяются и создаются различные новые формы и разрушаются прежние. В процессе разрушения возникают разнообразные генетические комплексы коррелятивных отложений денудационных и аккумулятивных

форм рельефа. Поэтому разновозрастные поверхности выравнивания развиваются на разной высоте. Орогенные поверхности ступеней на склонах основных хребтов.

Изучение соотношения между денудационным рельефом, отложениями аккумулятивного рельефа, а также детальное изучение самих отложений, составляют содержание морфо-фациального метода. Его сущность в исследовании связи между ними и рельефом, которые устанавливаются анализом вещественного состава отложений, их переноса, вторичных изменений, расположения их геотектонических типов в зависимости от элементов рельефа. Изучение денудационного и аккумулятивного рельефа и рыхлых отложений в их взаимосвязи – один из важнейших способов изучения возраста рельефа.

### **6.3. Морфоструктурный метод**

Изучение соотношений строения между рельефом и геологическими формами, главным образом, структурными обликами составляет сущность морфоструктурного метода.

Почти всегда крупные элементы рельефа представляют структурные формы, выраженные в рельефе. Во многих горных странах распределение элементов рельефа находится в такой прямой зависимости, от тектоники и частности от блоково-разрывной тектоники. Иногда выражению связи рельефа с геологическим строением способствует распределение горных пород в структурных формах. Даже формы рельефа и микрорельефа нередко обусловлены типами структуры и составом горных пород.

### **6.4. Морфотектонический метод**

Тектонические движения по-разному проявляются в рельефе земной поверхности. Иногда следуя направлению формирования древних структурных форм, они обуславливают унаследованность самых крупных черт рельефа и сохранение их в течение длительного времени. Иногда знак последующих тектонических движений совпадает с древними, и образуются инверсионные синеклизы, представляющие равнины и плато. Нередко новей-

шие тектонические движения в областях молодого горообразования достигают большой интенсивности.

При изучении связи рельефа с молодыми тектоническими движениями, следует исходить из всей геологической истории той или иной территории из соотношения молодых тектонических движений с древними, знака и интенсивности этих движений. Новейшие тектонические движения начинаются в разное время для разных территорий и могут внести существенные изменения в строении рельефа. Создавая молодые структурные формы, выраженные в рельефе, они меняют уклоны, нарушают пути стока. Тем самым нарушая ранее намеченный путь развития рельефа. Анализ движения земной коры необходим для выявления происхождения рельефа. Он позволил решать важные вопросы геоморфологии в частности вопрос о возрасте рельефа, проявлении того или иного экзогенного фактора, направления и интенсивности его работы. С другой стороны – изучение рельефа и корреляция отложений в их взаимосвязи, позволяют выявить знак интенсивности и даже продолжительность неотектонических движений.

### **6.5. Морфогеографический метод**

Связь рельефа с процессами, происходящими во внешних оболочках Земли, изучается морфогеографическими методами. Распределение экзогенных процессов на земной поверхности подчинено закону географических зональностей, который нарушается и осложняется горным рельефом и его распределением на поверхности земли. Одни экзогенные процессы приурочены преимущественно к определенным географическим зонам, а другие, имеющие всеобщее распределение. Проявляются в различных зонах неодинаково. Исследования связи рельефа с географической обстановкой заключаются во всестороннем анализе рельефа и современных рельефообразующих процессов и других компонентов ландшафта и их изменение за период формирования современного рельефа. Для морфогеографического изучения широко используются разнообразные приёмы и данные

сложных наук: климатологии, геохимии, геоботаники, почвоведения, биогеографии.

## **6.6. Морфодинамические метод**

Этот метод заключается в изучении современных, особенно катастрофических эндогенных и экзогенных процессов и тех изменений, которые они производят в рельефе. Исследуя их, мы можем судить о тех изменениях в рельефе, которые происходили прежде. В полевых условиях, на стационарных наблюдениях мы можем анализировать современные процессы, момент интенсивного проявления сейсмических процессов, образования сейсмovolны, вулканов и продуктов вулканических извержений, живые трещины, тектонические обвалы, катастрофические паводки, песчаные бури, осыпи и лавины, ливни, воздействие на берег штормовых волн, цунами, сели и деятельность человека.

Преобразование рельефа, обусловленное катастрофическими процессами, зависит от всей их специфики, определяется интенсивностью и знаком современных тектонических движений, геологической структурой, литологией, климатом, длительностью формирования рельефа.

Среди стационарных, полевых наблюдений большое значение приобретают те исследования, которые дают возможность получить количественную характеристику процессов за определённые периоды и прогнозировать катастрофические процессы на основе изучения их проявленности или повторяемости.

## **6.7. Палеогеоморфологический метод**

Современный рельеф образуется на том месте, где до него формировался какой-то другой рельеф. Развитие современного рельефа следует восстанавливать с момента, когда началось преобразование исходного рельефа. Возраст и этап развития рельефа изучается палеогео-морфологическим методом, суть которого заключается в анализе древнего, в том числе погребённого исходного рельефа, древних уровней денудации, террас, рельефообразующих процессов прошлого в стадии развития рельефа

на фоне изменённой географической обстановки. Палеогеоморфологический метод тесно связан с морфофациальным методом. Выявляя коррелятивные отложения по этапам развития рельефа, и, определяя их возраст по условиям седиментации и направлению в развитии рельефа, мы получим данные, позволяющие судить о геологическом возрасте рельефа. Этот метод по существу даст синтез всех сведений о рельефе.

## **7. ОСНОВНЫЕ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ**

*При исследовании любого явления возникает необходимость определения причины движущей силы совершающегося процесса, важнейших условий его развития.*

*При составлении структурных форм в рельефе могут быть выделены основные рельефообразующие факторы, которые по своему характеру могут быть подразделены на статистические и динамические.*

*К статистическим пассивным факторам могут быть отнесены литолого-стратиграфические условия и глубина денудационного среза.*

*К динамическим активным орогенным факторам относятся общие и частные движения земной коры, связанные с перемещением вещества при возникновении деформации, и её дальнейшим развитием.*

*В связи с этим динамика этого процесса будет определяться главным образом направлением и скоростью, а также неравномерностью проявления движения в пространстве и во времени.*

### **7.1. Статистические факторы**

*При одном и том же тектоническом режиме морфо-логические разновидности денудационного рельефа определяются только глубиной денудационного среза. В соответствии со структурно-литологическими условиями денудационный срез выделяется трёх типов:*



1. В областях преобладающего развития на дислоцированных четвертичных обнажениях.

2. В областях преобладающего развития дислоцированных осадочных пород (мезо-кайнозой).

3. В областях преобладающего развития дислоцированных пород фундамента (палеозой).

В эрозионных областях эти типы денудационных срезов объединяются с постепенным переходом. В пределах каждого типа рельеф может различаться в зависимости от структурных условий и общей интенсивности расчленения. Например, эрозионно – денудационный рельеф, сформировавшийся в породах чехла с горизонтальным залеганием пород, будет значительно отличаться от рельефа района развития складчатых структурных форм при одинаковых или близких литологических условиях.

В горных странах эти типы рельефа распространяются закономерно в соответствии с глубиной денудационного среза структурных форм. Рельеф областей с повсеместным развитием фундамента характерен для высокогорных и средних эпиплатформенных горных сооружений. Рельеф областей развития дислоцированных осадочных пород распространен преимущественно в эписинклинальных горных сооружениях и на склонах предгорных и межгорных впадин.

Здесь литолого-структурный фактор преобладает над рельефо-образующим значением.

Особенности строения структур – это углы падения пластов, угловые несогласия, морфология складок, наклоны их осей, характер разрывных деформаций в сочетании с устойчивостью пород и мощностью толщ – представлены статистическими факторами. Они представляют большое разнообразие форм рельефа при одних и тех же движениях.

### Угол падения

В областях распространения осадочных пород падение слоев определяют образованием основных денудационных форм: пла-

то, гряда. Они возникают в процессе избирательного выщелачивания поверхностей различно накопленных бронирующих пластов. Пласты крутопадающие создают сравнительно небольшие формы рельефа, в частности грядовой рельеф, формируется при падении пластов в интервале от 60 до 90°. Наиболее крупные формы плато образуются при малых угловых падениях – 5–12°. Плато характерны для платформенных областей, (10–12°) тяготеют к периферии горных сооружений и к сопредельным районам предгорных и межгорных впадин.

Земная кора сложена горными породами разного генезиса и разнообразного химического и минералогического состава. По отношению к воздействию внешних сил горную породу разделяют на более стойкие и менее стойкие, более податливые и менее податливые. В первом случае обычно имеют в виду стойкость пород по отношению к процессам выветривания, во втором – к воздействию на них текучих вод, ветра и других экзогенных сил.

Различные генетические группы горных пород по-разному реагируют на воздействие внешних сил. Так, осадочные породы являются довольно стойкими по отношению к выветриванию, но многие из них весьма податливы к разрушительной работе текучих вод и ветра (лёсс, пески, суглинки, глины, мергели, галечники). Магматические и метаморфические породы оказываются стойкими или довольно стойкими по отношению к размыву текучими водами и сравнительно легко разрушаются под воздействием процессов выветривания.

Объясняется это тем, что магматические и метаморфические породы образовались в глубине земли в определённой термодинамической обстановке и при определённом соотношении химических элементов. Оказавшись на поверхности Земли, они попадают в новые условия, становятся неустойчивыми в этих условиях и под воздействием различных процессов (окисление, гидратация, растворение, гидролиз) начинают разрушаться. Интенсивность разрушения определяется как физико-химическими свойствами пород, так и конкретными физико-географическими (в первую очередь климатическими) условиями, поскольку в разных климатических зонах характер процессов выветрива-

ния и сноса продуктов выветривания имеет свои специфические особенности. Из числа кристаллических пород более стойки по отношению, например, к физическому выветриванию пород, мономинеральные, мелко- и равномерно зернистые, светлоокрашенные, с массивной текстурой. Так, гранит – порода полиминеральная, разрушается быстрее, чем кварцит – порода мономинеральная. Крупно – и неравномерно зернистые граниты с более тёмной окраской в сходных условиях менее устойчивы, чем светлоокрашенные, мелко – и равномерно зернистые граниты. Гнейс – порода, сходная по структуре и минералогическому составу с гранитами, но имеющая иную структуру (параллельно-сланцеватую или тонкопластчатую), подвержена более быстрому разрушительному воздействию выветривания, чем гранит, характеризующийся массивной текстурой.

Основные и ультраосновные магматические породы при прочих и равных условиях под воздействием выветривания разрушаются быстрее, чем породы кислые и средние.

Существование влияния на интенсивность процессов физического выветривания оказывают такие свойства горных пород, как теплоёмкость и теплопроводимость. Так, чем меньше теплопроводимость, тем больше температурные различия возникают на соседних участках породы при её нагревании и охлаждении и, как следствие этого, большие внутренние напряжения, которые и способствуют быстрому её разрушению.

Большое значение имеет степень проницаемости пород для дождевых и талых вод. Легкопроницаемые породы, поглощая воду, способствуют быстрому переводу поверхностного стока в подземный. В результате участки, сложенные легкопроницаемыми породами, характеризуются слабым развитием эрозионных форм, а склоны этих форм вследствие незначительного смыва долгое время могут сохранять большую крутизну. На участках, сложенных слабо-проницаемыми породами, создаются благоприятные условия для возникновения и развития эрозионных форм для выполаживания их склонов. Залегание водоупорных пластов в основаниях крутых склонов долин, рек, берегов озёр и морей способствуют развитию оползневых процессов и специ-

фического рельефа, свойственного районам развития оползней. Проницаемость горных пород может быть обусловлена либо их строением, либо их трещиноватостью. Находит отражение в рельефе и такое свойство горных пород, как просадочность. Этим свойствам, выражающимся в уменьшении объема породы при её намокании, обладают лёссы и лёссовидные суглинки. В результате просадки в областях распространения этих пород обычно образуются неглубокие отрицательные формы рельефа.

## 7.2. Динамические факторы

К динамическим факторам относятся те процессы, которые тесно связаны эндогенными процессами. Эндогенные процессы обуславливают различные типы тектонических движений и связанные с ними деформации земной коры. Они являются причиной землетрясений, эффузивного магматизма. Они же лежат в основе дифференциации вещества в недра Земли и формирования различных типов земной коры. В совокупность эндогенных процессов способствуют не только возникновению разнообразных по морфологии и размерам форм рельефа, но во многих случаях контролируют как характер, так и интенсивность деятельности экзогенных процессов. Все это определяет исключительно важную роль эндогенных процессов в рельефообразовании на поверхности Земли. Различают три типа тектонических движений: а) складкообразовательные, б) разрывообразовательные, в) вертикально-горизонтально-колебательные. Каждый из этих типов движений обуславливает различные типы деформации земной коры, прямо или косвенно отражаются в рельефе.

а) Складчатые нарушения и их проявления в рельефе.

Элементарными видами складок являются антиклинали и синклинали. В наиболее простом случае антиклинали и синклинали находят прямое выражение в рельефе, однако чаще всего характер взаимоотношения складчатых структур и рельефа сложный. Обусловлено это тем, что рельеф складчатых областей зависит не только от типов складок и их формы в профиле и плане. Он во многом определяется и степенью однородности

пород, смятых в складки, характером, интенсивностью и длительностью воздействия внешних сил, тектоническим режимом территории. Находят отражение в рельефе размер и внутреннее строение складок. Небольшие и относительно простые по строению складки выражаются в рельефе обычно в виде невысоких компактных хребтов. Более крупные и сложные по внутреннему строению складчатые структуры антиклинории и синклинории представлены в рельефе в виде крупных горных хребтов и разделяющих их понижение. Складчатообразные, наиболее полно проявляющиеся в подвижных зонах земной коры, обычно сопровождаются нарушениями, интрузивным и эффузивным магматизмом.

б) разрывные нарушения и их проявление в рельефе.

Разрывные нарушения (дизъюнктивные дислокации) – это различные тектонические нарушения сплошности горных пород, часто сопровождающиеся перемещением разорванных частей геологических тел относительно друг друга. Простейшим видом разрывов являются единичные более или менее глубокие трещины.

Наиболее крупные разрывные нарушения, распространяющиеся на большую глубину и имеющие значительную длину и ширину, называют глубинными разломами.

Разрывные нарушения находят прямое или косвенное отношение в рельефе. Так, молодые сбросы или надвиги морфологически выражены уступом топографической поверхности, высота которого может характеризовать величину вертикального смещения блоков.

При системе сбросов (надвигов) может образоваться ступенчатый рельеф, если блоки смещены в одном направлении или сложный горный рельеф, если блоки сместились относительно друг друга в разные направления. Так образуются глыбово-тектонические или сбросово-тектонические горы. С точки зрения структурных особенностей перемещённых блоков различают столово-глыбовые и складчато-глыбовые горы.

По занимаемой на земной поверхности площади глыбовые горы не уступают складчатым. В пределах складчатых гор роль

разрывной тектоники велика. Крупные складчатые нарушения сочетаются с разрывами. Обособление антиклиналей и синклиналей часто сопровождается образованием ограничивающих их разломов. В результате образуются горст-антиклинали, грабен-синклинали, которые во многих случаях и определяют внутреннюю структуру складчато-глыбовых гор.

Если структура ограничена с одной стороны разрывным нарушением и в её плоскости наблюдаются горизонтальные движения, то в рельефе формируются ассиметрические структуры, крутой которой контролирует разлом.

Велика рельефообразующая роль разрывных нарушений в областях распространения древних складчатых областей, где в результате последующих тектонических движений в ряде мест сформировались глыбовые или сбросовые горы.

Не всегда структуры, обусловленные разрывными нарушениями, находят прямое отражение в рельефе. Могут быть и иные соотношения. В результате интенсивной денудации блока, испытавшего поднятие, топографическая поверхность последнего может оказаться на одном уровне с поверхностью опущенного блока. При определённых условиях может сформироваться инверсионный рельеф. Более высокое гипсометрическое положение будет занимать поверхность блока, испытавшего опускание. Воздействием внешних сил на структуры, возникающие в результате разрывных нарушений, объясняется и то, что разрыв по происхождению структуры может получить одинаковое морфологическое отражение в рельефе. Рельфообразующая роль разрывных нарушений складывается также в том, что трещины и разломы, как наиболее податливые зоны земной коры, часто служат местами заложения эрозионных форм разных порядков. Этому способствует не только раздробленность породы вдоль зоны нарушений, но и концентрация в них поверхностных и подземных вод. Эрозионные формы, заложившиеся по трещинам и разломам, принимают их направление и в плане обычно имеют ортогональный характер, прямолинейные участки долин и чередуются с резкими изгибами под прямыми или острыми углами.

Системы разрывов могут определять очертания береговых линий морей и океанов. Вдоль линии разрывных нарушений часто наблюдаются выходы магматических пород, горячих и минеральных источников, различных специфических форм мезо- и микрорельефа, не свойственных окружающей территории. Иногда, вдоль линии разломов располагаются цепочки вулканов. К зонам глубинных и сверхглубинных разломов приурочены фокусы глубинных землетрясений. По регистрации фокусов таких землетрясений удалось установить, что некоторые сверхглубинные разломы проникают в недра Земли на 500–700 км, пронизывают земную кору и верхнюю мантию и берут начало где-то в нижней мантии.

Велика рельефообразующая роль разломной тектоники в пределах так называемых рифтовых зонах или рифтогенов, где с нею связано образование узких, резко выраженных отрицательных форм рельефа – рифтовых долин.

Разрывные нарушения оказывают весьма существенное воздействие на формирование и морфологию рельефа, причём степень этого воздействия во многом определяется тектонической активностью в настоящее время или активностью недавнего геологического прошлого. Причиной складчатых и разрывных нарушений являются вертикальные движения земной коры. О роли горизонтальных движений в эндогенных процессах и формировании рельефа ни среди тектонистов, ни среди геоморфологов единого мнения нет. Многие тектонисты считают, что горизонтальные движения земной коры имеют огромное значение. Они обуславливают перемещение материковых массивов и являются причиной образования целых океанов, таких как Атлантический и Индийский.

Наиболее полное отражение это направление в тектонике получило в учении Вегенера о горизонтальном перемещении материков или «тектоники плит».

Горизонтальные движения земной коры происходят при образовании горстов, грабенов, рифтов. Например, впадина Красного моря – грабен, где рифт расширяется в разные стороны от-

носителем осевой линии хребта на несколько миллиметров в год.

Крупные горизонтальные перемещения земной коры отмечаются на дне океанов. Смещения достигают несколько сотен километров.

в) Рельефообразующая роль вертикально-горизонтальных колебательных движений земной коры.

К колебательным и эпейрогенетическим движениям относятся такие движения, которые проявляются и повсеместно вертикально, горизонтально в разных масштабах в различных площадях. Они не создают складчатые структурные формы.

Рельефообразующая роль тектонических движений этих типов огромна. Они участвуют в образовании форм рельефа самого разного масштаба. Так, вертикальные тектонические движения самого высшего первого порядка охватывают складчатые и платформенные структуры. Вертикальные движения второго порядка образуют антиклизы, поднятия и прогибы в выше указанных структурах, а вертикальные движения третьего порядка – складчато – глыбовых и столово – глыбовых гор.

Горизонтальные движения развиваются при столкновении континентальных материков первого порядка (коллизийные горы) и при их раздвигании (рифтовые впадины).

## **8. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА СУШИ И ФОРМИРОВАНИЯ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ**

Самые крупные формы рельефа тесно связаны своим происхождением с внутренними силами Земли.

Земная кора над материками и океанами имеет не одинаковое строение и поэтому различают материковый и океанический типы земной коры. Кора материкового типа характеризуется большой мощностью (38–80 км) и состоит из трех слоев:

- 1) осадочный;
- 2) гранитовый;



### 3) базальтовый.

Кора океанического типа резко отличается от материковой, мощность ее от 5 до 10 км и состоит она из осадочного и базальтового слоя, здесь отсутствует гранитный слой.

Материковый тип земной коры образуют основные массивы суши. На значительной площади материка могут быть затоплены водами океанов. Затопленные части материков получили название подводные окраины материков.

Площадь материков вместе с подводной окраиной, а также континентальными альпийскими эпигеосинклинальными образованиями и участками с корой материкового типа в пределах переходных зон составляет примерно 230 млн.км<sup>2</sup>. По структуре материка – это сложные гетерогенные тела, сформировавшиеся в течение длительной эволюции литосферы и земной коры. Сложность эволюции и последовательность различных стадий образования материков находят их отражение в тектоническом и геологическом строении.

По характеру тектонической активности и направленности геологического развития в пределах материков выделяются более устойчивые площади, получившие название платформ, и площади, обладающие большой тектонической подвижностью (мобильностью) – складчатые области. Неоднородность строения и развития складчатых областей определяет различие рельефа в их пределах и позволяет выделить в пределах их два основных типа морфоструктур – платформенные и складчато – глыбовые.

Платформы – это основные элементы структуры материков, которые в отличие от складчатостей характеризуются более спокойным тектоническим режимом, меньшей интенсивностью проявления магматизма и сейсмичности. Поэтому более 50% площади материковых платформ занято низменными равнинами, шельфовыми морями типа Балтийского, Жёлтого и др. Материковые платформы неодинаковы по возрасту. Значительные их части стали платформами сравнительно недавно – в мезозое. Раньше эти участки платформ были областями активного горообразования. На поверхности материковых платформ местами сохранились так называемые остаточные горы более древних

складчатых сооружений сильно денудированные, но ещё достаточно заметные в рельефе. Кроме того наблюдаются такие участки, которые, несмотря на свою древность в недавнем геологическом прошлом испытали коренную перестройку рельефа, стали тектонически-активными и на их месте возникли горы.

Часто эти участки высоко сейсмоактивные и здесь проявляется современный вулканизм. Весомую площадь среди материковых платформ занимают древние платформы, возникшие на месте складчатых областей. К числу таких платформ относятся Южноамериканская, Африкано-Аравийская, Индостанская. Сибирская и т.д.

Важнейшими структурными элементами древних платформ являются щиты, плиты, антиклизы и синеклизы, обычно выраженные в рельефе в виде обширных возвышенностей и впадин.

Испытывая медленные, но устойчивые во времени восходящие движения, щиты и антиклизы создают предпосылки для формирования на них преимущественно денудационные равнины. К синеклизам, которые испытали длительное погружение или продолжают погружаться в настоящее время, приурочены аккумулятивные равнины.

1. Аккумулятивные равнины обычно сложены с поверхности мощными толщами новейших неоген – четвертичных слабо консолидированных отложений и имеет унаследованный характер. Денудация в пределах аккумулятивных равнин сильно ослаблена или имеет локальное развитие. Продукты выветривания не успевают удаляться с места их образования и накапливаются на поверхности. Часто к ним присоединяются рыхлые наносы (речные, ледниковые, эоловые) принесённые извне. В отличие от денудационных равнин и особенно гор свойства коренных горных пород, слагающих цоколи аккумулятивных равнин, и условия их залегания не играют большой роли в формировании рельефа. Морфологический облик этих равнин определяется рыхлыми поверхностными образованиями как возникшими на месте, как и принесёнными со стороны. Встречаются аккумулятивные равнины, возникшие на месте территории, испытавшей погружение небольшой амплитуды.

В новейшее время они либо прекратили погружение, либо испытали небольшие поднятия. Такие равнины характеризуются маломощным чехлом молодых рыхлых покровных образований, через которые достаточно отчётливо «просвечивают» структуры нижележащей части осадочного чехла, или кристаллического основания. Такие равнины занимают значительные площади Восточноевропейской платформы. Близкое залегание к поверхности коренных пород оказывает влияния на морфологический облик равнин. Такие равнины, в отличие от ранее рассмотренных, имеют увалистый или волнистый рельеф, повторяющий в смягчённом виде неровности структур осадочного чехла или фундамента платформ.

2. Денудационные равнины, сформированные на участках древних платформ, явно преобладающие положительные движения земной коры рельеф имеет иной облик и зависит от геологической структуры. Самым ярким примером денудационных равнин являются равнины, сформировавшиеся на щитах. Выход на поверхность в пределах щитов кристаллического фундамента платформ сам по себе указывает на то, что здесь в течение очень длительного времени непрерывно господствует денудация.

Соизмеримость темпов поднятия с темпами денудационного среза и длительность процесса приводят в крупном плане к почти идеальному выравниванию срезанию древних структур.

На участках платформ, характеризующихся горизонтальным или пологонаклонным залеганием пород различной стойкости, денудация ведёт к образованию столовых или ступенчатых равнин и плато. Расчленение столовых плато нередко ведёт к образованию останцов с крутыми склонами горизонтальной вершинной поверхностью. Останцовые возвышенности обычно называют столовыми горами.

Теоретически, идеальной денудационной равниной является пенеплен.

Длительная денудация равнинной поверхности платформ может привести к образованию выровненных поверхностей, в пределах которых чередуются участки с денудационным и аккумулятивным рельефом. Среди денудационных равнин платформ

суши следует указать краевые денудационные равнины, обрамляющие платформы, либо вдоль морского берега, либо вдоль подножия гор.

Поднятые денудационные равнины нередко называют нагорьями или плоскогорьями.

Академик В.Е.Хайн выделяет два типа подвижных поясов материков: геосинклинальные и геоантиклинальные или возрождённые. В пределах геосинклинальных подвижных поясов он выделяет окраинно-материковые, формирующиеся в зоне перехода между материками и океанами и внутриматериковые.

Складчатые пояса – это участок земной коры, где происходят горообразовательные процессы, интенсивно протекают тектонические движения, вулканизм и частые землетрясения. Каждая геосинклинальная область в своем развитии переживает несколько этапов. На первом этапе идёт расхождение континентальной коры и образование бассейна сопровождающиеся осадками. Прогибающаяся толща осадков деформируется, подвергается динамическому и термическому воздействию. Второй этот процесс сменяет коллизия захлопывание материков. Фиксируется общее поднятие рельефа. В ходе поднятия образуются глубокие разломы, по которым на поверхность прорывается магма, развивается вулканизм. За счёт постколлизийных движений формируются крупные горные сооружения. В поясах горных сооружений, находящихся в постколлизийной стадии развития, материковый тип земной коры является господствующим.

В пределах материков в постколлизийной стадии развития находится Средиземноморский пояс альпийской складчатости. В пределах рассматриваемой области располагаются высочайшие гонные системы суши – Памир и Гималаи. Размах относительных высот здесь достигает 9 км. Очень важной особенностью альпийских горных сооружений является большая мощность земной коры. Под Гималаями, например, она до 84 км, под Большим Кавказом около 60 км. Альпийские горные сооружения как бы имеют «корни», образующие гигантские выростки сверху вниз, оттесняющие мантию на значительную глубину.

В пределах материков, наряду с остаточными древними горными сооружениями (Урал, Аппалачи) встречаются горы характеризующиеся высокой тектонической активностью. Анализ геологического строения показывает, что современное простираение их не всегда соответствует древним структурным линиям, они сложены древними кристаллическими породами, имеют платформенную структуру, но по тектонической активности не уступают молодым альпийским складчатым сооружениям.

Отличается мегарельеф эпиплатформенных орогенных областей от подвижных поясов тем, что в них отсутствуют магматические процессы. Диапазон вовлечения тектонических движений мигрирует от подвижных поясов к равнинной части платформы. В этих областях наряду с вертикальным тектоническим движением немалую роль играет и горизонтальные движения. Вертикальные движения характерны для постколлизионных движений, а в коллизионных доминируют горизонтальные движения.

### 8.1. Закономерности водного притока

Постоянные водотоки – реки – в процессе своей деятельности вырабатывают линейные отрицательные формы рельефа, называемые *речными долинами*. Основные элементы речной долины – русло, пойма, речные террасы.

*Русло реки* – наиболее углубленная часть речной долины, по которой протекает речной поток в межень. Русла рек различаются по ширине и морфологии в плане. Однако в их строении имеется и целый ряд общих черт. В русле каждой реки наблюдаются перекаты и плёсы, чередование которых вдоль течения реки нарушает равномерность уклона речного дна. Типичный для равнинной реки *перекат* – большая песчаная гряда, пересекающая русло под углом 20–30° (рис. 53). Гряда асимметрична: склон ее, обращенный против течения, отлогий, склон, совпадающий с направлением течения, – крутой (15–30°). Крутой склон называется *подвальем*. Примыкающие к берегам и возвышающиеся над межженным уровнем расширенные части гряды переката называются *побочнями*; тот из них, который расположен ниже по течению, называется нижним побочнем, противоположный – верхним.

Глубокая часть русла у противоположного побочно берега. называется *плёсовой ложью*, или *плёсом*, а седловина между побочными – *корытом переката*.

Под углом (от 20 до 50°) к продольной оси русла, и меженный поток реки, огибая нижний побочен, переваливает на участке переката от одного берега к другому. Так же ведет себя и стрежень<sup>2</sup> реки.

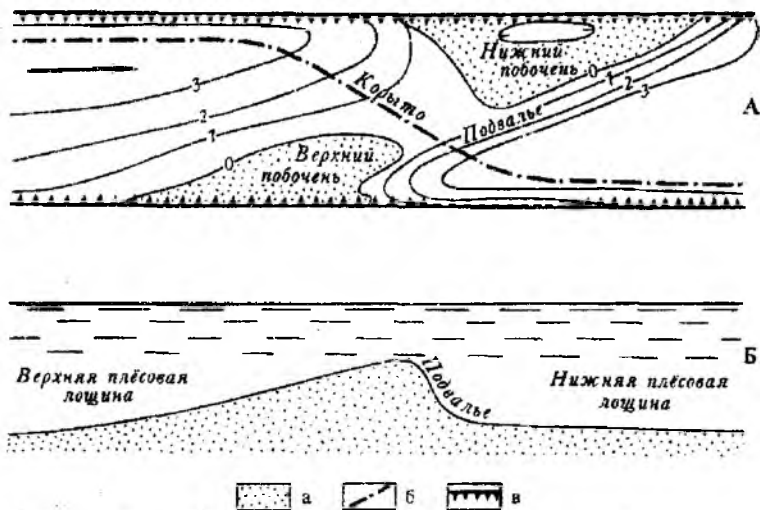


Рис.5. Элементы переката: А – план в изобатах, Б – профиль по линии стрежня (по Н.И.Маккаеву); а-поверхность побочней, возмывающихся над межженным уровнем воды, б- линии стрежжя, в- берега межженного русла, 1, 2, 3 – изобаты. изгибы, образованные рекой

Кроме описанной простой формы переката встречаются и другие, в том числе *перекаты-россыпи* – сплошные обмеления русла без отчетливо выраженных побочней. У меандрирующих рек<sup>3</sup>, или рек с излучинами, плёсы приурочены к вогнутым участкам берега, перекаты пересекают ось реки под острым углом от выпуклого участка берега одной излучины к выпуклому участку берега нижележащей по течению излучины. Перекаты распола-

<sup>2</sup> Стрежень – линия наибольших поверхностных скоростей течения.

<sup>3</sup> Меандры (по названию извилистой реки Меандр в Малой Азии) – изгибы

гаются, следовательно, в тех местах, где русло имеет сравнительно малую кривизну, меняющую свой знак на обратный. Самая глубокая часть плёса и самая мелкая часть переката несколько сдвинуты вниз по течению относительно точек наибольшей и наименьшей кривизны русла (рис. 5).

Большинство перекатов перемещается вниз по течению реки. Перемещение их происходит преимущественно во время половодья со скоростью от нескольких дециметров до нескольких сотен метров в год. Перемещаясь вниз по течению, побочни перекатов вызывают местный размыв противоположного берега. У больших равнинных рек при прохождении побочня переката противоположный берег может отступить на 100 и более метров.

Аллювий, слагающий перекааты, характеризуется довольно хорошей сортировкой и четкой косо́й слоистостью. Аллювий плёсов менее сортирован. В основании аллювиальных отложений плёсов часто можно наблюдать *базальную* (т. е. лежащую в основании аллювиальной серии отложений) *фацию аллювия*, представленную крупнообломочным материалом. О формировании этой фации аллювия несколько подробнее будет сказано ниже.

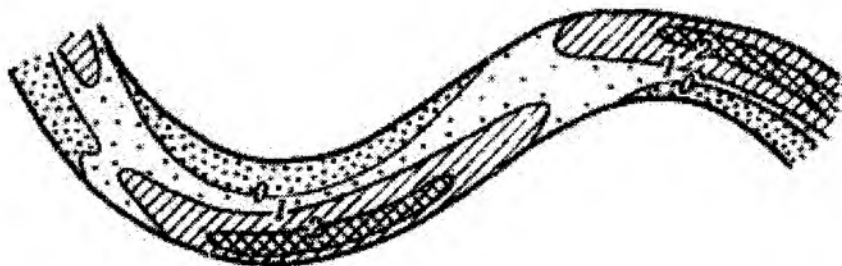


Рис. 6. Распределение плёсов и перекаатов у меандрирующих рек: *а* — поверхность побочней, возвышающихся над неженным уровнем воды; *б* — тела перекаатов; *в* — плёсовые лоцины (густота штриховки пропорциональна глубине); *0, 1, 2* — изобаты

В руслах рек часто встречаются и такие формы рельефа, как *острова*. Разделение (фуркация) русла и образование островов обычно служит признаком повышенной аккумуляции на данном

участке реки несомого ею обломочного материала. Особенно много островов, делящих русло на множество рукавов, наблюдается: а) в дельтах рек, б) при выходе горных рек на равнину, в) в местах пересечения рекой отрицательных геологических структур, испытывающих погружение в настоящее время, г) в межгорных впадинах, расположенных между поднимающимися хребтами. Во всех этих случаях аккумуляция материала является следствием падения скоростей течения в связи с уменьшением уклонов. Большинство речных островов имеет высоту, не превышающую высоты поймы, и затопляется в половодье.

Общая схема образования аккумулятивного острова такова: в стрежневой зоне реки удельный расход наносов обычно максимальный, и поэтому при общем замедлении скорости течения (в результате подпора или уменьшения уклона) интенсивность аккумуляции здесь больше, чем у берегов. На стрежне реки вырастает *осерёдок* – не закрепленная растительностью отмель, лишь немного поднимающаяся над уровнем межени. Появление осерёдка приводит к разделению русла на протоки. В каждой из протокой<sup>1</sup> в стрежневой зоне также может образоваться осерёдок, вызывающий более дробное деление потока, и т. д. С течением времени осерёдок, покрываясь растительностью, наращивается за счет аккумуляции наносов полых вод и постепенно становится островом. Остров перемещается вниз по реке за счет размыва его верхней по течению части – *приверха* и наращивания нижней – *ухвостья*. В местах интенсивной аккумуляции верховья островов могут перемещаться против течения реки. Такой регрессивный рост островов происходит за счет причленения к их приверхам осерёдков, спускающихся с вышележащего участка реки. Извилистость характерна для равнинных и полугорных рек, находящихся в стадии врезания или стабильного состояния продольного профиля. Менее характерны излучины для рек в стадии аккумуляции. Лучше всего развиты излучины (меандры) у равнинных рек с глинистыми или суглинистыми берегами, несущими много наносов.

Полная излучина (рис.7) состоит из двух изгибов – *колен*, в пределах каждого колена различают *вершину* и *крылья изгиба*.



Проекция излучины на продольную ось долины называется ее *шагом*  $L$ . Выделяют также *радиус излучины*  $z$ . Величина, обратная радиусу, называется *кривизной изгиба*  $1/z$ , а расстояние от вершины колена до продольной оси долины – *стрелой прогиба*  $h$ , пространство суши внутри изгиба – *шпорой*. Удвоенная величина стрелы прогиба представляет собой *ширину пояса меандрирования*  $B$ . Отношение длины излучины, измеренной по оси русла, к ее проекции на продольную ось долины называется *коэффициентом извилистости*. В среднем коэффициент извилистости меандрирующих рек равен 1,5, на отдельных участках до 2 и более.

В плане излучины могут иметь различную форму. У равнинных рек чаще всего *сегментные излучины*, образованные дугами круга (рис. 8, А). Значительно распространены *синусоидальные* (рис. 8, Б) (преимущественно на полугорных реках) и *омеговидные* (рис. 8, Г) излучины (на малых равнинных реках). У омега-видных излучин шпора пережата у основания крыльев, где образуется шейка излучины. Реже встречаются *сундучные* (рис. 8, В) и *заваленные* (рис. 8, Д) излучины. Нередки *сложные излучины*, имеющие вторичные изгибы.

Различают также первичные и вторичные излучины. *Первичные излучины* обусловлены рельефом земной поверхности, на которой заложен водоток. *Вторичные излучины* формируются в результате работы самого водотока.

Первичные меандры отличаются от вторичных невыдержанностью размеров радиусов кривизны и вообще неправильностью изгибов водотока. Ярким примером первичной излучины может служить Самарская лука на Волге, огибающая Жигулевские горы.

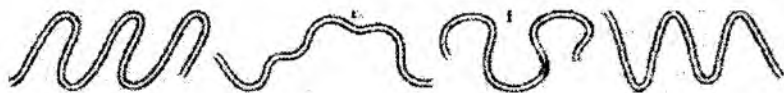


Рис. 7. Элементы излучин:  $L$  – шаг излучины;  $z$  – радиус излучины;  $h$  – стрела прогиба;  $B$  – ширина пояса меандрирования;  $b$  – ширина русла

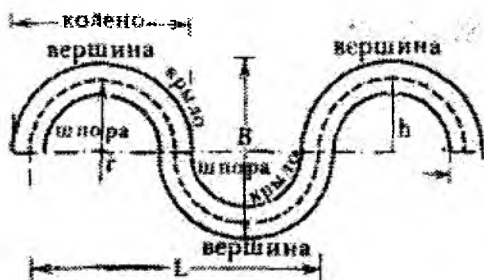


Рис. 8. Формы излучин в плане: А – сегментные; Б – синусоидальные; В – сундучные; Г – омегавидные; Д – заваленные; L – сложные

Среди вторичных излучин выделяют три типа: вынужденные, свободные и врезанные.

*Вынужденные меандры* образуются в результате отклонения русла речного потока каким-либо препятствием: выходом скальных пород на дне долины, конусами выноса боковых притоков и т. п. Для вынужденных меандр характерны невыдержанность размеров и отсутствие закономерностей в их конфигурации и пространственном размещении.

*Свободные, или блуждающие, меандры* создаются самой рекой среди рыхлых аллювиальных осадков, слагающих пойму реки. Склоны долины и террасы в образовании этих излучин не участвуют. Форма, размеры и динамика свободных излучин обусловлены не случайными причинами, а определяются водностью и режимом реки. Так, радиус кривизны свободных излучин пропорционален ширине русла:  $r=f(b)$ , а ширина русла, как известно, находится в прямой зависимости от расхода воды. Существует определенная связь между шириной русла и шагом меандра: величина отношения шага меандра к ширине русла обычно колеблется от 6 до 12. Наблюдения показывают, что у небольших (маловодных) и медленно текущих (равнинных) рек кривизна излучин больше, а ширина пояса меандрирования меньше, чем у больших, многоводных: и быстро текущих рек. Таким образом, каждому водотоку присущи определенный, зависящий от водоносности и быстроты течения предельный радиус кривизны излучин и ширина пояса меандрирования.

Берега свободных излучин подвергаются деформациям направленного характера и испытывают смещение в продольном и в поперечном направлениях по отношению к оси долины реки. Скорости смещения излучин находятся в прямой зависимости от расхода воды и уклона и в обратной от высоты, берегов и некоторых других факторов. В процессе синхронных перемещений в продольном и поперечном направлениях, значительные изменения может претерпевать форма свободных меандр. Причины таких изменений рассмотрены ниже, при описании формирования поймы.

*Врезанные меандры* образуются из свободных в результате интенсивной глубинной эрозии. В отличие от свободных меандр шпоры врезанных меандр не заливаются в половодье, и в каждую излучину входит выступ коренного склона долины реки или ее надпойменных террас, т. е. излучины долины повторяют излучины русла. Размеры врезанных меандр обычно больше, чем свободных. Они также смещаются вниз по течению и в поперечном к оси долины направлении, но скорости этих перемещений «на несколько порядков меньше, чем у свободных излучин. Смещение врезанных меандр вниз по течению в условиях прекращения глубинной эрозии может привести к их уничтожению и образованию свободных излучин.

Излучины, определяя гидравлическую структуру изгиба потока, играют большую роль в формировании речных долин, и, прежде всего пойм и слагающих их фациальных разностей аллювия.

