

**Негосударственное частное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Национальный открытый институт г. Санкт-Петербург»**

Гомзяков А.В., Захаров М.С.

Геоморфология с основами геологии

Учебное пособие

Рекомендовано Саморегулируемой организацией
НП «Изыскатели Санкт-Петербурга и Северо-Запада»
для студентов, обучающихся по направлениям
120100.62 «Геодезия и дистанционное зондирование»
и 120700.62 «Землеустройство и кадастры»
и слушателей курсов повышения квалификации

Санкт-Петербург
2015

УДК 528.2

ББК 26.11

Г64

ГОМЗЯКОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ

ЗАХАРОВ МИХАИЛ СЕРГЕЕВИЧ

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 120100.62 «Геодезия и дистанционное зондирование» и 120700.62 «Землеустройство и кадастры». В пособии изложены теоретические вопросы дисциплины.

УДК 528.2

ББК 26.11

ISBN 978-5-906759-21-4

© Гомзяков А.В., 2015

© Тарелкин Е.П., 2015

©НОИР 2015

© ИКЦ 2015

Оглавление

1. ВВЕДЕНИЕ	5
1.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДМЕРЕ ГЕОМОРФОЛОГИИ С ОСНОВАМИ ГЕОЛОГИИ	5
1.2 ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЕЁ СВЯЗЬ С ДРУГИМИ НАУКАМИ. РОЛЬ УЧЁНЫХ В РАЗВИТИИ ГЕОМОРФОЛОГИИ	7
1.3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕ. ЭНДОГЕННЫЕ И ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ	10
2. ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ	15
2.1 ГЕОХРОНОЛОГИЯ. МОРФОМЕТРИЯ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	15
2.2 ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИЗОБРАЖЕНИЮ РЕЛЬЕФА НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ	22
2.3 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ	24
3. ЛИТОСФЕРА ЗЕМЛИ	27
3.1 СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ	27
3.2 ВНУТРЕННИЕ СФЕРЫ ЗЕМЛИ	28
3.3 СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ	35
3.4 ПОРОДООБРАЗУЮЩИЕ МИНЕРАЛЫ	37
3.5 ВНЕШНИЙ ВИД МИНЕРАЛОВ	38
3.6 ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ	40
3.7 КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛОВ	45
4. ФОРМЫ РЕЛЬЕФА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПРОЦЕССАМИ ВЫВЕТРИВАНИЯ И ДЕНУДАЦИИ	48
4.1 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ	48
4.2 ЗНАЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ДЕНУДАЦИИ	50
4.3 ЗНАЧЕНИЕ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД В ПРОЦЕССЕ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ	51
4.4 ФОРМЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ПРОЦЕССАМИ ДЕНУДАЦИИ	53
4.5 ОБЩАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ СКЛОНОВ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ РАЗВИТИЯ	56
5. ФОРМЫ РЕЛЬЕФА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ТЕКУЧИХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД	58
5.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАБОТЕ ТЕКУЧИХ ВОД	58
5.2 ПРОЦЕССЫ И ВИДЫ ЭРОЗИИ. БАЗИС ЭРОЗИИ. СЕЛИ	60
5.3 РУСЛОВЫЕ И НЕРУСЛОВЫЕ ВОДНЫЕ ПОТОКИ. ОСОБЕННОСТИ ФОРМ РЕЛЬЕФА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ВРЕМЕННЫХ РУСЛОВЫХ ПОТОКОВ. РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ	66
5.4 ОБРАЗОВАНИЕ РЕЧНЫХ МЕАНДР, ОЗЁР-СТАРИЦ, ДЕЛЬТ И ЭСТУАРИЙ	71
5.6 ОСОБЕННОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЭРОЗИОННОГО РЕЛЬЕФА НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТАХ	78
6. ФОРМЫ РЕЛЬЕФА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ПОДЗЕМНЫХ ВОД	79
6.1 ГРУНТОВЫЕ ВОДЫ	79
6.2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД. ПОНЯТИЕ О КАРСТЕ	80
6.3 ОБРАЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ КАРСТОВЫХ ФОРМ РЕЛЬЕФА	83
6.4 ОПОЛЗНЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ И ОБРАЗОВАНИЕ ОПОЛЗНЕЙ	89
7. ФОРМЫ РЕЛЬЕФА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ МОРЯ	93
7.1 МОРЯ И ОКЕАНЫ	93
7.2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МОРСКИХ БЕРЕГАХ	94
7.3 МОРСКАЯ АБРАЗИЯ	97
7.4 АККУМУЛЯТИВНАЯ РАБОТА МОРСКИХ БЕРЕГОВ	100
7.5 ТИПЫ МОРСКИХ БЕРЕГОВ И УСТЬЕВ РЕК	104

8. ФОРМЫ РЕЛЬЕФА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ	109
СНЕГА И ЛЬДА, РАЗВИТИЕМ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ	109
8.1 СТРОЕНИЕ ЛЕДНИКОВ.	109
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИХ ПОВЕРХНОСТИ. СНЕЖНЫЕ ЛАВИНЫ И ИХ РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩАЯ РОЛЬ	109
8.2 ДВИЖЕНИЕ ГОРНЫХ ЛЕДНИКОВ, ОБРАЗОВАНИЕ ТРЕЩИН И ЛЕДОПАДОВ. МОРЕНЫ ЛЕДНИКОВ. ЛЕДНИКОВАЯ ЭРОЗИЯ. ЛЕДНИКОВАЯ АККУМУЛЯЦИЯ. ДРЕВНИЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ	113
8.3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЕ ГРУНТА.	121
ФОРМЫ РЕЛЬЕФА ЕЮ ОБУСЛАВЛИВАЕМЫЕ	121
9. ФОРМЫ РЕЛЬЕФА, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ	128
ВЕТРА И БИОСФЕРЫ	128
9.1 ВЕТЕР И БИОСФЕРА	128
9.2 ПОНЯТИЕ О РАБОТЕ ВЕТРА	129
9.3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ	136
10. ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ	138
ОБРАЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ЗОН	138
10.1 ГЕОСИСТЕМЫ	138
10.2 ОСОБЕННОСТИ РЕЛЬЕФА ГОРНЫХ СТРАН.	143
ОСОБЕННОСТИ РЕЛЬЕФА РАВНИН	143
10.3 ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ЛАНДШАФТ. ЕГО СТРУКТУРА, ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ	154
11. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ	156
КОСМИЧЕСКОЙ И АЭРОФОТОСЪЁМКИ	156
11.1 ПОНЯТИЯ О ВИДАХ И МЕТОДАХ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЕШИФРИРОВАНИЯ	156
11.2 ПРИБОРЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ДЕШИФРИРОВАНИИ	159
11.3 ДЕШИФРОВОЧНЫЕ ПРИЗНАКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЛАНДШАФТА	162
11.4 ТЕХНОЛОГИЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОФОТОСНИМКОВ	168
11.5 ОСОБЕННОСТИ ДЕШИФРИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЁМКИ	169
12. ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	173
12.1 РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	173
12.2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КАРТОГРАФИРОВАНИИ	176
12.3 МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ ДЛЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ	183
ЛИТЕРАТУРА	186

1. Введение

1.1 Общие сведения о предмете геоморфология с основами геологии

Земля относится к семейству планет солнечной системы. В составе семейства Земля принадлежит к относительно небольшим телам. Размеры Земли определяются следующими данными: окружность по экватору около 40000 км; поверхность около 500,000,000 кв. км. По сравнению с некоторыми планетами солнечной системы размеры Земли невелики. Например: окружность Сатурна равна 117000 км, Юпитера - 144 000 км. Однако Земля при всем этом представляет чрезвычайно большой сгусток материи. Земля, как космическое тело, пребывает в непрерывном движении. Система ее движений чрезвычайно сложна. Геологическое значение этих движений до сих пор полностью еще не оценено.

Общим в системе движений Земли считается ее вращение вокруг Солнца. В стремительном перемещении Земли по орбите рождается ее движение вокруг оси, представляющее частную форму общего движения. При вращении Земли вокруг оси на ее поверхности относительно неподвижными остаются две точки - северный и южный полюсы.

Движение Земли вокруг оси определяет всю сложность динамических явлений на ее поверхности. С геоморфологической точки зрения наиболее важным следствием вращательного движения Земли являются ее форма и климат. Форма Земли представляет собой геоид, т.е. тело, ограниченное поверхностью, каждая точка которой перпендикулярна силе тяжести. Твердое тело, наиболее близкое по форме и конфигурации Земле, - эллипсоид вращения, сплюснутый у полюсов. Разница между его большой и малой осью определяет сжатие Земли. В цифровом выражении это составляет разницу экваториального и полярного радиусов геоида в 21734 м, а сжатие 1 : 297.