По определению Н. И. Маккавеева, *пойма* – это приподнятая над меженным уровнем воды в реке часть дна долины, покрытая растительностью и затопляемая половодьем. Пойма образуется почти на всех реках, как горных, так и равнинных, имеющих переменный уровень воды и находящихся в стадии врезания аккумуляции или стабильного состояния продольного профиля. Пойма может отсутствовать только на участках порожисто-водопадного русла и в узких ущельях. Высота пойм зависит от высоты половодья. У рек, впадающих в крупные приемные бассейны, высота половодья убывает к устью. В соответствии с этим

убывает и высота поймы. Так, относительная высота (над меженным уровнем реки) волжской поймы в районе Саратова 11–12 м, у Волгограда она снижается до 7 м, а у Астрахани – до 2,0 м. В сужениях дна долины сезонная амплитуда уровней больше, чем на прилегающих участках расширений дна, поэтому и высота поймы возрастает «а первых и убывает на вторых. Так как высота половодий изменяется от года к году, то наиболее высокие участки поймы затопляются редко, раз в десять или даже в сто лет. Вследствие этого не всегда легко найти границу между поймой и надпойменной террасой. В таких случаях приходится руководствоваться почвенно-ботаническими признаками: смена луговых почв почвами зонального типа и появление в растительном покрове видов, не выносящих затопления (например, ковыля), помогают установить границу разлива, а, следовательно, и границу поймы.

Большая роль в формировании поймы и слагающих ее различных фаций аллювиальных отложений принадлежит боковой эрозии рек. Последняя в значительной мере обуславливается первичной извилистостью рек. Рассмотрим этот процесс на примере развития одной первичной излучины реки (рис. 7).

Каждая капля потока по инерции стремится двигаться прямолинейно. Поэтому при повороте русла вода устремляется к вогнутому берегу, подмывает его. Вогнутый берег становится обрывистым, начинает отступать, увеличивая кривизну изгиба и ширину долины реки. Образовавшийся (вследствие подхода к вогнутому берегу поверхностных струй) поперечный уклон водной поверхности вызывает перемещение донных струй от вогнутого берега к выпуклому. Возникает винтообразное движение воды в потоке, приводящее к углублению русла реки у вогнутого берега. Материал, образовавшийся в результате подмыва берега и размыва русла, подвергается сортировке. Если берег сложен песчано-глинистой толщей с включением грубообломочного материала, то глинистые частицы при размыве перейдут во взвешенное состояние и будут унесены рекой вниз по течению. Значительная часть песчаного материала относится донными струями к противоположному (выпуклому) берегу и там откла-

дывается. В наиболее глубокой части реки (на дне плёса у обрывистого вогнутого берега) остается лишь наиболее крупный материал (валуны, галька, щебень), который и выстилает эту часть русла реки, образуя базальную фацию аллювия.

Особенно интенсивно река работает в половодье, когда увеличиваются масса воды и скорость ее течения, т. е. резко возрастает живая сила потока. С падением уровня накопившийся у выпуклого берега песчаный материал выходит из-под воды и образует *прирусловую отмель*.

Описанный процесс, повторяясь из года в год, ведет к смещению русла реки в сторону вогнутого берега, к расширению прирусловой отмели, песчаные осадки которой, двигаясь вслед за отступающим руслом, постепенно перекрывают крупнообломочный материал, отложившийся в наиболее глубокой части реки, в плёсах.

Прерывистость процесса наращивания прирусловой отмели (за счет причленения все новых «порций» аллювия в период весеннего половодья) находит отражение в ее рельефе, для которого характерна система параллельных дугообразных *гряд (грив)*, разделенных *межгрядовыми (межгривными) понижениями*. Относительная высота грив колеблется от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров (рис. 9).

Образовавшаяся прирусловая отмель заливается водой только в половодье. Высота полых вод над отмелью и скорость их течения значительно меньше, чем в пределах меженного русла реки. Они не мешают появлению на отмели растительности, которая, в свою очередь, начинает оказывать сопротивление движению полых вод и понижать скорость их течения. В пределах затопленной отмели создаются условия, благоприятствующие оседанию из воды взвешенных (глинистых) частиц, особенно на участках, удаленных от стрежня. С течением времени песчаные отложения расширяющейся прирусловой отмели оказываются перекрытыми более тонким материалом (суглинком, супесью); прирусловая отмель постепенно превращается в пойму (рис. 9).

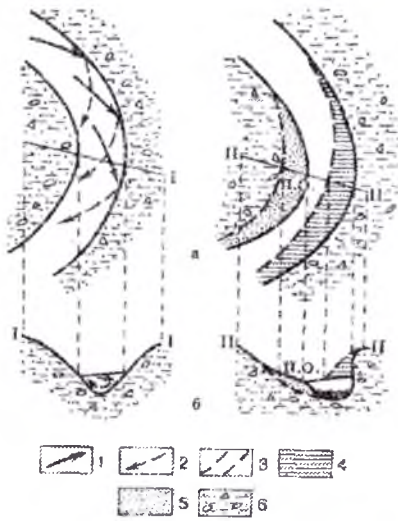


Рис 9. Схема образования прирусловой отмели:

а – план; б – профиль; 1 – направление движения воды в поверхностных частях реки; 2 – направление придонных струй; 3 – контуры первоначального положения русла реки; 4 – участок берега, разрушенный в результате боковой эрозии; 5 – намытый берег (прирусловая отмель – П. О.); б – коренные берега, сложенные песчано-глинистой толщей с включением грубообломочного материала; I-I, II-II – линии профилей

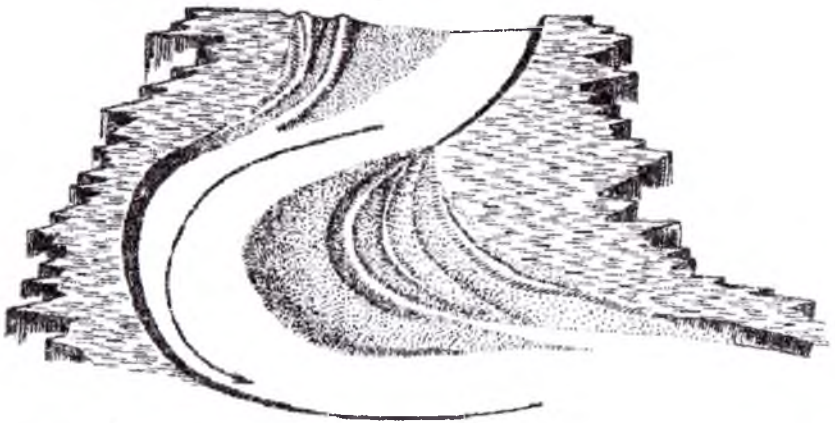


Рис.10. Растущая прирусловая отмель у выпуклого участка берега (по А.Р.Ярмухамедову)

Как видно из процесса образования поймы, в ее строении принимают участие различные типы аллювиальных отложений. В основании, на контакте с коренными породами, залегает *перлювий* (perluo – промываю), Представленный грубообломочным валунным или галечниковым материалом, возникшим в резуль-

тате промывания водой осадков, слагающих подмываемый вогнутый берег. Грубообломочный материал может чередоваться с линзами илов, отлагающихся на дне плёсов в период межени. Выше пролювия залегает *русловой аллювий*, представленный преимущественно песками, часто с включением гальки и гравия и характеризующийся, как правило, хорошо выраженной косой слоистостью. Еще выше залегает *пойменный аллювий*, состоящий главным образом из супесей и суглинков с нечеткой горизонтальной или слегка волнистой слоистостью.

Ударяясь о вогнутый берег, вода в реке отклоняется от него, переходит ниже по течению к противоположному берегу и подмывает его. Поэтому в долине реки наблюдается чередование вогнутых (подмываемых) и выпуклых (намываемых) берегов.

Как отмечалось выше, излучины реки перемещаются не только в сторону вогнутого берега, но и вниз по течению. В результате выступы коренного берега постепенно срезаются, образуется широкая ящикообразная долина, ширина которой равна ширине пояса меандрирования, характерного для той или иной реки (рис. 10). Русло в такой долине занимает небольшое пространство. Большая часть плоского дна долины занята поймой, в пределах которой река формирует свободные меандры. Как указывалось выше, в результате синхронных перемещений излучин в продольном и поперечном направлениях, они могут претерпевать сложные изменения своей формы. Так, если в процессе смещения в продольном направлении нижнее крыло излучины попадает в область залегания устойчивых против эрозии пород или высота берега становится большой, то движение этого колена замедляется. Верхнее колено, находясь в рыхлых отложениях поймы, продолжает смещаться с прежней скоростью. Излучина из сегментной превращается в синусоидальную, близкую к треугольной. Последняя с течением времени отмирает вследствие стачивания шпоры и сближения крыльев (рис. 12,А). Если преобладает процесс бокового перемещения, сегментная излучина вследствие размыва вогнутых берегов превращается в омега-видную (рис. 12,Б). Шейки крутых излучин могут размываться с обеих сторон. В итоге шейка становится настолько узкой, что

в половодье может быть прорвана. Вследствие резкого увеличения уклона в образовавшемся прорыве здесь происходит быстрое углубление русла, и сюда переходит основное течение реки. Верхняя часть петли прорванной излучины

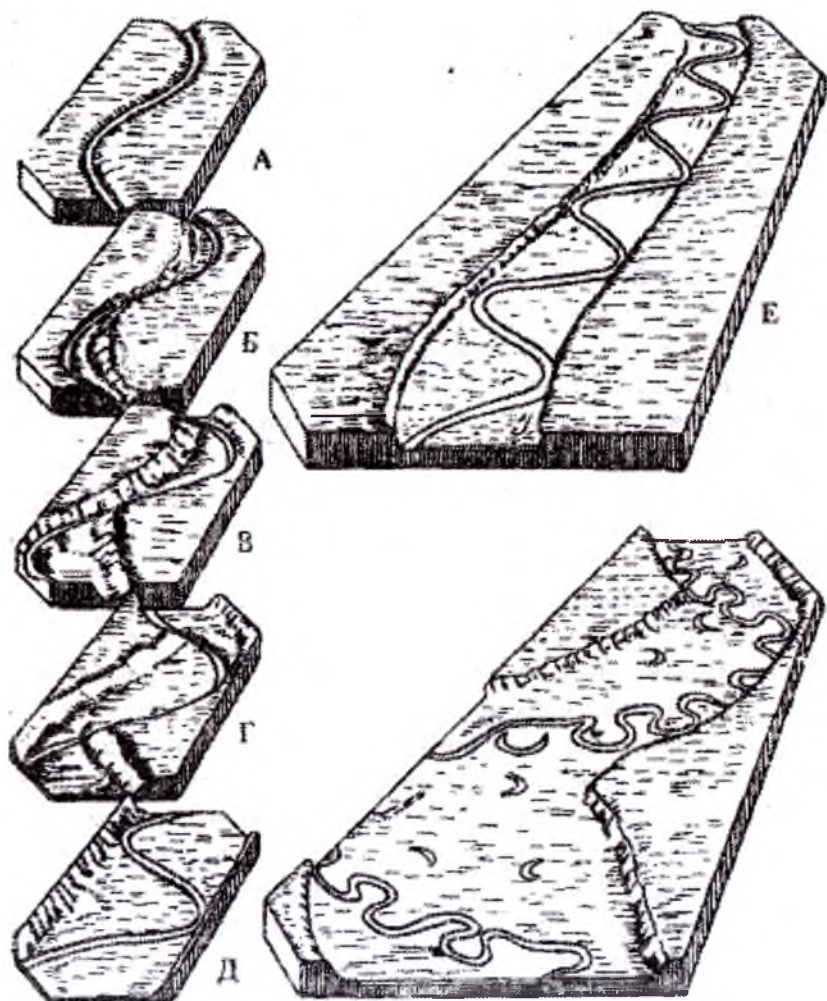


Рис. 12. Схема формирования поймы и меандрового пояса:  
А, Б, В, Г, Д, Е, Ж – стадии развития речной долины





Рис. 12. *Переформирование излучин: А – сжатие и «стачивание» колена меандры; Б – образование омегавидных меандр и «перезимы» их шеек вследствие размыва вогнутых берегов; 1, 2, 3 – последовательные положения русла быстро мелеет в результате аккумуляции наносов, остальная сохраняется ряд лет сначала в виде затона (изолированного от межсезонного течения только в верхней части), а затем в виде старицы – пойменного озера.*

В старицах формируется особый тип аллювиальных отложений – *старичный аллювий*. Так как осаждение материала в озерах-старицах в течение большей части года происходит в спокойной среде, старичный аллювий складывается преимущественно илами и глинами и характеризуется тонкой – горизонтальной слоистостью. Среди глин и илов встречаются песчаные линзы, образующиеся в период прохождения через старицу полых вод. Вверху старичных отложений часто залегает торф, свидетельствующий о болотной стадии развития озера-старицы.

Итак, образование поймы и слагающих ее различных типов аллювия у меандрирующих рек есть результат смещения излучин. Зачаточной поймой у таких рек является прирусловая отмель, образующаяся у выпуклого намываемого берега. Сходный процесс формирования поймы и аллювиальных отложений наблюдается и у фуркирующих (дробящихся на рукава) рек. Зачаточной поймой у таких рек является осередок, который, постепенно разрастаясь и превращаясь в пойму, способствует размыву и отступанию обоих берегов одновременно.

Описанный процесс образования и соотношения различных типов аллювиальных отложений характерны для равнинных рек. Поймы горных рек еще плохо изучены. Обычно они уже, чем в долинах равнинных рек. Пойменный и старичный аллювий в них практически отсутствует. Русловой аллювий часто представлен маломощной толщей крупно-галечниковых наносов и валунами,

залегающими на цоколе из коренных пород или на крупных глыбах, скатившихся с горных склонов. Мощность аллювиальных отложений пойм различна, но она не может превышать разницу высот между самым глубоким местом в реке и максимальным уровнем половодья, если в работу реки не вмешиваются посторонние процессы. Такую мощность аллювия называют *нормальной*. Наблюдаемое местами повышение (по сравнению с нормальной) мощности аллювия может указывать на усиленную аккумуляцию вследствие, например, тектонического опускания участка территории, по которому протекает река, уменьшение – на интенсивное врезание реки при тектонических поднятиях. Могут быть, конечно, и иные причины аномальной мощности аллювия.

Сформировавшиеся поймы не являются омертвевшими формами рельефа. В процессе смещения свободных меандр они испытывают значительные изменения, а слагающий их аллювиальный материал неоднократно переотлагается. Изменение поймы и ее рельефа протекает особенно интенсивно во время высоких половодий, когда на пойме и в русле устанавливается единое течение.

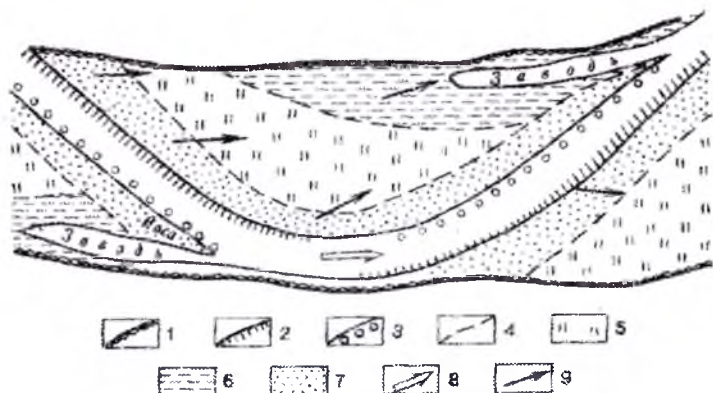


Рис. 13. Схема массива поймы (по Н. И. Маккавееву):

1 – высокие незатопляемые берега; 2 – подмываемый берег поймы; 3 – аккумулятивный берег; 4 – границы фаций аллювия; 5 – центральная пойма; 6 – притеррасная пойма; 7 – прирусловая пойма; 8 – течение в основном русле; 9 – течение на пойме при высоких уровнях половодья

Представим себе массив поймы, огибаемый пологой дугой русла реки (рис. 13). Пересекая

затопленный массив поймы, поток размывает уступ в верхней его части. Часть материала, образуемого при размыве уступа, выносится на поверхность поймы, другая его часть остается в русле, переносится вдоль края пойменного массива. На контакте между течением, сходящим с поймы, и течением, идущим, по основному руслу, образуется аккумулятивная форма – *коса*, которая отделяет от русла *заводь*, часто наблюдаемую в низовьях пойменных массивов.

Наносы, принесенные потоком на пойму, аккумулируются на ее поверхности. Наиболее интенсивна аккумуляция на участке, прилегающем к руслу реки, так как скорость переходящих из русла в пойму струй потока здесь резко уменьшается из-за уменьшения глубины и увеличения шероховатости дна. В дальнейшем скорости потока становятся почти постоянными, интенсивность аккумуляции в центральной части пойменного массива убывает, и крупность осевших наносов уменьшается. К тыловой части поймы поток доносит лишь мелкие (илистые и глинистые) частицы. Различие в интенсивности аккумуляции и размерах оседающих частиц приводит к тому, что наиболее повышенной оказывается та часть поймы, которая примыкает к руслу. После спада половодья здесь нередко можно встретить скопление свежееотложенных крупных наносов мощностью от нескольких сантиметров до нескольких дециметров. Повторение процесса приводит к образованию в этой части поймы *прируслового вала*, в ряде случаев довольно четко выраженного в рельефе.

От прируслового вала поверхность поймы слегка понижается к центру пойменного массива, характеризующегося сглаженным рельефом. Наиболее пониженным оказывается участок поймы, примыкающий к коренному берегу реки или к уступу надпойменной террасы. Низкое положение в рельефе и тяжелый механический состав отложений этой части поймы способствуют заболачиванию. В соответствии с часто наблюдаемыми различиями высот отдельных участков поймы и характером сла-

гающих их осадков пойму принято разделять на три части: 1) прирусловую, 2) центральную и 3) притеррасную (рис. 13).

Кроме описанных форм рельефа, возникающих в процессе формирования поймы (прирусловые валы, старицы, гривы и др.), ее поверхность может быть осложнена комплексом форм рельефа, связанных как с деятельностью реки, так и с деятельностью других экзогенных агентов. Так, например, после ледохода на реках при высоких уровнях воды поверхность поймы может оказаться прорезанной глубокими бороздами, выпаханнми льдинами, а местами покрытой крупными *камнями-одинцами*, вытаившими из льдин. На реках, прирусловые валы и прирусловые отмели которых сложены хорошо отсортированным песком и не закреплены растительностью, большое влияние и а формирование мезорельефа поймы оказывает ветер. В период летней, а иногда и зимней межени на пойме из песчаных отложений валов и отмелей формируются дюны, высота которых может достигать нескольких метров, иногда 15–20 м. В результате перемещения дюн в глубь поймы и возникновения на месте прирусловых валов и отмелей новых дюн образуются целые системы эоловых гряд, резкость и очертания которых постепенно теряются в направлении от прирусловой к центральной пойме. Наиболее высокие дюны перестают заливаться в половодье и выступают над водой в виде хаотически расположенных островов. В тыловой части поверхность поймы может быть осложнена наложенными конусами выноса временных водотоков или руслами нижних участков небольших притоков реки, которые, достигнув поймы, уклоняются от своего первоначального направления и следуют вдоль затона или заводи.

Усложнение в морфологию поймы могут вносить изолированные возвышенности, не заливаемые в половодье, образованные в результате прорыва шейки врезанных меандр и отчленения участка коренного склона долины или надпойменной террасы, бывшего частью шпоры. Такие возвышенные «острова» среди поймы называются *останцами*.

Не остается неизменным и гривистый рельеф поймы. В результате деятельности склоновых процессов и неравномерной

аккумуляции пойменного аллювия гривистый рельеф нивелируется, и поверхность поймы с течением времени меняется.

Различия в рельефе и строении пойм равнинных рек положены в основу их классификаций.

Так, по характеру рельефа различают: сегментные, параллельно-гривистые и обвалованные типы пойм.

*Сегментные поймы* характерны для меандрирующих рек. Рельеф их достаточно подробно рассмотрен при описании формирования поймы как одного из основных элементов речной долины. Подчеркнем лишь, что дугообразные гривы и разделяющие их межгривные понижения (сухие или занятые озерами) являются результатом процесса переформирования меандр и блуждания русла по дну долины.

*Параллельно-гривистые поймы* обычно возникают у крупных рек с большой шириной долины и обусловлены тенденцией реки смещаться все время в *сторону одного из склонов*. Такая тенденция может вызываться в одних случаях влиянием силы Кориолиса, в других – тектоническими движениями. Особенностью рельефа параллельно-гривистых пойм является наличие длинных продольных (параллельных руслу) гряд и разделяющих их межгрядовых понижений. Вдоль межгривных ложбин иногда располагаются цепочки вытянутых вдоль долины озер. Примером параллельно-гривистой поймы может служить участок поймы реки Оки ниже г. Рязани. Ширина развитых здесь грив достигает 200 м, относительная высота – 6–8 м. Параллельно-гривистые поймы односторонние (в отличие от сегментной), т. е. развиты только у одного из берегов долины.

*Обвалованные поймы* наиболее характерны для рек, пересекающих предгорные наклонные равнины. Вследствие резкого падения скоростей при выходе на равнину такие реки интенсивно аккумулируют несомый ими материал. В результате русло реки оказывается приподнятым над прилегающей равниной и ограниченный прирусловыми валами или естественными дамбами высотой до трех, а иногда и более метров. Во время высоких половодий вода прорывает валы и заливаает значительные территории. Наличие дамб и приподнятость русла создают благопри-

ятные условия для заболачивания прилегающих пространств и образования *плавней* (плавни в низовьях Терека и Кубани).

По строению различают, поймы аккумулятивные и цокольные. К *аккумулятивным* относятся поймы с нормальной мощностью аллювия. *Цокольными* называют поймы с маломощным аллювием, залегающим на породах неаллювиального происхождения или на древнем аллювии таким образом, что меженное русло реки врезано в эти породы. Образование цокольных пойм чаще всего связано с интенсивной глубинной эрозией реки, но они могут возникать и в результате боковой эрозии.

Зачатком цокольной поймы может служить *бечевник*, образующийся в основании подмываемого высокого коренного берега, сложенного достаточно устойчивыми к эрозии породами. Он представляет собой откос крутизной 10–30°, сложенный коренными породами, сверху прикрытыми тонким чехлом обломочного материала, частично принесенного рекой с вышележащих участков реки, частично местного, делювиально-коллювиального происхождения. Вверху откоса может наблюдаться ниша, фиксирующая положение наиболее высоких уровней половодья. Нижней границей бечевника служит меженный уровень воды в реке. Ширина бечевника различна и зависит как от крутизны откоса, так и от высоты половодий.

В заключение характеристики пойм следует отметить, что в долинах рек наблюдается, как правило, два уровня пойм – высокая и низкая. *Высокой* называют «пойму, заливаемую один раз в несколько лет или в несколько десятков лет. *Низкая пойма* заливается в половодье ежегодно. На склонах многих речных долин выше уровня поймы можно наблюдать выровненные площадки различной ширины, отделенные друг от друга то более, то менее четко выраженными в рельефе уступами. Такие ступени образные формы рельефа, протягивающиеся вдоль одного или обоих склонов долины на десятки и сотни километров, называют *речными террасами*. В строении террас принимают участие аллювиальные отложения. Это свидетельствует о том, что когда-то река текла на более высоком уровне и что террасы являются не чем иным, как древними поймами, вышедшими из-под влияния

реки в результате врезания русла. Причин, ведущих к образованию террас, много. Рассмотрим лишь главные из них.

1. Как известно, живая сила потока зависит от массы воды. Если в бассейне реки климат изменяется в сторону увлажнения и река становится более полноводной, возрастает ее эрозионная способность. Происходит нарушение установившегося ранее равновесия между размывающей способностью реки и сопротивлением пород размыву. Река начинает врезаться, вырабатывать новый профиль равновесия, соответствующий новому режиму.

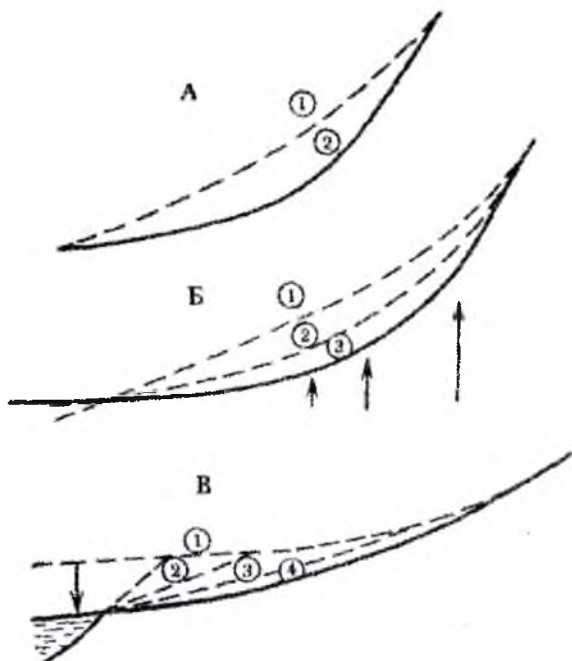


Рис. 14. Врезание реки и образование хордовых террас вследствие увеличения расхода воды (А), в результате преимущественного поднятия верховьев речного бассейна (Б) (длина направленных вверх стрелок соответствует относительным величинам скорости поднятия), и при пониженном уровне моря (В), имеющего относительно кругосклонный подводный береговой склон (стрелка указывает направление изменения уровня моря); 1, 2, 3, 4 – последовательные положения продольного профиля

Прежняя пойма выходит из под влияния реки и превращается в надпойменную террасу. Так как транспортирующая и эрозионная способности потока растут в большей степени, чем расход воды, интенсивность врезания увеличивается вниз по течению. Однако в низовьях реки величина врезания ограничивается постоянным положением базиса эрозии, поэтому максимум врезания наблюдается в среднем течении реки. В результате образуется терраса хордового типа (рис. 14 А).

2. Другой причиной образования террас является изменение положения базиса эрозии. Представим себе, что уровень бассейна, в который впадает река, понизился. В результате река, которая в низовьях отлагала материал, начнет врезаться в собственные отложения и вырабатывать новый профиль равновесия, соответствующий новому положению базиса эрозии. Врез от устья будет распространяться вверх по течению реки до того места, где прежний уклон продольного профиля настолько значителен, что увеличение его, вызванное регрессивной эрозией,

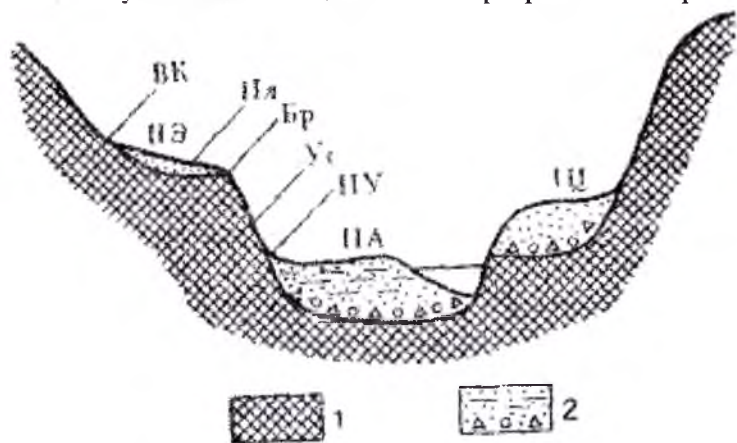


Рис. 15. Схема строения речных террас:

ИЭ — эрозионная вторая надпойменная терраса; ИЦ — цокольная первая надпойменная терраса; ПА — аккумулятивная пойма; 1 — коренные породы; 2 — аллювиальные отложения; ВК — Внутренний край террасы (тыловой шов); Пл — площадка террасы; Бр — бровка; Ус — уступ; ПУ — подножье уступа



3. Образование террас может быть связано с тектоническими движениями. Тектоническое поднятие территории, до которой протекает река, приводит к увеличению уклонов, а следовательно и к усилению эрозионной способности реки. Река начинает врезаться, ее прежняя пойма постепенно превращается в надпойменную террасу, которая по своему типу также является хордовой (рис. 15. Если низовье реки остается стабильным или опускается, а на остальной части бассейна, испытывающей поднятие, река врезается, то образуются ножницы террас: террасы как бы ныряют под более молодые аккумулятивные толщи .

Описанные процессы могут повторяться или накладываться друг на друга, поэтому количество террас в долинах разных рек и в разных частях долины одной и той же реки может быть различным. Изучение строения террас, их количества, изменение высоты одной и той же террасы вдоль реки позволяет выяснить причины их возникновения, а следовательно, восстановить историю развития территории, по которой протекает река.

Относительный возраст террас определяется их положением по отношению к меженному уровню воды в реке: чем выше терраса, тем она древнее. Счет террас ведется снизу – от молодых к более древним. Самую низкую террасу, возвышающуюся над поймой, называют первой надпойменной террасой. Выше располагается вторая надпойменная терраса и т. д. У каждой террасы различают площадку, уступ, бровку и тыловой шов .

В зависимости от строения выделяют три типа речных террас: 1) аккумулятивные, 2) эрозионные и 3) цокольные. К *аккумулятивным* относятся террасы, сложенные от бровки уступа до его подножия аллювием. *Эрозионные террасы* почти нацело сложены коренными породами, лишь сверху прикрытыми мало-мощным чехлом аллювия (последний может и отсутствовать). У *цокольных террас* нижняя часть уступа (цоколь) сложена коренными породами, а верхняя – аллювием. Терраса считается цокольной и в том случае, если цоколь сложен древнеаллювиальными отложениями, так как тип террас и их возраст определяется по аллювию, слагающему поверхность (площадку) террасы. Отсюда следует, что для определения возраста террасы необходи-

мо тем или иным способом определить возраст (абсолютный или относительный) слагающего ее аллювия.

Так как каждая терраса в свое время была поймой, на ней могут быть встречены те же формы рельефа, что и на пойме. Однако выражены они обычно менее четко, чем на пойме, что связано с воздействием последующих экзогенных агентов. Поверхность террас часто наклонена в сторону реки за счет снижения (размыва) прибрежной части и повышения внутреннего края в результате накопления материала, сносимого со склонов, к которым примыкает терраса. Поэтому при определении относительной высоты террас следует ориентироваться на те участки ее поверхности, которые менее всего были затронуты последующими процессами.

Кроме охарактеризованных выше террас, называемых *цикловыми* и прослеживающихся по всей длине реки или на большей ее части, в долинах рек могут быть развиты *локальные террасы*, возникающие вследствие подпруживания реки, пропиливания уступа, сложенного твердыми породами, и ряда других причин.

Наблюдаются в долинах рек и псевдотеррасы, имеющие лишь внешнее сходство с «истинными» речными террасами. К их числу относятся упоминавшиеся выше структурные террасы, крупные блоки оползней, подмытые конусы выноса временных водотоков, а также боковые морены отступивших горных ледников и плечи троговых долин.

Изучение морфологии и строения речных террас имеет не только научный интерес, о чем говорилось выше, но и большое практическое значение.

Реки, размывая горные породы, одновременно размывают и рудные образования, заключенные в этих породах. Большая часть ценных компонентов исчезает в процессе транспортировки рекой (стирается, растворяется, рассеивается, выносятся в акватории призмных бассейнов). Меньшая часть их задерживается в долине в аллювиальных отложениях и при благоприятных условиях может дать скопление тех или иных минералов, получивших название *аллювиальных россыпей* или *россыпных месторождений*. К числу характерных минералов россыпных

месторождений относятся главным образом тяжелые и устойчивые, такие, как алмаз, золото, платина, касситерит, минералы, содержащие вольфрам, и некоторые другие.

## 9. СИСТЕМА ДОЛИН И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА

Морфология речных долин определяется геологическими и физико-географическими условиями местности, пересекаемой рекой, историей развития долины.

При интенсивном врезании, обусловленном поднятием горной страны, возникают долины типа теснины, ущелья или каньона.

*Теснина* – это глубоко врезанная эрозионная форма с вертикальными или почти вертикальными склонами.

*Ущелье* отличается от теснины V-образным поперечным профилем, часто с выпуклыми склонами.

*Каньон* морфологически сходен с ущельем: имеет V-образный поперечный профиль, отличается ступенчатостью склонов, обусловленной препарировкой стойких пород. Типичным каньоном является долина реки Колорадо в ее среднем течении. У всех трех типов долин дно целиком или почти целиком занято руслом, продольный профиль отличается невыработанностью, обилием порогов и водопадов. Поперечные профили таких долин более «ли менее симметричны. От них резко отличаются *асимметричные* речные долины, образование которых часто бывает, связано с моноклинальным залеганием пород, а также с некоторыми другими причинами, на рассмотрении которых мы остановимся несколько ниже.

В более поздние стадии развития долины, когда в ее формировании важную роль уже играет боковая эрозия, образуется *ящикообразный поперечный профиль* речной долины. Такая долина имеет широкое плоское дно, а русло занимает лишь небольшую часть дна долины. Кроме пойм, на склонах ящикообразных

долин могут быть развиты речные террасы. Долины этого типа наиболее характерны для равнинных стран.

Многие реки берут свое начало в горах, а затем выходят на равнину. Соответственно, на разных участках течения характер их долин может испытывать значительные изменения. Эти изменения, в частности, включают не только различия в поперечном и продольном профилях долины, но и в поведении террас. Так, например, на участках усиливающегося врезания, обусловленного поднятием территории, всегда отмечается нарастание высот террас над уровнем долины. **По мере удаления от такого участка** высота террас снижается, При переходе в область погружения происходит не только снижение террас, но и уменьшение их числа, а на наиболее сильно, прогибающейся территории террасы, как говорилось об этом выше, «ныряют», погружаются под уровень поймы.

Долины чутко реагируют на изменения геологической структуры. Часто участки, сложенные очень прочными породами или испытывающие интенсивное поднятие, обходятся речными долинами. Иногда речной поток не отклоняется под действием поднимающейся структуры, а сечет ее по нормали или в близком к нормали направлении, образуя так называемые *сквозные долины*. Возможны, по крайней мере, три различных способа их образования.

Сквозная долина может быть *антецедентной*, т. е. образовавшейся в результате «перепиливания» возникшего на ее пути медленно растущего поднятия. Сквозные долины могут быть также *эпигенетическими*, т. е. наложенными сверху, или возникнуть – вследствие регрессивной эрозии при перецилировании горным потоком водораздельного хребта. При этом может произойти перехват реки, расположенной по другую сторону водораздела и менее глубоко врезанной (рис.16). Существенное влияние на (морфологию долин оказывают состав и характер залегания горных пород в бассейне реки.

В областях с горизонтальным залеганием пластов и однообразным литологическим составом слагающих пород морфология речных долин в наименьшей степени зависит от геологи-

ческой структуры. Такие долины называют *нейтральными* или *атектоническими*. В областях нарушенного залегания пластов одни долины обнаруживают совпадение с простираением тектонических структур.

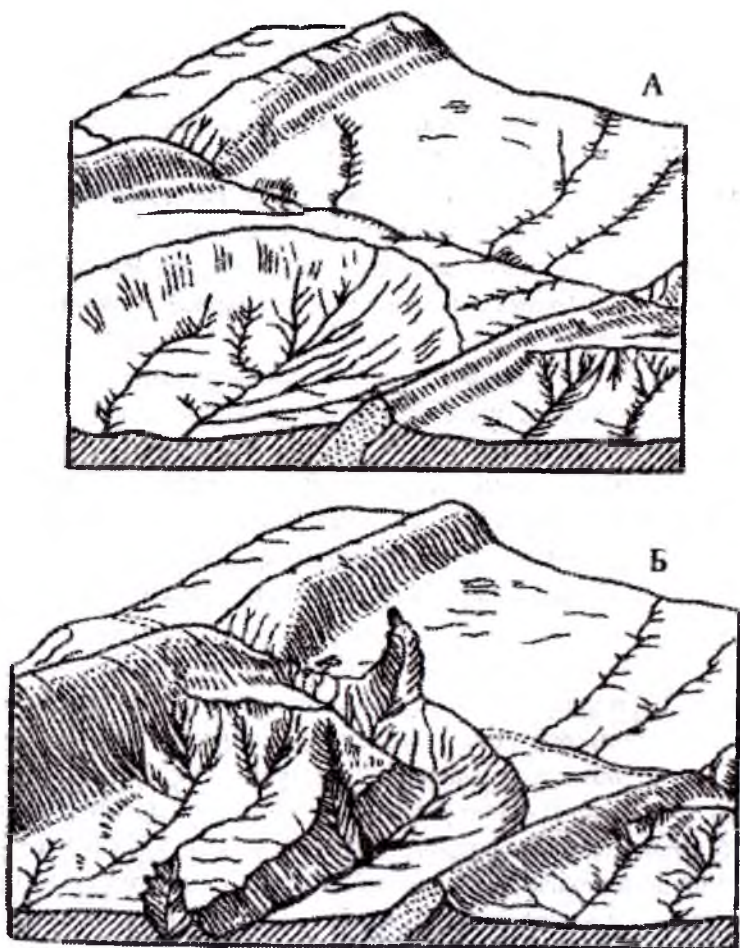


Рис. 16. Схема обезглавливания реки: А – намечающийся перехват; Б – осуществившийся перехват

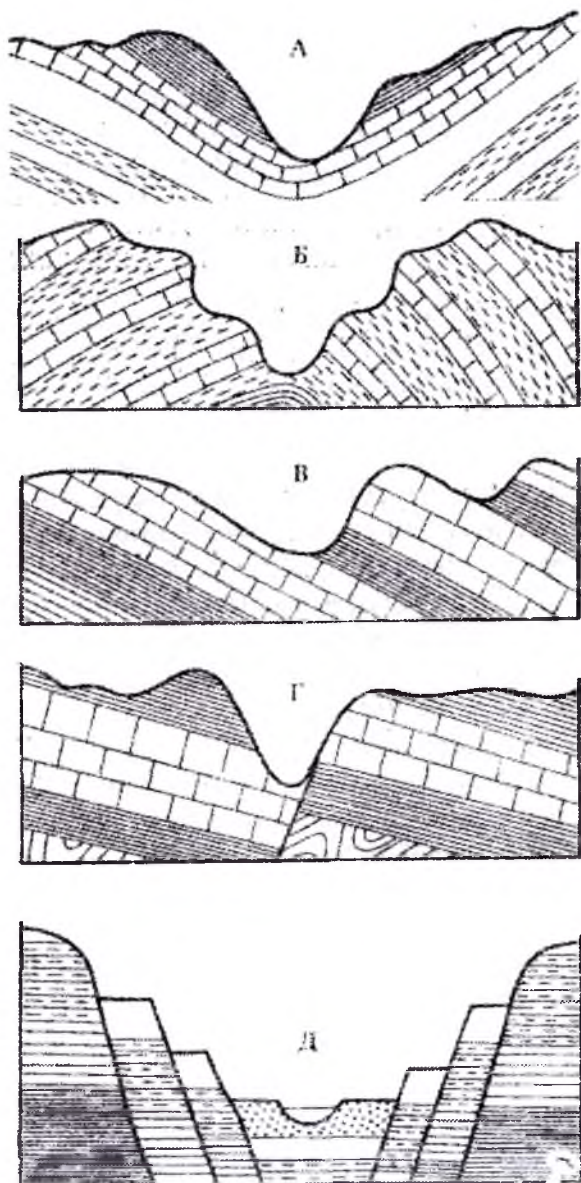


Рис 17. Тектонические типы продольных долин:  
 А – синклиальная долина; Б – антиклиальная долина;  
 В – моноклиальная долина; Г – долина.

Это долины, «приспособившиеся» к геологической структуре. Другие долины секут геологические структуры под каким-либо углом. Поэтому в дислоцированных областях различают долины *продольные*, *поперечные* и *диагональные*. Первые на значительном протяжении характеризуются однообразным (свойственным для той или иной реки) профилем и шириной долины, спрямленным течением. Вторые и третьи долины меняют морфологический облик в профиле и плане очень часто. Примерами поперечных долин могут служить консеквентные реки кустовых областей, антецедентные и эпигенетические долины. Продольный профиль поперечных и диагональных долин характеризуется большей невыработанностью, чем профиль долин продольных рек. В зависимости от типа геологической структуры, в которых заложены продольные долины, различают долины синклинальные, антиклинальные, **моноклинальные**, долины, **совпадающие** с линиями продольных разломов и долины-грабены. Каждая из этих типов долин характеризуется своими, свойственными только ей морфологическими чертами (рис. 17), и характером процессов, протекающих на их склонах.

Выше упоминалось, что поперечный профиль речных долин нередко бывает асимметричным.

Асимметричные долины рек, обусловленные неоднородностью субстрата и геологической структуры: долины, заложившиеся по простиранию моноклинально залегающих пластов различной (стойкости), на крыльях антиклинали в моноклинально залегающих однородных породах (В), на контакте гранитной интрузии с осадочными породами (Г), по линии сброса, когда на дневную поверхность оказываются выведенными породы различной стойкости (Д): 1 – известняки; 2 – глины, 3 – граниты; 4 – аллювий; 5 – зона разлома

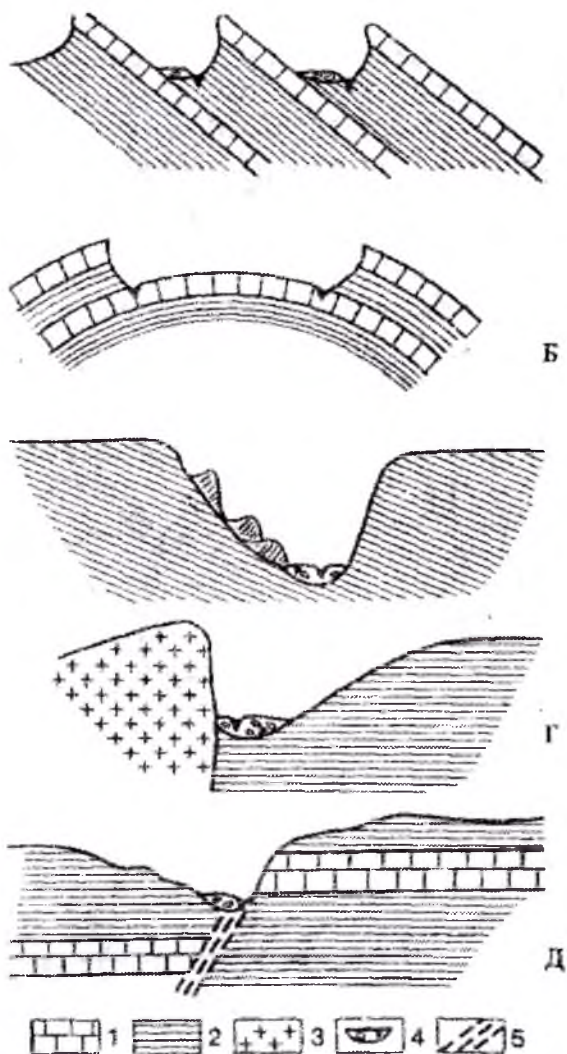


Рис. 18. Топографическая теория формирования асимметрии речных долин (по А. А. Борзову): АБ – первичная наклонная равнина; Г – продольный профиль врезанной в нее консеквентной реки; Д – долины притоков консеквентной реки; стрелки показывают направление стока с междуречных пространств; 1,2 – последовательные положения склонов долин притоков



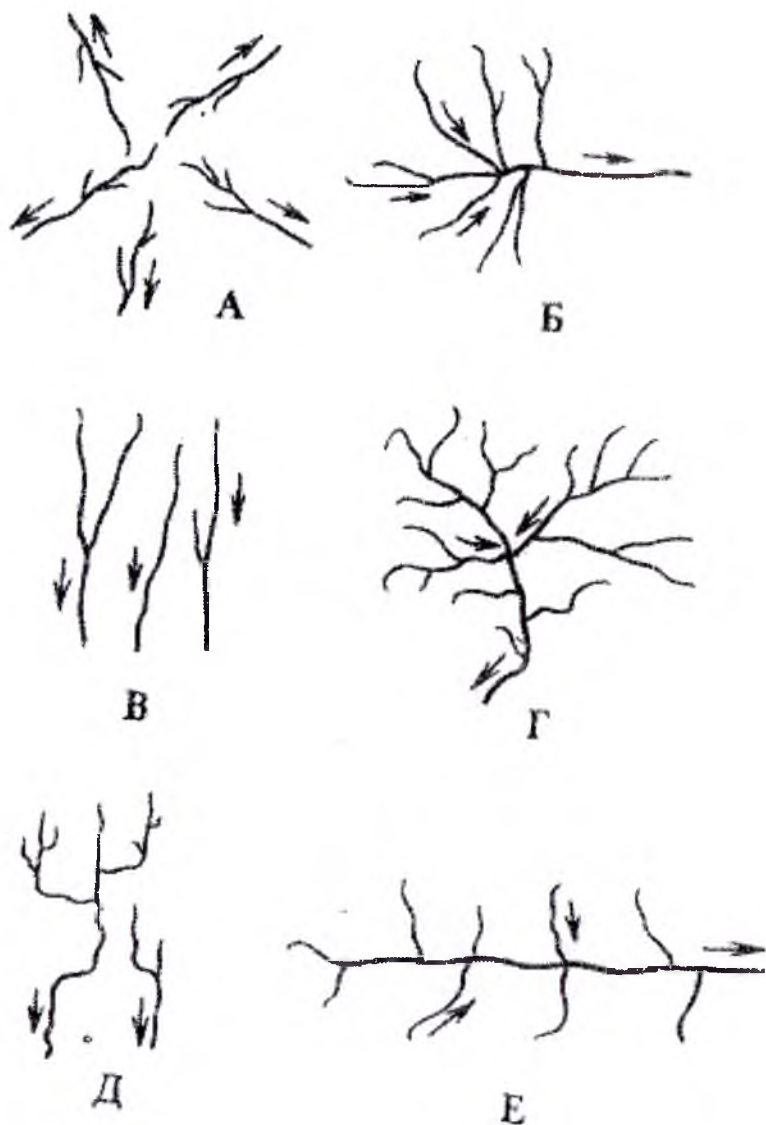


Рис 19. Типы речной сети: А-радиальный центробежный; Б – радиальный центростремительный; В – параллельный; Г – древовидный; Д – ортогональный решетчатый; Е – перистый

Причины асимметрии речных долин могут быть разными. Двигаясь вниз или вверх по долине, очень часто можно наблюдать увеличение крутизны то левого, то правого склона. Зависит это, как правило, от того, к какому склону долины подходит русло реки, а также от «быстрого изменения состава или условий залегания горных пород, слагающих склоны долины. Однако в природе имеют место и такие случаи, когда один склон долины постоянно круче другого на протяжении многих километров. Такую асимметрию А. Р. Ярмухамедов называет «устойчивой». О ней и пойдет речь ниже.

Причины, вызывающие асимметрию склонов долин, можно разделить на три группы:

- 1) тектонические, проявляющиеся через литологию и геологические структуры;
- 2) планетарные, связанные с вращением Земли вокруг своей оси;
- 3) причины, обусловленные деятельностью экзогенных и, в первую очередь, склоновых процессов.

Тектоническая «основа» асимметрии склонов встречается очень часто. В одних случаях она обусловлена особенностями геологического строения субстрата, в других – создана под непосредственным влиянием новейших тектонических движений.

Общеизвестна асимметрия субсеквентных долин куэстовых областей, у которых структурный (бронированный) склон обычно более пологий, чем противоположный аструктурный склон, где на поверхность выходят головы моноклинально залегающих пластов (рис.-18Л). Такова же причина асимметрии долин, возникающих на склонах антиклиналей, в строении которых принимают участие породы разной прочности.

Асимметрия склонов возникает неизбежно, если долина, заложилась вдоль сброса, крылья которого сложены породами различной устойчивости (рис. 18, Д), или по контакту магматических и осадочных пород (рис. 18, Г). К тектонической группе причин, обуславливающих асимметрию долин, можно отнести и так называемую *топографическую теорию* А. А. Борзова – А. В.

Начева, заключающуюся в том, что перекос исходной ровной поверхности, вызванный неравномерным поднятием или деформацией, приводит к неравенству стока со склонов долин, перпендикулярных уклону. В результате склон долины, совпадающий с направлением уклона топографической поверхности, будет разрушаться и выколаживаться быстрее (рис. 19). Возможны и другие варианты воздействия тектонических движений и **образуемых** ими структур на возникновение асимметрии речных долин.

Однако имеется много примеров, которые никак нельзя объяснить только геологическими причинами. Известно, например, что большинство крупных рек северного полушария имеют крутой правый берег и пологий левый. Это объясняется ускорением Кориолиса, отклоняющим течение рек вправо ( в южном полушарии – влево). Таковы на большом протяжении долины рек Волги, Днепра, Дона, Оби, Енисея, Лены, Амура.

Асимметрия речных долин может возникнуть и в результате деятельности экзогенных агентов. Так, например, асимметрия склонов может образоваться из-за многочисленных оползней, возникающих на склоне, совпадающем с наклоном пластов (рис. 18,В). К этой же группе факторов относится влияние преобладающих ветров или преобладающих влажных (приносящих осадки) ветров. А. Д. Архангельский и Н. А. Димо большое значение в формировании асимметрии склонов придавали инсоляции. А. В. Ступишин отмечает важную роль в этом процессе так называемой «снеговой асимметрии».

При длительном развитии рельефа асимметрия склонов речных долин приводит к асимметрии междуречий. Совокупность речных долин в пределах некоторой территории называется *речной* или *долинной сетью*. Совокупность водотоков различной величины, изливающих воды одним общим потоком в море или озеро, называют *речной системой*. В каждой речной системе различают *главную реку*, впадающую в водный бассейн (озеро, море, океан) и *притоки*. У притоков могут быть свои притоки, у тех, в свою очередь, свои и т. д. Поэтому принято различать притоки первого, второго, третьего и т. д. порядков.

Площадь, с которой осуществляется сток в главную реку (вместе с ее притоками), называется *речным* или *водосборным бассейном*. В площадь бассейна включаются и пространства между притоками, так как для склонового стока (делювиального смыва) днища притоков и главной реки являются базисом денудации, и река получает питание как водное, так и в виде обломочного материала не только за счет притоков и стока, но и со склонов. Граница между бассейнами соседних рек называется *водоразделом*. Подобно притокам, бассейны и водоразделы могут быть разного порядка.

По характеру рисунка речной (или долинной) сети различают: древовидный, перистый, решетчатый (ортогональный), параллельный, радиальный, кольцевидный (рис,19) типы. *Древовидный* тип характеризуется тем, что главные реки и их притоки образуют беспорядочно ветвящуюся систему, в которой нельзя выделить (преобладающего направления водотоков (Волжская речная система и др.) Когда в стержневую, главную реку притоки впадают симметрично с обеих сторон (под прямым или острым углом), образуется *перистый тип* речной сети. Этот тип характерен для больших продольных долин складчатых областей. В куэстовых областях может сформироваться *дважды перистый тип*. *Решетчатый*, или *ортогональный, тип* присущ складчатым областям, где звенья речной сети располагаются по двум взаимно перпендикулярным направлениям, причем более длинные отрезки рек занимают продольные долины, а более короткие—поперечные, обычно приуроченные к зонам разломов (бассейн реки Белой на западной склоне Южного Урала, река Урал в верхнем течении). *Параллельный тип* характеризуется параллельным течением рек в одном или противоположном направлениях. Возникает он в пределах складчатых областей, особенно на их периферии, на наклонных поверхностях освободившихся из-под уровня моря равнин, на участках, сложенных породами различной прочности, круто наклоненных или стоящих на головах. *Радиальный тип* образуют реки, имеющие центробежную или центростремительную систему. Он характерен для вулканов центрального типа, межгорных впадин. *Кольцевидный, или вило-*

*образный тип* возникает по периферии солянокупольных структур или в пределах брахиантиклиналей, сложенных породами различной прочности.

Изучение рисунка гидрографической сети имеет большое значение, так как тот или иной тип долинной сети образуется под влиянием определенных геологических, климатических и других природных факторов и таким образом отражает значение этих факторов в формировании данного ландшафта. В ряде случаев изучение типа речной сети может служить наводящим признаком в изучении геологического строения местности, говорящем об основных чертах тектоники – о направлении складчатости, о простирации линий разломов, о соотношении систем трещин в породах иметь непосредственный практический интерес. Так, радиальный тип долинной сети может быть характерен для соляных куполов или для брахиантиклиналей, а в некоторых случаях – и для крупных «трубок взрыва». Соляные купола и брахиантиклинали нередко представляют собой нефтегазоносные структуры, с трубками взрыва связаны месторождения алмазов и т. п.

### **9.1. Водно-эрозионные, водно-аккумулятивные формы рельефа**

Поверхностные текущие воды представляют один из главных экзогенных факторов преобразования поверхности Земли. Основная масса продуктов разрушения суши удаляется текущей водой.

Русловые водотоки могут быть временными, и постоянными, не русловой поток всегда является временным. Основной источник питания текущих вод – атмосферные осадки, выпадающие в виде дождя и снега. Они образуют склоновые потоки, питают грунтовые воды и в конечном счёте – реки, озёра, ледники. Вода, благодаря малой вязкости, быстро собирается в понижениях, эродировать своё ложе и переходит из плоскостного смыва в русловой. Русловой поток более энергично эродировать, чем плоскостной смыв. Закономерности работы водотоков в главных чертах общие для всех текущих вод. Водотоки произво-

дят разрушительную работу – эрозию, перенос материалов и его аккумуляцию и создают выработанные (эрозионные) и аккумулятивные формы рельефа. Размыв и аккумуляция материалов часто сменяют друг друга во времени и пространстве, поэтому не существует морфологических комплексов, где были бы развиты исключительно формы одного из этих двух генетических типов. Можно только различить области преобладающей эрозии и преобладающей аккумуляции. Однако на суше эрозионные формы рельефа пользуются большим развитием и распространением, чем аккумулятивные. Обусловлено это тем, что значительная часть обломочного материала переносимого постоянными и временными водотоками выносится в море и океаны и откладываются на дне в дельте, образуя толщи морских осадочных пород.

Все потоки воды имеют внешние черты сходства:

Имеют уклон к устью.

Русловые потоки линейны и расположены в углублениях.

Водотоки сливаются между собою в районах, где преобладает размыв, но когда расходятся, образуя сложные разветвляющиеся системы в зоне аккумуляции.

Работа водотока в каждом данном участке определяется его живой силой  $Q$ , равной массе воды, умноженной на квадрат скорости течения и разделённой пополам:

$$(Q=m*V^2/2)$$

Живая сила расходуется на преодоление вязкости жидкости и образование внутренних течений (турбулентность, циркуляция), преодоление трения воды о дно и стенки русла при течении, превращение живой силы, перенос материала и т.д

Различается эрозия глубинная и боковая. Углубляется такой водоток, у которого расходуется не вся живая сила на внутренние течения, преодоление течения, ускорение и перенос.

Работа каждого водотока происходит по всей длине потока, начинается от базиса эрозии. Конечный базис всех процессов эрозии и денудации представляет уровень океана.

Работа водотока идет снизу вверх по закону регрессивной эрозии. В процессе врезания русла продольный профиль водотока должен проходить несколько стадий, а именно:

- стадию невыработанного профиля;
- стадию предельного профиля;

Невыработанный продольный профиль потока характеризуется наличием водопадов, порогов, быстрин. Водопадом называется место, где ложа потока образует уступ, с которого вода падает вниз. Небольшие положительные неровности русла называют порогами. Участки русла с более крутым падением и более высокими скоростями течения получили название быстрин.

Материал, полученный в результате эрозионной работы постоянных водотоков, переносится вниз по течению. Транспортировка его осуществляется различными способами:

- 1) волочением обломков по дну;
- 2) переносом мелких частиц во взвешенном состоянии;
- 3) в растворённом виде;
- 4) в виде обломков, вмёрзших в лёд.

Отложения, формируемые постоянными водными потоками (реками), называются аллювиальными или просто аллювием.

Русловые потоки образуются в горных стропах и на равнинах. Они отличаются друг от друга гидродинамическими режимами. Временные русловые потоки горных стран бурные, существуют недолго и выделяются: а) водосборные воронки; б) собственно долины; в) конуса выноса материала. Конусы сложены пролювиальными отложениями.

Временные потоки в горах существенно меняют рельеф в течении одного сильного паводка. Вновь возникающие водотоки образуют новые долины и новые системы крутых склонов.

Немалую роль в рельефообразовании играют лавины, сели. Типы рельефа, образующиеся в результате деятельности временных водотоков на равнинах, более мягкие и менее динамические. К ним относятся овраги и балки. Оврагом превращается при достаточном водосборе часть рывин (промоины) и эрозионные борозды.

Эрозионные борозды возникают на делювиальных склонах. Глубина борозд от 3 до 30 см, ширина равна или немного превосходит глубину. Поперечный профиль борозд имеет V-образную или ящикообразную форму.

Ритвина – глубина 1–2 м, ширина 2,0–2,5 м, склоны крутые, поперечный профиль их чаще всего V – образный.

Овраг – глубина 10–20 м (до 80 м), ширина 50 м и более. Склоны крутые, чаще отвесные. Поперечный профиль U – образный. Овраг – активная эрозионная форма. Наиболее подвижной является его вершина.

Овраги и балки образуют особые типы флювиального рельефа, например, овражно – балочный рельеф Средне – Русской, Приволжской, Ставропольской возвышенностей; долинно – балочный рельеф Заволжья; так называемый, «бедленд» аридных областей (в переводе, дурные земли) широко развиты в Северной Америке.

Реки, речные долины. Реки – постоянные водотоки. В процессе развития они образуют углубления – речные долины. Основные элементы речной долины – русло, пойма, речные террасы.

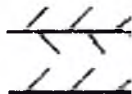
Русло реки наиболее углубленная часть речной долины, по которой протекает речной поток в межень. Глубина речной сети определяется интенсивностью и направленностью тектонических движений. Рисунок речных систем обусловлен крупными чертами древнего и современного рельефа, тектоническим режимом, структурой и составом горных пород.

### **Выделяется пять основных типов речных систем:**

1. Радиальный (центробежный и центростремительный)



2. Параллельный.





3. Древовидный.



4. Ортогональный (решётчатый).



5. Перистый.



Радиальные характерны для областей с замкнутым стоком. Иногда сток направлен от массива (в вулканических областях) или сток направлен к котловине (озёрные).

Параллельные речные системы обычно текут вдоль горных хребтов или возвышенностей, нередко располагаясь в краевых прогибах. Такие реки нередко получают притоки с одной стороны – с гор.

Реки древовидной системы со всех сторон текут к главной реке. Она свойственна равнинам с горизонтальным напластованием.

Ортогональная (прямоугольная) речная система характеризуется резкими коленообразными изгибами главной реки, связанными с разрывной тектонической деятельностью.

Перистая система свойственна областям с затруднённым поверхностным стоком.

Нередко в молодой горной долине всё дно занято руслом. Если русло занимает только часть дна долины, выделяется пойма. Поймой называют заливаемую в половодье часть дна долины.

*Речная терраса – это площадка в долине ограниченная уступом. Она представляет собой прежнее днище долины, бывшую пойму. Поймы и террасы иногда развиты по обоим берегам долины, а иногда, то по одному, то по другому. Реки гор проходит несколько стадий развития:*

1) Теснина или щель. Все дно занято руслом, склоны отвесные. Резко преобладает глубинная эрозия.

2) Ущелья. Дно всё еще занято рекой, но склоны уже заметно скошены и не так круты.

3) Пойменная долина. Появляются участки дна, свободные от русла рек. Эти долины могут быть очень широкими, на равнинах их размер достигает десятков километров в ширину.

Каньон морфологически схож с ущельем, имеет V – образный поперечный профиль, отличается ступенчатостью склонов. Дно каньонов почти целиком занято руслом.

Долины чётко реагируют на изменения геологической структуры. Часто участки сложенные очень прочными породами обходятся речными долинами. Иногда речной поток не отклоняется под действием поднимающейся структурой, а сечёт её по нормали, образуя, так называемые, сквозные долины. Сквозная долина может быть антецедентной, т.е. образовавшейся в результате «перепиливания» возникшего на её пути медленно растущего поднятия. Сквозные долины могут также быть эпигенетическими, т.е. наложенными сверху или возникнуть вследствие регрессивной эрозии при перепиливании горных потоков водораздельного хребта. При этом может произойти перехват реки.

На склонах многих речных долин выше поймы можно наблюдать выровненные площадки различной ширины, отделённые друг от друга уступами. Такие ступенчатобразные формы рельефа называют речными террасами. В строении террасы принимают участие аллювиальные отложения. Причин, ведущих к образованию террас, много. Они образуются за счёт изменения положения базиса эрозии, увеличения влажности климата связано с тектоническими движениями.

В зависимости от строения выделяют три типа речных террас:

- 1.) аккумулятивные;
- 2.) эрозионные;
- 3.) цокольные.

*К аккумулятивным относятся террасы сложенные от бровки уступа до его подножья аллювием. Эрозионные террасы, почти целиком сложены коренными породами, лишь сверху покрытыми маломощным чехлом аллювия. У цокольных террас нижняя часть уступа, сложена коренными породами, а верхняя аллювием.*

## **9.2. Склоновые процессы. Их генетические типы и выражения в рельефе**

Проблема деятельности склоновых процессов и эволюции склонов в значительной мере определяет возможность решения таких коренных вопросов, как величина денудационного среза и мощность толщ аккумуляции, генезис и возраст поверхностей выравнивания, развитие равнинных речных систем, общая интенсивность развития рельефа в разных природных зонах.

Склоны долгое время не изучались, и в настоящее время нет единых представлений о склоновых процессах и об их происхождении.

Рельеф земной поверхности состоит из сочетания склонови субгоризонтальных поверхностей. Согласно С. С. Воскресенскому, к склонам следует относить такие поверхности, на которых в перемещении вещества определяющую роль играют силы тяжести, ориентированные вниз по склону. Силе тяжести на склонах противостоят силы сцепления частиц рыхлых пород между собой и с подстилающими невыветрелыми коренными породами. Склоновая денудация является одним из основных экзогенных факторов формирования рельефа и основным поставщиком материала из которого потом образуются аллювиальные, ледниковые, морские и другие генетические типы отложений.

Под склоном понимается участок рельефа, спускающийся от водораздела до тальвега, имеющий однородный уклон, единое строение и единую историю формирования. Склоны могут быть подразделены по:

1) морфологическим признакам (крутизне, длине, форме, протяжённости в направлении);

- 2) факторам, вызвавшим их возникновение;
- 3) особенностям движения материала на них.

По генетическому образованию склоны делятся на тектонические, вулканические и склоны экзогенного происхождения.

1. Тектонические склоны возникают в результате деформации складчатыми и разрывными дислокациями исходной горизонтальной поверхности. В результате пликативных дислокаций возникают обычно пологие склоны. Склоны, возникшие в результате разрывных дислокаций обычно круты, но быстро разрушаются экзогенными агентами.

2. Вулканические склоны возникают при застывании лавовых потоков, застывании конгломератовых и туфовых масс. К ним следует относить поверхности, покрываемые вулканическими выбросами, травертиновые террасы, склоны кальдер и др. Крутизна и длина первичных вулканических склонов зависит от состава лав и имеет длину от 1 до 10 км

3. Склоны экзогенного происхождения наиболее распространены на поверхности суши. Их образованию исходный толчок даёт новейшая тектоника, или новейший вулканизм. Современный круто склоновый рельеф горных сооружений предопределён тектоническими новейшими поднятиями. Удаление или накопление экзогенными агентами материала создает перепады высот и, следовательно, склоны. В результате и в горах и на равнинах преобладают первичные экзогенные склоны.

Первичные экзогенные склоны разделяются на:

- а) флювиальные (склоны долин, конусов выноса, прирусловых валов);
- б) ледниковые (склоны каров, трогов, мореных гряд, озов, бараньих лбов);
- в) моренные и озёрные (береговые обрывы, склоны береговых валов);
- г) эоловые (склоны барханов, котловин выдувания);
- д) созданные деятельностью подземных вод (склоны карстовых воронок, просадочные западины);
- е) мерзлотные (склоны булгунняхов, многолетние бутры выпучивания, лёд, термокарстовые западины).

Первичные склоны – тектонические, вулканические или экзогенные изменяются под воздействием собственно склонно формирующих процессов. На одном склоне, спускающемся от водораздела дна долины, могут происходить различные процессы. По особенностям процесса движения на поверхности склона предлагается четыре класса склонов. Классы склонов расположены в порядке убывающей крутизны:

### 1 Класс: – Склоны собственно гравитационные

Обломки скатываются по мере их отделения от коренной породы по поверхности склона, угол наклона которого превышает, или близок к углу естественного откоса –  $35 - 40^\circ$ . К этому классу относятся следующие виды склонов:

- а) обвальные;
- б) осыпные;
- в) лавинные.

### 2 Класс. Склоны блоковых движений горных масс.

Смещение совершается в результате одностороннего отсутствия «бортного отпора» и смачивания поверхности смещения грунтовыми водами. Оползание и оплывание происходит в рыхлых породах или в скальных, подстилаемых рыхлыми. Отседание происходит в скальных и полускальных породах. Сюда относятся следующие виды склонов:

- а) собственно оползневые;
- б) оползни сплывов (оползанием захватывается чехол рыхлого материала, залегающего на поверхности скальной породы)ф
- в) оплывные оползни (образованные системой малых по высоте, менее 1м оползней);
- г) оползни отседания (в основании происходит раздавливание горных пород, слагающих основание склона и выдавливание их в сторону долины односторонним давлением).

### 3 Класс. Склоны массового смещения (сползания)

Чехла обломочного материала, залегающего на поверхности склона (сползание верхних горизонтов грунта склона). В этот тип включены такие виды склонов:

а) солифлюкционные (движение происходит при жидко-текучей массе грунта);

б) «медленно» солифлюкционные (движение происходит при вязко – текучей массе грунта в условиях переменного промерзания – оттаивания);

в) «тропическо-медленно» солифлюкционные (движение происходит при вязко-текучей массе грунта в условиях жаркого климата);

г) конжелифлюкционные (движение происходит по талому слою, граничащему с мёрзлой породой и обладающего вязко-текучей консистенцией);

д) дефлюкционные (движение происходит при вязкопластичной массе грунта; грунт постоянно влажный, но состояния размокания не достигает);

е) десерпционные (движение происходит при практически сухом грунте, обладающем полутвёрдой консистенцией в результате изменения объёма во взаиморасположении частиц при колебаниях температур).

### 4 Класс. Склоны делювиальные (плоскостного мыва).

Сюда могут быть отнесены два вида склонов:

а) смыва струями, постоянно меняющим и взаиморасположение;

б) смыва бороздчатого;

## **10. ЭОЛОВЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА. ОСОБЕННОСТИ ВЫВЕТРИВАНИЯ. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЕТРА И ЕГО РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ РЕЛЬЕФА ПУСТЫНЬ**

*На поверхности земного шара нет места, где бы в той или иной мере не проявлялась деятельность ветра. Ветер при определённых условиях – может выступить как самостоятельный*

геологический и рельефо-образующий фактор. Такими условиями в основном являются:

1. сухость поверхности горных пород
2. разреженность или полное отсутствие растительного покрова
3. наличие рыхлых, доступных ветру, минеральных масс (пыли, песчанок)
4. сила ветра, достаточная для захвата и переноса материала, находящегося на поверхности земли.

Благоприятные условия для проявления деятельности ветра могут возникнуть в любой ландшафтной зоне, и прежде всего в пустынях. Если ветер в большинстве случаев является как рельефообразующий агент, по сравнению с другими имеет второстепенное значение, то в пустынях приобретает ведущую роль.

Под пустынями понимается области, ландшафт которых обусловлен аридным климатом. Они располагаются в низких субтропических широтах и переходят в умеренный пояс. Образованию пустынь способствуют крупные горные пояса, перехватывающие влажные воздушные массы, удалённость от моря внутренних частей континентов, наличие больших масс суши.

Пустыни располагаются в северном полушарии к югу, а южном полушарии – к северу от широтных осей крупных антициклональных систем.

Основные черты климата пустынь – небольшое количество осадков (до 100 – 200 мм/год) и неравномерность их выпадения по годам. Например, на песчаной станции Репетек при норме осадков в 100 мм/год в отдельные годы выпадает от 25 до 50 мм/год.

Осадки в пустыне нередко носят ливневый характер. Испарения в пустыне немного больше, чем количество осадков (нередко в 10–15 раз). Разреженный воздух и сильное нагревание днём, безоблачное небо и большое охлаждение ночью, обуславливают в пустыне очень низкие колебания суточной температуры (30–35°). При температуре воздуха в 40° С поверхность песка накаляется до 85°. Максимальные температуры воздуха в Средней Азии – 49–50°.

На движущуюся массу потока воздуха большое влияние оказывает подстилающая поверхность, на преодоление ее поток расходует часть своей живой силы. Наибольшее трение испытывает силой воздуха, непосредственно соприкасающейся с подстилающей поверхностью. Наибольшую работу ветер по захвату и переносу материала осуществляют приземные слои воздуха, в которых сосредоточено до 90% переносимого вещества. Мощность этого слоя различна и при ветрах средней силы превышает 1м. Она зависит ещё от степени турбулентности, формы и размеров препятствий, переносимых частиц. При сильных песчаных бурях песок, и особенно пыль могут быть подняты в огромных количествах на высоту 3–5км и перенестись на очень большие расстояния. Захват ветром рыхлого материала называют дефляцией. При помощи переносимого песка ветер обтачивает и полирует поверхность твёрдых пород, производит корразию. Перенос ветрами (транспортировка) рыхлого материала завершается его отложением – аккумуляцией. Все процессы формы и отложения, образующиеся под действием ветра называют эоловыми.

Эоловые формы и типы рельефа очень разнообразны. Причиной разнообразия является режим ветров, направление, постоянство основных ветров, их сезонность и скорость, общей циркуляцией в атмосфере, климатические, физико-географические условия и характер растительности.

В зависимости от этих факторов выделяют эоловые типы и формы рельефа. Рассмотрим некоторые из них:

1. Простые формы песчаных накоплений: щитовидные дюны, барханы, бугры- эти формы образуются на определённых расстояниях одна от другой, в силу аэродинамических причин, зависящих от силы ветра и количества переносимого песка, а также около кустов и других препятствий.

При сплошных препятствиях (холм, останец, стена) песок скапливается и перед препятствием, и позади него, отделяясь от него так называемыми желобами выдувания. При не сплошных препятствиях (кусты) скопление песка образуется как вокруг куста, так и на наветренной стороне, так как ветер переносит и



часть песка через преграду. Если преграды не велики, а ветер сильный, они могут быть засыпаны песком. В этом случае засыпаются и желоба выдувания. В результате скопления песка из эмбриональной, дюна превращается в бархан или движущуюся дюну. На морских побережьях препятствием является или береговой обрыв или растительность. Сильный ветер поднимает песок с пляжа и образует дюны.

В пустынных областях, когда шитовидная дюна постепенно увеличивается в высоту до 30–40 см на наветренной, более крутой её стороне, в следствие завихрения образуется сначала воронка, которая, разрастаясь, даёт откос крутизной в 32–33°.

Вследствие разрастания воронки и завихрения образуется песчаное скопление в виде полумесяца – бархан. «Рога» бархана направлены под движению ветра, а весь бархан в целом расположен поперёк движения ветра. Барханные пески представляют современные формы песчаного рельефа лишённые растительности. Это подвижные «живые» формы, перемещающиеся и меняющие при изменении направления ветра форму и ориентировку. Скорость движения бархана высотой в 5–6 м достигает нескольких метров в месяц.

2. Барханные цепи представляют собой перпендикулярные ветру песчаные накопления в виде ассиметричных параллельных гряд или волн высотой от 1 – 2 м до 60 – 70 м. В отличие от барханов, барханные цепи формируются в основном в районах сезонной сменой ветров двух противоположных направлений. В силу этого цепь, смещаясь то в одну, то в другую сторону, за год перемещается сравнительно мало. Так, в Репетеке бархановые цепи смещаются на 15 – 20 м за каждый сезон, но в итоге колебательных движений, в целом за год они смешаются лишь на 15 – 20 см.

Наиболее распространённые формы песчаных накоплений представляют продольные по отношению к ветру грядовые пески. Они известны в Каракумах, Кызылкумах, Прибалхашских песках и т.д. Это большей частью ассиметричные мягкие гряды, достигающие 20 – 35, реже 40 – 60 м высоты в Средней Азии и до

100м в Сахаре, где они формировались несколько более длительное время и где песок не задерживается растительностью.

В районах с преобладанием ветров одного направления у барханов вытягивается один рог, и они переходят справа в определённую по отношению к ветру серую однобоких барханов, а затем в продольную гряду, на гребне которых могут образоваться поперечные барханные рёбра.

Если ветры одного направления встречаются с другими, между грядами образуются песчаные перемычки и грядовые пески переходят в грядовые ячейки.

Изменчивость направлений ветра вносит большое разнообразие в рельеф песчаных пустынь.

Так, если ветры с равной силой дуют с разных сторон, образуются котловины выдувания, окружённые кольцом песка. При равномерном режиме ветров разных направлений, дующих почти под прямым углом, образуются пирамидальные дюны

### **10.1. Ледники и их формы рельефа**

Гляциодислокации, ледниковая аккумуляция и форма рельефа.

Рельефообразующая деятельность льда интенсивно проявилась в ледниковую эпоху. Ледниковая эпоха занимала большую часть четвертичного периода неоплейстоцен – нижний ( $Q_1$ ), средний ( $Q_2$ ) и верхний ( $Q_3$ ). Послеледниковое время получило название голоцен ( $Q_4$ ).

Важную роль в формировании рельефа суши играют ледники. Ледники образуются в зоне нивального климата, который развит в полярных областях и горных, на больших высотах.

Область формирования ледников приурочена к особой зоне, где поверхности Земли оконтурены снизу, так называемой снеговой линией. Положение снеговой линии связано, прежде всего, с широтной климатической зональностью. На экваторе она поднимается до абсолютных высот 5 – 6 км. К полюсам опускается до уровня моря, кроме того, уровень её зависит от климатических условий, а также от количества осадков.

Рельефообразующая деятельность льда заключается в разрушении (ледниковая эрозия или экзарация), переносе и аккумуляции. Основная роль в преобразовании рельефа земной поверхности принадлежала талым водам в период таяния ледника.

Возникновение и таяние ледников процесс, полностью обусловленный особенностями климата и рельефа данной местности. Условия накопления снега льда, соотношение их с рельефом местности, условия оттока и расхода ледяных масс достаточно многообразны.

Это позволяет произвести классификацию ледников и подразделить их на два основных класса: 1) покровные (материковые); 2) горные.

1. Материковые ледники наиболее типичны в Гренландии и Антарктиде. Они покрывают огромные пространства (в Гренландии 1870000 км<sup>2</sup>, в Антарктиде 13500000 км<sup>2</sup>). В неоплейстоцене во время максимального оледенения ледники покрывали Северную Америку до 40<sup>0</sup> северной широты, Европу до 50<sup>0</sup> сев. широты. В настоящее время площадь ледников резко сократилась. Они сохранились лишь в Гренландии и на некоторых арктических островах.

Обладают ледники большой мощностью (до 2 – 3 км). Максимальная мощность ледникового покрова достигается в центральной части. У края мощность ледника сокращается, здесь проглядывают отдельные выступы его каменного ложа.

Поверхность материковых ледников имеет слабовыпуклую форму, но в общем почти горизонтальная. В Гренландии отметка её высшей точки равна 3300 м. Уклон 3 – 5 м на 1 км и только на краях ледника она достигает 15 м на 1 км.

Покровные ледники Гренландии и Антарктиды стекают в море через понижения в прибрежном рельефе. Также потоки льда называются выводными ледниками. Лед, достигнув воды, всплывает, разламывается, в результате образуются огромные глыбы плавучего льда – айсберги. Большие массы льда на перифериях Антарктиды лежат на шельфе или частично находятся на плаву.

Центр оледенения ледников находится в той их части, где выше снеговой линии выпадает наибольшее количество снега, т.е. там, где происходит максимальное накопление льда. В неоплейстоценовых ледниках Европы она располагалась в пределах Балтийского щита. В Гренландии две области питания ледников находятся в её восточной части.

Динамика движения материковых льдов достаточно сложна. В области питания преобладает нисходящее движение – лёд оседает вниз по мере накопления снега и фирна. Глубже и ближе к периферии этой области начинает преобладать горизонтальный данный отток льда. Лёд медленно растекается под действием горизонтальных градиентов давления, обусловленных уменьшением мощности ледника, к его периферии.

2. В горах образования ледников начинается со стадии снежника или фирнового пятна. На каком – то участке накопившийся за зиму снег не успевает растаять за лето. На следующий год здесь накапливается новая порция снега. Оставшийся снег постепенно превращается в фирну, а затем в лёд.

Наличие устойчивого скопления льда обуславливает интенсивное морозное выветривание горных пород, на которых он залегают, а талые воды обеспечивают вынос продуктов выветривания. Постепенно образуется циркообразное (креслообразное) углубление с крутыми, часто отвесными стенками и пологим дном – кары.

Ледник вступает в новую стадию развития – стадию карового ледника. Деятельные кары, т.е. кары занятые ледниками, располагаются несколько выше снеговой границы.

3. Следующая стадия развития ледника формирование долинного ледника. Масса льда уже не уменьшается в каре и начинает медленно спускаться вниз по склону. В качестве трассы стока лёд обычно использует какую – либо эрозионную форму, постепенно разрабатывая и расширяя её. Долина, по которой движется ледник, приобретает корытообразную форму. Такая ледниковая долина называется трогами.

Если снеговая граница лежит низко, где – то на уровне подножья гор, подвергающихся оледенению, ледник выходит на предгорную равнину и расстилается у подножий.

Ледники, находящиеся в этой стадии развития называют ледниками подножий. Наиболее характерны для горных ледников трещины, возникающие на месте перехода льда через скальные пороги – ригели, здесь образуются ледопады.

Поверхность ледников местами рассечена трещинами. Ширина трещин может достигать 15м и более, а длина колеблется от десятков до многих сотен метров.

Трещины возникают под действием силы растяжения при движении ледника и подразделяются не менее, чем на 5 типов:

- 1.) поперечные;
- 2.) продольные;
- 3.) радиальные;
- 4.) краевые;
- 5.) бергшрунды.



Бергшрунды – особый тип трещин, встречающийся у бортов долин, образуются при оседании фирна и снега, иногда также на участках льда, примёрзших к скальным стенам.

Трещины представляют значительный интерес для ледниковой геологии, т.к. поражённая ими поверхность усиливает разрушение льда.

Вопрос о причинах ледниковых периодов можно рассматривать лишь в связи с историей развития Земли в геологическую стадию. Существует два основных взгляда на причины оледенения, их можно сгруппировать в 1 – астрономические и 2 – геологические.

1. Сторонники первой группы взглядов ищут причины ледниковых периодов в общепланетарных изменениях климата, которые вызваны:

- а) изменением угловой скорости вращения Земли и соответственно смещением географических тектонических зон;
- б) изменением наклона земной оси и перемещением полюсов;

в) уменьшением солнечной активности в связи с изменением положения поверхности Земли относительно Солнца;

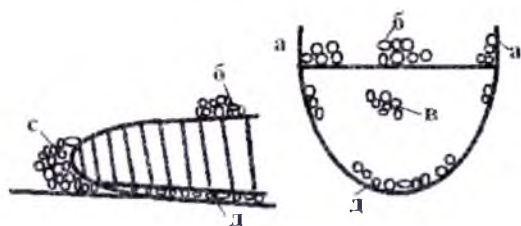
г) уменьшением интенсивности солнечной радиации в связи с перемещением Солнца в различные точки Галактики.

2. Сторонники второй группы взглядов исходят из того, что причины оледенений следует искать в изменениях соотношения суши и моря, вызванных тектонической активизацией. Она заключается в поднятиях обширных участков земной коры и в образовании континентальных перемычек в океанах. Перемычки ограничивали отдельные бассейны. При условии проникновения в них теплых течений могли образовываться ледниковые покровы в низких широтах. Эти ледники отличались от приполярных материковых льдов типа современного Антарктического, иным термическим режимом, т.к. приполярные ледники существуют в условиях устойчивого антициклона и представляют, так называемые, «холодные ледники».

Как и все внешние геологические агенты, ледники захватывают, переносят и отлагают огромные массы обломочного материала. Весь этот материал известен под общим названием морены.

Наиболее богаты мореной, являются горные ледники, которые переносят и отлагают не только продукты своей разрушительной деятельности, но и тот материал, который поступает со склонов гор. В теле ледника этот материал распределяется неравномерно.

### Различают морены:



- донные (д);
- боковые (а);
- срединные (б);
- внутренние (в);
- конечные (с).

У конца ледника весь материал отлагается и образуется конечная морена, а на месте стоявшего ледника остаётся основная морена, состоящая из материала, переносимого ледником по дну, во внутренних своих частях и на поверхности.

Разрушительная работа ледников осуществляется за счёт давления на ложе (100м льда оказывает давление в 90т на 1см<sup>2</sup>), путём царапания и шлифовки ложа перемещаемым обломочным материалом и часто сочетается с работой талых ледниковых вод и морозным выветриванием.

Скорость движения изменяется от менее 1см в сутки до 20м/сутки, в зависимости от уклона ледника, его мощности, температуры и других факторов.

Природа движения ледников пока ещё не раскрыта полностью, хотя существуют многочисленные гипотезы:

- 1.) Текучесть твёрдого вещества;
- 2.) Скольжение вдоль плоскости кристалла льда;
- 3.) При переходе из одной фазы в другую и т.д.

Воздействия эрозии на теле ледника может быть различными – от нанесения небольших царапин до врезания глубинных долин или денудации обширной поверхности.

Самое обычное и заметное проявление ледниковой эрозии – это штриховка. Величина шрамов зависит от размеров обломков, которые их прочертили. Самые тонкие царапины нанесены пылеватыми частицами, а более глубокие шрамы – кремнистыми обломками.