Как следствие вращения вокруг оси, Земля вшпучена, в экваториальной зоне. Неправильная поверхность Земли в целом значительно отклоняется от идеальной поверхности эллипсоида вращения. Ее твердая оболочка в одних местах несколько возвышенна над идеальной поверхностью эллипсоида, а в других сильно понижена. Первое наблюдается в пределах материков;

особенно ярко выступая в средиземноморском горном поясе Евразии. Наиболее значительные углубления литосферы прослежены в океанических впадинах. Большинство впадин также приурочено к средиземноморскому поясу. Амплитуда отклонений, если ее считать по отношению к уровню моря, составляет 19633 м (8840 м вершина Эвереста + 1073.9 м Филиппинский грабен). Таким образом, максимальная разница высот поверхности Земли лежит в пределах ее сжатия. Это тем более знаменательно, что максимум высочайших горных систем и океанических глубин располагается в средиземноморской зоне Земли, несколько отклоняясь от нее в северном полушарии.

Главнейшие неровности литосферы обуславливают распределение суши и моря. Возвышающиеся над уровнем океана участки суши в общем составляют всего 29% поверхности Земли. Остальная часть поверхности земной коры лежит ниже уровня океана.

Рельеф суши чрезвычайно неоднородный, но в распределении высот на Земле наблюдается определенная закономерность: около 75% всей суши превышают уровень океана менее чем на 1000 метров. Средняя высота суши исчисляется в 700 метров. Из этих цифр следует, что при всей исключительной расчлененности материков процентное соотношение разновысотных площадей на суше измеряется единицами процентов ее поверхности. Так, в Европе около 75% поверхности лежит над уровнем океана не выше 500 метров. Около 35% поверхности Африки имеет высоту между 500-2500 метров. В Азии высоты свыше 1000 м занимают немного более одной трети поверхности. Наиболее значительные высоты сосредоточены в пределах Азии, где расположены высочайшие горные системы.

Рельеф литосферы, прикрытой водой, менее расчленен, чем рельеф суши, но и здесь преобладают исключительно большие неровности. Средняя глубина океана свыше 3500 метров, 70% площади его дна имеет глубину 3000-6000 метров. Процентное соотношение высот материков и глубин океана обычно изображают при помощи гипсографической кривой.

Если представить себе неровности литосферы сглаженными, то вся поверхность Земли была бы покрыта океаном глубиной около 2300 метров.

Распределение глубин в океане закономерно. В прибрежной

части океана глубины постепенно возрастают до 300-500 метров. Это зона шельфа, или материковой платформы. Далее глубина океана резко увеличивается до 2500-3000 метров, образуя континентальный склон. Еще далее располагаются большие океанические глубины, занимающие огромное пространство.

Материковая платформа занимает обширные пространства вдоль северного побережья Евразии и Северной Америки. Между Австралией и Индостаном располагается обширный австралийский шельф, окаймляющий неширокой полосой многие острова.

Особенности формы Земли, как следствие ее вращательного движения, фиксируются распределением масс в земной коре. Вспученность геоида в экваториальной зоне сама по себе свидетельствует о перемещениях масс, сосредоточивающихся в зоне вспучивания, т.е. свидетельствует о динамичности самой формы Земли. Этим, по-видимому, объясняется расчлененность литосферы до величины разницы радиусов. Размеры неровностей поверхности Земли не выходят за пределы ее сжатия. Отсюда основные неровности рельефа Земли – поднятие материков и впадины океанов - представляют собой первичные, или космические формы.

Далее мы более подробно остановимся о происхождении первичного и вторичного рельефа земной поверхности.

1.2 Геоморфология и её связь с другими науками. Роль учёных в развитии геоморфологии

О самой дисциплине: Геоморфология - наука о рельефе земной поверхности, его признаках, происхождении и закономерностях развития.

Начало знакомства человечества с особенностями рельефа относится к первым этапам его истории. Развитие горного дела послужило толчком к детальному изучению рельефа. Однако первые геоморфологические исследования проводились не самостоятельно, а попутно с геологическими и географическими работами. Корни учения о рельефе поверхности Земли уходят в XVIII столетие. Первые научные представления о происхождении и изменениях неровностей земной поверхности дал М.В. Ломоносов, который совершенно определенно установил, что основные неровности поверхности - горные хребты -

воздвигаются внутренними силами Земли. В разрушении горных хребтов главную роль играют вода, ветер и прочие силы, действующие на ее поверхности.

После работ М.В. Ломоносова в течение целого столетия в учение о рельефе вносится очень немного нового. Во второй половине XIX столетия в развитии учения о рельефе исключительное значение приобретают общие геологические и географические исследования регионального назначения. Эти исследования дали богатый фактический материал и обогатил науку новыми данными о разнообразии форм поверхности Земли.

В этот период геоморфология начала выделяться из геологии как самостоятельная часть, изучающая рельеф. В 1858 году в геологию был введен впервые термин *геоморфология*, означающий познание форм земной поверхности (гео - Земля, морфа - форма, логос - слово, познание). Ведущие идеи в этот период развивались одновременно в России и за ее рубежами. Исследования русских ученых охватили исключительную по размерам территорию, в пределах которой были изучены основные типы форм поверхности и особенности их происхождения. П.А. Кропоткин в блестящих работах о ледниковом периоде определил влияние ледников на преобразование поверхности Земли. В.В. Докучаев в работах о происхождении и развитии долин русских рек дал образцы исследования форм поверхности водного происхождения. Н.С. Соколов в классических трудах по исследованию южной России установил закономерность развития рельефа наших степей, в зависимости от изменения положения береговой линии. В этих трудах дана характеристика основных форм морских берегов. Описание рельефа равнин дал А.П. Павлов. Влияние ветра на превращение форм поверхности Земли освещал П.А. Тутковский.

Непревзойденные образцы описания рельефа обширных территорий дали русские исследователи Азии. Среди этих работ особое место занимают исследования И.Д. Черского об устройстве поверхности Сибири, исследования Н.М. Пржевальского в Центральной Азии, исследования В.А. Обручева в Китае и работы В. Дубянского в Средней Азии, установившие особенности рельефа пустынь. Среди зарубежных ученых необходимо отметить американского ученого В. Девиса, который разработал теорию географических циклов (цикл

эрозии). Этот процесс Девис называл весь ряд постепенных и медленных изменений, через которые проходит данный участок рельефа Земли от поднятия и создания гор до превращения его во вторичную равнину - пенеплен.

Исключительный размах геоморфологические исследования приобрели в XX столетии. Среди многочисленных трудов выделяются исследования А.А. Григорьева по Якутии, А.А. Борзова по Московской области, С.А. Яковлева, К.К. Маркова и Н.Н. Соколова по Ленинградской области, В.А. Варсанюфьевой и С.С. Неуструева по Уралу, работы многочисленных исследователей пустынь Средней Азии, работы А.Н. Ласточкина по исследованию вопросов морфоструктуры рельефа и др.

Геоморфология имеет большое практическое приложение. Вся хозяйственная деятельность человека в той или иной мере связана с рельефом. Из всех элементов, из которых складывается природный ландшафт, рельефу принадлежит одно из первых мест. В природе существует тесное взаимоотношение между рельефом и другими, элементами природного ландшафта: климатом, почвой, растительностью, поверхностными и подземными водами. Все эти элементы ландшафта являются естественными производительными силами, которые человек использует в большей или меньшей степени для своих хозяйственных нужд.

Геоморфология изучает материальные формы, а не математические поверхности, которые исследует геодезия, и которые изображаются на топографических картах. Эти карты дают более или менее близкое отображение математической поверхности Земли данного участка, тогда как геоморфологические карты отображают устройство поверхности земной коры, возраст и пространственное размещение форм рельефа.

Данные геоморфологии используются при:

- планировании и выполнении различного вида топогеодезических и картографических работ;
- изысканиях, связанных с постройкой железных и шоссейных дорог, гидростанций, каналов, объектов;
- поисках и разведках полезных ископаемых; изучении сейсмичности (землетрясении) и боковых движений земной коры;

- разработке мер борьбы с оползнями, ростом оврагов, разрушительной деятельности подземных и текучих вод, морских волн;
- изучении и оценке тактических свойств местности для организации и ведения боевых действий войск.