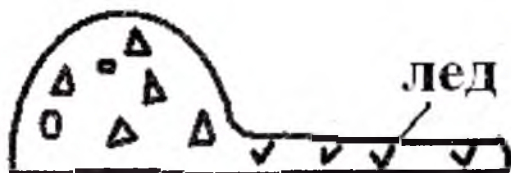
Во многих областях оледенения наблюдаются характерные группы форм рельефа, похожие на гряды и борозды, сочетание которых придаст поверхности рисунок, состоящий из чередующихся выемок и возвышений.

Несмотря на разнообразие разломов, и очертаний, они, очевидно, принадлежат к одному типу и созданы текущим ледником, преобразующим своё ложе, в одних местах накапливая наносы, а в других выпахивая борозды.

С текущим льдом тесно связано образование друмлины. Они имеют полу эллипсоидальную форму и похожие на опрокину-

тую ложку, длинная ось которой параллельно направлена в сторону движения бывшего ледника.

Большинство друмлинов постепенно переходят от округлых, неправильных очертаний холмов в долинные и узкие гряды с резко заострённым концом. Друмлины имеют длину 1000 – 2000м, ширину 400 – 600м, и высоту 15 – 30м.



При таянии льда скопления наносов на поверхности в рельефе образуются характерные формы, такие как, камы (холмы), вилы (озы), котлы и террасы (каменные террасы).

Камы – холмы в областях древнего оледенения, расположены беспорядочно, перемежающиеся с котловинами.

Камовый рельеф напоминает по внешнему облику холмисто – моренный, только основная толща рыхлых отложений, слагающая камы, представлена не мореной, а неправильно слоистыми отложениями в виде песка, гравия, валунной супеси и галечника. Камы возникают на контакте с ледником. Высота камы от 4 до 30м. В горах их высота достигает 200 – 250м.

Камовые холмы местами переходят в камовые террасы и озы. В некоторых долинах камовые террасы образуют несколько ярусов расположенных друг над другом, как правило, они редко прослеживаются на больших расстояниях по долинам, высота их быстро меняется, и они могут иметь уклон не вниз, а вверх по долине. Поверхность камовых террас бывает выровненной, но чаще, она волнистая с отдельными западинами и холмами высотой 10м.

Материал, слагающий камы и камовые террасы, как правило, слабо окатан.

Поперечный профиль ледниковых долин отличается от обычных речных долин. Для него характерна крутизна нижних



частей склонов, которые к низу постепенно переходят в широкое полого – вогнутое дно долины. Эту нижнюю часть ледниковой долины Э.Рихтер в 1990г назвал за её характерную форму трогом (по – немецки «корыто»).

Троги по морфологическим видам делятся на:

- 1.) Коровые долины;
- 2.) Плато;
- 3.) С наклонёнными плечами;
- 4.) С горизонтальными плечами;
- 5.) Плоские долины;
- 6.) Ящикообразные ледниковые долины;
- 7.) Трапециевидные ледниковые долины.

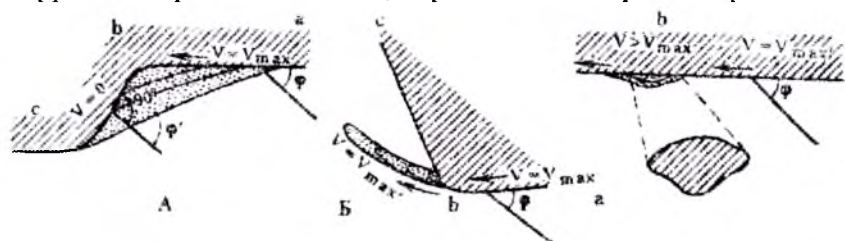
Каменные глетчеры. На протяжении малых ледников в настоящее время формируются сплошные моренные языки – каменные глетчеры. Они возникают при слиянии срединных, верхних боковых и донных морен в условиях медленного движения отмирающего ледника. Длина таких конечно моренных образований может достигать нескольких км, и занимают всю ширину долины.

По морфологическим признакам каменные глетчеры делятся на языковидные и серповидные. В карах они чаще серповидные, в долинах имеют форму каменных языков. Внешний склон каменного глетчера крутой ( $30-35^\circ$ ), высота достигает 50 – 60 м и больше.

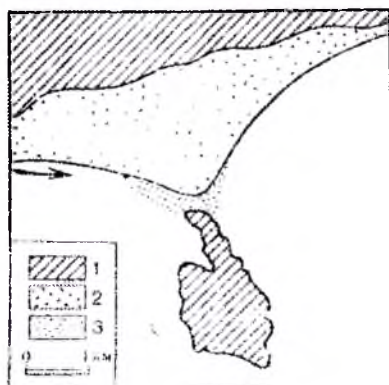
## 10.2. Абразионные и аккумулятивные формы рельефа

Из сказанного выше очевидно, что максимальная емкость потока наносов достигается при подходе волн к берегу под углом, близким к  $45^\circ$ . Если вследствие изменения контура берега происходит изменение угла подхода, емкость потока понижается, интенсивность поступления материала оказывается избыточной по отношению к ней и начинается аккумуляция материала. Такой случай возможен, например, если контур берега образует входящий угол  $abc$  (рис.23, А). Тогда за точкой перегиба контура  $B$  угол подхода становится ближе к  $90^\circ$ , скорость перемещения

резко сокращается, а со стороны *a* материал продолжает поступать с прежней интенсивностью. Начинается аккумуляция материала, образуется аккумулятивная форма заполнения входящего угла контура берега. Поскольку форма на всем своем внутреннем периметре примыкает к берегу, ее называют примкнувшей. К этой категории относятся многочисленные аккумулятивные террасы в вершинах заливов, перед молами портов и др.



**Рис.23.** Схема образования простейших береговых аккумулятивных форм (по Якубова Ж.Х.): *A* – заполнение входящего угла контура берега, *B* – огибание выступа берега, *B* – внешняя блокировка



**Рис. 24.** Остров Габо и формирующаяся в его волновой тени переи́ма: *1* – коренная суша; *2* – подводная аккумулятивная форма; *3* – ее подводное продолжение

Падение емкости потока может иметь место и при огибании потоком наносов выступа контура берега (рис.23, *B*). При этом в точке *B* и за ней угол подхода волн резко уменьшается, а при

еще большем отклонении берет-вой линии за выступом волны данного направления смогут подойти к берегу на этом участке только в результате дифракции – огибания фронтом волны выступа. При дифракции же происходит растяжение фронта волны и понижение ее удельной энергии. И в том и в другом случае емкость потока падает, образуется аккумулятивная форма – *коса*. Она причленяется к берегу только своей корневой частью, а растущее ее окончание (дистальное) остается свободным, поэтому коса называется *свободной аккумулятивной формой*.

Уменьшение емкости потока наносов может быть вызвано ослаблением волнения на участке берега, защищенном со стороны моря каким-либо препятствием, например островом (рис. 23, В). Тогда в «волновой тени» начинается аккумуляция. Образуется аккумулятивная форма, которая в ходе своего роста может полностью перегородить пролив и причлениться дистальным концом к острову. Ее называют *томболо* или *переймой* (рис.24). Такая форма может быть названа также *замыкающей*.

Другой тип замыкающей формы может образоваться, если берег защищен со стороны моря, далеко выступающим мысом. Тогда у входа в залив образуется *замыкающая форма – пересыль*. Береговые бары, если они присоединены в одной или нескольких точках к выступам береговой линии, также становятся замыкающими аккумулятивными формами. Замыкающая форма может также образоваться, если коса, возникшая перед входом в залив, в ходе роста достигает противоположного берега залива.

Существующие в природе аккумулятивные береговые формы большей частью представляют собой либо усложненные варианты рассмотренных здесь случаев, либо комбинацию нескольких из них. До сих пор речь шла о транспортирующей и аккумулятивной деятельности морских волн и прибоя. Но эти же факторы нередко вызывают и разрушение берега. Разрушительная работа моря называется *абразией*. Различают три вида абразии – механическую, химическую и термическую.

*Механическая абразия* – разрушение пород, слагающих берега, под действием ударов волн и прибоя и бомбардировки обломочным материалом, переносимым волнами и прибоем. Это

основной вид абразионной работы моря, который всегда присутствует при химической и термической абразии.

*Химическая абразия* – разрушение коренных пород, слагающих берег и подводный береговой склон в результате растворения этих пород морской водой. Основным условием проявления химической абразии, подобно карсту, является растворимость пород, слагающих берег.

*Термическая абразия* – разрушение берегов, сложенных мерзлыми породами или льдом, в результате отепляющего действия морской воды на лед, содержащийся в мерзлой породе или слагающий прибрежные ледники.

Мы уже знаем, что концентрация волновой энергии у мысов изрезанного берега и недонасыщение береговой зоны наносами способствует возникновению абразионного процесса. Важнейшей предпосылкой развития абразионного берега является достаточно крутой уклон исходного профиля подводного берегового склона. При этом условии расход энергии волны при прохождении ее над подводным береговым склоном происходит лишь в пределах узкой зоны дна и к береговой линии волны приходят с достаточно большими запасами энергии. При разрушении волн, т. е. при прибое, который в данных условиях имеет особенно бурный характер, максимальное механическое воздействие на слагающие берег породы приходится на участок, непосредственно прилегающий к береговой линии. В результате здесь образуется выемка – *волноприбойная ниша*. Дальнейшее углубление ниши приводит к обрушению нависающего над ней карниза. В зону прибоя поступает масса обломков породы. Они служат теперь материалом, при помощи которого прибой, бомбардируя ими образовавшийся уступ, еще интенсивнее разрушает берег.

Процесс выработки волноприбойной ниши и обрушения нависающего над ней карниза повторяется неоднократно. Постепенно вырабатывается вертикальный или почти вертикальный уступ – *абразионный обрыв*, или *клиф*. По мере отступления клифа под ударами волн и прибоя перед его подножием вырабатывается слабо наклоненная в сторону моря площадка, называемая

*бенчем*. Бенч начинается у самого подножья клифа, т. е. у волноприбойной ниши, и продолжается также ниже уровня моря (рис.24).

Чем больше идет отступление клифа, т. е. чем дольше и интенсивнее работает абразия, тем полже становится та часть бенча, которая прилегает к клифу. Благодаря этому профиль абразионного берега постепенно приобретает вид выпуклой кверху кривой. Выположенная верхняя часть профиля становится все шире, и со временем волнам, для того чтобы достигнуть берега, приходится преодолевать очень широкую полосу образовавшегося мелководья. Большая затрата волновой энергии при прохождении над мелководьем приводит в конечном счете к затуханию и затем к полному прекращению абразии. Таким образом, абразия сама, по мере своего развития, создает условия, которые ставят предел абразионному процессу.

Скорость абразии оценивается величиной отступления бровки или подножья клифа за отрезок времени, например за год. Бесспорно, что она будет зависеть от параметров волн, но есть и ряд других условий, ее определяющих.

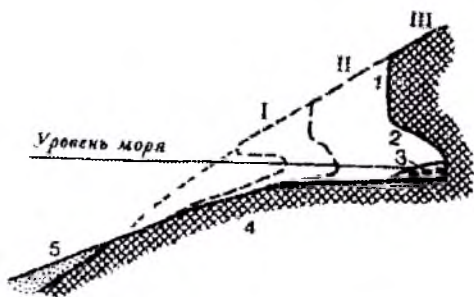


Рис. 25. Схема развития и основные элементы абразионного берега: I, II, III — стадии отступления берега; 1 — клиф; 2 — волноприбойная ниша; 3 — пляж; 4 — бенч; 5 — прислоненная подводная аккумулятивная терраса

Так, высокие берега отступают медленнее, чем низкие. Берега, сложенные более прочными породами, разрушаются медленнее, чем берега, сложенные рыхлыми или слабосцементированными породами.

ванными породами. Замечено, например, что берега, сложенные мелкокристаллическими изверженными породами, в ряде случаев вообще не обнаруживают сколько – нибудь заметных признаков отступления. Берега же, сложенные глинами, мергелями, суглинками, песками или слабосцементированными песчаниками, отступают очень быстро, нередко на несколько метров в год.

## 11. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Наиболее выразительным средством обобщения материалов полевых геоморфологических исследований является геоморфологическая карта. Она дает возможность установить пространственные закономерности развития рельефа, а при соответствующей проработке системы условных обозначений – и закономерностей его развития во времени, установить связи между рельефом и геологическим строением, рельефом и другими компонентами географического ландшафта. Словом, геоморфологическая карта – необходимый и важнейший результат геоморфологических исследований, квинтэссенция теоретического обобщения геоморфологических данных, основа для их практического использования.

Геоморфологические карты весьма разнообразны. Это разнообразие определяется их масштабом, содержанием и назначением.

*По масштабу* различают карты: крупномасштабные – крупные 1:200000, среднемасштабные – от 1:200 000 до 1:1 000 000, мелкомасштабные и обзорные – меньше 1:1000 000. Обзорные и мелкомасштабные карты обычно составляются камеральным путем, карты среднего и крупного масштаба – на основе полевой геоморфологической съемки.

*По содержанию* геоморфологические карты разделяются на частные и общие. *Частные геоморфологические карты* составляются на основе частных показателей, относящихся только к морфографии, морфометрии, происхождению, возрасту рельефа и т. д. Примером таких карт могут служить карты густоты горизонтального расчленения, карты общего показателя расчленения рельефа, карты крутизны земной поверхности и др.

*Общие геоморфологические карты* дают характеристику рельефа по *совокупности* частных показателей, из которых важнейшими являются: морфография и морфометрия, генезис и возраст рельефа.

Содержание карт определяет их *назначение*. Частные геоморфологические карты предназначаются для решения частных задач: практических, научно-исследовательских и т. д. Так, например, карты густоты и глубины расчленения находят широкое применение при дорожных изысканиях; обе эти карты в совокупности с картой крутизны земной поверхности — для нужд сельскохозяйственной организации территории и т. п.

Общие геоморфологические карты удовлетворяют потребностям, предъявляемым к ним со стороны различных отраслей науки и народного хозяйства. На их основе могут проводиться любые геоморфологические работы, а также могут быть составлены карты более узкого назначения путем нанесения дополнительных показателей, выделения или исключения некоторых элементов их нагрузки.

Учитывая универсальность и значимость общих геоморфологических карт, мы несколько подробнее остановимся на содержании и построении легенд таких карт. С самого начала, однако, следует отметить, что до сих пор не существует единой общепринятой легенды геоморфологической карты (как это имеет место, например, для геологических карт) не только в международном масштабе, но и в масштабах одной страны. Даже в Советском Союзе, где геоморфологическое картографирование достигло особенно большого развития, единая легенда для геоморфологических карт съемочных масштабов отсутствует.

Все же, основываясь на опыте работ различных научно-исследовательских и производственных геологических и географических учреждений, можно высказать определенные суждения о принципах построения легенд общих геоморфологических карт.

Общая геоморфологическая карта должна содержать следующие основные характеристики рельефа: его морфографию и морфометрию, генезис и возраст. Для изображения этих характеристик могут быть применены методы качественного или цвет-

ного фона, изолинии, штриховка, значки и индексы. Наиболее выразительным и наглядным картографическим средством является фоновая закрашка. Ее чаще всего и используют для показа одной из важнейших характеристик рельефа – генезиса. Таким образом, поверхности разного генезиса (а рельеф есть сочетание субгоризонтальных и различно наклоненных поверхностей) закрашиваются разным цветом: например, поверхности морского генезиса – синим цветом, флювиального – зеленым и т. д.

Однако при выделении генезиса сразу же возникает определенная трудность. Как подчеркивалось выше, рельеф формируется в результате взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов. Какой же группе рельефообразующих процессов следует отдать предпочтение при геоморфологическом картировании в съемочном масштабе? При решении этого вопроса следует руководствоваться правилом: карта должна содержать специальную нагрузку (в данном случае геоморфологическую), соответствующую масштабу топографической основы и масштабу проводимой геоморфологической съемки. Из изложенного выше материала следует, что эндогенные процессы проявляются, как правило, более или менее однородно на площадях, значительно больших, чем площади, где доминирует тот или иной экзогенный агент. Отсюда следует, что, по-видимому, более целесообразно на картах съемочного масштаба показывать экзогенезис рельефа. И лишь в некоторых случаях при относительно резко выраженном превалировании тектонического фактора в образовании сравнительно небольших форм показывать генезис рельефа, основываясь на принципе эндогенезиса. Таковыми могут быть поверхности отдельных разломов, четко выраженные в рельефе и слабо измененные экзогенными процессами, поверхности свежих вулканических и грязевулканических форм и т. п. При выделении каждой генетической группы поверхностей весьма целесообразно подразделение их на аккумулятивные и выработанные, чего можно достигнуть, применив, например, точечный метод для изображения аккумулятивных поверхностей.

Формы рельефа, не выражающиеся в масштабе карты горизонталями, показываются при помощи условных знаков, каждый



из которых своим рисунком характеризует ту или иную форму с чисто внешней стороны, а цвет знака – ее происхождение.

Очень важное значение имеет также изображение возраста рельефа на геоморфологической карте. Как известно, на геологических картах именно показу возраста пород отводится наиболее выразительное средство – фоновая закраска. На геоморфологической карте такой способ изображения приводит к значительному обеднению и потере наглядности карты. Поэтому возраст рельефа на геоморфологических картах изображается иными средствами: оттенками цветного фона (в пределах той или иной генетической группы), индексами (внутри определенного контура), штриховкой. Последнюю, однако, целесообразнее оставлять для показа геологических структур, играющих существенную роль в формировании рельефа той или иной территории: резко выраженных в рельефе брахантиклиналей, соляных куполов, бронированных поверхностей и т. д.

Довольно часто специальными условными знаками на геоморфологических картах показывается характер современных склоновых и некоторых других процессов.

Таковы некоторые принципы составления системы условных обозначений для геоморфологических карт съемочных масштабов. Мы говорим некоторые, так как существуют иные точки зрения на структуру и содержание легенд геоморфологических карт. В любом случае система условных обозначений должна быть таковой, чтобы геоморфологическая карта давала наиболее полное представление о характере рельефа той или иной территории, истории его формирования, возрасте и тенденции развития.

Геоморфологическое картирование в настоящее время бурно развивается. Количество стран, в которых оно проводится, в последние годы увеличилось более чем вдвое.

В практику геоморфологических исследований разных масштабов введен так называемый морфоструктурный анализ, который осуществляется разными приемами. Различие методики морфоструктурного анализа обусловлено разнообразием рельефа и неодинаковыми задачами геоморфологической съемки.

В предлагаемой пособии рассматриваются основные проблемы геоморфологического картирования, основные приемы морфоструктурного анализа и составления карт.

Учебное пособие по кругу вопросов может служить для нескольких курсов и отдельных разделов крупных курсов географических и геологических факультетов: геоморфологическое картирование, методика структурно – геоморфологического (морфоструктурного) анализа, математические методы в геоморфологии, геоморфологическое картирование при поисках полезных ископаемых, геоморфологическое картирование за рубежом и др.

Разнообразие принципов разномасштабного геоморфологического картирования обусловлено многими причинами. Одной из них бесспорно является недостаточная разработка геоморфологической классификации. Поскольку геоморфология изучает рельеф во всем сложном многообразии непрерывно изменяющихся его элементов, их систематика и классификация представляют одну из важнейших задач. Геоморфологическая систематика – это классификация элементов рельефа, основанная на их генетическом и масштабном (размерном) соподчинении, т. е. таксономии. Систематика представляет необходимый раздел всякой естественной науки, так как дает синтез всех сведений об объектах изучения, подводит итог теоретическим основам науки.

Основной результат регионального геоморфологического исследования представляет геоморфологическая карта. Легенды карт разных масштабов строятся на основе генетической классификации объектов изучения для каждой ступени систематического ряда. По такому пути идет составление, например, разномасштабных геоботанических карт. Систематика и классификация, следовательно, выражающие существо той или иной естественной науки, преимущественно через карту обеспечивают ей выход в практику.

Предлагается один из возможных путей решения сложнейшей проблемы. Как показывает опыт изучения космических снимков на разные территории, объективные критерии для

классификации морфоструктур разного порядка и выявления их границ должно (наряду с геофизическим изучением связи морфоструктур с глубиной их заложения) дать дешифрирование космических снимков. Анализ космических снимков станет основным приемом составления обзорных и мелкомасштабных карт, карт структурных форм, ландшафтных и других тематических карт, инженерно-геологических, прогнозно-поисковых и прочих специальных карт, опирающихся на геоморфологические. Закономерности, выявленные анализом снимков, вскрывающие характер морфоструктурной, геоморфологической и географической позиции тех или иных выделов на широком и в дальнейшем – планетарном их фоне, помогут составлению средне- и крупномасштабных карт. Рельеф на картах, составленных с использованием аэрокосмической информации и без нее, отражается по-разному.

Картографический метод к настоящему времени занял необходимое место во всех естественных науках, в том числе и в геоморфологии. Геоморфологическое картирование и картографирование в настоящее время представляют учение о геоморфологических картах, принципах и методике их составления и практическом использовании. Оно превратилось в важнейшую часть геоморфологии, имеющую огромное значение для теории и практики.

Геоморфология – наука о рельефе. Она изучает рельеф и образующиеся в ходе его формирования коррелятивные ему отложения, рассматривая эти объекты как результат воздействия эндогенных и экзогенных факторов на поверхность раздела между внутренними и внешними оболочками Земли.

Рельеф изучается в развитии и во взаимодействии с другими компонентами природной среды. Современный рельеф земной поверхности представляет результат динамики материала земных оболочек, фиксируемый в момент наблюдения.

Геоморфология – наука, в которой смыкаются геология и география как по существу, так и по методам и методике исследования,

Каждой самостоятельной науке присущи свои методы исследования. Всестороннее, комплексное изучение рельефа земной поверхности во всем многообразии развивающихся элементов рельефа, а также коррелятивных отложений в их связи с геологической и географической обстановкой в целом – основная задача геоморфологии и существо геоморфологического метода исследования природы.

Метод познания – единый, общий для всех наук – метод диалектический. Однако каждой самостоятельной науке присущи и свои методы. Методы отдельных наук представляют конкретные формы диалектического метода познания тех или иных материальных объектов, представляющих предмет данной науки. Методы познания любого материального объекта заключаются в изучении этого объекта в движении, развитии, во всех его природных взаимосвязях.

Всестороннее познание рельефа складывается из ряда частных методов, «набор» которых не случаен, а обусловлен существом науки и задачами, которые перед ней стоят. Чтобы изучить рельеф во всех его природных взаимосвязях, необходимо, независимо от масштаба исследований, осветить следующее:

1.) Выявить облик рельефа территории, его форм (и их частей элементов) как положительных, так и отрицательных, их размеры, распределение в пространстве; особенности вертикального и гори-зонгального расчленения (т. е. дать морфологические и морфометрические характеристики);

2.) Изучить отложения – продукты разрушения рельефа, образующиеся в процессе его формирования (коррелятивные отложения), установить их генетические типы, фации и связи с ними элементов рельефа;

3.) Изучить соотношения форм рельефа с геологическим строением, глубинными разломами и разрывными нарушениями, структурными формами, современными и древними, составом горных пород;

4.) Выявить новейшие тектонические движения, их типы, интенсивность, направленность и связь с ними элементов рельефа;

5.) Изучить географическую обстановку, в которой проявляется деятельность рельефообразующих экзогенных факторов, и определить их значение в рельефообразовании;

6.) Исследовать динамику современных (особенно катастрофических) эндогенных и экзогенных процессов и те изменения, которые они производят в рельефе;

7.) Выяснить последовательность развития рельефа и коррелятивных отложений во времени.

Указанные методы геоморфологического исследования обычно применяются одновременно и тесно переплетаются друг с другом. Изучая формы рельефа, мы одновременно изучаем их связь с геологическим строением, с новейшими движениями. Исследуя соотношения между рельефом и коррелятивными рыхлыми отложениями и сами рыхлые отложения, мы анализируем и палеогеографическую обстановку, в которой формировались эти отложения и соответствующие им элементы рельефа, а также возраст отложений и форм. Каждый из этих методов имеет право на известную самостоятельность, так как может решать какую-либо частную задачу. Так, морфодинамическим методом изучаются геоморфологические явления, связанные, например, с «живой» тектоникой и сейсмикой, с образованием лавин, наледей, вспучиванием грунтов, с динамикой береговой зоны моря и др. Это очень важно для оценки территории под все виды строительства. Часто для технических целей необходимо описание общего характера рельефа (уклоны, высоты, пересеченность, протяженность тех или иных форм). В таком случае исследование проводится методом морфологическим. Каждый частный метод всегда содержит элемент синтеза.

Большое значение, как указывалось, в геоморфологии (как и в любой естественной науке) приобретает картографический метод. При составлении геоморфологических карт он используется для привязки геоморфологических наблюдений к карте путем опознавания объектов или геодезическими измерениями. Метод позволяет – устанавливать закономерности в размещении элементов рельефа в пространстве в их взаимосвязи с распространением других компонентов геологического строения и ландшафта

и производить морфометрический анализ – измерение площадей, углов наклона, объемов элементов рельефа .

Применение аэрофотоснимков и фотограмметрических измерений по ним, а также изучение снимков с орбитальных станций увеличивают возможности картографического метода.

### **11.1. Прием геоморфологического исследования**

Перечисленные методы определяются содержанием геоморфологии. Следовательно, частные методы геоморфологии объективны; количество их детерминировано. Их совокупность представляет единый метод познания рельефа – *геоморфологический*.

*Приемы исследования* представляют технику получения фактических данных, а *метод* – процесс осмысливания, процесс анализа и синтеза этих данных. Приемы, совокупность которых образует методiku, могут быть общими для ряда специальных естественных наук (изучение аэрофотоматериалов, математические приемы, изучение космических снимков, аналитическое изучение вещественного состава коррелятных отложений, пыльцы и спор и др.), но методы у каждой науки свои.

Приемов и методик существует много. Выбор их определяется задачей исследования и, следовательно, методом. Методы определяют путь исследования, а путь осуществляется совокупностью приемов – методикой. сделана попытка наметить путь исследования каждым из частных методов геоморфологии.

Геоморфологические карты любого масштаба должны отображать реально существующие элементы рельефа, притом именно те, которые позволяет выделить данный масштаб. Элементы рельефа следует показывать на карте по различиям их внешнего облика, генезиса и возраста. Первые два аспекта этой геоморфологической «триады» обязательны для карт всех масштабов. Облик рельефа, его пластика непременно должны быть отражены на карте. Другими словами, карту следует составлять так, чтобы было ясно, какой именно элемент рельефа имеет тот или иной генезис. Понятие генезиса для геоморфологических карт основано на известном положении о происхождении релье-

фа в результате воздействия на поверхность Земли двух групп факторов – эндогенных и экзогенных. Вряд ли целесообразно ограничиваться отображением разнообразных элементов рельефа только по различиям экзогенного рельефообразования.

Возраст не всегда удастся установить точно, во всяком случае для рельефа денудационного. Аккумулятивный рельеф должен быть изображен на карте по различиям возраста. Это позволяет комплексная методика изучения рельефа с использованием ряда известных лабораторных анализов.

Содержание карт, которое благодаря общему уровню современной геоморфологии может быть весьма информативным, требует наглядных и рациональных способов изображения.

Понятие о геоморфологических картах, их классификация разработаны недостаточно четко, хотя этим занимаются многие исследователи. Наиболее общепризнано подразделение карт по масштабам на несколько групп:

- 1) карты детальных съемочных масштабов – 1:5000 – 1:10000;
- 2) карты крупных масштабов – 1: 25000 – 1:50000, реже 1:100 000;
- 3) карты средних съемочных масштабов 1:200000 – 1:1000000;
- 4) карты мелких масштабов – 1:1 500000, 1:2500 000, 1:5000000;
- 5) карты обзорных масштабов, к которым относятся карты Мира и материков.

По типам карт наиболее принято в геоморфологии следуют, ее деление:

1) *общие геоморфологические карты*, претендующие на изображение рельефа согласно геоморфологической «триаде» – морфологии, генезису, возрасту с учетом как эндогенных, так и экзогенных факторов рельефообразования;

2) *частные карты*, отражающие рельеф, созданный каким-либо одним рельефообразующим современным экзогенным фактором (потоком текущей воды, деятельностью моря в береговой зоне, льда или снега и т. п.);

3) *специальные или специализированные карты*, которые составляются для решения конкретной задачи, поставленной практикой, поисков россыпей разного генезиса и типа, рудных месторождений, купольных структур, перспективных на нефть, газ, соль; для инженерно-геологической или сельскохозяйственной оценки территории и т. д. Как правило, общие геоморфологические карты также дают ответ на вопросы практики, однако этого не всегда достаточно. Специальные задачи требуют и специальной дополнительной нагрузки, при этом нередко за счет сокращения общей. Специальные карты могут быть как общими, так и частными. Примерами специальных частных карт могут быть карты выявления лавинной опасности, селевой и др.

Общие, частные и специальные геоморфологические карты могут быть *аналитическими и синтетическими*. Характер карты определяется ее масштабом (карты мелких и обзорных масштабов чаще могут быть синтетическими, задачей, стоящей перед составителями, выбором направления, концепции, положенной в основу картирования).

Наконец карты разделяются на *вспомогательные и итоговые*. В качестве итоговых для большей полноты освещения рельефа чаще составляются две или несколько карт в одном масштабе: например, аналитическая геоморфологическая и синтетическая карта структурных форм и др. Итоговые карты можно составлять в разных масштабах. Например, аналитическая геоморфологическая карта – крупного или среднего масштаба, на ней показывают элементы рельефа (или морфоструктур), выделенные по генезису, морфологии и возрасту, синтетическая – более мелкомасштабная – карта типов рельефа на морфоструктурной основе, геоморфологических районов и др.

Геоморфологические карты съемочных масштабов являются непосредственным результатом морфоструктурного анализа, проводимого как в предполетный период, так и при полетной съемке, составляются на точной основе по топографическим картам, аэрофотоснимкам и полевым данным. Основными объектами картирования на этих картах являются элементы форм рельефа



(или морфоструктур) и малые формы рельефа как экзогенного, так и эндогенного происхождения.

Обзорные геоморфологические карты мелких масштабов представляют результат крупных научных обобщений и позволяют выявить закономерности происхождения и развития рельефа земной поверхности больших территорий, а карта обзорных масштабов, т. е. карта Мира и континентов,— планетарные закономерности происхождения рельефа Земли в целом. Эти карты имеют огромное научное, практическое и, следовательно, учебное значение.

В результате решения какой-либо частной задачи геоморфологии, особенно прикладной, может быть составлена и частная геоморфологическая карта: путей лавин, растущих наледей, карта современной динамики морского берега и др.

Общая геоморфологическая карта составляется лишь в результате изучения рельефа всеми методами, т. е. во всех его природных взаимосвязях. Выделяемые на карте элементы рельефа различаются по генезису и возрасту. Лишь в результате всестороннего анализа рельефа территории намечается картина развития рельефа и коррелятных отложений на фоне меняющейся обстановки (тектонического режима, климата и других ее компонентов). Чтобы правильно наметить картину развития рельефа и отразить ее на геоморфологической карте, необходимо как можно более достоверно определить возраст рельефа.

Определение морфологии, генезиса и возраста элементов рельефа для различных территорий позволяет наметить региональные геоморфологические классификации, на основании которых составляются легенды для геоморфологических карт этих территорий. Поскольку элементы рельефа и отложения разных территорий различны по внешнему и внутреннему строению, происхождению, возрасту и истории развития, то чем точнее и объективнее передан рельеф на карте, тем больше ее практическая ценность.

Геоморфологические карты представляют необходимый результат геоморфологических исследований и должны стать квинтэссенцией геоморфологии как науки. Научное значение

и качество карт любых масштабов должно определяться уровнем геоморфологических знаний – и не только о территории, для которой составляются карты, но и об основных проблемах теории геоморфологии. Геоморфологическая карта имеет большое практическое значение как основной и наглядный документ геоморфологической характеристики любой территории. Самое хорошее описание рельефа не может заменить карту.

Геоморфологическое картирование в съемочных масштабах может осуществляться и как самостоятельная задача, и в комплексе со съемкой геологической. Вполне обоснованно ставится вопрос о преимуществе групповой, или ускоренной, съемки перед полистной, кондиционность которой еще недавно определялась количеством точек. В основу групповой съемки положено обязательное предварительное геологическое и геоморфологическое дешифрирование аэрофотоснимков и снимков из космоса, анализ топокарт главным образом для выявления глубинных разломов и разрывных нарушений, аэровизуальные наблюдения и Полистная съемка часто проводилась без использования аэрофотоснимков. Весь комплекс исследований при групповой съемке помогает обоснованно выбрать участки для детальных полевых работ, т. е. «ключи». Сочетание рациональной методики предполевых исследований и ключевой съемки дает возможность ускорить полевую съемку и охватить ею значительно большие территории, не удорожая стоимости работ в целом. Благодаря этому, а также указанному комплексу предполевых исследований, групповая съемка позволяет оценивать рельеф каждого небольшого региона с позиций широкого фона, анализировать исследуемый регион как часть целого, вскрывать общие главные закономерности геологического и геоморфологического развития больших территорий. Границы территорий, подлежащих съемке, – природные границы, геоморфологические или геологические. Групповая съемка позволяет не разрезать целостные элементы рельефа или структуры рамкой листа. Прежняя полистная «кондиционная» съемка нередко приводила к затруднениям при сравнении даже смежных листов.

Естественно, что и составление геоморфологических карт – части обязательного комплекса карт при геологической съемке – не могло не измениться. В разных организациях стала разрабатываться методика групповой (ускоренной) геоморфологической съемки, в основу которой легли разнообразные приемы морфоструктурного анализа. Особое значение в связи с этим приобрела задача согласованного картирования. Она заключается в том, что каждая карта комплекса карт, обязательного при геологической и геоморфологической съемке, должна быть согласована со всеми остальными настолько, насколько позволяет различие картографируемого объекта – коренных пород, разных по возрасту и литологическому составу, структурных элементов, элементов рельефа, четвертичных отложений и др. Как показывает изучение аэрофотоснимков и космических снимков, эти природные объекты развиваются нередко в одних и тех же пространственных границах. Такими границами чаще всего являются глубинные разломы и разрывные нарушения.

Групповая комплексная геологическая съемка и анализ космических снимков позволяют установить единство природных границ. Однако решение такой задачи пока еще находится в начале пути: специальной таблице в легенде были предусмотрены обозначения для литологии и генетических типов коррелятных отложений, так как при съемке открытых и полузакрытых районов составлять раздельно геоморфологическую карту и карту рыхлых отложений нецелесообразно, поскольку многие контуры неизбежно повторяли бы друг друга.

Одновременное составление двух карт необходимо, если в силу определенной целенаправленности работ к ним предъявляются более широкие требования и если съемка идет в закрытых районах, где мощная толща рыхлых отложений сложно построена.

Все сказанное о содержании крупномасштабных карт приложимо и к геоморфологическим картам средних съемочных масштабов

На карте должны были одновременно найти отражение следующие системы условных обозначений:

1) фоновая окраска форм рельефа и частей форм: цвета и оттенки по генезису, густота тона при издании достигалась нанесением типографской сетки по возрасту;

2) красные знаки для показа молодых тектонических движений и обусловленных ими форм и вулканических форм;

3) черные знаки отпрепарированных элементов древних структур, структурных форм рельефа и псевдовулканических форм;

4) значки различного цвета, изображающие мелкие формы рельефа или отдельные элементы форм экзогенного происхождения;

5) темно – серые штриховые обозначения для изображения литологического состава различных генетических типов рыхлых отложений.

Из сочетаний изображений разновозрастных и различных по происхождению и внешнему облику форм рельефа, а также штриховых и значковых обозначений по крупномасштабной карте читались современные рельефообразующие процессы, направление их действия и история развития рельефа территории.

Легенда и руководство в свое время вызвали заметный интерес.

Однако с позиций современной геоморфологии многое в легенде неудовлетворительно. Основные ее недочеты:

- 1) недостаточное отражение тектоники в рельефе;
- 2) бедный набор генетических типов склонов;
- 3) не предусмотрено отражение склонов по крутизне.

Поэтому в настоящее время вряд ли целесообразно пользоваться этой легендой. Однако ряд положений легенды нашел отражение в разработках последних лет.

## **11.2. Мелкомасштабные геоморфологические карты**

Появление мелкомасштабных карт в печати началось с конца пятидесятых годов. На этой интересной и хорошо выполненной карте показаны генетически однородные поверхности, которые в соответствии с мелким масштабом занимали большие терри-

тории; каждая из них представляет сочетание сложных форм рельефа. Если заменить «поверхности» (ничего не меняя по существу) на типы рельефа, то этот термин будет значительно больше соответствовать истинному богатому содержанию карты. Однако карта не полностью соответствует и морфогенетическому направлению потому, что представление о реальном рельефе несколько искажает условный и в известной мере утрированный показ склонов долин. Последнее может вызвать неверные представления о роли склонов, например, в ледниковом рельефе.

Несмотря на внешнюю выразительность, т. е. на хорошее отражение гипсометрии, пластики рельефа, удачный подбор цветов для раскраски типов рельефа гор и равнин, информативность карты недостаточна. Типы рельефа (и группы типов) выделены только по морфологическим различиям и высотным градациям (низкие горы, высокие и т. п.), а генезис – в зависимости от экзогенного фактора. Это обеднило показ горного рельефа, поскольку основные различия рельефа гор обусловлены тектоникой. На карте фигурируют, например, горы высокие с ледниковой обработкой, среднегорье с аридно-денудационной обработкой и т. д. Такая характеристика является весьма общей и несущественной.

Лучше отражены аккумулятивные равнины, так как в таком масштабе, действительно, важнее всего разделять их по типу аккумуляции. Структурные отличия, которые определяют основное разнообразие рельефа гор и денудационных равнин, даны в легенде отдельно и показаны тонкой штриховкой, которая вычитывается лишь при детальном рассмотрении контуров. Она воспринимается как дополнительное обозначение, как нагрузка второго и даже третьего плана, поскольку более четко видны цветные знаки отдельных форм рельефа, лёссовых покровов и т. д., и ничего не добавляет к скудной характеристике рельефа гор. В настоящее время эту карту можно рекомендовать лишь для изучения общих черт рельефа аккумулятивных равнин.

Карта также морфогенетическая и содержит богатую информацию о рельефе. По выразительности и подбору красок ее можно поставить на первое место среди изданных мелкомасштабных карт. Недостатком является большая сложность легенды, по-

строенной в виде таблицы с многократным «перехлестыванием» разнообразных накладывающихся друг на друга условных обозначений.

В целом приходится констатировать, что полного сближения концепций в геоморфологическом картировании еще не произошло, хотя *историко – морфогенетическое* направление. Для районов, где развиты многоярусные поверхности выравнивания, возраст которых четко определен, или хорошо датированные террасы больших рек, вероятно, может развиваться и *историко-генетическое* направление – разновидность первого.

Как в нашей стране, так и в зарубежной литературе еще в прошлом столетии возникло представление о том, что положительные и отрицательные неровности земной поверхности, т. е. элементы ее рельефа, неодинаковы по своим размерам форм. Впервые четко было сформулировано положение о том, что *объекты геоморфологического картирования различны для карт крупных и мелких обзорных масштабов*. В дальнейшем это положение проходит красной нитью в ряде работ.

Поскольку на картах разных масштабов нельзя показывать одни и те же элементы рельефа, то элементы рельефа разного размера, порядка должны быть сведены в определенную систему.

В этой системе мелкие элементы рельефа группируются в крупные и более сложные по происхождению. Чем крупнее масштаб карты, тем меньше по размеру и тем проще по происхождению те элементы рельефа, которые этот масштаб позволяет изобразить. Следовательно, не может быть одной легенды для разномасштабных геоморфологических карт. Взяв за основу это положение, ряд лет Междуведомственная геоморфологическая комиссия работала над систематикой и классификацией элементов рельефа. К сожалению, работа была закончена лишь в первом приближении.

Геоморфологическое картирование в ряде стран является одной из основных проблем геоморфологии, и геоморфологическая карта рассматривается как документ, в концентрированном виде отражающий теоретический уровень и направление разви-

тия науки. Многими признано, что геоморфологическое картирование – один из наиболее эффективных приемов исследования рельефа в практических целях. Именно поэтому геоморфологическое картирование за последние десятилетия интенсивно развивается в европейских странах. Исторически сложившиеся в них научные традиции создают предпосылки для формирования национальных школ. Поскольку территории европейских стран имеют сравнительно ограниченные размеры, на первый план выдвигается проблема крупномасштабного геоморфологического картирования. Мелкомасштабное картирование в зарубежных странах развивается мало. Наиболее полно легенды обзорных карт и классификация элементов рельефа. На заре формирования геоморфологического картирования карты были односторонними и не давали полной характеристики рельефа. В двадцатые – тридцатые годы стали составляться карты разных количественных показателей рельефа как в крупных, так и в мелких масштабах: углов наклона, густоты и глубины расчленения, энергии рельефа. Материалом для них служили топографические карты. Они получили название морфометрических. Эти карты полезны в качестве материала для составления общих геоморфологических карт, дополняемого данными полевых исследований. Одновременно получили распространение и карты отдельных форм рельефа: оврагов, распространения вулканических явлений, террас, поверхностей выравнивания, карстовых форм. Такие карты составлялись по топографическим картам без полевой съемки и представляют частные геоморфологические карты, отражающие генезис рельефа, созданного каким-либо одним фактором. Составление их целесообразно при решении частных задач геоморфологического картирования.