1.3 Общие сведения о Земле. Эндогенные и экзогенные процессы и их рельефообразующее значение

На протяжении 5,5 миллиардов лет существование Земли ее внешний облик многократно изменялся: на месте равнин формировались высочайшие горные системы, на месте современных гор простирался океан, изменялось положение и размеры материков, океанов и морей. Более того, по мнению многих ученых, иными были и размеры самой планеты. Наша планета составляет площадь 510 млн. кв. км. (из них суша занимает 29% или 148,8 млн. кв. км.). Земная кора или литосфера, наиболее изученная сфера земного шара. В ее пределах происходят все основные известные нам горообразования, процессы вулканизма, землетрясений и т.п.

Одним из наиболее характерных свойств земного шара является его неоднородность. В центре Земли расположено ядро, вещество которого обладает особыми, присущими только ему свойствами. Вокруг ядра находятся концентрические оболочки или сферы, также характеризующиеся определенным составом и свойствами. С приближением к центру Земли вещество сфер становится более плотным и обладает большим удельным весом.

В основу классификации горных пород положен их генезис, т.е. способ происхождения. Выделяют три группы пород: магматические, или изверженные, осадочные и метаморфические.

Магматические породы образуются в процессе застывания силикатных расплавов, находящихся в недрах земной коры под большим давлением. Эти расплавы получили названия магмы (от греческого слова «мазь»). В одних случаях магма внедряется в толщу лежащих выше пород и застывает на большей или меньшей глубине, в других - она застывает, излившись на поверхность Земли в виде лавы.

Осадочные породы образуются в результате разрушения на поверхности Земли ранее существовавших пород, и

последующего отложения и накопления продуктов этого разрушения.

Метаморфические породы представляют собой результат метаморфизма, т.е. преобразования ранее существовавших магматических и осадочных горных пород под влиянием резкого повышения температуры, повышения или изменения характера давления (смены всестороннего давления на ориентированное), а также под влиянием некоторых других факторов.

Несколько слов необходимо сказать о минералах, которые входят в состав горных пород.

Количество минералов в составе земной коры превышает 2500 видов.

Минералы, образующие основную массу горных пород, получили название порообразующих. Количество их достигает всего нескольких десятков видов. В отличие от них минералы, входящие в горные породы в виде второстепенных, необязательных составных частей, называются аксессуарными, или аксессуориями. Они входят в состав пород в количестве менее 5%.

Термин «минерал» происходит от латинского слова «минера» — кусок руды. В настоящее время под минералами подразумеваются составные части горных пород, однородные по составу и строению, любого агрегатного состояния — твердого, жидкого, газообразного, возникающие как внутри земной коры, так и на поверхности её в результате разнообразных физико-химических процессов.

Минерал представляет собой как бы фазу существования химического вещества, отвечающую конкретным условиям в земной коре или на её поверхности (температура, давление, состав компонентов). В результате взаимодействия вещества и среды создается динамическая система равновесия, нарушающая при изменении условий, определивших «равновесие». Этим объясняется возможность видоизменения минералов, превращения их из одного вида в другой.

Минералы имеют основные физические свойства: цвет, блеск, излом, цвет черты, спайность, твёрдость, удельный вес и др.

Как уже подчёркивалось, поверхность Земли и её недра непрерывно изменяются под воздействием самых разнообразных сил и факторов. Эти процессы изменения в подавляющем

большинстве протекают крайне медленно с точки зрения человека, незаметно не только непосредственно для его глаза, но часто и незаметно для многих сменяющих друг друга поколений людей. Однако именно эти медленные процессы в течение миллионов и миллиардов лет истории Земли приводят к наиболее разительным и крупным переменам в её лице и внутреннем строении. Они и составляют главное содержание истории Земли.

Среди геологических процессов есть и такие, которые проявляются очень бурно и приводят к катастрофическим последствиям. Сюда относятся мощные извержения вулканов, разрушительные землетрясения, внезапные горные обвалы и т.п. Но эти процессы проявляются сравнительно редко, охватывают относительно небольшие площади и играют в истории Земли значительно меньшую роль.

Для удобства изучения геологические процессы разделяют на две большие группы: процессы внешней геодинамики, или внешние экзогенные процессы, и процессы внутренней геодинамики, или внутренние эндогенные процессы.