Что касается терминологии, то понятие «морфоструктура» нам представляется более точно передающим суть явлений, чем «тип мегарельефа». Рассматривая морфоструктуры как элементы рельефа разного порядка, мы считаем, что на обзорных картах должны показываться самые крупные планетарные морфоструктуры, а на картах съемочных масштабов – малые морфоструктуры и их элементы (склоны, гребни и др.) Поскольку

типологическое сходство крупных элементов рельефа Земли материков и океанов представляет закономерность доказанную, замена понятия «тип мегарельефа» на «морфоструктура» не помешает ее увидеть на карте. На карте Мира, составленной позже в масштабе 1:100 000 000 (Ш.Э.Эргашев, Э.Р.Базарбаев, 2001), показаны самые крупные морфоструктуры Земли.

Представим себе карту, на которой показан овражный рельеф. Очевидно, что она отражает реальные формы рельефа, но она не объясняет, почему здесь такой рельеф. Чтобы объяснить, т. е. дать общую геоморфологическую карту, мы должны привлечь эндогенный фактор. Известно, что на Среднерусской возвышенности большие скопления оврагов фиксируют большие величины новейших и современных поднятий.

Классификация берегов строится на различии форм, связанных с волновым, неволновым движением, продольным и поперечным перемещением наносов. Однако все берега, по данным В. П. Зенковича и О. К. Леонтьева, различны в пределах двух основных типов: берегов поднятия и берегов опускания. Не будь тектоникой приведены в соприкосновение твердая и водная оболочки на определенном уровне, не было бы берега. Характер перемещения наносов зависит от конфигурации берега и всего бассейна, связанной с тектоникой.

Когда мы рассматриваем «чисто» морские явления в формировании берегов и т. п., что иногда необходимо, мы как бы отвлекаемся от эндогенных факторов.

Можно изучать, например, движение приливной волны в разных условиях. Но эта частная задача не может решаться вне изучения приливо-отливов в целом.

Классификации эндогенных и экзогенных элементов должны быть; они полезны, но ни по отдельности, ни в сумме не заменяют главной классификации. Именно главная классификация организует исследование, является существенной частью теории геоморфологии. С ее учетом создаются легенды к общим геоморфологическим картам. Классификация эндогенных элементов или явлений имеет следствием легенды к картам тектоническим неотектоники, а классификация экзогенных явлений – легенды



картам экзогенных процессов. И те, и другие будут отражать реально существующий рельеф, но не будут полно объяснять его происхождение.

Существенно изучение взаимосвязи малых и крупных элементов рельефа. Развитие всех малых и так называемых чисто экзогенных форм (или элементов) рельефа (как аккумулятивных, так и денудационных) связано с морфоструктурами, в пределах которых они формируются. Так, представление о Западной Сибири не исчерпывается определением ее как низменной аккумулятивной равнины. Это блок, выкроенный по системе глубинных разломов и опущенный. Опускание обусловило аккумуляцию, т. е. определенное направление действия экзогенных процессов. В связи с вытянутостью Западной Сибири с юга на север более чем на  $20^\circ$  аккумуляция носила зональный характер. Ледниково-морские отложения и формы рельефа, обусловленные ими, к югу, как известно, сменяются озерно-аллювиальными. Однако все малые элементы аккумулятивного рельефа развиваются на общем тектоническом фоне и отличаются от элементов того же экзогенного генезиса в других блоках аналогичного порядка, но с иным тектоническим развитием: в поднятом блоке Среднесибирской возвышенной равнины, в остаточных Уральских платформенных горах и др.

Из форм, обусловленных процессами, происходящими в мерзлом грунте, в горах мы встретим гольцовые педименты, на аккумулятивной равнине (при прочих равных климатических условиях) многолетние бугры пучения, на прогибающихся аллювиальных равнинах, где одновременно с формированием аккумулятивной толщи образуется жильный лед, — крупные аласы в разных стадиях развития. Многолетний мерзлотный бугор, казалось бы, форма чисто экзогенного происхождения, однако он образуется лишь при тектоническом режиме, обуславливающем накопление отложений. Для его образования не обязательны грандиозные мощности осадков Западно-Сибирской равнины. Но при длительном опускании и большой мощности осадков многие формы специфичны.

Кроме того, и аккумулятивные формы рельефа и конфигурация долин и других форм сложнее, чем представлялось ранее, так как разломы фундамента и его сложный рельеф влияют и на рельеф поверхности равнины (выявлено по космическим снимкам). Другими словами, опускание, притом, видимо, неравномерное, и накопление обусловили особое следствие проявления климатических факторов рельефообразования. Ясно, что *существенные* черты, например, многолетнего бугра пучения как элемента рельефа. Бугристые формы рельефа *как целое, общее* существуют в *отдельных* формах – многолетние бугры пучения, бугры-могильники и др. Это сходные формы: все они обусловлены наличием мерзлого грунта. Но они различны. Причина различий заключается в неодинаковой мощности грунта, мощности мерзлого грунта, мощности слоя сезонного промерзания и оттаивания, крупности грунта. Причины, таким образом, и климатические, и тектонические.

Естественно, что крупные морфоструктуры с разнонаправленным тектоническим режимом и, к примеру, бугристые формы рельефа стоят на разных ступенях классификации. Поэтому и классифицировать их надлежит по разным признакам, но по тем, которые вскрывают самые существенные черты разно порядковых элементов рельефа. Поднимаясь с нижних ступеней классификации на верхние (или наоборот), мы переходим от одной сущности к другой, от одних существенных черт к другим.

Выше приведены лишь примеры классификации элементов рельефа разного ранга. В настоящее время, как указывалось, еще нет вполне удовлетворительной общей геоморфологической классификации элементов рельефа разного порядка. Можно назвать удачными лишь некоторые частные классификации – берегов, мерзлотных форм, русловых, песчаного рельефа, склонов.

Положение о том, что практическая ценность общей геоморфологической классификации определяется информативностью и качеством карт разных масштабов, легенды к которым строятся на ее основе, позволяет считать создание классификации единственным путем для выработки единых принципов разномасштабного геоморфологического картографирования. Классифи-

кация элементов рельефа разного порядка как основа для легенд карт обуславливает и возможность картирования геоморфологических объектов по их существенным чертам и генерализацию при переходе от крупных масштабов к мелким. В классификации «поверхностей рельефа», «граней» генерализация не предусмотрена. Легенды, где основной объект картирования – «границы», предлагаемые для всех масштабов, предусматривают только «геометрическую» генерализацию, т. е. укрупнение контуров. Если для масштабов 1:25000 – 1:50000 генерализация для некоторых разделов такой легенды в какой-то степени может быть и существенной, смысловой, то уже для масштаба 1:1000000 и тем более 1:2500000 она проводится по абсолютно несущественным признакам. Так, для некоторых территорий возможно картировать склоны и в мелких масштабах, но существенное в характеристике склона в разных масштабах различно.

Склон смыва как элемент морфоструктуры в мелких масштабах исчезает, так как уже не смыв определяет генетическую сущность склона. Понятие «склон», применяемое для его изображения в масштабах 1:2500 000, сложно и по генезису, и по морфологий. В него входят наклонные сниженные хребты, гряды и ступени предгорий и др. Определение такого элемента рельефа, как склона смыва, уводит от главного, чем этот склон создан. Следовательно, при механическом применении одной легенды существенные признаки склона неизбежно опускаются. В масштабах 1:2500000 вообще нельзя выделить склоны. Количество сложных элементов рельефа, составляющих склон, переходит в новое качество, которое нельзя игнорировать. Надо найти «порог», «грань», не имеет объема и поэтому не пригодна для картирования крупных морфоструктур, генетические корни которых уходят на разную глубину в земную кору и даже в мантию.

Ориентировка исследования на выделение «однородных» поверхностей – это ориентировка на изучение *отдельных* элементов вне связи с другими, что не может не создавать известной разорванности теоретического анализа. Кроме того, «однородность» поверхностей – понятие условное и масштабное. Любая «однородная» поверхность при картировании в более

мелком масштабе оказывается неоднородной. Поверхности, которые будут показаны как «однородные» на картах масштаба 1: 2500000, фактически будут большей частью представлять комплексы форм или целостные морфоструктуры. Это признается и сторонниками термина, которые указывают, что в этом случае «однородность» означает относительное постоянство состава комплекса, образуемого закономерными и неоднократно повторяющимися сочетаниями определенных элементов рельефа. В таком случае вряд ли следует говорить об «однородности»; не стоит подменять необходимое понятие элементов рельефа как целостностей разного порядка даже условно «однородными» единицами. Целостность неизбежно должна состояться из различных взаимодействующих элементов. Различие, переходящее в противоположность, - стимул развития. Это – важнейшее положение диалектики. Если рассматривать «генетически однородные поверхности» как элементы целостностей, то и это не улучшит положения, так как они лишь в первом приближении «однородны». Например, конус выноса, выделяющийся на картах средних масштабов как целое, казалось бы, однороден, как и всякая другая простая малая форма рельефа. Однако все такие формы – комплексы той или иной сложности и как целое выделяются условно, если иначе выделить не позволяет масштаб: так, конус выноса – результат движения струй потоков, их режима, блуждания, наличия слоев материала различной крупности как в потоке в целом, так и в отдельных струях, форм, микрорельефа, возникающих при разном режиме, и т. д. Последнее имеет целью картографическое обобщение представлений о наиболее общих чертах строения рельефа Земли.

Одним из важнейших достижений современной геотектоники является учение о глыбовой структуре тектоносферы, сущность которого заключается в том, что земная кора и подстилающая ее мантия рассматриваются как горизонтально неоднородное образование, состоящее из блоков различных размеров, ограниченных системами глубинных разломов разного порядка и разной глубины заложения. Блоковое строение тектоносферы и разно-направленные движения таких блоков находят выраже-

ние в строении поверхности Земли в виде блоковых морфоструктур неодинакового таксономического ранга. Крупнейшие из них могут быть названы мегаморфоструктурами.

Классификация мегаморфоструктур может служить основой для разработки систем условных обозначений для геоморфологических карт Мира и материков. При составлении таких карт наряду с привлечением данных о рельефе, о глубинном строении земной коры и верхней мантии важнейшее значение приобретают орбитальные снимки земной поверхности, запечатлевшие ее важнейшие морфоструктурные особенности, которые не получают отражения на обычных аэрофотоснимках или топографических картах вследствие их крупного масштаба. В пределах океанов, где орбитальные снимки пока еще не дают необходимой геоморфологической информации, выделение морфоструктур проводится на основании материалов эхолотных промеров и составленным по ним новейшим батиметрическим картам, а также по геофизическим данным, которые позволяют судить о глубинном строении тектоносферы под океанами более уверенно, чем это было возможно полтора-два десятилетия назад. Термин «морфоструктура» прямо ориентирует составителей карт и тех, кто ими пользуется, на то, что они имеют дело со сложными объектами, которые при любой потребности в детализации и составлении геоморфологических карт крупных масштабов могут быть «развернуты» в изображении не целостных крупных морфоструктур, а их элементов (склонов, гребней и пр.).

Генерализация геоморфологических карт должна идти по пути картирования все более крупных естественных комплексов с последовательным сокращением показа их составных частей. Поскольку понятие «морфоструктура» – одно из важнейших понятий современной геоморфологии, подразумевающее органическое единство геологической структуры и рельефа, оно необходимо при составлении общих геоморфологических карт.

Понимание морфоструктуры или формы рельефа как *объемных* элементов рельефа с определенной геологической структурой и «корнями» разной глубины, стимулирует углубленное изучение связей рельефа и геологического строения и тем самым

– развитие контактов между геоморфологией, геологией и геофизикой.

Классификация морфоструктур для обзорного картографирования

Классификация крупных морфоструктур необходима для мелко-масштабного и обзорного геоморфологического *картографирования*.

Поскольку морфоструктурный анализ включает выявление глубинных разломов и разрывных нарушений разного порядка, он является важным этапом геоморфологических исследований всех масштабов. Крупнейшие структурные формы – блоки ограничены разломами разной глубины заложения. Разнонаправленные подвижки и деформации блоков связаны с движениями по разломам. Первичная разрывная тектоника создает структурные формы разного порядка, которые выражены в рельефе блоковыми морфоструктурами.

В пределах крупнейших морфоструктур глубинные разломы, разрывные нарушения и обусловленная ими блоковая тектоника определяют, по-видимому, морфоструктуры многих порядков.

Поскольку мы исходим из представлений о разломных обрамлениях морфоструктур высших порядков, для картографических целей большое значение имеет и классификация глубинных разломов, выраженных в рельефе. Ш.Э.Эргашев обосновывает необходимость дешифрирования аэрофотоснимков как одного из приемов, позволяющих сократить полевые работы. А. Р. Ярмухамедова на примере низменной равнины доказывает, что именно дешифрирование позволяет в закрытых районах выявить разрывные нарушения.

А. Р. Ярмухамедов дает наметки классификации морфоструктур для платформенных равниннами. В пределах вулканического нагорья как древние, так и новейшие структурные формы погребены под молодыми

( $N_2$ -Q) эффузивами и пирокластическими породами, озерно-вулканогенными и в какой-то степени – водно – ледниковыми. С. П. Вальян исследовал указанные фации отложений по их литологии, мощности и возрасту. Вулканический рельеф он

изучал в сравнении с рельефом хребтов, сложенных породами палеозоя. Сравнительное исследование позволило определить как рельеф фундамента Армянского нагорья, так и установить погребенные под чехлом неоген – четвертичных отложений омоложенные разломы и разрывные нарушения, которые обуславливают многие черты рельефа фундамента, ступенчатость крупных щитовых массивов, таких как Арагац, скачкообразные изменения мощности отложений, излияния молодых (голоценовых и др.) лав. Такие нарушения было бы затруднительно установить даже при детальной съемке, но это вполне возможно при сопоставлении одних участков с другими, где сходные формы рельефа выведены на поверхность тектоникой и эрозией.

Д.Б.Жамалов учитывает все взаимосвязанные морфоструктурные, морфологические и геологические признаки (наличие флексур, вторичной «гофрировки» пластичного чехла и др.), которые не всегда встречаясь вместе, в комплексе отражают «идентичный процесс обновления под чехлом разрывных структур». По данным Д.Б.Жамалова, сравнительный анализ, по сути представляющий совокупность частных методов геоморфологии, позволяет решить применительно к Армянскому нагорью следующие проблемы:

1) выявить основные черты морфологии погребенного под эффузивами рельефа, в том числе и рельефа, который существовал перед каждым этапом излияния лав;

2) проследить генетические и геометрические особенности погребенных структурных элементов;

3) установить структурно – фациальные признаки в осадочном чехле погребенных гетерогенных морфоструктур и выявить тип, темп и продолжительность новейших движений этих морфоструктур;

4) выявить взаимоотношения форм, типов и параметров «деформационно – открытых» структур в складчатых и складчато – блоковых областях со «скрытыми» структурами вулканических районов;

5) выявить зависимость современного положения денудационных поверхностей от погребенных под лавами и от коррелятных осадочных фаций;

6) решить ряд практических задач, определить структурно-геоморфо-логические критерии поисков полезных ископаемых (россыпей, воды и др.). С. П. Балья (1969) наиболее полно сформулировал главные черты морфоструктурного анализа, которые используются в настоящее время не только для изучения вулканических территорий. В комплексе с анализом космических снимков и геофизических данных такие следования могут быть широко применены вообще для разных закрытых территорий.

«Во всякой самостоятельной науке общая классификация изучаемых предметов является обычно центральной теоретической проблемой». Это положение применимо в настоящее время к геоморфологии и геотектонике, где систематика и классификация еще недостаточно разработаны, хотя эта проблема приобретает все большую актуальность. Ее следует рассматривать как методологическую.

Актуальность этой проблемы в науках о Земле очевидна потому, что они, во – первых, вступили в стадию глобальных обобщений, а, во – вторых, в них происходит и детализация, углубление, появление новых направлений, внедрение новых методик. Возможность глобальных обобщений подкрепляется изучением космической информации. Материалы геофизических исследований вместе с данными геотектоники, геохимии, географии и геоморфологии позволяют рассматривать Землю как единую саморазвивающуюся и саморегулирующуюся систему. Большое значение ротационного фактора в формировании крупных черт рельефа Земли уже не оспаривается. В ряде работ ставится задача изучения влияния космических факторов на развитие системы «Земля».

Исследование взаимосвязи внутренних и внешних оболочек Земли и взаимодействия процессов, свойственных тем и другим и происходящих на поверхности их раздела, т.е. на земной поверхности, положило конец попыткам ограничить науку о рельефе рамками только географических или только геологических



наук. Это придаст новый аспект проблеме классификации, хотя положение о том, что рельеф – результат взаимодействия двух групп факторов известно с прошлого века, а по сути высказано еще М. В. Ломоносовым. Тем не менее ведущая роль эндогенных рельефообразующих факторов в формировании рельефа долго оставалась как бы в «тени». Огромный фактический материал, накопленный за два – три последних десятилетия, опроверг представление о геоморфологии как науке об «экзогенном» рельефообразовании. Опровергнутым можно считать и разделение геоморфологии на «структурную» и «климатическую».

Геоморфология – наука единая. Аспекты изучения ее предмета могут быть разными в зависимости от задач исследования. Разделение науки не может обеспечить решение одной из ее центральных проблем: создание классификации, систематики.

Рельеф поверхности Земли, как известно, представлен элементами разного размера, происхождения и возраста, т. е. морфоструктурами разного ранга в совокупности с выработанными и: «насаженными» формами экзогенного происхождения. В процессе познания раскрываются закономерности развития взаимосвязанных элементов рельефа. Являясь результатом анализа и синтеза сведений о рельефе, классификация должна отражать уровень наших знаний о нем. Отсутствие классификации – серьезное препятствие о рельефа в его развитии и в сложных природных взаимосвязях, а это тормозит развитие общей теории науки.

Геоморфологическая систематика – это прежде всего классификация морфоструктур, основанная на их генетическом и размерном соподчинении, т. е. на таксономии. Большое теоретическое и методологическое значение проблемы систематики и классификации заключается и в том, что все малые элементы в развитии связаны с крупными как *части и целое*. Создание классификации – процесс познавательный, он помогает вскрыть и осознать закономерности развития малых элементов в их связи с крупными.

Практическое значение классификации, как известно, заключается в том, что она является основой составления систем еди-

ных легенд карт разных масштабов. Классификация, составленная по реальным таксономическим соотношениям элементов рельефа разного ранга, через легенды и карты дает возможность объективного документального отражения геоморфологических объектов и рационального использования карт. Геоморфологические методы исследований будут применяться в будущем не только в известных ранее прикладных аспектах, но и для решения вопросов о разумном использовании и охране природных ресурсов (Якубов, 1980) и природной среды в целом. Однако решение всех этих вопросов невозможно без опоры на геоморфологические карты. Но проблема сравнимости карт, поставленная много лет назад, не решена, и это в значительной мере обусловлено недостаточно разработанной классификацией.

Попытки создать классификацию элементов рельефа делались, как уже говорилось, неоднократно. Все классификации неполны и не совсем удачны, особенно те, которые построены формально. В таких классификациях объекты выделяются на всех таксономических ступенях по одному признаку, хотя очевидно, что признаки разделения объектов первых порядков существенно отличаются от тех, по которым выделены элементы рельефа низших порядков. Чем меньше порядок, чем крупнее элемент рельефа, тем более тот или иной признак, важный для малых объектов, оказывается несущественным. Чтобы избежать этого, классификация должна быть построена на основе следующих принципов.

1. По сущности объектов, т. е. она должна быть *сущностной*. Объекты, которые выделяются на разных таксономических ступенях, не могут характеризоваться одинаковыми признаками. Для объектов разного порядка признаки различны, потому что их существенные, главные черты неодинаковы. Они изменяются в связи с изменением на разных таксономических ступенях *меры* – единства количества и качества, создающего целостность объектов и явлений.

2. Классификации должны отражать и *качественную*, и *количественную* стороны объектов. Обе они закономерно связаны и могут выступать диагностическими признаками по отноше-

нию друг к другу. На данном этапе развития геоморфологии в общей классификации элементов рельефа за ее основу можно взять качественную сторону, не забывая и о количественной, т. е. о размерах (о трехмерности) элементов рельефа, зон глубинных разломов и разрывных нарушений, о величинах скоростей неотектонических и современных движений, скоростей и объемов сноса, величинах денудационного среза (если его возможно определить).

3. Основные классификационные единицы всех порядков должны представлять *целостности*, т.е. объекты, части которых не могут образоваться и развиваться отдельно друг от друга. Отдельно они могут существовать как реликты, если целостность разрушена (например, часть взорвавшегося вулканического конуса). Другими словами, целостность — это сочетание компонентов (элементов рельефа. — Я. Б.) низшего порядка, которое дает новое качество, притом такое, которого ни один компонент сам по себе не дает. Таким образом, понятие целостности, применимое к разно-порядковым элементам рельефа, представляет не сумму элементов рельефа низших порядков, а их закономерное сочетание. На разных ступенях таксономической лестницы изменяется тип взаимодействия элементов рельефа и между собой, и с окружающей средой. Рассматривая элементы рельефа всех порядков в их развитии и взаимосвязи, мы можем установить степень динамического равновесия того или иного элемента как целостности, стремление к которому представляет движущую силу развития.

4. Классификация должна отражать причину появления в рельефе того или иного геоморфологического объекта как следствия определенного пути развития, т. е. она должна быть *причинной* или *причинно-следственной*. Если она отражает связь причинной и следственной сторон геоморфологического объекта, то она будет и *сущностной*, т. е. основанной на самых существенных, главных признаках объекта (Философская энциклопедия, 1960). В такой классификации все главные, существенные признаки или стороны объектов найдут свое место, хотя и на разных таксономических ступенях. Примером такой классифи-

кации может служить классификация морских берегов, составленная О. К. Леонтьевым, в которой на первой ступени берега делятся по преобладающему фактору формирования берега, на второй по стадии развития берега, на следующих ступенях появляются уже два признака, но именно эти два передают существенные черты берега.

5. Классификация должна быть *историко-генетической*. Всякий элемент рельефа (всякая целостность) образовался в процессе определенного развития, т. е. каждый элемент рельефа любого порядка имеет свой генезис и историю формирования, поэтому при составлении классификации элементов рельефа как целостностей необходимо учитывать историко-генетический принцип.

6. На каждой ступени классификация должна отражать закономерную *связь общего и отдельного*. Например, рельеф Земли как общее существует в четырех отдельных формах: 1) океанические впадины или ложе океана; 2) зона перехода между океанами и материками; 3) материковые платформы; 4) рифтовые зоны океанов и материков (Леонтьев, 1971). Это самые крупные планетарные морфоструктуры. Между ними есть и сходство, и глубокие различия. Они отличаются, например, мощностью и типами земной коры и верхней мантии (М.А.Ахмеджанов, 1987). Но прежде всего это результат определенной направленности тектонического развития, за геологическую историю Земли. Многие исследователи эти элементы рельефа, отвечающие структурным формам первого порядка, рассматривают как стадии развития коры и, следовательно, как стадии геологического этапа развития рельефа Земли.

На следующей, второй, ступени представим материковые платформы как общее. Это общее находит выражение в двух отдельных формах: собственно материковые платформы (суша) и маргинальная (красная) зона материка, включающая шельф, материковый склон и материковое подножие. Их неодинаковое выражение в рельефе обусловлено изменением интенсивности тектогенеза за геологический этап развития Земли.

Горы орогенических зон и денудационные равнины на пятой и шестой ступенях классифицируются по различиям структуры, субстрата и литологии. Денудационные равнины на пятой ступени разделяются на равнины на складчатом основании, на горизонтально залегающих пластах (плато) и т. д. Самым существенным для денудационных равнин является то, что благодаря денудации в рельефе выступают структурно – литологические особенности, отличающие одну равнинную морфоструктуру от другой. На шестой ступени денудационные равнины материковых платформ также различаются по еще более тонким различиям структуры и литологии коренных пород, находящих отражение в рельефе, а не по типу денудации. Тип денудации для равнин и гор на этой ступени таксономической «лестницы» еще не является существенным признаком. Следовательно, если исходить из *сущности* объектов, то классифицировать морфоструктуры даже на одной ступени нужно по разным признакам.

Как указывалось, установление геоморфологическими, геофизическими и геологическими методами связи рельефа с глубинными разломами и разрывными нарушениями разных порядков, особенно четко выраженной в горах, разнообразных по времени и пути тектонического развития, позволило рассматривать блоковую тектонику как ведущий фактор образования рельефа. В рельефе выражены преимущественно блоковые структурные формы, т.е. блоковые морфоструктуры. Это обусловило необходимость составления геоморфологических карт нового типа, отражающих *морфоструктуры*. Морфоструктурное направление, успешно развивается на стыке геоморфологии, картографии, геотектоники и геофизики. Составление полевых морфоструктурных карт предполагает проведение и предполевого морфоструктурного анализа, благодаря которому может быть получено надежное решение широкого комплекса многих проблем геоморфологии. Морфоструктурный анализ осуществляется разными приемами (Якубова, Жамолова, 1983; Абдуллаева Р.Н. 2002.), но суть их одина составление вспомогательных морфометрических карт разного типа на основе анализа топокарт, дешифрирования аэрофотоснимков и космических снимков.

Картографируются морфоструктуры и почти всегда ограничивающие их глубинные разломы и разрывные нарушения. Морфоструктурным анализом успешно распознаются, например, блоковые и реже встречающиеся складчатые морфоструктуры, разделяются морфо-структуры, обусловленные малоактивной тектоникой и препарировкой или активной тектоникой.

В настоящее время связь элементов рельефа любого порядка с разломами и разрывными нарушениями, определяющими блоковую тектонику, не вызывает сомнения. Это положение не ново: достаточно упомянуть такие термины, как «горст», «грабен», и т. д. Однако глыбовые горы долгое время противопоставлялись горам складчатым. Исследования последних лет в горных странах показали, что блоковая тектоника определяет морфоструктурный план как энигеосинклинальных (Кавказ, Карпаты), так и древних, эпиплатформенных орогенических зон, с разного времени подвергающихся рифтовой активизации (с неогена – Алтай, с мезозоя – Алдано – Становая зона, Забайкалье и др.).

В районах активного современного горообразования, где формируются «живые» складки в молодых отложениях. Их выражение рельефе обычно прямое – в виде гряд и межгорных понижений. Такие формы образуются в слабо диагенезированных породах соименных геосинклиналей.

2. В пределах как древних остаточных горных систем, так и некоторых молодых складчатые морфоструктуры могут представлять результат препарировки древних складок. В таком рельефе склад-Р в зависимости от слагающих их пород получают как прямое, и инверсионное выражение. Такие складчатые структурные формы в той или иной мере видоизменены блоковыми движениями. **Обычно** можно установить подчиненность общего плана складчатого рельефа блоковой морфоструктурной основе (Южный Урал, Аппалачи, Шотландия и др.).

Образование платформенных равнин вследствие движения блоков фундамента также является установленной закономерностью. Кроме того, к настоящему времени широко известны и «надразломные» складки разного размера (порядка).

На молодой возраст блоковых форм указывают:

1) резкое, явно тектоническое расчленение крупных блоков (наличие «выдвинутых» и разобренных без участия эрозии горстовых хребтов, горстовых вершин и т. д.);

2) ограниченность блоковых форм «живыми» нарушениями, ослабленность или активность которых подтверждена их геоморфологическим выражением, а также геологическими и геофизическими данными;

3) неодинаковые глубины долин, крутизна и форма склонов в разных блоках;

4) присутствие тектонических склонов и экскарпов, увеличение их крутизны У Подножия и «освеженные» полосы осыпей по омоложенным разрывам; тектонические склоны перекошенных (наклоненных) блоков расчлененных настолько слабо, несообразно их наклону,

Блоковые морфоструктуры довольно легко выявляются уже при предварительном изучении территории, особенно в областях новейшего тектогенеза и активизации. Они вырисовываются на топокартах, аэрофотоснимках и космических снимках. По рисунку гребней, склонов, ступеней на склонах и по сопоставлению их с планом речной сети, схемой разрывных нарушений и линейными рисунками микрорельефа на аэрокосмических снимках можно с большой вероятностью предположить, является ли расчленение рельефа блоковым, тектоническим или эрозионным, наметить кольцевые морфоструктуры и выявить интрузивные тела, не показанные на геологи.

Вопрос о соотношении новейшей блоковой тектоники, блоковых и складчато – блоковых остаточных форм и их препарировки рента, ется камеральными приемами морфоструктурного анализа и полевым исследованием.

В сложных случаях блоковая тектоника и препарировка проявляются одновременно, причем долю той и другой трудно определить, особенно для таких районов, где этот комплекс факторов развивается унаследованно геологический длительное время и начало его формирования не совпадает с нижней границей неотектонического этапа.

В ряде случаев грабены, выполненные относительно слабыми породами (мезозойскими или третичными), среди стойкого окаймления выражаются как современные понижения и вследствие унаследованных движений, и отчасти вследствие препарировки. Признаками первых могут быть: увеличение мощности аллювия, снижение и слияние террас, обновленные сбросовые уступы окаймляющих горстов. Нередко интрузивные массивы испытывают большие новейшие поднятия (на Урале, Северном Кавказе и др.). Ограничение блоковых ступеней и возвышенностей разрывными нарушениями представляет собой выражение разрывной тектоники и последующей экзогенной моделировки по нарушениям. Увеличение крутизны сбросовых склонов в основании может быть обусловлено новейшими поднятиями или представлять грунтововодный или снежный «забой». Такое денудационное подновление нередко сопровождается подновлением тектоническое (тектоно-педименты Рудного Алтая, Алданского щита и др.).

Очень сложен вопрос об унаследованное морфоструктур. Можно предполагать, что даже морфоструктуры горного рельефа активизированных древних платформ и щитов вряд ли в значительной степени являются унаследованными (за исключением самых крупных). Они как бы накладываются на древние, остаточные, разрушенные и перерабатывают их. Начинается этот процесс с момента, когда по сетке омоложенных разломов и разрывных нарушений, а также сопряженных с ними вновь возникающих выкраивается новый структурно – морфологический план. Выявление в нем унаследованных морфоструктур и вновь образующихся – одна из самых интересных, необходимых и сложных задач морфоструктурного анализа. Для ее решения необходимо комплексное геологическое и геоморфологическое исследование. Приведем самый простой пример. Разрывное нарушение на одном участке выражено в рельефе уступом или долиной, а дальше его продолжение» наблюдаемое на аэрофотоснимках, в рельефе не выражено.

В формировании главных черт рельефа денудационных и аккумулятивных равнин разрывная тектоника также играет ос-



новную роль такая равнина представляет опущенный блок, выкроенный по разломам. Блоки построены сложно; они состоят из менее крупных блоков с разным современным тектоническим режимом, который определяет существенные различия в рельефе равнин, в том числе и аккумулятивных. Границы главного и крупных внутренних блоков обусловлены глубинными разломами, менее крупные границы – разрывными нарушениями. Речная сеть равнин также в основном формируется по глубинным разломам фундамента, нащупывая их нередко через мощные толщи осадочных пород. Таково развитие речной сети в Западной Сибири, в пределах Великих равнин и др. (Озорей, 1972). Малые реки приурочены к разрывным нарушениям. К ним же приурочены соляные куполы, грязевые сопки. Глубинные разломы и разрывные нарушения и в этом случае представляют «каркас» рельефа и, соответственно, геоморфологической карты. Поскольку роль глубинных разломов и разрывных нарушений в формировании рельефа велика и может считаться доказанной, как и преобладание блоковых морфоструктур, мы включаем в легенды к картам разных масштабов классификацию разломов и разрывных нарушений разного порядка по их роли в современном рельефе. Это позволяет отразить на карте неотектонический режим территории и облегчает генерализацию элементов блоковых морфоструктур. На геоморфологических картах средних съемочных масштабов (1:500 000 и 1:1 000 000) можно показать и целостные морфоструктуры. На картах масштаба 1:500 000 – 1:100 000 целостные морфоструктуры выявляются лишь путем сочетания (насколько позволяет масштаб) изображений их частей (элементов). Поскольку морфоструктуры могут быть и крупными, и малыми, на картах одного масштаба могут быть выделены и целостные морфоструктуры, и их элементы. При переходе от крупномасштабных геоморфологических карт к картам более мелких масштабов выявление целостных морфоструктур непременно включает генерализацию.

Классификация морфоструктур горного рельефа и их элементов (шестого – седьмого – восьмого – девятого порядков) как

основа для геоморфологических карт средних и крупных масштабов

#### А. Блочные морфоструктуры

*Основные региональные морфоструктуры* (протяженность – первые сотни и десятки километров).

1 – хребты – сложные системы горстов:

1) древовидные;

2) кольцевые<sup>2</sup>;

а) обусловленные докайнозойскими интрузиями,

б) не связанные.

Как указывалось, в настоящее время общие геоморфологические карты становятся в существенной мере морфоструктурными. Карты, на которых генетически разнообразные элементы рельефа выделяются только по различиям, обусловленным экзогенными агентами, вероятно, можно относить к разряду частных геоморфологических карт, если они не сопровождаются картой структурных форм или неоструктурных.

В качестве основного объекта разномасштабного геоморфологического картографирования большинство исследователей рассматривают морфоструктуры разного порядка, их части (элементы), а также формы экзогенного рельефа, неодинаково развивающиеся в пределах разных морфоструктур (например, террасы и др.). Это не противоречит принципам историко-морфогенетического направления. На картах любых масштабов рельеф изображается в тех же основных аспектах. Однако понимание этих аспектов изменилось, что привело к необходимости перестройки легенд карт всех масштабов. На картах морфоструктурного типа происхождение элементов рельефа показывается по *ведущему* генетическому фактору, который может быть как тектоническим, так и экзогенным. При изображении рельефа на обычных геоморфологических картах тектоническим фактором, как указывалось, нередко излишне пренебрегали. Однако для многих элементов рельефа, особенно горного, тектогенезис является определяющим, а экзогенезис – подчиненным ему. Интенсивность экзогенных процессов зависит от интенсивности и направленности вертикальных движений блоков. Соот-

ветственно этому на картах морфоструктурного типа появился иной «стиль» геоморфологического картирования. Природные границы элементов рельефа – глубинные разломы и разрывные нарушения – обуславливают более жесткую, угловатую рисовку рельефа. Поскольку такие границы прекрасно видны на космических снимках, аэрофотоснимках.

Поскольку морфоструктуры – это тектонические формы, всегда подработанные денудацией или аккумуляцией, в задачу морфоструктурного картирования входит установление степени такой подработки. Выполнение этой задачи достигается морфоструктурным анализом, как камеральным предполевым, так и полевым (Якубов Д.Х. 1992). Для получения возможно более объективного материала по оценке степени денудационной переработки (пока лишь качественной, во всяком случае для территорий, где отсутствуют коррелятные отложения большой мощности) необходимо составлять две итоговые карты: 1) карту блоковых структурных форм со «снятой» экзогенной переработкой и 2) общую геоморфологическую морфоструктурного направления; на ней элементы морфоструктур выделены по ведущему генетическому фактору. Например, склоны активных, «живых» блоков сохраняют первичный тектонический облик. Для районов с менее активной тектоникой и длительной денудационной переработкой склоны как элементы морфоструктур выделяются по типу денудации, т. е. по различиям того или иного экзогенного склоноформирующего фактора. В зависимости от величины поднятия в соседних блоках склоны могут быть в одном тектоническими, в другом – денудационными. Склон, независимо от степени денудационной переработки, продолжает оставаться элементом морфоструктуры. Показывая его в зависимости от ведущего генетического фактора и выделяя склоны переработанных морфоструктур по типу денудации, мы передаем и стадию развития склона, которая пока оценивается по качественным показателям.

Исходя из вышесказанного, целесообразна разработка легенды для карт морфоструктурного типа съемочных масштабов.

Такая легенда предлагается в настоящей книге как одна из возможных для составления карт морфоструктурного направления.

Основным принципиальным положением легенды и карт, составленных по ней, как указывалось, является *выделение элементов рельефа по ведущему генетическому фактору*. Поскольку, на наш взгляд, в целом таковым для большинства территорий является блоковая тектоника, легенда предполагает картирование блоковых морфоструктур и их элементов: гребней, вершинных поверхностей горстовых хребтов разного типа, склонов как тектонических, так и переработанных денудацией, днищ впадин – грабенов и рифтовых долин, ступеней и уступов склонов хребтов и бортов впадин и т. п. Таким образом, на картах съемочных масштабов предлагается аналитическое изображение морфоструктур и тем детальнее, чем крупнее масштаб карты. Изображение складчатых морфоструктур и вулканических как «живых», так и менее активных и потому отпрепарированных денудацией, также возможно путем выделения их элементов. Поскольку основные элементы рельефа выявляются как части морфоструктур, на карте отражается структурная основа рельефа.

Таким образом, в целом содержание общих геоморфологических карт в известной мере как бы подчинено изображению морфоструктур. Это и дает основание считать, что карты морфоструктурного типа, по существу, представляют *общие геоморфологические карты*.

В основу составления легенды положены:

- 1) классификация морфоструктур и их элементов, разработанная для съемочных масштабов (Ж. Жамолов, 2000);
- 2) классификация склонов.

Склоновая денудация является одним из основных экзогенных факторов формирования рельефа, а склоны – один из главнейших элементов рельефа. Однако в изданных легендах изображение склонов разработано недостаточно. Разработка классификации склонов, способов их изображения на картах крупных масштабов обуславливает генерализацию генетических типов склонов применительно к более мелким масштабам. Система легенд геоморфологических карт разных масштабов

должна включать объединение генетических типов склонов в комплексы. Примером наибольшей генерализации является легенда к геоморфологической карте Мира.

В зависимости от того, чем обусловлены основные черты рельефа склонов – тектоническими факторами или денудацией, все склоны на материках можно разделить на две группы: 1) *склоны эндогенные*, которые разделяются на тектонические, вулканические и (несколько условно) грязевулканические; это склоны «живых» активно развивающихся морфо-структур; особо выделяются структурные (отпрепарированные денудацией склоны менее активных морфоструктур, генезис которых уже определяется типом денудации); 2) *склоны денудационные и аккумулятивные* сильно переработанных и слабо активных морфо-структур, речных долин, экзогенных форм рельефа.

Сложнее составлять карты на районы с погребенным рельефом, перспективным на россыпи. Приходится учитывать, что террасы нумеруются над современной поймой, под осадками которой могут оказаться погребенными более древние и цокольные, и аллювиальные террасы. Картирование выявленных погребенных террас очень важно. Если этого не позволяет масштаб карты, к ней необходимо приложить выполненную в более крупном масштабе картосхему участков долин с погребенными террасами. На карте их можно изобразить при помощи чередования полосок, из которых одни будут соответствовать цвету погребенной террасы, а другие – фоновой закраске наложенной формы (например, штриховка цвета нижнечетвертичной террасы по фону делювиального шлейфа, под которым погребена данная терраса). Направление штриховки должно быть перпендикулярно направлению долины. Если в данном масштабе это трудно изобразить, следует дать дополнительное обозначение к легенде карты конкретного района.

Для выявления связи отдельных форм рельефа и рельефа территории в целом с геологическим строением – литолого – структурными условиями, реликтовой и «живой» тектоникой анализируются все геофизические материалы – карты, профили и др. Изучаются буровые колонки, разрезы, геологические профили,

коллекций. На основании сравнения топографических карт с геологическими и отдешифрованными аэрофото- и космическими снимками устанавливается совпадение или несовпадение геологических геоморфологических границ, намечаются на аэроснимках и космических снимках границы структурных форм.

Если имеются все необходимые материалы, предварительно устанавливаются:

1) морфология и морфометрия всех элементов рельефа, их сочетание;

2) плановый рисунок, размеры и морфология речных долин и слагающих их элементов (склонов, террас, пойм);

3) морфология междуречий (высота, характер склонов междуречий), типы междуречий (хребты, возвышенности, равнины и др.), морфологический облик их вершинных поверхностей или гребней и плановый рисунок и т. д.;

4) абсолютные и относительные высоты основных элементов рельефа;

5) их размеры;

6) густота и глубина расчленения;

7) распределение общих уклонов;

8) распределение склонов различной крутизны, длины и ширины.

На основании полученных сведений делаются предварительные выводы:

1) о соотношении рельефа с геологическим строением, с новейшей тектоникой;

2) с географическими условиями района – климатом и микро-климатом, особенностями стока, растительности и почвенного покрова;

3) о динамике современных (особенно катастрофических) рельефо-образующих процессов;

4) о фациальном составе, мощности (примерной) и генетических типах коррелятивных отложений. Особое внимание должно быть уделено плановым рисункам всех элементов рельефа и выявлению линейных элементов (ступеней, гребней, обрывов и пр.).