Разделение процессов на внешние и внутренние носит несколько условный характер, так как между ними нет категорического разграничения, а наоборот, наблюдается тесное взаимодействие. Тем не менее, подобное деление методически вполне оправдано.

Существует целый ряд явлений, обусловленных внутренней (тепловой и химической) энергией Земли. Сюда относятся: вулканические явления, землетрясения, медленные, вековые колебания земной коры, различного рода горообразовательные движения (складки, сбросы и т.д.), распад радиоактивных веществ и различные химические реакции. Все эти явления объединяются под общим единым названием эндогенных сил Земли, то есть процессов, источник энергии которых находится в самой Земле.

Под экзогенными явлениями понимают процессы выветривания, денудации (в узком смысле этого слова), работу ветра, текущие воды, льда, морского прибоя.

Источником энергии для экзогенных сил служит солнечная лучистая теплота, которая по отношению к земле является энергией внешней.

В последнее время работа экзогенных сил объединяется под наименованием процессов деструкции или денудации (в широком понимании этого слова).

Земная поверхность, подвергаясь действию тех или иных факторов экзогенных сил, претерпевает различные изменения в своем морфологическом облике, отображающиеся в огромном разнообразии типов рельефа. Указанные изменения в рельефе земной поверхности выражаются, главным образом, в расчленении ее крупных первичных неровностей на более мелкие, вследствие постепенного разрушения и понижения суши от действия, преимущественно, таких деструкционных факторов как выветривание и плоскостная денудация.

Экзогенные процессы подразделяются на три группы: процессы выветривания, процессы денудации, процессы аккумуляции или осадконакопления.

Выветривание представляет собой процесс изменения (разрушения) горных пород и минералов вследствие приспособления их к условиям земной поверхности. Оно состоит в изменении физических свойств минералов и горных пород, главным образом сводящимся к их механическому разрушению, разрыхлению химических свойств под воздействием воды, кислорода и углекислого газа атмосферы и жизнедеятельности организмов.

Денудация и аккумуляция (или осадконакопления) тесно взаимосвязаны. Под денудацией понимается совокупность процессов разрушения и сноса продуктов разрушения горных пород, создаваемых в основном выветриванием. Она проявляется главным образом в пределах суши и сводится к перемещению раздробленного или химически растворенного материала с возвышенностей в депрессии рельефа — долины, котловины, озёрные и морские бассейны. Главными ее агентами являются сила тяжести, текущие воды, ветер и движущиеся льды ледников. Денудация (от латинского слова *denudatio* — обнажение) приводит к разрушению целых горных систем, шаг за шагом сравнивая их с поверхностью Земли и превращая горы в равнины.

Аккумуляция это сумма всех процессов накопления осадков, возникающих в понижениях рельефа Земли за счёт принесённых денудацией продуктов выветривания. Она является первой стадией образования новых осадочных горных пород.

Выветривание лишь подготавливает материал для денудации, но само по себе ещё не приводит к серьёзным изменениям лика Земли.

Денудация же является наиболее активным фактором преобразования Земли, мобилизующим, приводящим в движение огромные массы вещества. Поэтому изучение денудации является одним из главных вопросов геоморфологии. Аккумуляция — это дальнейшее звено в цепи экзогенных процессов, сводящееся к тому, что продукты выветривания как бы вновь обретают покой, теряют свою подвижность, входя в состав осадочных пород.

Однако аккумуляция не является конечным звеном в цепи преобразования вещества, но лишь этапом в его круговороте.

Об интенсивности денудации выражающей суммарно работу экзогенных сил, судят по количеству разрушенного материала, сносимого реками с суши, и по интенсивности срезания ею поверхности континентов. Эти величины могут быть подвержены следующими данными: в Средней Азии за год перемещается только во взвешенном состоянии от 5 до 3000 тонн с квадратного километра. Для Кавказа величина сноса достигает за год 75-2248 тонн с 1 кв. км.

Для горных областей величина денудации возрастает в несколько раз: так, в Средней Азии величин денудации достигает 0,26 мм, на Кавказе — 0,45 мм, в Северных Альпах — 0,57 мм в год и т.д. Срезание поверхности Русской равнины вследствие денудации составляет 0,03 мм за год. Денудация суши длится иногда многие миллионы лет, поэтому общая величина срезания континентов с течением времени становится весьма ощутимой. В истории Земли известны многочисленные примеры срезания под корень высоких горных массивов и превращения горного рельефа в равнинный.