Полученные данные позволяют сократить объем работ в поле, а полевые исследования сделать более точно направленными, обусловив максимально объективный выбор участков «ключевых» исследований.

Результаты изучения материалов в предполевой период целесообразно оформить в виде ряда картосхем и карт. В настоящее время особое значение приобрели карты, составленные в результате предполевого морфо-структурного анализа.

Положения, на которых базируется морфоструктурный анализ, кратко сводятся к следующему. В задачу геоморфологического картирования, как указывалось, входит выделение элементов рельефа по главному, ведущему генетическому фактору. В качестве ведущего рельефообразующего фактора принимается тектоника, причем все более очевидной становится определяющая роль тектоники активной. Общеизвестное представление о рельефе как о результате воздействия на поверхность Земли эндогенных и экзогенных факторов конкретизировалось в понятии «морфоструктура» (Герасимов, 1946, 1959), которое прочно вошло в геоморфологию, а затем и в практику геоморфологического картирования ряде других стран. Приемов анализа много. По Данным М. А. Ахмеджанова (1989), лишь для изучения новейшей тектоники используется более сотни различных приемов анализа топографических карт. Основные приемы заключаются в переработке топографических карт и создании качественно иных вспомогательных карт. Имеют значение и приемы графические, статистические и иные для изучения расчлененности рельефа, крутизны склонов, продольных профилей рек, линейных элементов рельефа, тренданализ и т. и., описанные в ряде специальных работ.

А. Р. Ярмухамедовым (1999) разработана система морфоструктурных (морфотектонических по его терминологии) карт и схем разных масштабов. На картах крупных и частью средних масштабов. дается «портретное» изображение рельефа с подчеркнутым отражением линейных и дуговых элементов разрывной тектоники (жесткая рисовка). Составление карт заключается в изображении блоков и их границ по разломам и разрывным на-

рушениям. Фоновая раскраска карт и схем отражает морфологию и гипсометрию рельефа и через них – морфоструктуры, а также основные литолого-стратиграфические и геолого – структурные комплексы. Методика разработана на примерах картирования Алдано – Станового региона и опирается на многолетние полевые исследования и комплекс предполевых приемов морфоструктурного анализа.

Морфоструктурные карты составляются непосредственно на топокартах без вспомогательных карт. Методика включает ряд распространенных приемов, связывающих карты всех масштабов. Она основана на представлении о том, что рельеф региона является тектонически активным, не измененным существенно денудацией. Благодаря этому можно строить карты морфоструктур топокартам, внося поправки на денудацию сразу. Это обусловлено достаточной интенсивностью новейших деформаций и четкостью структурных форм, хорошо сохраняющихся на стойких породах архейского фундамента, который обнажен на большей части региона, а в остальных частях относительно неглубоко погребен под осадочным покровом. При таком строении отчетливо видны связи новейших морфоструктур с планом долгоживущих структурных форм фундамента. Это облегчает и выявление тектонического характера нерезких форм рельефа по их закономерному положению, морфоструктурном плане, общему с более резкими явно тектоническими формами.

На мелкомасштабных картах связь долин с крупнейшими разломами можно подчеркнуть внесмасштабными линиями. Однако совпадение долин с разломами и разрывными нарушениями столько универсально, что для многих регионов подчеркивать бы все реки. Поэтому, оговорив общую связь долин с разрывными нарушениями, специальными обозначениями нужно отмечать лишь долины – грабены, малые рифтовые долины поперечно-склоновые долины.

По обзорным и мелкомасштабным картам, сохраняющим генерализованные подлинные рисунки блоково – разрывной тектоники должны составляться схемы, освещающие основной морфоструктурный план. На них выделяются главные блоковые



морфоструктуры и направления разломов: сквозных и ведущих для разных блоков, их стыки и главные комбинации.

В горном горстовом рельефе, где к сбросовым склонам при-  
мыкают участки плоскогорий и плато, на мелкомасштабных кар-  
тах границы морфоструктур правильнее показывать линиями. Мелкомасштабные карты схематично наносятся основные черты регионального плана: главные морфоструктуры и линии **разло-  
мов** и разрывных нарушений. Второ-степенные изломы конту-  
ров спрямляются; схематично намечаются связи между элемен-  
тами **плана** (например, пунктиром соединяются в общие зоны **кулисообразно** смещенные участки долин, выделяются участков разломов и разрывных нарушений по речной сети и **спрямлен-  
ным** элементам рельефа, намечающих фрагменты их **общей** ре-  
шетки и комбинации разрывных нарушений, оконтуривающих новейшие деформации. Далее «поднимаются» уже детали линий и контуров, их изломы, параллельные второстепенные линии и, на первый взгляд, беспорядочные – для поиска закономерных рисунков плана. Полезно нанести прямые участки долин и **уступы** рельефа удлинненными линиями, чтобы резче выступили их **простиранья**. Для ясного чтения карт необходимо на всех контурах ставить берег штрихи (по рисовке разные для докай-  
нозойских и новейших элементов) в сторону относительно опу-  
щенных элементов структуры. Это позволит установить прямое наследование или инверсию отраженных в рельефе структурных форм. В результате выявится морфоструктурный план террито-  
рии и на его региональном фоне выступят пересечения разломов и морфоструктурных **зон**. Важный этап точного картирования представляет отражение на карте склонов разной крутизны, литологических комплексов и др. Частные контуры сопоставляются с чертами общего плана. Для этого частные контуры должны рисоваться очень точно. Например, в зоне глубинного разлома располагается система уступов. Главные из них ориентирова-  
ны косо к простиранию. Разлома. На карте они и должны быть показаны сильнее, чем **ориентированные** вдоль разлома. Этим будет подчеркнута и связь Уступов с зоной разлома, и сложный

характер зоны. Одна из задач морфоструктурных карт должны вскрыть новые его черты.

Они направлены на выявление статистических закономерностей. Переход от индивидуальных качественных исследований к массовому отбору данных стандартными приемами и количественным характеристикам закономерен. Однако не следует субъективный фактор считать только отрицательным. Способность к ассоциации и созданию рабочих гипотез, знания и опыт абсолютно необходимы для вскрытия систем явлений. Карты и графики, основанные на статистических приемах, также испытывают влияние субъективных факторов и при отборе данных, и при интерпретации.

Примером карт «объективного» направления могут быть карты изолиний числа спрямленных элементов рельефа, если их отбор ведется правильно. Обычно отбор картируемых спрямленных элементов проводится составителем по достаточно условным нормам их спрямленности, размеров и выраженности. При интерпретации этих карт считается, что наибольшая густота молодых и омоложенных трещин указывает на своды поднятий. Однако густота может быть наибольшей и на швах морфоструктур. На нее сильно влияют литологические особенности пород и другие факторы, поэтому участки одного и того же цельного морфоструктурного элемента могут иметь разную густоту спрямленных элементов. Например, участки шва между морфоструктурами с разным знаком движений могут быть выражены в одном месте крупной долиной, в другом – зоной субпараллельных и различно ориентированных мелких долин и логов. Во втором случае на карте спрямленных элементов шов может потеряться как цельная черта.

При составлении карт региона отбор элементов проводился без определенных количественных критериев по качественному выявлению основных направлений блоково – разрывной тектоники, контуров морфо-структур и сохранению их составляющих. Так, выделение по рельефу предполагаемого поднятия направило картирование на поиски омоложенных нарушений – главных швов поднятия и параллельных им второстепенных

контуров и, далее, на поиски линий, которые могут указать на связь поднятия с пересечением разломов. Такой путь объединяет и статистический, и эвристический приемы исследования. Карты дают массовое отражение элементов плана, и составитель просматривает и анализирует одновременно по топокартам, аэрофотоснимкам и т. п. еще большее их число, выбирая из них повторяющиеся и закономерные.

В свою очередь геоморфологическая карта может многое подсказать при составлении почвенной и других карт природы. Поскольку любой компонент воздействует на весь природный комплекс, а вся совокупность их влияет на каждый в отдельности, комплексное (тематическое) картирование должно быть согласованным. В первую очередь необходимы согласованные основа, на которой составляется серия карт природы, масштаб, а далее и взгляды авторов отдельных карт. Примерами несогласованности взглядов могут служить иногда весьма различающиеся геологическая и тектоническая карты, составленные на одну территорию. На несогласованных картах не совпадают разломы и разрывные нарушения, их может вообще не оказаться на одной из этих карт, и в таком случае многие геологические границы остаются не объясненными, рисовка контуров на обеих картах будет резко отличаться, при сопоставлении с топографической картой также резко будет не совпадать интерпретация контуров с рельефом. Такие карты вряд ли можно использовать при составлении общей геоморфологической карты на морфоструктурной основе.

Геоморфологические карты в серии согласованных карт помогают при составлении почвенной и других тематических карт.

Эффективно и изучение всех тематических карт, составленных на ту или иную территорию в разное время и в разных масштабах. Основой их согласования может быть топографическая карта и составленная на ее основе карта элементов рельефа, которая помогает выявлению тектонических форм и разломов.

В самом недалеком будущем основой согласования тематических карт должны стать космические снимки разных масштабов или аэроснимки в зависимости от масштаба карт, которые

необходимо составить. По сути это фотокарты, составление которых уже ведется в ряде стран.

Это единственная бесспорно объективная основа для тематических карт. На снимках сначала дешифрируется рельеф и составляется точная топокарта. Затем на других экземплярах снимков дешифрируются геологические элементы, тектонические, элементы рельефа по их генезису, почвенный покров и т. п. Отдешифрованная нагрузка (по каждому виду дешифрирования) совмещается с топоосновой, полученной с тех же снимков, и далее печатаются литооттиски каждой карты. Такая методика значительно ускоряет составление тематических карт, неизмеримо повышает их качество и снижает элемент субъективности. При этом не исключается ключевая проверка карт в поле, но намного сокращается. Студенты непременно должны составлять геоморфологические фотокарты на практических занятиях, на учебной и (желательно) на производственной практиках.

В целом предполевым морфоструктурный анализ может дать общую основу для полевого составления карт природы. Это не только улучшит комплексное картирование и облегчит согласование карт комплекса, но и значительно удешевит работы по составлению тематических карт.

Так как нередко разные карты природы на одну и ту же территорию составляются в разное время, при геоморфологическом картировании анализ ранее составленных тематических карт представляет необходимую задачу.

Сбор мелкомасштабных материалов основной задачей является сбор и анализ материала для широкой геологической, тектонической, геофизической характеристики регионального «фона» и позиции района на этом фоне. Для этого отбираются имеющиеся средние, мелкомасштабные и обзорные тектонические, геологические и геофизические карты, а также геологические и геофизические профили, разрезы опорных скважин, геоморфологические карты, составленные по любым легендам, карты четвертичных отложений; определяются крупные тектонические структуры, морфоструктуры, геоморфологические области и области развития новейших отложений и наносятся границы

района, подлежащего исследованию. Затем изучаются все геологические материалы – схемы, карты, профили, колонки, сводные разрезы, материалы бурения и сопоставляются с геофизическими картам» и профилями, составленными по данным аэрогеофизических и наземных съемок.

Главное значение для картирования имеет космических фото – и телевизионных снимков. Фотоснимки имеет более высокое качество. Разрешающая способность телевизионных снимков на порядок ниже, изображение на них осложнено искусственным рисунком параллельных строчек. Однако качество телевизионных снимков прогрессивно улучшается; телевизионной съемкой покрыта вся поверхность Земли и технически возможна быстрая повторная съемка, что важно для изучения динамики геоморфологических явлений. Поэтому необходимо использование как фото, так и телевизионных снимков. По космическим снимкам, можно прямо составлять геоморфологические карты. Для более легкого и полного дешифрирования возможно увеличение снимков. Если при трех-, четырехкратном увеличении какие-либо черты рельефа исчезают, появляются другие, которые не были видны на снимках более мелких масштабов. Поэтому следует использовать на одну и ту же территорию снимки с разным увеличением.

В отличие от аэрофотосъемки среди космических снимков преобладают перспективные, для которых характерны большие различия масштабов неодинаково удаленных объектов и сильные искажения за счет сферичности поверхности Земли, поэтому плановые рисунки на снимках должны рассматриваться с зрительной поправкой на эти искажения. Для точного анализа и картирования необходимо специальное трансформирование снимков. Зато плановые космические снимки горного рельефа в отличие от аэрофотоснимков отражают высокие и низкие участки рельефа практически в одинаковых масштабах. Радарные космические снимки, как и аэрофотоснимки, имеют особое значение для территорий с большой облачностью. В ближайшем будущем, очевидно, для геоморфологических исследований, как и для других, будет использоваться комплексное дешифрирование

многозональной съемки, по которой можно будет не только непосредственно картировать рельеф, но и устанавливать скрытые разломы по их тепловому изображению, границы рыхлых комплексов по отражению на снимках их разной увлажненности и т. д. Четкое изображение морфоструктур в горных странах дают синтезированные многозональные снимки.

По данным Ш.Э.Эргашева, такая «просвечиваемость» или «рентгеноскопичность» космического фотоизображения для территории Ферганы и ее горного обрамления подтверждена геофизическими материалами.

«Корни» крупнейших морфоструктур уходят в мантию. Авторы предполагают, что и сама «рентгеноскопичность» обусловлена сложной изменчивостью различных физических полей Земли на территориях с разнообразным строением земной коры и верхней мантии. О. К. Леонтьев на космическом снимке увидел детали строения рельефа дна северной части Охотского моря на глубине около 1000 м, хотя известно, что свет в толщу воды проникает лишь до глубины около 30 м. Это строение рельефа дна отражено на составленной ранее и с помощью других приемов геоморфологической карте дна Охотского моря. Иначе такое явление могло бы показаться недоказанным. Из сказанного следует, какие огромные возможности имеет космическая информация, особенно при сопоставлении ее с данными геофизики.

Важно, что благодаря передаче на космической фотографии облика и границ геоморфологических объектов многие из них могут быть точно идентифицированы при сопоставлении космических снимков и аэрофотоснимков разных масштабов, иногда вплоть до детальных. В тех случаях, когда целостное изображение крупных элементов рельефа – морфоструктур на аэрофотоснимках расплывается и исчезает, их выделение на космических снимках может разъяснить многие рисунки на аэрофотоснимках, как детали этих элементов. Космические мелко-масштабные снимки содержат так много деталей, что по ним можно составлять фотогеологические, соответственно, фототектонические и фотогеоморфологические карты масштабов 1:2500000,

1:1000000, 1:500000 – 1:200000 и, как можно предположить, в ближайшем будущем даже 1:100 000 и крупнее.

Идентичность изображений на космических и аэрофотоснимках облегчает задачу генерализации природных рисунков, дает возможность сохранить их индивидуальный облик. Поскольку фотоизображение отражает сложное строение природных объектов с наложением и переплетением различных природных рисунков, сравнительное дешифрирование космических и аэрофотоснимков особенно важно для смысловой генерализации, при которой не просто механически упрощаются контуры специальной нагрузки карт на разных уровнях генерализации, а объединяются и обобщаются качественные черты явлений. При анализе космических снимков столь четко видна «жесткая» угловатая рисовка рельефа, описанная выше, что она в настоящее время не требует обоснования. Сравнительное дешифрирование аэрофотоснимков и космических снимков и составление фотогеоморфологических карт разных масштабов, разумеется, с дополнениями всеми выше указанными материалами (и ключевым изучением в поле очень облегчит и ускорит генерализацию геоморфологических карт и создание единой системы легенд или карт разных масштабов. Геоморфологи должны считать такое картирование первоочередной задачей.

### **11.3. Дешифрирование систем разломов и разрывных нарушений**

Уникальные возможности открывают космические снимки для изучения зон глубинных разломов большого протяжения и особенно их систем Рельеф и ландшафты в их зонах, как правило, отличаются от разломных участков. Эти признаки крупных разломов видны и на аэрофотоснимках. Однако отдельные аэрофотоснимки, даже высотные, охватывают лишь участки зон разломов; средние – и крупномасштабные снимки захватывают обычно только часть их, например одну из границ. Прослеживание разломов и выявление их систем обычно затрудняется

Связи отдельных участков разломов не выявляются, а на картах показываются произвольно и гипотетично; многие разломы вообще остаются необнаруженными. Особенно это касается так называемых «скрытых» разломов, которые можно обнаружить по совокупности многих относительно мелких черт геологического строения, рельефа, растительности, минерализации и т. д. Поэтому неполной, гипотетичной и спорной остается и общая система разломов Земли, и одна из важнейших ее частей – так называемая регматическая планетарная решетка разломов. Она намечена наиболее отчетливо для щитов: Элементы ее намечаются и для других территорий. Однако только с помощью космических снимков можно будет установить полную картину ее проявления на Земле. На них она вырисовывается четко, решетка глубинных разломов (мантийных и коровых) разного порядка сложна в плане и как бы многоэтажна, так как разломы закладываются на разной глубине, представлена многими «парами» перпендикулярных, однопорядковых разломов и в целом общепланетарна; локальны лишь разрывные нарушения низших порядков.

Единая зона разломов может нарушаться на протяжении десятков и даже сотен километров, а затем вновь приобретает целостное геоморфологическое выражение. Также видны и решетчатые системы разломов, которые не являются геометрически правильными, прерывистые, изменчивые, но и прерывистость, и их изменчивость закономерны. Лучше всего морфоструктуры, тип их моделировки (денудация или аккумуляция), разломы разных порядков и геологическое строение дешифрируют по снимкам аридных территорий. Морфоструктуры разделены по высотам, геологическому строению, плану, глубине и густоте расчленения, разломным ограничениям, типу денудационной и аккумулятивной моделировки.

Предполевой морфоструктурный анализ и составление предварительных карт дает необходимую основу для выявления ведущего генетического фактора и составления общих геоморфологических карт.



Морфоструктурный анализ, как указывалось, необходим при групповой геоморфологической съемке. Специальное геоморфологическое картирование в связи с поисками нефтегазовых структур, эндогенного оруденения, россыпей и других видов полезных ископаемых в настоящее время не мыслится без морфоструктурного анализа.

По линейным элементам рельефа выявляются разломы, которые геологическими методами устанавливаются с трудом и большими затратами. Поэтому составление предварительных карт целесообразно и перед геологической съемкой. Составление предварительных карт на основе морфоструктурного анализа сокращает полевые работы.

По результатам анализа составляются аналитические карты.

1. *Карта разломов и разрывных нарушений.* Карта составляется по рисунку долинной сети и по другим характерным особенностям рельефа и ландшафта (уступам, ступеням и др.). Эти данные совмещаются на единой кальке с разломами, перенесенными с геологических и других тематических карт.

2. *Карта элементов рельефа.* Выполняется в цвете. Элементы. *Гребни, вершинные поверхности и отдельные вершины хребтов и массивов* по различиям их абсолютных высот и морфографическим особенностям; градация высот выбирается в зависимости от характера рельефа; например, 300 – 400 м для Карпат, Алтая, Уральских гор, Скандинавских гор и др. Для Альп, Кавказа, Пиренеев интервалы высот могут быть больше. Наиболее возвышенные из указанных элементов рельефа закрашиваются более темным цветом. Оттенком цвета дается характеристика не только по высоте, но и форме вершинной поверхности. Например, если она уплощена и ступенчата, то для верхней ступени берется наиболее темный оттенок цвета, выбранного для той или иной высотной градации. Форма гребня подчеркивается не только цветом, но и рисунком знака. *Склоны.* Выделяются на карте только по крутизне и также закрашиваются разными оттенками одного цвета: чем круче, тем темнее. Количество градаций крутизны меняется в зависимости от масштаба. *Ступени на горных склонах.* Выделение ступеней по различиям высот (которые про-

ставляются на карте) позволяет выявить их принадлежность к определенным высотным уровням. Ступени в пределах единого высотного уровня даются цветом. Чем выше уровень, тем должна быть интенсивнее и ярче окраска. Единичные локальные ступени на любой абсолютной высоте показываются одним цветом.

*Межгорные впадины.* Их днища выделяются по высотному положению впадины и в зависимости от этого показываются разными оттенками зеленого цвета и зелено – желтого. На картах крупных масштабов в цвете можно отразить и высоту, на которой расположена впадина: чем выше, тем темнее. Ступени бортов впадин изображаются по тому же принципу, что и ступени склонов хребтов, чем выше, тем ярче.

*Долины рек.* Показываются другими оттенками зеленого цвета, отличными от цвета впадин и разными в зависимости от их привязки к главным долинам или межгорным впадинам. Крупные ступени в долинах, как и в днищах межгорных впадин, выделяющиеся на более крупно масштабной (чем масштаб окончательной геоморфологической карты) топокарте, изображаются более светлыми оттенками зеленого цвета. Эти ступени большей частью представляют собой террасы (разного типа), но, как указывалось, на этой карте элементы рельефа не выделяются по генезису.

3. Многие для выявления новейшей и современной тектоники дают продольные профили рек, совмещенные с продольными профилями террас. Пороги, перепады в продольном профиле, участки его плавного падения при сопоставлении с элементами рельефа, пересекаемыми рекой, дополняют представления о неодинаковой Интенсивности современных тектонических движений для западной части Намангана. (рис. 26) . Различие или сходство совмещенных профилей русла и террас позволяет судить об изменении тектонического ре. жима за определенный отрезок времени. Эти данные тем надежнее, чем точнее определен возраст террас. Данные о разной интенсивности движений дает сопоставление профилей с картой элементов рельефа и схемой разломов и разрывных нарушений.

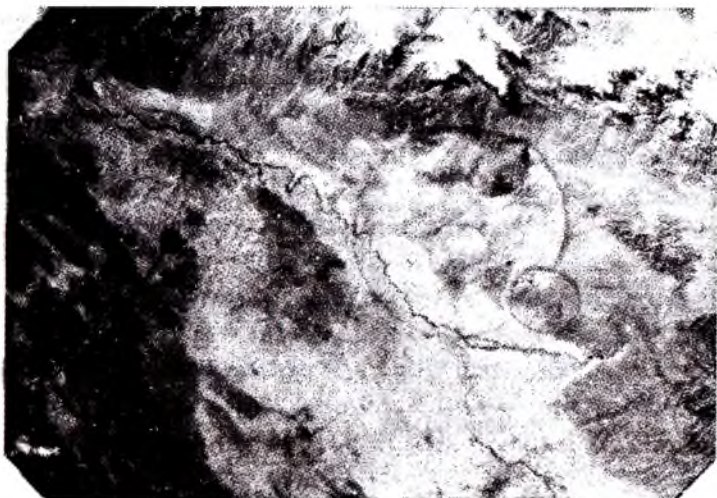


Рис.26. Наманганская кольцевая структура.

4. Проводится дешифрирование космических снимков для выявления регионального фона территории и затем аэро – сложную решетку разрывных нарушений нескольких направлений. Такие участки непременно повторяются по разным (и даже по разнопорядковым) долинам рек. Дешифрируют также другие элементы рельефа: террасы, ступени, склоны разного типа, ниши, курумы, седловины, склоновые шлейфы, моренные накопления. Все отдешифрированные элементы рельефа наносят на накладку или снимок. Полученный материал позволяет наметить генезис элементов рельефа, выявленных ранее по морфометрическим и морфологическим характеристикам).

Предварительно выявляется связь геоморфологических элементов с тектоникой. Разломы и разрывные нарушения, проведенные по космическим снимкам, топокартам, аэрофотоснимкам, и сопоставление их с выделенными элементами рельефа дают возможность провести разделение и разломов и разрывных нарушений на порядки по их размерам и выражению в рельефе. Разломы, отдешифрированные на космических снимках (если

они есть на данный район), также наносят на карту разломов и разрывных нарушений (вернее, часто лишь границы зон разломов). Это позволяет предложить новые и достаточно объективные критерии для их классификации. Для каждого масштаба могут быть приняты свои порядки разрывных нарушений и соответственно порядки блоков, ограничиваемых ими. Если морфоструктурный анализ применяется для разномасштабного картирования одной и той же территории – от 1:50 000 до 1:1000 000, можно дать единую (хотя и предварительную) классификацию. Чем больше разрывных нарушений подтверждено и охарактеризовано геологическими и геофизическими данными, тем полнее может быть анализ соотношений геоморфологического выражения и геологической сущности нарушений.

Предварительное выделение участков с неодинаковой интенсивностью и направленностью неотектонических и современных движений по карте элементов рельефа, путем корреляции ее с отдешифрованными аэрофотоснимками и картой разрывных нарушений (по мере необходимости и после выполнения некоторых морфометрических построений) дает возможность в поле выявить основные структурные (тектонические) формы территории, а, следовательно, и морфоструктуры, а также , интенсивности и типе новейших тектонических движений в пределах каждой морфоструктуры. Дальнейшее сопоставление карт элементов рельефа и разломов с продольными и поперечными профилями рек и долин, общих геолого-геоморфологических профилей с геофизическими, геологическими и буровыми данными позволит выделить главные зоны сложно построенных систем дифференциально поднятых или опущенных блоков, а корреляция всего перечисленного материала позволит выявить блоки низшего порядка, неодинаково поднятые хребты и массивы, ослабленные пониженные зоны, по которым реки нередко текут в противоположных направлениях, межгорные впадины-грабены и связь отдельных морфоструктур с разрывными нарушениями низших порядков (отчлененных горстовых хребтов, хребтов, вырезанных эрозией по разрывным нарушениям, тектонических седловин, ступеней и др.).

1. Кроме схемы разрывных нарушений можно составить еще одну схему. На кальку, наложенную на топографическую карту соответствующего масштаба, переносят с карты все абсолютные высоты. Составляют шкалу градаций высот в зависимости от интервала между самой высокой и самой низкой точками района. В пределах выбранной градации высоты на кальке показывают разными цветами и соединяют изолиниями, рисовка которых корректируется по схеме разломов. В итоге получают несколько огрубленную схему блоковых структурных форм, так как здесь можно наметить только самые общие очертания крупных блоков. Но может быть именно поэтому ее составление иногда имеет смысл для окончательной карты блоков, тем более, что делается она очень быстро и без привлечения дополнительных материалов.

2. На основании всех этих материалов можно составить карту структурных форм I, II и иногда III порядков (для съемочных масштабов) со снятой экзогенной моделировкой. Для многих районов это будет *карта блоков*. Очертания блоков определяются комбинациями участков глубинных разломов и разрывных нарушений разных направлений и порядков (см. рис. 13, 14, 15). Разрывные нарушения разных порядков, как указывалось, следует показывать красными линиями неодинаковой толщины. Зоны блоков первого порядка показывают разным цветом, а блоки второго и более низких порядков – оттенками цвета в пределах блоков первого порядка. Линии границ зон разломов и разрывных нарушений, ограничивающие блоки, несколько спрямляют, поскольку структурные формы и соответствующие им морфоструктуры не абсолютно совпадают по очертаниям. Границы морфоструктур менее резки и прямолинейны, так как они или размыты, или замыты, или погребены под новейшими отложениями разного генезиса. Поэтому вторичные изменения, обусловленные явно экзогенными процессами.

Геоморфологическая карта по морфоструктурному принципу выполняется в результате корреляции материалов, составленных в подготовительный период, полевых исследований и повторного дешифрирования в поле. Ее основой является *карта*

*элементов рельефа*, которая по космическим снимкам, аэрофото-снимкам и полевым данным получает генетическое толкование. Карта позволяет точно выбрать «ключи»- эталонные участки для интерпретации генетических выделов (элементов морфоструктур и форм рельефа экзогенного происхождения).

Полевое картирование в масштабе 1:100000 и мельче включает опорные маршруты между ключами и площадную съемку на ключевых участках. Маршруты должны пересечь все главные морфоструктуры и пройти вдоль и поперек типичных долин. При выборе маршрутов следует учитывать сложность района и наличие обнажений коренных и рыхлых пород. Исследования на ключах проводятся там, где наиболее ясно видно соотношение типичных элементов рельефа с геологическим строением и разрывными нарушениями. имеются характерные разрезы рыхлого покрова, а также на участках со сложным строением.

Для составления карт масштабов 1:25000 – 1:50000 необходима площадная съемка всего района.

Кроме полевых маршрутов производятся также аэровизуальные Наблюдения, лучше всего с вертолета, а на больших по площади территориях с небольшого самолета.

Первая задача полевых работ – уточнение типов морфоструктур. С помощью полевых морфоструктурных исследований решаются. Два важнейших вопроса геоморфологического картирования: Распознавание складчатых и блоковых морфоструктур и разделение морфоструктур, обусловленных структурой) или активной тектоникой. Последнее намечается на предварительной карте структурных форм. Сбросовые склоны, гребни, тектонические наклоны блоков могут быть как отпрепарированными, так и образованными новейшими движениями в более ранние их этапы. Это видно по различиям их плановых рисунков и связи с разрывными нарушениями. Значительная денудированность молодых тектонических склонов может быть обусловлена нестойкостью пород, особенно в зонах сильной трещиноватости, и интенсивностью склонового сноса вследствие активных вертикальных движений. Связь склонов с новейшей тектоникой ясно подтверждается, если имеются следы недавних и современных

подвижек: увеличение крутизны у подножия (иногда – резкие обрывы) и «освеженные» полосы поперек осыпей и вдоль перекрытых осыпями отдельных разрывов. Обрыв и полосы выделяются на аэрофотоснимках светлым тоном.

Маршруты следует строить так, чтобы обеспечить наблюдения над формами рельефа и приуроченными к ним обнажениями как непосредственно, так и издали, для общего обзора с высоких точек. Обзор особенно необходим при изучении горного рельефа, его крупных черт. При обзоре можно, например, наметить на тектонических склонах чешуйчатые и клиновидные горсты, блоковые уступы, ступени и впадины, ступенчатые формы тектоно – гравитационного отседания, курумы разной формы, распространение и характер покрова склоновых отложений и др. Намеченные характерные детали рассматриваются затем в бинокль. Такое изучение может значительно пополнить предварительные представления, полученные по аэрофотоснимкам. Необходимо на месте сравнить наблюдения с аэрофотоснимками, которые обязательно берутся в маршруты, проверить намеченные ранее дешифровочные признаки, откорректировать представленную на карте элементов рельефа истинную картину форм рельефа, видимого в перспективе.

Необходимо также сравнить наблюдаемые в поле черты морфоструктур со всеми тематическими и вспомогательными картами и профилями. Нередко обнаруживается, что хорошо видимые на местности черты не нашли отражения на имеющихся картах. Возникает необходимость дополнения карт по морфоструктурным признакам. Полезно также сравнить с рельефом местности геофизические карты и профили, найти места расположения скважин и сопоставить их разрезы с видимым рельефом в поле.

Все собранные данные сравниваются с картой элементов рельефа и с отдешифрованными аэрокосмическими фотоснимками и намечаются маршруты через основные морфоструктуры.

В поле для картирования морфоструктур и их элементов изучается как первичный *генезис склонов*, так и процессы моделировки: состав и мощности склоновых и террасовых отложений, отложений, выполняющих впадины и долины, слагающих кону-

сы выноса. Собирается материал по определению возраста отложений, изучаются коры выветривания, рельеф и микрорельеф гребней, вершинных поверхностей, ступеней рельефа и склонов. По микроформам, их генезису, ориентировке, сочетанию с другими, по их природному рисунку можно достаточно точно судить о процессах, их образующих, о направлении действия процессов и даже их скорости. Формы рельефа все время сопоставляются с данными бурения и геофизическими. как прежними, так и вновь полученными при полевых работах.

Маршруты для изучения склонов необходимо строить двояко:

1) маршруты, с высоких точек которых были бы видны издали склоны долин, хребтов и т. д., их рельеф и микрорельеф, плановый рисунок форм микрорельефа, обнаженность, крутизна и др;

2) маршруты непосредственно по изучаемому склону; для склонов накопления важно изучить типовые разрезы склоновых отложений разного генезиса.

Для связи полевых наблюдений с результатами предполевого морфоструктурного анализа необходимо *изучение опорных обнажений коренных пород*, оно даст более полные данные о геологическом строении морфоструктур. Помимо общих характеристик пород следует отмечать те литолого-петрографические особенности пород и проявления тектоники, которые могут объяснить именно черты морфоструктур района. Наблюдения над коренными породами важны потому, что в материалах геологических съемок как геоморфологическое значение пород, так и их тектоника не всегда освещаются достаточно. Необходимо отмечать стойкость пород к выветриванию, сохранность угловатых глыб в развалах даже на относительно выровненных поверхностях, уступы стойких пачек на пологих склонах или быстрое образование мелких осыпей слабых пород и наличие свежих обнаженных пород только в подмываемых обрывах, чередование водоносных и водоупорных прослоев и способность пород к оползанию и оплыванию .



В районах развития мезозойского, палеоген-неогенового и более молодого магматизма рекомендуется изучение образцов пород, так как различные магматические породы характеризуют явления, неодинаковые в морфоструктурном отношении: гипабиссальные и субвулканические интрузии, вулканические и эффузивные образования различных типов, фаз и возраста и др.

Складки, моноклиналиное залегание, разрывные нарушения, видимые в обнажениях, нужно прослеживать в рельефе, отмечая, чем может объясниться их выражение: препарировкой или активной тектоникой. Также отмечается и срезанность дислоцированных пород относительно ровными поверхностями рельефа.

Особое внимание в поле уделяется изучению *разломов и трещиноватости пород*, которая может быть связана с крупными разломами, в том числе активными, и в таком случае существенно определять условия выветривания, денудации и препарировки морфоструктур, но, как указывалось, может развиваться и автономно в блоках с разной направленностью и интенсивностью движений.

Между главными разломами обычно протягиваются связанные с ними и параллельные им зоны сгущения трещиноватости, которые также играют большую роль в формировании рельефа. Поэтому, измеряя трещиноватость даже вне главных разломов, можно получить данные о направлениях их решетчатого плана. Трещины, описанные в обнажениях, должны быть сопоставлены с планом нарушений того или иного порядка и планом морфоструктур. Для этого необходимо на месте сравнить положение обнажений с аэрокосмическими фотоснимками и картами разломов и разрывных нарушений, элементов рельефа и блоковых структурных форм, проследить, как выражаются на них направления трещиноватости, наблюдаемые в обнажениях. Необходимо на месте охарактеризовать геоморфологическое выражение разных направлений трещин: отседание по ним склонов, образование уступов, логов, раскрытых трещин и т. д. Совпадение направления трещин с разрывными нарушениями не происходит лишь в том случае, если трещины развиваются автономно в разных блоках. При описании трещиноватости и обработке наблю-

дений можно пользоваться статистическими приемами. Однако пока они трудоемки и не всегда достаточно отражают геоморфологическое значение трещиноватости. Поэтому рекомендуется пользоваться упрощенными приемами фиксации главных направлений трещин

Изучение ослабленных разрывных нарушений наиболее важно для морфоструктурного анализа, но их строение трудно увидеть. Им обычно следуют долины, ложбины и седловины, в которых нарушения оказываются закрытыми аллювием или склоновыми отложениями. Поэтому особый интерес представляют сравнительно редкие хорошие обнажения таких нарушений. Как правило, это обрывистые, подмываемые склоны крутых долин в стойких породах, идущие вдоль омоложенного нарушения. Характерные прямые и ломаные очертания таких склонов легко дешифрируются на аэрофотоснимках. Это позволяет наметить их как точки главных маршрутов. В поле формы склонов описывают, зарисовывают и фотографируют. При этом изучают не только самые крутые обнаженные их части, но и остальные, нередко залесенные. На них можно обнаружить небольшие резкие уступы и рвы, не видимые на аэрофотоснимках. В обнажениях следует попытаться найти зеркала скольжения и другие следы смещений и установить, являются они свежими или древними. Один из признаков новейших разрывов (обычно в зонах древних разломов) – трещины без признаков минерализации или только с лимонитовой минерализацией.

Частыми для разрывных нарушений в пределах долгоживущих разломов являются древние плотные милониты, раздробленные позднейшими, повторявшимися подвижками. Более ранние трещины могут быть плотно залечены, например, кварцевыми жилами, а новейшие подвижки – проявляться дроблением милонитов и кварцевых жил, трещинами свежими или с поверхностной лимонитовой минерализацией.

Морфоструктурным анализом и дешифрированием нередко намечаются крупные разломы там, где они, якобы, не подтверждаются геологическими данными. Таковы, например, уступы между различными по высотам и рельефу крупными блоками.

Такие, уступы формируются новейшими движениями вдоль долгоживущих разломов, но не по залеченным главным нарушениям, а по второстепенным и вновь возникшим.

Второй случай кажущихся расхождений геологических и морфоструктурных данных связан с тем, что при замерах трещины обычной геологической методике может не быть установлено простираие зон главных разломов. Обнажения таких зон часто образуют зубчатые скалы, ограниченные трещинами скола под средними углами к общему простираию обнажений. При описаниях обнажений отмечают лишь плоскости этих трещин, но они не закономерны по отношению к общему простираию главного активного нарушения, отражающегося неправильными трещинами отрыва, которые трудно заметить. Такие главные нарушения обнаруживаются на аэрофотоснимках и в поле по общим прямым очертаниям участков долин и уступам.

Мелкие молодые и омоложенные нарушения часто выделяются на скалах солевыми выцветами на выходах трещинных вод или линейно расположенных источников. Главные крупные зоны глубинных разломов легче обнаружить в поле, если предварительно они выявлены по космическим снимкам и, возможно, геологическими исследованиями. В поле при детальных работах и по аэрофотоснимкам их обнаружить трудно, так как зона имеет большую ширину и может захватывать много снимков.

Крутые уступы на осыпных склонах хребтов, которые намечаются по аэрофотоснимкам как омоложенные сбросы, на местности оказываются большей частью покрытыми глыбовой осыпью более крупнообломочной, чем на других участках склонов. Коренные выходы в этих уступах обычно сильно разрушены и отделить в них следы новейших движений от гравитационного отседания трудно. Следует тщательно описывать формы этих уступов, изменения крупности материала и микрорельеф осыпей, «освеженные» полосы поперек осыпей и др. Светлый их тон на аэроснимках связан с тем, что усиленнодвигающиеся здесь глыбы, по-видимому, переворачиваются и менее покрыты лишайниками. Особого внимания заслуживают сбросовые склоны, вверху представляющие ровную осыпь, а ниже имеющие

неровную, обычно залесенную поверхность. Такой рельеф может быть образован быстрым соскальзыванием осыпей при сейсмических толчках. Наконец, необходимо подробное описание «освеженных» уступов основания сбросовых склонов. Обычно эти уступы также покрыты осыпью, но образуют неровные вторичные уступы и впадины, указывающие на неравномерное движение основания осыпей. Эти формы должны быть внимательно изучены точки зрения объяснения их новейшей тектоникой или как грунтово-водного и снежного педиментного забоя. Не исключается и наличие тектонического уступа, блоковой ступени, которая одновременно подрабатывается как педиментный забой разными склоновыми процессами. Уступы, на водоносных приоткрытых разрывах часто характеризуются к родниковыми нишами, оплывинами, оползанием и сильной увлажненностью основания. Однако эти черты свойственны и денудационным забоям. Необходимо установить, связаны ли в наблюдаемых случаях они с выходами воды, стекающей по осыпи, или с выходами трещинных вод.

Типичные участки закрытых разрывных нарушений, выраженных небольшими рвами, ложбинами, осыпными уступами, должны быть по возможности вскрыты канавами, расчистками и шурфами к пересечены линиями электропрофилирования. Для сравнения этих форм с участками вне предполагаемых нарушений (по густоте и раскрытое трещин, выветрелости пород, обводненности и другим характеристикам) должны быть исследованы и борта ложбин, участки склонов выше и ниже уступов и т. д. Нужно также вскрыть и пересечь линиями электроразведки вогнутые перегибы между крутыми и пологими склонами, чтобы выяснить, являются ли перегибы зонами сбросов или денудационными педиментными разломами». Для долин, следующих разрывным нарушениям, рекомендуется электропрофилирование и бурение в зонах более или менее ясно намечающихся нарушений (например, под прямыми в плане уступами цокольных террас, в выдержанных зонах источников, расположенных по дну долин и в основании склонов).

*Рыхлый покров* для морфоструктурного анализа изучается направленно. В целом должен быть охарактеризован рыхлый покров всех типичных морфоструктур и прослежены характерные различия его соответственно контурам блоков, намеченных на предварительных картах. Такое изучение одновременно дает дополнительный материал для восстановления дифференциальных движений морфоструктур.

Приемы изучения характеристики рыхлого покрова обычны: выделение и описание террас и их разрезов, рыхлого покрова типичных склонов и их разных частей, расчленение разрезов по литолого-петрографическим характеристикам, мощности, фациям и возрасту и т. д. Эти исследования имеют и свои особенности. Так, террасы изучаются не равномерно вдоль по долине или бассейну, а на участках, на которых изменяются количество, высоты и разрезы террас, и участках, на которых спектр террас относительно постоянен. Устанавливается также, затрагивают ли эти изменения все террасы или только, например, верхние и средние. Прослеживаются вверх по течению участки относительного снижения террас, слияния их друг с другом и с поймой, а также расходящиеся веера террас, свидетельствующие о большем поднятии в верховьях.

Особо изучаются аккумулятивные формы рельефа и их строение.

Разновозрастные элементы рыхлого покрова рассматриваются с точки зрения истории формирования рельефа и особенно общих тектонических движений и дифференциальных движений морфоструктур. Так, расчленение древних подгорных Шлейфов и образование вложенных в них более молодых и грубых конусов выноса сопоставляются с морфологическими следами молодых поднятий хребтов. Эрозионное расчленение мощность аллювия и озерно-аллювиальных отложений в террасах долин-грабен, межгорных впадин-грабен в некоторых случаях может рассматриваться как доказательство смены знака движений.

Детально изучаются явные или возможные следы резких новейших дислокаций террас и рыхлого покрова: сбросовые уступы в подгорных шлейфах и моренах, разрывы слоистости

отложений и т. д. При этом анализируется возможность других объяснений (эрозией, криотурбациями и т. д.).

С точки зрения связи с морфоструктурами и их движениями изучаются также современные геоморфологические процессы и направленность их действия. Например, выделяются участки долин, где происходят формирование или расчленение пойм, явления подпора рек, участки прогрессивного расчленения склоновых отложений и развития оползней на сбросовых уступах и т. д.

Описанные примеры касаются главным образом горного рельефа, плоскогорий и возвышенных денудационных равнин. На низких денудационных равнинах, сложенных слабо консолидированными отложениями, проявления новейшей тектоники более слабы. Но и здесь активные морфоструктуры определяют главные черты и детали рельефа и рыхлого покрова. Однако выявление этих черт здесь труднее и поэтому при детальной полевой съемке приходится неоднократно обращаться к предварительным материалам, характеризующим морфоструктурный региональный фон и отдельные установленные факты новейших движений. Еще более важно сравнение фона района с общим планом для обширных низменных аккумулятивных равнин, сложенных четвертичными отложениями. Здесь возможность прямых наблюдений над новейшими дислокациями представляет исключение. Участки таких равнин различаются по дренированности, почвенно-растительному покрову и особенностям четвертичного покрова, иногда очень тонким. Закономерности и контуры изменений нередко остаются неясными. Анализ космических снимков и с его учетом составление карты элементов рельефа могут дать основу для выявления этих контуров, так как и на аккумулятивных равнинах оно вскрывает «блоковый» план речной сети и ландшафтных особенностей междуречий. В поле схема плана проверяется и уточняется изучением особенностей блоков, форм дренажа, различий и дешифровочных признаков микрорельефа, почвенно – растительного покрова, состава рыхлых отложений. Недостаточно изученным остается механизм связи долин с разломами. По – видимому, происходит ослабление рыхлых отложений над активными разломами фундамента, причем

оно носит характер общего разрыхления и реже – образования трещин, которые трудно отличить от трещин экзогенного происхождения. Разрыхление, по-видимому, может быть установлено электропрофилированием.

Отражение экзогенных явлений на геоморфологической карте здесь специально не рассматривается. Нужно только отметить, что и они могут характеризовать важные черты морфоструктур и направленность их развития. Так, границы распространения усиленного врезания в речных бассейнах и склонов разной крутизны и типов часто отражают границы дифференциально движущихся блоков и т. п. Все это следует иметь в виду.

Особую специфику имеет изучение вулканических территорий. Главное внимание в таких районах необходимо обратить на следующее:

- 1) возраст и состав разновозрастных лав;
- 2) типы вулканических морфоструктур (лавовые потоки, плоскогорья, шитовые массивы, шлаковые конусы и др.);
- 3) соотношение лав разного возраста и рыхлого покрова неодинакового генезиса и возраста;
- 4) характер долавового рельефа;
- 5) выявление разломов и разрывных нарушений;
- 6) выяснение соотношения разломов фундамента, разрывных нарушений и вулканических морфоструктур;
- 7) анализ связи молодых форм экзогенного происхождения (трогов, речных долин) с разрывными нарушениями и др. Как видно из этого неполного перечня, все это невозможно установить без изучения аэрокосмических снимков, геофизических данных и других приемов морфоструктурного анализа.

Данные полевых работ должны быть отражены на карте фактического материала, на которую наносятся проделанные маршруты, границы ключевых участков, точки наблюдений, обнажений, проведенных в поле горных выработок и геофизических наблюдений и геофизические профили. Все обозначения разделяются формой значков и цветом по видам (например, обнажения коренных пород и рыхлых отложений). Вместе с картой разведанности, составленной в предварительный период, карта

полевого фактического материала облегчает составление итоговых документов: геоморфологической карты и карты блоковых неоструктурных форм и позволяет судить об их обоснованности фактическими данными.

Особый тип итоговых карт могут представлять карты морфоструктурного районирования. От карт структурных форм они отличается тем, что на них блоки разных порядков дополняются в легенде краткими региональными характеристиками. Эти синтетические карты интересны для мелких масштабов, так как дают лишь самую общую характеристику рельефа. На рис.21. видно, что разломы как продольные «карпатского» направления, так и поперечные направлению главных, а также и других направлений (широтные, меридиональные и др.) разделили на блоки разных порядков восемь главных морфоструктурных зон, сложных как по структуре, так и по рельефу. Каждая представляет мозаику блоков разного порядка. В морфоструктурах первого порядка выкроены блоковые морфоструктуры второго порядка, в плане имеющие разнообразный рисунок. Такие блоки в рельефе различаются высотами, глубиной и густотой расчленения, положением в общем морфоструктурном плане, преобладанием тектонических или уже переработанных денудацией склонов, количеством и типом блоковых ступеней, высотой, строением и количеством террас даже в пределах долины одной реки. В блоках второго порядка по сетке разрывных нарушений вырезаны блоки третьего порядка, также сложные, разбитые на еще более мелкие блоки, приподнятые или относительно опущенные («отставшие»). Блоковые морфоструктуры первого, второго и третьего порядков настолько индивидуальны, что для их изображения целесообразнее применение районного, а не типологического принципа. Это даст возможность отразить индивидуальную специфику каждого выделенного блока, хотя в целом морфоструктурный план Карпат более сложен и прихотлив, чем возможно показать на столь мелкомасштабной черно-белой схеме.

Морфоструктуры первого порядка (для данного района) выражены в рельефе в целом и отличаются по главным структур-



но-литологическим и морфологическим чертам. Внутри каждая из них построена по-разному.

При рисовке контуров на окончательных картах прослеживаются прямые линии рельефа, отражающие блоково-разрывную тектонику – «каркас» карты, без искусственного их закругления. Даже там, где узкие хребты, круглые склоны и ступени рельефа чередуются с обширными межгорными впадинами, склоны резко преобладают в рельефе. На картах съемочных масштабов изображение склонов предусмотрено цветом, выбранным по ведущему генетическому фактору – тектоническому, вулканическому или какому-либо определенному экзогенному (флювиальному, обусловленному стоком по промоинам и смывом, гравитационному и др.).

Полное отображение генезиса склонов на картах достигается, как указывалось, сочетанием качественного фона и значков. Это сочетание осуществляется наложением на фоновую окраску цветных условных знаков, составляющих в легенде группу форм и элементов рельефа как выражающихся в масштабе, так и не выражающихся. Одни дополняют первичный генезис элементов рельефа: гребни, вершины разного генезиса и разной формы, тектонические седловины, отдельные утесы, останцы, ниши, промоины на флювиальных склонах и др. Другие – промоины на склонах не флювиального генезиса (например, на тектонических), мелкие ступени, карнизы, мелкие седловины, курумы, конусы – указывают на моделировку. Например, на Южном Урале склоны существенно изменены процессами гольцовой денудации. Тропическая солифлюкция и аридная денудация неузнаваемо меняют тектонические склоны в Африке. Если обратиться к легенде 2, то станет очевидно, что сама рисовка знаков дает возможность изобразить одну и ту же форму в разных масштабах. Так, в «Формах вулканических» для стенок кратеров и кальдер предусмотрены знаки, образующие замкнутый контур. Для карт масштаба 1:50000 этот знак в зависимости от размера указанных форм рельефа можно развернуть и, если нужно, удлинить, что дает масштабное изображение склонов этих форм. Если те же формы картируются в более мелком масштабе (1:200000), знак

суживается, уменьшается и, наконец, может стать внесмасштабным. Например, в масштабе 1:500000 некоторые тектонические склоны морфоструктур и форм рельефа другого происхождения – денудационные (разного типа) по условиям масштаба не могут быть изображены цветным фоном, а только значками. Поскольку знаки в легенде предусмотрены цветными, формы и элементы форм, сходные по облику, но разные по генезису, показывают знаком одного рисунка, но разного цвета.

Морфоструктурный анализ предполагает комплексный подход к изучению и картированию элементов рельефа путем применения и взаимного контроля различных частных приемов геоморфологических исследований в сочетании с неизменным анализом аэрокосмических снимков, геологическими, геофизическими, картографическими материалами и др. Приемы, разработанные нами, просты и могут быть использованы при изучении и денудационных равнин, и горных стран с разным размахом высот. Совокупностью итоговых карт как основного результата анализа четко выявляется наглядное отражение истории развития рельефа и новейшей тектоники, которое труднее и дороже установить геологическими методами: 1) общая интенсивность новейшей тектоники; 2) степень дифференцированности новейших деформаций, их знак и направленность; 3) план деформаций; 4) тип движений по зонам нарушений – ослабление активности зон при отсечении нарушениями другого направления, равномерные вертикальные движения или перекосы блоков.

Ценность морфоструктурного анализа повышается с применением математических приемов исследования. Особенно интересна возможность определить информативность разных геоморфологических карт. Использование математических приемов в геоморфологическом картировании только начинается. Вероятно, именно они помогут точно выявить *ведущий* генетический фактор рельефообразования того или иного элемента рельефа и многое другое.

Во всех случаях методические установки геоморфологического картирования при поисках полезных ископаемых опираются на следующие основные положения.

1. Главному способу непосредственного обнаружения месторождений – глубокому бурению предшествуют поиски структурных и неструктурных форм в земной коре, которые могут служить ловушками для нефти и газа. Несмотря на немаловажное практическое значение неструктурных ловушек, поиск структурных форм остается главной задачей, так как именно с ними связана подавляющая часть крупных промышленных месторождений нефти и газа.

2. Структурные формы – возможные нефтегазовые ловушки представляют собой сложный, системный объект, наделенный многосторонними внутренними и внешними связями. Отдельные свойства структурных форм проявляются как по изменению состава, характера залегания геологического субстрата, морфологии, генезиса, возраста рельефа и экзогенных рельефообразующих процессов, так и по аномалиям геофизических полей, изменениям гидрогеологических, геохимических характеристик, аномалиям почвенного и растительного покрова.

3. Геоморфологическим картированием выявляются и изучаются участки рельефа (морфоструктуры) в данном регионе, не соответствующие общему «фону». Местоположение и характер последних позволяет обнаружить перспективные структурные формы, уточнить их строение и историю новейшего тектонического развития. Неструктурные ловушки непосредственно геоморфологическим, картированием в большинстве случаев не выявляются и требуют для своего обнаружения и изучения применения палеогеоморфологического анализа, опирающегося на данные структурного бурения.

4. При геоморфологическом картировании перспективные структурные ловушки могут опознаваться: а) по специфическим чертам морфологии структурной формы, отраженной в облике земной поверхности (т. е. морфоструктуры); б) по динамике, т. е. направленности, характеру и степени интенсивности формирования морфоструктуры, обусловленной дифференцированными новейшими тектоническими движениями и выразившейся в особой расчлененности рельефа, его морфогенезисе, специфике

проявления экзогенных рельефообразующих процессов и почвенно – растительных ассоциаций.

Для выявления геоморфологических признаков структурных нефтегазовых ловушек используют две группы методических приемов морфоструктурного анализа, достаточно подробно описанные в предыдущих главах.

1. *Приемы, направленные на опознание морфологии искомым структурных форм:* их плановых очертаний и формы изгиба поверхности (положительная, отрицательная, разрывная). За исключением специального нивелирования, приемы этой группы являются камеральными и связаны с изучением рельефа по его отображению на картах (топографических, геоморфологических и др.) и дистанционных (аэро, орбитальных) фотографиях.

Приемы анализа планового рисунка рельефа позволяют обнаружить специфические особенности плановых очертаний структур по соответствующему рисунку тех или иных элементов рельефа (рисунку гидросети, структурно – денудационных гряд, ориентировке уступов, озерных котловин, сорос, береговых линий и т. п.). Округло овальная конфигурация рисунка свойственна пликативным структурам, прямолинейная или в виде ломаных линий – дизъюнктивным – блоковым.

Для выявления формы структур по изгибам дневной поверхности служат разнообразные приемы, связанные с изучением высот рельефа. Они заключаются в визуальном анализе, различного рода морфометрических построениях, статистическом анализе высот, построении карт деформаций различных одно возрастных геоморфологических уровней. Если учтены данные по истории формирования рельефа, влиянию литологии рельефообразующих пород и величине денудационного среза, приемы этой группы кроме местоположения и типа структуры позволяют качественно (а иногда и количественно) оценить интенсивность ее локальных тектонических движений.

2. *Приемы, направленные на изучение характера расчленения, морфогенезиса и типа экзогенных рельефообразующих процессов, обусловленных новейшей тектонической активностью – динамикой структурных форм.*

Теоретической основой приемов этой группы, весьма разнообразных по конкретным камеральным и полевым способам анализа, является признание определяющего влияния на характер и динамику экзогенных процессов тектонических движений разного знака и амплитуды. При этом характер морфогенезиса и тип расчлененности отражают суммарный результат длительного (за весь период континентального развития рельефа) взаимодействия тектонических движений с экзогенными процессами, тогда как в известной мере аномальные относительно «фона» проявления современных экзогенных процессов (и почвенно-растительных ассоциаций) фиксируют результаты такого взаимодействия лишь за самый последний отрезок геологического времени.

Использование любых приемов геоморфологического анализа, направленных на выявление и изучение структурных форм, обязательно должно опираться на общий анализ рельефа на базе всех методов и приемов геоморфологии.

Таким образом, в целом геоморфологическое картирование при поисках нефти и газа включает как общий морфогенетический анализ рельефа, так и специальный структурно-геоморфологический, направленный на выявление и оценку неотектонической активности локальных структурных форм – возможных нефтегазовых ловушек. Однако структурно-геоморфологический (морфоструктурный) анализ сам по себе позволяет обнаружить и изучить локальные структурные формы только верхнего структурного этажа, поэтому геоморфологические исследования при поисках нефти и газа необходимо сочетать с анализом материалов геологических, геофизических, геохимических и др. Лишь сочетание данных геоморфологического анализа с результатами изучения других сторон (свойств) структурных форм позволит оценить строение последних на глубине залегания нефтесодержащих горизонтов, выделить структуры унаследованные и наложенные и тем самым ближе подойти к оценке степени их перспективности как месторождений нефти и газа.

Итоги геоморфологического картирования при поисках полезных ископаемых представляют на нескольких картографических документах. Важнейшими среди них являются:

- 1) специальная геоморфологическая карта;
- 2) карта структурных форм или (и) неотектоническая;
- 3) карта сопоставления структурных форм, выявленных по геоморфологическим данным со структурными и тектоническими картами (схемами) по нижним, более древним, структурным этажам.

## ГЛОССАРИЙ

**АБЛЯЦИЯ** (лат. *убыль*) – процесс уменьшения массы ледника или снежника в результате таяния, испарения либо механического сноса (обрушение).

**АБРАЗИЯ** (лат. *соскабливание*) – процесс разрушения берегов морей, озер, водохранилищ волновым прибоем. Создает различные формы рельефа (ниши, обрывистый клиф и др.). Различают абразию механическую (волновую) и термическую (в мерзлых грунтах).

**АБСОЛЮТНЫЙ ВОЗРАСТ** (лат. *полный*) – отрезок времени от образования горных пород до наших дней. Для четвертичных отложений определяется по времени распада изотопа углерода ( $C^{14}$ ).

**АВЛАКОГЕН** (греч. *борозда*) – отрицательная линейная структура в фундаменте древней платформы, заполненная осадочными, реже вулканогенными горными породами. Авлакоген ограничен разломами, представляет собой древний погребённый рифт (например, Днепровско-Донецкий авлакоген).

**АГЛОМЕРАТ** (лат. *собираю*) – обломочный материал вулканического либо осадочного происхождения.

**АККУМУЛЯЦИЯ** (лат. *накопление*) – процесс отложения и накопления рыхлого материала на поверхности Земли. Различают аккумуляцию вулканическую и осадочную (морскую, речную, озерную, ледниковую, ветровую, биогенную).

**АКТУАЛИЗМ** (англ. *современный*) – научный метод, позволяющий на основе данных о современных геологических процессах, созданных формах рельефа и геологических породах судить о процессах и условиях среды прошлого. Предложен английским геологом Ч.Ляйелем.

**АЛЛЮВИЙ** (лат. *панос*) – рыхлый материал, накопленный постоянными водотоками (реки). Различают фации аллювия русловую, пойменную, старичную. Характеризуется хорошей обработкой, сортировкой, слоистым распределением в разрезе.

**АЛЬПИЙСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ** – орогеническая эпоха кайнозоя, создавшая молодые горные сооружения (например, Альпы, Кавказ, горы Камчатки). На тектонической карте показывается желтым цветом.

**АНТЕКЛИЗА** – крупная положительная структура в пределах платформы (например, Белорусская и Воронежская антеклизы в пределах Русской платформы).

**АНТИКЛИНАЛЬ** – положительная (выпуклая) складка слоёв горных пород.

**АНТИКЛИНОРИЙ** – крупная сложная складчатая структура с общим подъёмом в центральной части, возникающая в пределах геосинклиналей (например, антиклинорий Восточного Кавказа или антиклинорий Уралтау).

**АПОФИЗЫ** (греч. *вырост*) – жилородные ответвления от интрузивных магматических образований (батолитов).

**АРИДНЫЙ КЛИМАТ** (зона) (лат. *сухой*) – условия с высокими температурами и недостатком влаги, с интенсивным проявлением физического выветривания горных пород (температурного и солевого).

**АСТЕНОСФЕРА** (греч. *слабый + шар*) – слой в верхней мантии Земли, характеризующийся аморфным вязким состоянием полурасплавленного вещества, прерывистостью в сферическом распространении. Астеносфера является основным источником магмы, фактором магматизма и тектонических движений.

**БАЗАЛЬТ** – вулканическая эффузивная горная порода основного состава тёмной окраски. Присутствует в нижнем слое



земной коры. На поверхности Земли образует покровы, слагает базальтовые плато.

**БАЗАЛЬТОВЫЙ СЛОЙ** – нижняя часть земной коры, имеющая мощность 5–15 км под океанами и до 80 км – под континентами. От мантии Земли отделяется поверхностью Моховича.

**БАЗАЛЬНЫЙ ГОРИЗОНТ** – щебнисто – деревянистый слой в коренных породах, подстилающий толщу элювия (материала выветривания).

**БАЗИС ДЕНУДАЦИИ** – уровень, нижний предел, определяющий возможность сноса материала (площадка на склоне, подножье склона, уровень воды в реке и т. д.).

**БАЗИС ЭРОЗИИ** – уровень, предел, определяющий возможность глубинного размыва водотоком (обычно устье реки). Различают базис эрозии общий (уровень Мирового океана) и местный.

**БАЙКАЛЬСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ** – орогеническая эпоха раннего палеозоя, создавшая древние горные сооружения, кряжи по окраинам древних платформ, часть которых позже была преобразована (например, Тиман, Енисейский кряж, Восточные Саяны и др.). На тектонической карте показывается голубовато-зеленым цветом.

**БАЛКА** – крупная древняя эрозионная форма временного или постоянного водотока с задернованными днищем и склонами. Считают, что балка может образоваться из оврага при взаимодействии боковой эрозии водотока и склоново-денудационных процессов.

**БАНКА** (англ. *отмель*) – форма рельефа морского дна, локальный участок с малыми глубинами, удаленный от берега, аккумулятивного, структурно-денудационного или вулканогенного генезиса (например, Ньюфаундленская банка).

**БАР** (англ. *преграда*) – форма рельефа в виде гряды в прибрежной полосе моря, созданная отложениями морских наносов (песок, гравий, галька).

**БАРАНЬИ ЛБЫ** – группа форм рельефа, выработанная древним ледником в местах выхода коренных пород (сглаживание, шлифовка). Скопления подобных форм образуют «курчавые скалы». Распространены в пределах Балтийского щита.

**БАРАНКОСЫ** (исп. *борозда*) – формы рельефа в виде борозд и промоин, созданные на склонах вулканов водной эрозией.

**БАРХАН** (тюрк. *подвижный холм*) – форма рельефа, созданная эоловой аккумуляцией, серповидная в плане. Имеет выпуклый, пологий наветренный склон и более крутой (30–35°), вогнутый – подветренный. Встречаются в пустынях одиночно и группами (барханные цепи).

**БАРЬЕРНЫЙ РИФ** (франц. *загородка*) – форма рельефа в виде косы, созданная коралловыми постройками в прибрежной мелководной части вдоль берега (например, Большой барьерный риф у берегов Австралии).

**БАССЕЙН РЕЧНОЙ** – территория, ограниченная орографическими рубежами (не всегда чётко выраженными), с которой происходит систематический сток воды и где водоток работает вместе с другими экзогенными процессами.

**БАТОЛИТ** (греч. *камень*) – крупное интрузивное образование (тело), сложенное обычно гранитоидами, внедрённое с больших глубин в осадочную толщу земной коры. Площадь батолита свыше 200 км<sup>2</sup>.

**БЕНЧ** (англ.) – форма рельефа, созданная морской абразией в коренных породах подошвы берегового склона.

**БЕРЕГА МОРСКИЕ** – генетические образования, связанные с взаимодействием эндогенных и экзогенных процессов в

прибрежной полосе. Различают далматинский, риасовый, фьордовый, шхерный, ваттовый, лиманный и др. типы берегов морских.

**БИОГЕННЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ** – породы, сложенные преимущественно остатками организмов (животных и растений). Например, известняки, угли, некоторые кремнистые породы (диатомиты).

**БИФУРКАЦИЯ** (лат. *раздвоение*) – процесс разделения русла реки на рукава в связи с уменьшением уклона и силы потока.

**БРАХИСКЛАДКА** (греч. *короткий*) – структура в виде короткой широкой овальной в плане складки с отношением длины к ширине не более 3:1.

**БРЕКЧИЯ** (итал. *ломаю*) – обломочная горная порода, в которой сочетаются остроугольные обломки и тонкозернистая цементирующая масса. Различают брекчии вулканические, осадочные и др.

**БУГРЫ ПУЧЕНИЯ** – формы рельефа, образующиеся при промерзании переувлажненных грунтов (минеральных и биогенных). Широко распространены в тундре и тайге. Подобный вид, но более крупные размеры (около 100 м в поперечнике и до 20 м высоты) имеют гидролакколиты и булгуньяхи в Якутии.

**ВАЛ ПРИУСЛОВОЙ** – форма рельефа в приречной части на пойме, созданная аккумуляцией преимущественно песчаного материала в паводки. Смещение русла нередко приводит к формированию сложного сочетания валов и ложбин – весров блуждания водотока.

**ВАТТЫ** (нем. *прибрежные отмели*) – морфологические образования на низменных побережьях морей с приливо-отливными колебаниями уровня воды. Происходит аккумуля-

ция наносов и создаётся слабонаклонная прибрежная полоса (марш) шириной до 5–10 км. Характерны для побережий Северного, Белого, Охотского морей.

**ВЗБРОС** – разрывное тектоническое нарушение с поверхностью разлома и разрыва, наклонённой в сторону поднявшихся пород. Проявляется, например, при возрождении гор.

**ВЕРХНЯЯ МАНТИЯ ЗЕМЛИ** – слой в мантии от подошвы земной коры (раздел Мохоровича) до глубины около 900 км. В верхней его части (до 100 км) преобладают кристаллические породы, ниже располагается астеносфера, представленная полурасплавленным аморфным веществом.

**ВОЗРАСТ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ** – время, прошедшее с момента какого-либо геологического события до наших дней (абсолютный В. г.) или временное соотношение разных геологических событий, выраженное в единицах геохронологической шкалы (относительный В. г.).

**ВОЗРОЖДЁННЫЕ ГОРЫ** – генетический тип гор, который образуется на месте разрушенных древних складчатых гор благодаря проявлению новейших тектонических движений разрывного характера (сбросы). Возникают глыбовые и складчато – глыбовые горы (Урал, Саяны, Алтай).

**ВОРОНКА КАРСТОВАЯ** – отрицательная форма рельефа округлая в плане, возникающая в местах растворения карстующихся горных пород (глубина 2–10 м, в поперечнике – до десятков метров). На стенках и дне В.к. нередко трещины и пустоты (пеноры).

**ВОСХОДЯЩЕЕ РАЗВИТИЕ РЕЛЬЕФА** – стадия развития рельефа поверхности в условиях преобладания тектонического поднятия над общей денудацией. Сопровождается врезом рек, увеличением абсолютной высоты поверхности, от-

носительных превышений, крутизны склонов. Понятие предложено немецким геоморфологом В. Пенком.

**ВУЛКАН** (бог огня у древних римлян) – эффузивное образование, форма рельефа в виде конуса, возникающее в процессе выхода на поверхность и застывания лавы, накопления вулканического пепла и обломочного материала. В верхней части конуса располагается кратер, на дне его – жерло, а от него в глубину идет канал. Например, В. Ключевская сопка на Камчатке.

**ВУЛКАНИЗМ** – совокупность процессов извержения лавы, выброса газов и обломочного материала из кратера вулкана. По характеру извержения различают типы вулканизма: гавайский, пелейский, кракатаусский и др. (см. извержение вулканов).

**ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ** – группа магматических горных пород, которые образуются в результате излияния, выжимания либо выброса лавы и др. продуктов из жерла вулкана (граниты, базальты, туфы, вулканическое стекло и др.).

**ВЫВЕТРИВАНИЕ** – процессы разрушения и химического изменения горных пород под действием колебания температуры, физических и химических воздействий воды и других веществ. Различают выветривание физическое (механическое), химическое, биологическое.

**ВЫДУВАНИЕ** (*ветровая эрозия, дефляция*) – процесс выноса ветром (эоловый процесс) мелких частиц горных пород и почв. Часто происходит в аридных условиях степей, пустынь, в горных условиях. Образует ниши и котлы выдувания.

**ВЫСОКОГОРНЫЙ РЕЛЬЕФ** – морфологический тип рельефа с абсолютными высотами более 2 тыс. м, обычно с

чёткими скалистыми гребнями, крутыми склонами, с глубоким врезом долин (например, в Альпах).

**ГАЛЕЧНИК** – рыхлая крупнообломочная осадочная порода (наносы), состоящая из окатанных обломков размером 1–10 см. Представлена в аллювии речных долин, на морских побережьях, нередко в сочетании с заполнителем (песчаным и алевритовым материалом).

**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОДНОРОДНОСТЬ (ТИП) ПОВЕРХНОСТИ** – свойство территории, характеризующееся единством происхождения и внешнего облика. Степень проявления генетической однородности дифференцируется с учётом воздействия рельефообразующего процесса (например, эрозионного или аккумулятивного).

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ЦИКЛ** (*цикл эрозии, геоморфологический цикл*) – ход последовательных изменений рельефа территории путём смены стадий (тектонического поднятия, последующей денудации и выравнивания до состояния пене-плена). Различают водноэрозионный, ледниковый, эоловый и другие циклы. Понятие предложено американским геологом У. Девисом.

**ГЕОЛОГИЯ** (греч. *изучение глубин Земли*) – наука о Земле, о составе, строении, истории развития земной коры и более глубоких сфер Земли. Включает тектонику, стратиграфию, литологию, минералогия и др., а также прикладные направления (геологию полезных ископаемых, инженерную геологию и др.).

**ГЕОМОРФОЛОГИЯ** (греч. *изучение земной поверхности*) – наука о рельефе земной поверхности, его строении, развитии, распространении, морфологической и генетической группировке (классификации) форм. Различают Г. общую, региональную, динамическую, прикладную и др.

**ГЕОСИНКЛИНАЛЬ** (греч. *наклон поверхности Земли*) – крупная линейная структура земной коры в пределах геосинклинального пояса, характеризующаяся активным тектоническим режимом. Выделяют 3 основные стадии развития геосинклинали: общего опускания в условиях моря, образования центрального поднятия и стадия общего поднятия (орогеническая). Например, элементы Тихоокеанского геосинклинального пояса.

**ГЕОТЕКТОНИКА** – раздел геологии, изучающий структуры земной коры, их развитие, распространение.

**ГЕОФИЗИКА** – наука о Земле, изучающая её внутреннее строение, физические свойства и процессы, происходящие в её глубинных оболочках.

**ГЕОХРОНОЛОГИЯ** – учение о геологическом времени, раздел геологии, определяющий геологическое летоисчисление. Г. базируется на определении и фиксировании абсолютного и относительного возраста горных пород и отложений. Система геохронологии представлена в геохронологической шкале (эр, периодов, эпох).

**ГЕРЦИНСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ** – орогеническая эпоха, проявившаяся в палеозойских геосинклиналях и создавшая древние горные сооружения (например, Урал, Тянь-Шань, Анды и др.). На тектонической карте показывается коричневым цветом.

**ГИПСОГРАФИЧЕСКАЯ КРИВАЯ ЗЕМЛИ** – линия в прямоугольных координатах, показывающая распространение на поверхности Земли различных ступеней высот (равнин, гор) и глубин на суше и на подводной части.

**ГИПСОМЕТРИЯ** – распределение высотных отметок (уровней) на территории, одна из важнейших характеристик рельефа. По степени приподнятости поверхности различают

низменный и возвышенный рельеф, а последний подразделяют на горы, нагорья, плато, высокие равнины и др.

**ГЛИНИСТЫЙ КАРСТ** – вид ложного карста (псевдокарста), проявляющийся путём механического выноса мелких частиц грунта водой в процессе инфильтрации и образования на поверхности просадочных воронок, ложбин. Характерен для эродированных участков и обрывистых берегов водохранилищ.

**ГЛУБИННАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЗЕМЛИ** – процесс перераспределения вещества верхней мантии под влиянием радиогенного тепла и гравитационных сил. Выражается в подъёме литофильных (легкоплавких) компонентов и опускании перидотитов (тугоплавких ультраосновных пород). Оказывает влияние на проявление эндогенных процессов.

**ГЛЫБОВЫЕ ГОРЫ** – массивы, рельеф которых обусловлен дифференцированными движениями глыб (блоков) земной коры, раздробленной разломами. Образуются при повторном орогенезе на территориях, утративших пластичность и выровненных денудацией (см. Возрожденные горы). Например, Урал, Тянь-Шань, Алтай.

**ГОЛОЦЕН** – послеледниковая эпоха, последний отрезок антропогена продолжительностью 10–12 тыс. лет, в течение которого облик поверхности Земли принял современные очертания были сформированы природные зоны и пойменный уровень в долинах рек.

**ГОНДВАНА** (от назв. исторической области в Индии) – гипотетический материк, объединявший современные материки южного полушария. Существовал большую часть палеозоя. В мезозое был расчленён под влиянием спрединга (заложения и расширения дна океана). Аналогом Гондваны в северном полушарии являлась Лавразия.



**ГОРООБРАЗОВАНИЕ** – совокупность восходящих тектонических и денудационных процессов, ведущая к созданию горных сооружений. Горообразование развивается как на месте геосинклинали (складчатые горы), так и на платформах (глыбовые горы). Близкое понятие – *орогенез*.

**ГРАВИТАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ (ЭКЗОГЕННЫЕ)** – изменение поверхности Земли под действием силы тяжести (например, обвал, осыпание, сползание, течение грунта). См. Глубинная дифференциация.

**ГОРСТ** (нем. *холм*) – крупный структурный участок земной коры, резко приподнятый над прилегающей поверхностью по тектоническим разломам. Ширина горста может достигать десятков км, протяженность – сотен км, а высота поднятия – сотен метров. Например, Сьерра Невада в Испании.

**ГРАБЕН** (нем. *ров*) – крупная отрицательная структура, участок опускания земной коры по разломам. Обычно приурочен к рифтовым зонам (зоны растяжения) земной коры. Например, зона разломов Восточной Африки, Байкальский рифт.

**ГРАВИЙ** – рыхлая мелкообломочная осадочная порода (наносы), состоящая из окатанных обломков размером до 1 см. Присутствует в составе аллювия речных долин, на побережьях озёр и морей, в сочетании с песчаным и алевритовым материалом.

**ГРАНИТ** (лат. *зернистый*) – полнокристаллическая интрузивная кислая магматическая горная порода, состоящая из кварца, полевого шпата, слюды, роговой обманки и др. минералов. Гранит – одна из наиболее распространённых горных пород в земной коре. Слагает щиты платформ, батолиты, лакколлиты и др. интрузивные образования.

**ГРАНИТИЗАЦИЯ** – совокупность процессов преобразования осадочных, метаморфических либо изверженных пород

основного состава (базальтов) в гранитоиды на больших глубинах при участии газов и гидротермальных растворов.

**ГРАВИТНЫЙ СЛОЙ** – слой гранитов и гнейсов, располагающийся в толще земной коры на материках под осадочным слоем. Местами в щитах может выходить на поверхность древних платформ (например, Балтийский, Алданский, Анабарский щиты). Мощность Г.с. на платформах до 20 км.

**ГРУНТЫ** – общее название материала, слагающего приповерхностную часть Земли, который может быть основой для формирования почв (почво-грунты) или служить строительным материалом (скальные грунты, рыхлые глинистые, песчаные или гравийно-галечниковые грунты).

**ГРЯДОВЫЕ ПЕСКИ** – аккумулятивные эоловые формы, характерные для песчаных пустынь. Ориентированы по направлению ветра, имеют высоту до 10–30 м и протяженность в несколько десятков км. Пространства между грядами заняты такырами. Характерны для Средней Азии, Африки, Австралии.

**ГУМИДНЫЙ КЛИМАТ (ЗОНА)** – климат с избыточным увлажнением, большой амплитудой колебания положительных и отрицательных температур, с возможностью промерзания почво-грунтов зимой, с летним поверхностным стоком и активным проявлением эрозии.

**ДАЙКА** (от л. *стена*) – интрузивное полуглубинное тело неправильной формы, которое образуется в результате внедрения магмы в толщу земной коры, несогласного с положением пластов (секущая жила). В водораздельных частях хребтов нередко образуют скалистые выходы (стены).

**ДВИЖЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ** (*дислокации*) – смещение слоев в земной коре под действием внутренних сил. Различают Д.т.

колебательные, складкообразовательные (пликативные д.), разрывные (дизъюнктивные д.), древние, новейшие (неотектонические) и современные.

**ДЕЛЮВИЙ** (лат. *смываю*) – рыхлый материал, перенесённый к подножью склона струями талых и дождевых вод. Характеризуется разнородным составом (от щебня до суглинка), плохой обработкой и сортировкой. Термин «делювий» предложен А.П.Павловым в 1890 г.

**ДЕНУДАЦИЯ** (лат. *обнажение*) – процесс сноса и частичного перемещения продуктов выветривания горных пород под действием разных факторов и агентов (гравитации, воды, ветра и др.). Темпы и характер Д. определяются тектоническим режимом и ходом экзогенных процессов.

**ДЕНУДАЦИОННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ** – выноложенный генетический тип рельефа, созданный совокупным разрушительным действием экзогенных процессов (выветривание, снос) в период длительного ослабления тектонических движений (например, поверхность выравнивания, денудационная равнина, пенешлен и др.).

**ДЕПРЕССИЯ** (лат. *погружение*) – впадина, котловина на земной поверхности (например, Каспийская, Ферганская). В тектонике – отрицательная структура земной коры, заполненная осадками (например, Т аджикская Д.).

**ДЕСКВАМАЦИЯ** (лат. *удалять чешую, шелушить*) – вид физического выветривания, представленный процессом отслаивания пластинок в горных породах под действием резких колебаний суточных температур. Характерна для базальтов, конгломератов.

**ДЕФЛЮКЦИЯ** (лат. *истекаю*) – вид склоново-денудационного процесса. Представлен медленным пластичным смещением верхнего слоя почвенно-растительного покрова при его

увлажнения, колебаниях температуры. Имеет сходство с крипом

**ДЕФЛЯЦИЯ** (лат. *выдувание*) — эоловый процесс выноса ветром мелких частиц, продуктов выветривания горных пород (см. Выдувание).

**ДИСЛОКАЦИЯ ДИЗЪЮНКТИВНАЯ** (лат. *разделение*) — вид тектонических нарушений (движений), которые сопровождаются разрывом (разломом) и перемещением горизонтов в толще земной коры. Различают Д. д.: взброс, сброс, сдвиг, надви, горст, грабен (см. Движения тектонические).

**ДИСЛОКАЦИЯ ПЛИКАТИВНАЯ** (лат. *складкообразование*) — вид тектонических движений, которые проявляются в образовании разных типов складок в слоях земной коры: выпуклые, вогнутые, клинообразные, сундучные, прямые, опрокинутые и др. (см. Движения тектонические).

**ДОЛИНА РЕЧНАЯ** — отрицательная линейная форма рельефа с ориентированным продольным уклоном, созданная постоянным водотокком при взаимодействии эрозионных и аккумулятивных процессов. В строении сформированных долин различают русло, пойму, террасы и склоны.

**ДОЛИНЫ ПОПЕРЕЧНЫЕ** (сквозные) — виды долин, несогласных с ориентировкой структур. Формируются путём начального подземного заложения (в карстовых условиях), под влиянием регрессивной эрозии в верховьях, в результате прорыва через препятствие (антецедентная Д.) и т.д.

**ДОЛИНЫ ПРОДОЛЬНЫЕ** — виды долин, согласных с ориентировкой структур (синклинальные, моноклинальные, заложённые по разломам и др.).

**ДРЕСВА** (слав. *драть*) — рыхлый продукт физического выветривания горных пород, состоящий из неокатанных мелких обломков (размер до 1 см).

**ДРУМЛИНЫ** (англ. *холм*) – формы рельефа в виде продолговатого холма, созданные покровным ледником путём аккумуляции моренного материала. Высота их до 10–20 м, ширина до 0,5 км, протяженность 1–3 км. Встречаются в Прибалтике и на северо-западе России.

**ДЮНЫ** – положительные формы рельефа, созданные эоловой аккумуляцией из пылеватого-песчаного материала. Встречаются в песчаных пустынях, на зандровых равнинах, по берегам морей и крупных рек. Высота дюны до 10–50 м. При объединении могут создавать дюнные цепи, гряды.

**ЖЕРЛО ВУЛКАНА** – отверстие в дне кратера, через которое происходит излияние лавы, выход газов и выброс твёрдых продуктов: пепла, каменистого материала (см. Вулкан).

**ЖИЛА** – пластообразное геологическое тело в трещине горной породы, интрузивное образование, проникающее в толщу земной коры с сечением пластов – секущая жила (дайка), либо заполняющие часть пласта – пластовые жилы (силлы).

**ЗАНДРЫ** (исланд. *песок*) – морфологические образования за границей плейстоценовых ледников, представляющие собой всхолмлённую равнину из перемытых флювиогляциальных песков. Представлены в Белорусском Полесье и Мемцёре.

**ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ** – эндогенный процесс, сопровождающийся толчками, расчленением и смещением верхних слоёв земной коры в короткое время. Очаги землетрясения располагаются на больших глубинах (от 5 до 500 км). Землетрясение проявляется локально, хотя может иметь катастрофические последствия (Ашхабадское 1948 г., Армянское 1988 г.).

**ЗЕМНАЯ КОРА** – внешняя оболочка Земли, расположенная над мантией и ограниченная разделом Мохоровича. Под материками она состоит из осадочного, гранитного и базальто-

вого слоёв общей мощностью до 80 км, под океанами её мощность до 5–7 км. Гранитный слой здесь отсутствует.

**ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНОВ** – выход лавы, выброс газов и твёрдого материала. Характер извержения зависит от местных условий и прежде всего от состава лавы. При основном составе лавы выходят спокойно и разливаются покровом (гавайский тип), при среднем и кислом – выдавливаются из жерла с катастрофическим выходом горячих газов из трещин (пелейский тип), при кислом – извержение носит взрывной характер. При этом кратер и верхняя часть конуса могут быть разрушены (кракатаусский тип).

**ИНТРУЗИЯ** (лат. *внедрение*) – 1) процесс внедрения магмы в толщу земной коры; 2) магматическое тело, образованное в толще земной коры (см. Интрузивные тела).

**ИНТРУЗИВНЫЕ ТЕЛА** – совокупность образований в толще земной коры. Различают: глубинные тела (батолиты, штоки), полуглубинные (лаколлиты, лополиты, факолиты), приповерхностные (дайки, силлы). Каждое из интрузивных образований имеет своё морфологическое выражение.

**КАЛЕДОНСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ** – эпоха тектонических движений и активного горообразования нижнего палеозоя (кембрий, ордовик, силур). Проявилась полосой от Аппалачей до Тимана, на юге захватила Казахский мелкосопочник, часть Алтая и Саян. На тектонической области проявления К.с. карте показываются фиолетовым цветом.

**КАЛЬДЕРА** (исп. *котёл*) – округлая впадина у вулканического кратера размером до 20 км и глубиной в сотни метров. Образуется при взрывном характере извержения (вулкан Бандай в Японии) или при обрушении кровли кратера (Гавайские о-ва). Кальдера нередко занята озером.

**КАМЫ** (нем. *гребень*) – аккумулятивные формы древних ледников, возникшие на периферии в процессе таяния «мёртвого льда». Это – беспорядочно расположенные невысокие (до 10 м) холмы из косослоистых песков и гравия. Встречаются в Карелии, Прибалтике.

**КАНАЛ СТОКА** – морфологический элемент долины временного водотока в горных условиях. Начинается сверху от водосборной воронки и заканчивается в устьевой части, где формируется конус выноса.

**КАР** (нем. *кресло*) – чашеобразное углубление на горном склоне, в котором скапливается снег и образуются локальные ледники.

Склоны каров преобразуются морозным выветриванием. В древних карах нередко находятся озёра.

**КАРЛИНГ** – остаточная пирамидальная вершина горы, преобразованная (срезанная) каровыми ледниками с разных сторон (например, г. Ужба на Кавказе или г. Маттерхерн в Альпах).

**КАРРЫ** – формы рельефа, созданные карстовым процессом в известняках. Представляют собой борозды на поверхности коренных пород глубиной до 2 м, образованные растворением и стоком под влиянием атмосферных осадков. Характерны для Балканского п-ва.

**КАРСТ** – процесс растворения горных пород поверхностными и подземными водами с образованием сообщающихся пустот на поверхности и в толще карстующихся пород (карбонатные, сульфатные и др.). Карстовые формы разнообразны: блюдца, карры, воронки, пещеры и др.

**КИСЛЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ** – магматические горные породы, обладающие высоким содержанием кремнекислоты (более 65 %). Её избыток в породе выделяется в виде кварца. В

эту группу входят граниты, гранодиориты, липариты, дациты и др.

**КЛАСТОКАРСТ** – вид псевдокарста, которому подвержены суглинистые грунты с включением обломков карстующихся пород (см. Псевдокарст).

**КОЛЛЮВИЙ** (лат. *скопление*) – каменистый материал, который скапливается на склонах (в ложбинах, перегибах, у подошвы) в процессе гравитационного сноса. Обычно материал разный по размеру и не обработан.

**КОНГЛОМЕРАТ** (итал. *собираю*) – обломочная осадочная горная порода, которая образуется путём цементации русловых и приречных галечников в тонком обломочном материале (песок, алеврит). Величина гальки от 1 до 10 см.

**КОНЕЧНАЯ МОРЕНА** – морфологическое образование долинных ледников (см. Морены).

**КОНУС ВЫНОСА** – форма рельефа, образованная временным водотоком, который, протекая по эрозионной ложбине или дну оврага, накапливает (аккумулирует) переносимый материал в устье. Конус выноса имеет небольшой уклон поверхности и веерообразную форму в плане.

**КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ** – природное образование в приповерхностной части земной коры, созданное прежде всего за счет выветривания, включающее, кроме элювия (как продукта разрушения), также денудационные физические и химические мигранты. Различают такие генетические типы коры выветривания: обломочная, сиаллитная, латеритная и др.

**КОРРАЗИЯ** (лат. *соскребаю*) – эоловый процесс обработки горных пород или поверхности с помощью переносимого ветром песка. Подобное корразионное действие могут производить реки, морской прибой, ледники.



**КРАЕВОЙ ПРОГИБ** – тектоническое образование в земной коре на границе геосинклинальной области (участка горообразования) и платформы. Имеет асимметричный поперечник (платформенный борт пологий), заполнен рыхлым материалом иногда с участием соленосных, угленосных либо молассовых формаций. Например, Предуральский краевой прогиб.

**КРАТЕР ВУЛКАНА** – верхняя часть вулканического конуса (см. Вулкан).

**КРИОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ** (греч. *холод, лёд*) – группа процессов, происходящих в местах распространения многолетней и сезонной мерзлоты, при содержании в грунтах замёрзшей воды. Проявляются в пучении и морозной сортировке грунтов, растрескивании и обнажении поверхности в виде пятен-медальонов, в создании морозобойных клиньев.

**КРИП** (англ. *ползти*) – вид склоново-денудационного процесса, медленное и постоянное сползание рыхлого покрова по уклону под действием силы тяжести при изменениях увлажнения и температур (переход через 0°). Иногда используется как общее понятие для континентальных и водных условий (дно морей).

**КУРУМЫ** (*каменные реки*) – аккумулятивные склоново-денудационные образования, скопления каменистого материала (коллювия) в ложбинах или на перегибах горных склонов. Увлажнение и промерзание способствуют дальнейшему смещению материала до подошвы склона (базиса денудации).

**КУРЧАВЫЕ СКАЛЫ** – скалистые выходы коренных пород, обработанные древним ледником (путём корразии, экзарации). Дополнением могут быть бараньи лбы. К. с. характерны для Кольского пова, Прибалтики.

**ЛАВА** (лат. *падение, обвал*) – магматический расплав, выходящий из жерла вулкана на поверхность. Температуры рас-

плава 800–1200°. По содержанию кремнезёма различают лавы основные (до 50 %), средние и кислые (более 65 %). Тип лав нередко определяет характер извержения (см. Извержения в.).

**ЛАККОЛИТ** (греч. *подземелье*) – полуглубинное интрузивное тело грибообразной формы, застывшее в толще земной коры между слоями осадочных горных пород. По мере сноса перекрывающей толщи верхняя часть лакколита может выступить на поверхности в виде изолированной возвышенности (например, Пятигорская группа Л.).

**ЛЕДНИКИ** – природные образования в условиях избыточного снегового питания и преобладания низких температур воздуха. Известны ледники современные и древние, горные и материковые.

**ЛЕДНИКИ ГОРНЫЕ** образуются в горах выше снеговой линии, но ледниковый язык может значительно смещаться вниз. Различают Л. г.: склоновые (каровые, висячие), долинные (альпийский, гималайский) и горно-покровные (аляскинский, скандинавский).

**ЛЕДНИКИ МАТЕРИКОВЫЕ** занимают большие площади, перекрывая разные уровни поверхности, питаются в основном атмосферными осадками, имеют большую мощность (например, Л. м. Антарктиды, Гренландии, Исландии).

**ЛЕДНИКОВАЯ ЭПОХА** (период) – отрезок времени в геологической истории Земли, когда похолодание климата приводило к широкому распространению покровных ледников. Ледниковые эпохи известны в дочетвертичное время (например, в палеозое). Последняя Л. э. была в плейстоцене (см. Оледенение плейстоценовое).

**ЛЕДНИКОВЫЙ РЕЛЬЕФ** – совокупность форм земной поверхности, созданных ледниками или тальми водами из-под ледников. Различают два вида Л. р.: экзарационный (эрозион-

ный) и аккумулятивный. К экзарационным формам относятся карлинги, кары, трюги, курчавые скалы. К аккумулятивным – моренные холмы и гряды, друмлины, озы, камы. По формам Л. р. определяют также границы древних оледенений.

**ЛЁСС** (нем. *рыхлый*) – осадочная горная порода (грунт) палевожёлтой окраски, состоящая в основном из спемментированной известковой пыли, пористая, с конкрециями кальция. Образует обрывистые стенки со столбчатыми отдельностями. Распространена в Китае, на юге Европейской части СНГ, встречается в Якутии. Происхождение лёсса увязывают с эоловым процессом и деятельностью древних ледников.

**ЛИТОСФЕРА** (греч. *каменная оболочка*) – наружная твёрдая оболочка Земли, включающая земную кору и верхнюю часть мантии до астеносферы. Общая мощность литосферы от 50 до 200 км.

**ЛИТОСФЕРНЫЕ ПЛИТЫ** – крупные жёсткие блоки литосферы, границы которых проходят по подвижным поясам, континентальным рифтам и срединно-океаническим хребтам. Л. п. перемещаются под воздействием конвекционных потоков в мантии, создавая зоны растяжения (спрединг), сталкивания (обдукция), подтекания (субдукция). Всё это отражается в структурных изменениях земной коры и преобразовании рельефа.

**ЛОЖБИНА СТОКА** – первичное эрозионное образование на верхних выположенных частях склонов, имеет плавные очертания поперечного профиля, задернованные склоны и днище. Эродирующее действие воды слабое, т. к. сток мелкоструйчатый.

**ЛОЩИНА** – вторичная (по положению) эрозионная форма, к которой подходят ложбины стока. Склоны лоцины достаточно чёткие, днище плоское, осложнённое размывом. Поперечный профиль трапециoidalный.

**МАГМА** (греч. *тесто, густая мазь*) – расплавленная масса, возникающая на разных глубинах астеносферы (верхней мантии) и устремляющаяся по ослабленным зонам разломов к поверхности Земли. Магма может иметь разный состав: основной (базальтовый) и кислый (гранитный). Проникая сквозь толщу земной коры, магма пополняется новыми компонентами и теряет летучие вещества. Дегазированную магму называют лавой.

**МАГМАТИЗМ** – комплекс эндогенных процессов, включающий образование магмы в недрах Земли, её перемещение и трансформацию состава в толще земной коры, создание интрузивных тел (интрузивный М.) и вынос на поверхность продуктов извержения: лавы, газов и твёрдого материала (эффузивный М.).

**МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ** – комплекс горных пород, образовавшихся при застывании магмы в толще земной коры (интрузивные) и на поверхности Земли (эффузивные). К числу интрузивных относятся габбро, диориты, граниты; эффузивных – базальт, андезиты, кварцевые порфиры и др.

**МАНТИЯ ЗЕМЛИ** (греч. *покрывало*) – внутриземная геосфера между земной корой и ядром (до глубины 2900 км). М. З. делится на два слоя: верхнюю М. (до глубины около 900 км) и нижнюю М. Значимость верхней М. велика: она является источником магматизма, структурного преобразования и перемещения литосферных плит.

**МАТЕРИНСКАЯ ГОРНАЯ ПОРОДА** – 1) исходная магматическая или осадочная горная порода, которая не подвергалась существенному преобразованию выветриванием или денудацией; 2) порода в основании почвенного профиля, определяющая физические и химические свойства почвы.

**МЕАНДРЫ** (от назв. р. Меандр в М. Азии) – изгибы, излучины русла реки. Возникают у равнинных рек в рыхлых грунтах поймы за счёт проявления боковой эрозии.

**МЕЗОЗОЙСКАЯ СКЛАДЧАТОСТЬ** (греч. *средний*) – орогеническая эпоха мезозоя, широко проявившаяся на северо-востоке России. Её проявления отмечают также на Кавказе, Памире. Включает киммерийскую, ларамийскую и др. фазы. На тектонической карте зона проявления М.с. показывается солатово-зеленым цветом.

**МЕЗОРЕЛЬЕФ** (греч. *средний*) – формы неровностей земной поверхности средних размеров, созданные экзогенными процессами, их эрозионным и аккумулятивным проявлением (например, овраги, дюны, кары на склоне, термокарстовые и суффозионные западины, карстовые воронки и др.).

**МЕРЗЛОТА МНОГОЛЕТНЯЯ** (*М. вечная*) – естественное пребывание горных пород и грунтов в мёрзлом состоянии, реликт плейстоценового оледенения, условий предшествующего времени. Поддерживается резкой континентальностью климата в настоящее время. Широко представлена в Азиатской части России.

**МЕТАМОРФИЗМ** (греч. *преображаюсь*) – вид эндогенного процесса, который при воздействии высоких температур, давления и гидротермальных растворов преобразует осадочную породу, вызывая её уплотнение, перекристаллизацию, изменение структуры и т. д. Различают М. контактовый и региональный.

**МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ** – породы, преобразованные метаморфизмом. Например, пески при уплотнении превращаются в песчаник, а в результате перекристаллизации – в кварцит. Глины могут дать глинистые сланцы, а метаморфизация превратит их в кристаллический сланец. Известняк может превратиться в мрамор.

**МЕТОДЫ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ** – комплекс приёмов определения морфологических характеристик и генетических особенностей развития форм рельефа. Объединяются в две группы: морфологическую и генетическую. Первая предполагает получение качественных и количественных данных о формах и элементах рельефа. Вторая включает морфоструктурный, морфофациальный, морфодинамический и др. генетические методы.

**МОНОКЛИНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА** – генетический тип состояния земной коры, характеризующийся выдержанным залеганием слоёв с уклоном в одну сторону. Определяет специфическое асимметричное развитие форм рельефа.

**МОРЕНЫ** – 1) обломочный материал, получаемый и переносимый горным долинным ледником в разных его частях (М. поверхностная, внутренняя, донная); 2) морфологические образования у нижней границы ледникового языка (основная М. – продольные гряды, конечная М. – поперечные гряды, подпираемые ледником).

**МОРОЗНОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ** – вид физического выветривания при воздействии на горные породы отрицательных температур (замерзание, оттаивание). Проявляется в горных условиях и при зимнем понижении температур.

**МОРФОЛИТОГЕНЕЗ** – процесс осадконакопления, ведущий к рельефообразованию. Определяется прежде всего характером и условиями протекания экзогенных процессов. Например, флювиальные, эоловые, гляциальные процессы в условиях нивальной, гумидной и аридной зон.

**НАДВИГ** – разрывное нарушение, при котором слои в толще перемещаются по пологому разлому на соседний участок, частично перекрывая его. В результате более древние слои перекрывают молодые.

**НАНОСЫ** – рыхлый аккумулятивный материал (глина, песок, гравий), переносимый водными потоками во взвесах либо по дну и отлагающийся в русле и прибрежной доlese.

**НЕОТЕКТОНИЧЕСКИЕ (новейшие) ДВИЖЕНИЯ** – тектонические движения, структурные перестройки, нарушения и изменения в рельефе земной поверхности в неоген-четвертичное время. В результате происходили дифференцированные поднятия древнескладчатых разрушенных гор (Урал), активизация поднятий молодых горных сооружений (Кавказ), дальнейшее опускание в депрессиях (Прикаспийская), морфологическое развитие долин.

**НИВАЛЬНЫЙ КЛИМАТ (ЗОНА)** – климат с преобладанием низких температур, с осадками в виде снега, который накапливается и превращается в лёд, с распространением мерзлоты. Характеризуется развитием гляциальных и криогенных процессов.

**НИЗКОГОРЬЕ** – морфологический тип рельефа с абсолютными высотами до 1 тыс. м. Облик рельефа может быть с глубоким врезом долин и крутыми склонами (в гумидных условиях) либо с неглубокими асимметричными долинами и сглаженными вершинами (в континентальных и аридных условиях).

**ОВРАГ** – эрозионная форма рельефа, выработанная временным водотоком. Имеет крутые незадернованные борта и плоское днище со следами эрозионного размыва. В устье обычно формируется конус выноса. Различают овраги водораздельные (на выположенных склонах), донные (днища долин) и береговые (крутые берега рек и водохранилищ).

**ОЗЫ** (швед. *насыпь*) – аккумулятивные формы древних ледников, напоминающие протяженные насыпи. Высота их 10–30 м, ширина вверху 5–10 м, в основании до 100 м, протяженность до 20–30 км.

Сложены озы песчано-гравийным материалом с косою слоистостью. Распространены в Карелии, Прибалтике.

**ОЛЕДЕНЕНИЕ ПЛЕЙСТОЦЕНОВОЕ** – покровное оледенение материкового типа, неоднократно проявившееся в четвертичное время. Выделяют следующие эпохи оледенений: на территории Европейской России – окская, днепровская, московская, валдайская; в Азиатской части – самаровская, тазовская, зырянская. Для Восточной Сибири отмечают оледенение подземное.

**ОПОЛЗЕНЬ** – морфологическое образование, ступень на склоне, образующаяся в результате смещения оползневого блока по наклонному увлажнённому водоупорному суглинистому слою. Выше оползня на склоне возникает полукольцевая обнажённая стенка отрыва, а ниже – осложнённый вал подпора.

**ОРОГЕНЕЗ** (греч. *горнообразование*) – сочетание тектонических движений и процессов, ведущих к созданию горных систем либо к их возрождению. Выделяют орогенические циклы (эпохи складчатости): байкальский орогenez, каледонский, герцинский, мезозойский, альпийский.

**ОРОГРАФИЯ** – 1) свойство территории, отражающее построение и характер поверхности, наличие и распространение форм рельефа; 2) часть физической географии и геоморфологии, предполагающая морфологическую (качественную и количественную) характеристику форм и элементов рельефа.

**ОСАДОЧНЫЙ СЛОЙ** – верхняя часть земной коры, сложенная рыхлым материалом, имеющая мощность на дне океанов до 1 км, на континентах – до 10 км.

**ОСНОВНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ** – магматические г. п., обладающие небольшим содержанием кремнекислоты (45–50 %) и значительным – железа и алюминия (интрузивные – га-



ббро, диабазы; эффузивные – базальты, андезиты, липариты и др.). Преобладают в составе земной коры.

**ОСТАНЕЦ ОБТЕКАНИЯ** – изолированный участок в приречной полосе, возникший в результате размыва рекой перемычки её излучины. О. о. оказывается окружённым старым руслом и новым участком промыва.

**ОСЫПЬ** – скопление каменистого обломочного материала в верхней части горного склона в процессе гравитационного смещения обломков горных пород от скалистых гребней и вершин. Под действием увлажнения и отрицательных температур осыпной материал на крутых склонах приобретает способность перемещения.

**ПЕДИМЕНТ** – форма рельефа в виде слабонаклонной выровненной поверхности у основания склона гор или плато (подгорная ступень, сложенная в основном коренными породами). Термин предложен В.Пенком. Генезис данной формы связывался ранее с работой временных водотоков, с их регрессивной эрозией. Позже педименты стали рассматриваться как полигенетические образования.

**ПЕНЕПЛЕН** – форма рельефа в виде ровной волнистой поверхности, которая сформировалась на месте древних гор, на дислоцированном основании в процессе длительной устойчивой денудации. В современном рельефе достоверным последним пенеплом считают мезозойский (триас или мел). К этому времени относят пенеппенизацию Урала.

**ПЕРЕХВАТ РЕЧНОЙ** – природный процесс изъятия части стока воды рекой у соседнего водотока. Предпосылкой П. р. может быть активная регрессивная эрозия в верховьях водотока (вершинный П. р.), активное протекание боковой эрозии у рек в депрессиях (боковой П. р.). Признаками перехвата могут быть резкие повороты русла, особенности формирования элементов долины, их литология.

**ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНАЯ ЗОНА** (греч. *около*) – территория, соседствующая с древним ледником, обладающая особым местным климатом и условиями рельефообразования. Талые воды здесь создавали задровые равнины и разнообразные ложбины стока.

**ПЕРЛЮВИЙ** – грунт русловой фации аллювия, залегающий обычно в основании разреза, представленный промытыми рекой гравием и галькой.

**ПЕЩЕРА КАРСТОВАЯ** – форма рельефа, крупная полость в приповерхностной толще Земли, образующаяся в результате длительного выщелачивания и размыва карстующихся пород. Нередко имеет натечные образования – сталактиты и сталагмиты. Например, Снежная П. к. на Кавказе глубиной около 1200 м и Кунгурская ледяная пещера.

**ПЛАКОР** (греч. *плоскость*) – выположенное междуречное пространство, водораздельная поверхность, где подземные воды залегают глубоко, степень дренированности высокая, почвенно-растительный покров вполне отражает черты и условия ландшафтной зоны.

**ПЛАТО** (франц. *плоский*) – выровненные пространства, возвышающиеся над прилегающей местностью, имеющие чёткие обрывистые края. Различают плато вулканические (Путарана), структурные (Усть-Урт), межгорные (на Памире) и др.

**ПЛАТФОРМА** – крупная полигональная структура земной коры, характеризующаяся относительно слабой тектонической активностью и изменчивостью, двухъярусным строением (наличие кристаллического фундамента и осадочного чехла); однообразием и спокойным залеганием осадочных пород, локальным проявлением магматизма и контактового метаморфизма. Различают П. древние (Русская) и молодые (Скифская).

**ПЛИТА** – 1) литосферная П.; 2) молодая эпипалеозойская платформа (например, Западно-Сибирская); 3) элементы древних платформ, где осадочный чехол имеет большую мощность и осложнён синеклизами и антесклизами (например, Русская платформа).

**ПОЙМА** – элемент долины, её самый низкий морфологический уровень, который находится под воздействием водотока (подмыв крутых берегов, вынос материала на отмели, переработка излучин, затопление в паводки и др.).

**ПОЙМЕННАЯ ФАЦИЯ АЛЛЮВИЯ** – мелкозернистый песчаный и пылевато-суглинистый материал, слагающий большую часть разреза поймы. В нём может присутствовать прослоями глинистый старичный аллювий. Сверху пойменный аллювий в паводки перекрывается наилком.

**ПОЛЬЕ** – карстовая форма в виде обширного замкнутого понижения с довольно крутыми склонами и плоским дном (корыто). Происхождение оценивается неоднозначно. На Балканском п-ове эти понижения используются в земледелии.

**ПОНОР** – карстовое образование, элемент карстовых воронок, колодцев. На поверхности П. выражен в виде трещины, углубления, пустотного хода, куда устремляется талая или дождевая вода. В толще породы П. формирует сложную систему каналов для стока воды.

**ПРОЛЮВИЙ** (лат. *promyvaю*) – рыхлый материал, переносимый по ложбинам и оврагам временными водотоками, которые в устье оврага формируют конус выноса.

**ПРОФИЛЬ РАВНОВЕСИЯ** (реки, долины) – плавная вогнутая линия продольного профиля водотока (от истока до устья), которую теоретически может создать река при условии, что базис эрозии останется постоянным, а эродирующая и аккумулятивная деятельность будут уравновешены.

**ПСЕВДОКАРСТ** (*ложный карст*) – группа процессов, создающая на поверхности блюдца, западины, озёрные понижения в местах, где карстующиеся породы отсутствуют. Различают глинистый П., термокарст и кластокарст (см. Просадка).

**ПСЕВДОТЕРРАСЫ** – ложные террасы, ступени, сформированные на склонах или в долинах, генезис которых практически не связан с флювиальными процессами. К их числу можно отнести П. структурные, выявленные денудацией, П. оползневые, П. срезанных конусов выноса, П. моренные и др.

**РАЗЛОМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ** – 1) крупные разрывные тектонические нарушения, по которым происходят смещения блоков (сброс, взброс, горст и др.); 2) глубинные разломы (разделяющие крупные глубинные структуры земной коры, сквозные Г.р., трансформные Р.г., Р.г. зон субдукции и др.).

**РЕЛЬЕФ** – сочетание неровностей и форм на поверхности Земли, имеющих разный размер, происхождение и характер развития (от западин и карстовых воронок до равнин континентального масштаба со сложным взаимодействием эндогенных и экзогенных процессов, с развитием в геологическом времени и на протяжении сезона года).

**РИФТЫ** (англ. *ущелье*) – крупнейшие линейные нарушения при горизонтальном растяжении земной коры. Ограничены глубинными разломами и имеют поднятия по сторонам. Ширина Р. около 30–70 км, протяжённость более 1000 км. Различают рифты внутриконтинентальные (Восточная Африка), межконтинентальные (Красное море), океанические.

**РУСЛО РЕКИ** – наиболее пониженная полоса долины, выработанная постоянным потоком, характеризующаяся извилистым очертанием в плане, размывом и перемещением обломочного материала, наличием подвижных скоплений наносов.

**РУСЛОВАЯ ФАЦИЯ АЛЛЮВИЯ** – песчано-гравийно-галечниковый материал в основании разреза поймы или террас, отложенный в период активной эрозионно-аккумулятивной деятельности водотока.

**СБРОС** – вид разрывных тектонических нарушений со смещением слоёв земной коры по разлому, наклонному в сторону опущенного блока. Амплитуда смещения изменяется от 1 м до сотен метров, простирание сброса может достигать сотен км. Явление характерно для территорий горообразования, формирования горстов, грабенов, рифтов.

**СДВИГ** – вид разрывных тектонических нарушений со смещением слоёв земной коры по горизонтали с возможным падением (вертикальным движением) сместителя. Перемещение по горизонтали может достигать нескольких километров. Нередко сочетается со сбросами и взбросами.

**СЕЛЬГИ** – формы рельефа, созданные древними ледниками, скалистые гряды, обработанные ледниковой экзарацией. Распространены в Прибалтике и на Скандинавском п-ове. Имеют северо-западное простирание. Выделяют также сельги аккумулятивного генезиса.

**СИНЕКЛИЗА** – структурное образование в пределах платформы, пологосклонный прогиб протяжённостью в сотни километров, заполненный слоистой толщей пород платформенного чехла, нередко с содержанием углей и соли. Например, Московская С., Вилуйская С. и др.

**СИНКЛИНАЛЬ** – вогнутая складка в толще земной коры, у которой в ядре (центре) располагаются более молодые породы, чем на крыльях. В системе складчатых гор синклинали обычно чередуются с антиклиналями.

**СКЛАДКООБРАЗОВАНИЕ** – процесс в земной коре, проявляющийся в тектонических структурных перестройках

с созданием изгибов пластов горных пород разного размера и формы. Проявляется в определённые этапы исторического развития, приурочен обычно к местам распространения наиболее молодых отложений данной эпохи.

**СКЛАДЧАТО-ГЛЫБОВЫЕ ГОРЫ** – генетический тип горных сооружений, где тектонические движения проявились повторно. Потерявшие пластичность и затвердевшие складки горных пород подвергаются разломам на блоки и смещению подобно горстам и грабенам (см. Возрождённые горы). Например, Алтай, который поднялся в байкальскую складчатость, а в альпийскую превратился в складчатоглыбовые горы.

**СКЛОН КОРЕННОЙ** – 1) наклонная поверхность, сложенная коренными горными породами (склон горного хребта); 2) наклонная поверхность, ограничивающая с двух сторон долину реки (элемент долины), которая может быть сложена и коренными горными породами, и четвертичными отложениями разного генезиса (например, ледникового).

**СКЛОНЫ (ГОРНЫЕ, ДОЛИННЫЕ)** – морфологические образования разного генезиса, распространённые на континентах и дне морей. На суше склоны формируются в процессе возникновения горных хребтов и межгорных впадин (эндогенная основа), при заложении и развитии речных долин (сочетание экзогенных процессов). В последнем случае высота и форма склонов долины определяется взаимодействием работы водотока и склоново-денудационных процессов.

**СОЛЕВОЕ ВЫВЕТРИВАНИЕ** – вид физического выветривания в условиях аридной зоны. Влага, содержащая соли, подтягивается к поверхности, испаряется. Соли кристаллизуются в трещинах горных пород и оказывают давление на стенки трещин, разрушая коренную породу.

**СОЛИФЛЮКЦИЯ** -- вид склоново-денудационного процесса, который характерен для оттаивающих верхних горизон-

тов мёрзлых рыхлых грунтов на пологих склонах. Сырой грунт сползает (стекает) по увлажнённой поверхности мёрзлого подстилающего слоя. Образуются небольшие наплывы, ступени, гряды. С. происходит в условиях тундры и на склонах с многолетней мерзлотой.

**СОММЫ** (от названия гребня у вулкана Везувий) – полуразрушенные кольцообразные гребни в окружении кратера вулкана, оставшиеся от предшествующих извержений (у вулканов Везувий и Авачинская сопка на Камчатке).

**СТАРИЦА** – старое отделившееся русло реки в излучине, превратившееся в озеро. Впоследствии в таких местах образуются сырые старичные ложбины.

**СТОЛОВЫЕ ГОРЫ** – платообразные горные сооружения, верхняя выположенная часть которых обязана структурным особенностям, горизонтальному положению слоёв горных пород, наличию базальтовых покровов либо активной сработке поверхности в процессе денудации (поверхности выравнивания). Например, территории Урала, Тянь-Шаня.

**СУФФОЗИЯ** (*просадка*) – процесс оседания поверхности под действием воды: инфильтрация и вынос мелких частиц, оттаивание мёрзлых льдистых грунтов, растворение обломков некоторых горных пород. Образуются блюдца, неглубокие воронки, впадины.

**СУХОДОЛ** – 1) морфологическое образование эрозионного генезиса, крупная линейная форма (подобная балке) с чёткими асимметричными склонами и плоским дном, на котором есть следы руслового размыва и признаки аккумуляции материала (проловия). К С. обычно подходят лоцины и ложбины стока; 2) речная долина с сухим руслом в районах развития карстующихся пород.

**ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ** – группа видов эндогенных процессов, которая определяется внутренними силами и свойствами Земли (энергия распада радиоактивных элементов, гравитация, вращение Земли вокруг своей оси) и приводит к структурным перестройкам в земной коре. Т. д. различаются по характеру проявления и времени (см. Движения тектонические).

**ТЕКТОНИКА ПЛИТ** (*теория литосферных плит*) утверждает, что литосфера разбита на несколько крупных структур (плит). В каждой есть участки океанической (тонкой, тяжёлой) и континентальной (мощной, лёгкой) земной коры. Имеются и менее крупные плитные образования. Неустойчивость «фундамента» плит (астеносферы), «неравновесное» построение разреза (типы земной коры), а также действие внутренних энергетических источников вызывает сложные взаимоотношения перемещающихся плит, структурные перестройки, что отражается в рельефообразовании (см. Литосферные плиты).

**ТЕРМОКАРСТ** – вид псевдокарста, который представляет собой протаивание мёрзлых рыхлых грунтов, проседание поверхности с образованием блюдцеобразных понижений, нередко занятых талой водой. Развита в условиях прибрежных тундровых равнин (см. Псевдокарст).

**ТЕРРАСА РЕЧНАЯ** – элемент долины, созданный постоянным водотоком в условиях существенного циклического изменения глубины его вреза. Различают террасы коренные (в скальных породах), цокольные (с коренным основанием) и аккумулятивные (в рыхлых аллювиальных грунтах).

**ТЕХНОГЕННЫЙ РЕЛЬЕФ** – формы рельефа, созданные человеком при инженерных работах и хозяйственной деятельности (дорожные выемки и насыпи, каналы, дамбы, карьеры,



терриконы и др.). Нередко Т. р. бывает нежелательным и нуждается в рекультивации.

**ТРАНСГРЕССИИ МОРЯ** (лат. *переход*) – процесс наступления моря на сушу при тектоническом опускании береговой зоны или изменений климата (наступление влажных эпох). В геологической истории Земли эти процессы происходили многократно и чередовались с отступанием (регрессия). Т. м. прослеживаются по накоплению морских осадков в разрезах (берега северных морей Евразии, Каспия и др.).

**ТРАПЫ** (швед. *ступени*) – покровы эффузивных горных пород основного состава (базальты, диабазы, долериты) на платформах, образующие плоскоступенчатую поверхность (Т. Сибири, плоскогорья Декан в Индии).

**ТРОГ** (нем. *корыто*) – экзарационная (эрозионная) форма рельефа, выработанная горным долинным ледником. Имеет корытообразный поперечный профиль с плечами на крутых бортах, плоское днище с крутым ступенчатым продольным профилем. В верховьях трог заканчивается эрозионным цирком, в низовьях – аккумулятивными моренными валами.

**ТУФЫ** – вулканогенные пирокластические горные породы, возникающие путём уплотнения и цементации продуктов извержения (пепла, вулканического песка, мелких обломков) с примесью иного материала.

**ФАЦИИ АЛЛЮВИЯ** (лат. *лицо*) – слои в разрезе аллювиальных отложений, отличающиеся по литологическому составу и условиям осадконакопления. Различают Ф. а. русловую и пойменную.

**ФИОРД** (норв.) – узкий глубокий морской залив с высокими крутыми скалистыми берегами, далеко вдающийся в сушу. Образование таких форм увязывают с ингрессией (внедрением) моря в ледниковые долины либо в тектонические разломы.

Распространены по берегам Скандинавского п-ова, на Кольском п-ове, Чукотке.

**ФЛЮВИАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ** (лат. *река*) – совокупность эрозионных и аллювиальных процессов, связанных с деятельностью постоянных водотоков (рек): заложение и формирование долин и создание присущих им элементов (см. Долина речная).

**ФЛЮВИОГЛЯЦИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ** (лат. *водный поток от ледника*) – аккумулятивные отложения, вынесенные водами из области таяния ледников (покровных древних) за пределы конечной морены. Обычно представлены песками с гравием и галькой, реже – ленточными глинами.

**ХИОНОСФЕРА** (*снеговая граница*) – атмосферная оболочка, нижняя граница которой фиксирует устойчивое выпадение осадков в твёрдом виде, возможность многолетнего накопления снега и формирования ледников. Высотное положение снеговой границы и фактической снеговой линии неодинаково: в полярных широтах она находится на уровне моря (Гренландия), в тропиках – на высоте 5–6 км (г. Килиманджаро).

**ЦИРК** (лат. *круг*) – форма рельефа на горном склоне, напоминающая кресло, созданная каровыми ледниками (при объединении каровых ниш). Иногда небольшие цирки образуются в береговых обрывах в суглинистых грунтах, в местах схода оползней.

**ЦОКОЛЬНАЯ ТЕРРАСА** – генетический тип с цоколем коренных пород в основании разреза (см. Терраса речная).

**ШЛЕЙФ ДЕЛЮВИАЛЬНЫЙ** – форма рельефа в приподнятой части склона, созданная в процессе смыва суглинистодресвяного (мелкого) материала со склона мелкоструйчатым движением талых или дождевых вод. Простирается

полосой под склоном, имеет слабонаклонную поверхность (см. Делювий).

**ШХЕРЫ** (швед. *островок*) – прибрежные формы рельефа в местах бывшего распространения покровных ледников. Такие мелкие скалистые острова представляют шхерный тип морского берега и являются, вероятно, затопленными бараными лбами. Встречаются на берегах Скандинавского п-ова, в Шотландии.

**ЩЕБЕНЬ** (лит. *осколок*) – рыхлый продукт физического выветривания горных пород, состоящий из крупных неокатанных обломков (размер 1–10 см). Цементированный щебень образует брекчию.

**ЩИТ** – кристаллический фундамент древней платформы, поднятый тектоническими движениями и местами выходящий на поверхность Земли. Например, щит Балтийский, Анабарский, Алданский).

**ЭКЗАРАЦИЯ** (лат. *выпахивание*) – процесс ледниковой эрозии, проводимый горными долинными ледниками (создание трогов) или характерный для древних покровных ледников (бараны лбы, курчавые скалы, сельги, борозды в рыхлых грунтах и др.).

**ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ** (греч. *снаружи*) – большая группа процессов, преобразующих облик земной поверхности. Основные факторы – энергия Солнца, гравитация, влияние воды и др. Э.п. определяют разрушение горных пород (выветривание), разные условия и варианты переноса разрушенного материала, эрозионное и аккумулятивное проявление в рельефообразовании.

**ЭЛЮВИЙ** (лат. *вымывать*) – материал разрушения горных пород выветриванием, оставшийся на месте (на выровненной поверхности). Для него характерно следующее: раз-

нородность литологического состава, отсутствие слоистости, обработки, сортировки.

**ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ** (греч. *внутри*) – группа процессов, вызывающих структурные и литологические изменения в толще земной коры и на поверхности. Основные энергетические источники – радиогенное тепло недр, энергия вращения Земли и гравитация. Э п. включают, прежде всего, магматизм, тектонические движения и метаморфизм. Им принадлежит основополагающая роль в рельефообразовании.

**ЭОЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ** – группа экзогенных процессов, связанных с деятельностью ветра. Наиболее активно проявляются в аридных условиях. Различают эрозионное действие (дефляция, корразия) с созданием дефляционных ниш, котлов выдувания и аккумулятивное – с образованием дюн, барханов и др.

**ЭРОЗИЯ** (лат. *разъединение*) – экзогенный процесс, разнообразно проявляемый текучими водами (склоновый сток, временные водотоки, реки). Речная эрозия может активно проводить глубинный и боковой размыв, который в сочетании с аккумуляцией приводит к формированию русла, долины и её морфологических элементов.

**ЯРДАНГИ** – эрозионные формы эолового генезиса, неглубокие (до 1,5 м) протяжённые (несколько километров) борозды, которые образуются сильными устойчивыми по направлению ветрами путём дефляции и корразии на равнинных участках со слоистым сложением грунтов. Характерны для пустынь территории Ирана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кизевальтер Д.С., Раскатов Г.И., Рыжова А.А. Геоморфология и четвертичная геология – М. Недра, 2000.
2. Жамолов Д.Б. Геоморфология и четвертичная геология. Ташкент. 2000.
3. Кружалин В.И. Экологическая геоморфология суши / В.И. Кружалин. – М.: Научный мир, 2001.
4. Болтрамович С.Ф. Геоморфология / С.Ф. Болтрамович, А.И. Жиров, А.Н. Ласточкин, Д.В. Лопатин, Ю.В. Мусатов. Учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2005
5. Симонов Ю.Г. Геоморфология. / Ю.Г. Симонов. – СПб.: Питер, 2005.
6. Рычагов Г.И. Общая геоморфология: учебник для студ. Вузов, обуч. По геогр. специальностям / Г.И. Рычагов. – М.: Изд-во Московского ун-та: Наука, 2006.
7. Долимов Т.Н., Троицкий Б.И. Эволюционная геология. 2007.
8. Макарова Н.В. Геоморфология: учебное пособие / Н.В. Макарова, Т.В. Суханова; отв. Ред. В.И. Макаров, Н.В. Коронковский. – 2-е изд. – М.: КДУ, 2009.
9. [www. geologiya. ru](http://www.geologiya.ru)

## ОГЛАВЛЕНИЯ

Введение .....	3
1. Предмет, задачи и положение геоморфологии среди других дисциплин .....	4
1.1. Краткая история развития геоморфологии.....	5
1.2. Связь с другими предметами .....	8
2. Характеристика рельефа .....	8
2.1. Положительные формы рельефа .....	8
2.2. Отрицательные формы .....	10
3. Морфография и морфометрия рельефа .....	13
4. Образования рельефа. Возраст рельефа .....	20
4.1. Относительный возраст рельефа.....	26
4.2. Абсолютный возраст рельефа .....	30
5. Эндогенные, экзогенные процессы и рельеф.....	30
5.1. Эндогенные процессы .....	30
5.2. Экзогенные процессы и рельеф.....	33
6. Геоморфологические методы исследования.....	35
6.1. Морфометрический метод.....	35
6.2. Морфофациальный метод .....	35
6.3. Морфоструктурный метод .....	36
6.4. Морфотектонический метод .....	36
6.5. Морфогеографический метод .....	37
6.6. Морфодинамические метод .....	38
6.7. Палеогеоморфологический метод .....	38
7. Основные рельефообразующие факторы .....	39
7.1. Статистические факторы.....	39

7.2. Динамические факторы.....	43
8. Основные закономерности развития рельефа суши и формирования континентальных осадочных толщ.....	47
8.1. Закономерности водного притока.....	52
9. Система долин и их характеристика.....	74
9.1. Водно-эрозионные, водно-аккумулятивные формы рельефа.....	84
9.2. Склоновые процессы. Их генетические типы и выражения в рельефе.....	90
10. Эоловые формы рельефа. Особенности выветривания. Деятельность ветра и его роль в формировании рельефа пустынь.....	93
10.1. Ледники и их формы рельефа. Гляциодислокации, ледниковая аккумуляция и форма рельефа.....	97
10.2. Абразионные и аккумулятивные формы рельефа.....	104
11. Геоморфологические карты.....	109
11.1. Прием геоморфологического исследования.....	117
11.2. Мелкомасштабные геоморфологические карты.....	123
11.3 Дешифрирование систем разломов и разрывных нарушений.....	158
Глоссарий.....	182
Литература.....	220





**Оқибат Мухтаровна Юнусова,  
Абдуғани Абдувалиевич Абдурахмонов,  
Бегзод Исмаилович Аллаяров**

# **ГЕОМОРФОЛОГИЯ**

Редактор:  
Абдукамол Абдужалилов

Техник редактор:  
Юнусали Уринов

Корректор:  
Иноят Захидова

Дизайнер:  
Нозима Султанова

Лицензия редакции. № А1 245, 02.10.2013.

Сдано в набор 11.10.2019 года. Сдано в печать 07.11.2019 года.

Формат: 60x84 1/16 Офсетная печать. Гарнитура «Times New Roman». Усл. п.л. 14.0. Тираж 200 шт. Заказ №198.

Редакция «Sano-standart», 100190, город Тошкент,  
Юнусабад-9, 13-54. E-mail: sano-standart@mail.ru

Отпечатано в типографии ООО «Sano-standart». г.Ташкент, ул.  
Широк 100. Телефон: (371) 228-07-96, факс: (371) 228-07-95



"Sano-standart"

ISBN 978-9943-6117-0-2



9 789943 611702