К экзогенным процессам кроме выветривания относятся: ветровая деятельность, процессы, связанные с действием силы тяжести, работа подземной воды, текучих вод, льда, а также геологическая деятельность озер, болот и моря.

Все эти процессы экзогенной динамики совершаются в определённом направлении и осуществляют геологическую работу по разрушению, переносу и аккумуляции (т.е. осадению) перенесённого материала. Осаждённый материал в дальнейшем при благоприятных условиях цементируется и превращается в твёрдые каменные породы осадочного происхождения.

Разрушенный материал в процессе переноса подвергается сортировке, что приводит к отбору некоторых минералов и веществ и образованию залежей полезных ископаемых, например, россыпей золота, платины, олова и др.

2. Географическая оболочка Земли

2.1 Геохронология. Морфометрия. Основные понятия и теория инженерно-геологических исследований

Определение времени образования горных пород и минералов — важный момент исследования при изучении геологических явлений и истории Земли. Правильность определения последовательности образования слоев является иногда решающей для понимания структур земной коры, а следовательно и рационального направления поисков полезных ископаемых.

В геологии существует естественное стремление к созданию абсолютного летоисчисления, т.е. исчисления возраста горных пород и длительности процессов их образования в абсолютных (физических) единицах времени: в годах, тысячелетиях или миллионах лет. Однако эта задача очень трудна для решения. Чаще геологу приходится довольствоваться определением относительного возраста слоев и различных материалов, т.е. установлением, какие из них образовались раньше, а какие позже, без точной оценки того, на сколько лет раньше или позже они возникли или какова была абсолютная длительность процесса их образования в годах. На этой основе строится система относительного геологического летоисчисления, применяемая в геологической науке.

Геохронологическая шкала включает в себя подразделения времени в истории Земли, а именно: эры, периоды, эпохи-века. Выделяются группы — системы — отделы — ярусы. Отложения, образовавшиеся в течение эры, представляют собой группу, в течение периода — систему, в течение эпохи — отдел, в течение века — ярус. По степени развития органического мира в истории Земли было выделено пять эр (и соответственно пять групп отложений), которые были названы архейской (первоначальной), протерозойской (ранней), палеозойской (древней), мезозойской (средней) и кайнозойской (новая жизнь).

Первоначально считалось, что в течение архейской эры жизнь на Земле полностью отсутствовала, и зарождение ее произошло только в протерозое. Сейчас благодаря находкам в протерозойских отложениях остатков водорослей и различных беспозвоночных (червей, кишечнополостных и др.) считают, что жизнь в самой простейшей своей форме возникла на Земле ещё в архее.

Таблица 1. Геохронологическая шкала.

Эра (группа)	Период (система)	Индекс	Краткая характеристика органического мира	Начало периода (млн. лет)	Продолжительность (млн. лет)
Кайнозойская	Антропогенный (четвертичный)	Q	Органический мир современного облика. Появление человека.	1,5-2	1,5-2
	Неогеновый	N	Появление современных или близких к ним видов наземных и морских животных и растений.	26	24
	Палеогеновый	Pg	Расцвет покрытосемянных растений. Прimitивные млекопитающие. Морская фауна, близкая к современной.	67	41
Мезозойская	Меловой	Cr	Возникновение покрытосемянных растений. Гигантские пресмыкающиеся. В морях - господство головоногих моллюсков.	137	70
	Юрский	J	Расцвет голосемянных растений. На суше господство гигантских пресмыкающихся, в морях - моллюсков.	195	58
	Триасовый	T	Флора голосемянных растений. Наземная фауна пресмыкающихся. В морях появление многих новых групп среди беспозвоночных животных.	240	45
Палеозойская	Пермский	P	Появление голосемянных растений. На суше - первые пресмыкающиеся. В морях постепенное вымирание многих групп беспозвоночных, характерных для палеозоя.	285	45
	Каменно-угольный (карбон)	C	Расцвет плауновых хвощей, папоротников. На суше - крупные земноводные. В морях - разнообразная фауна беспозвоночных; появление хрящевых и костистых рыб.	360	55
	Девонский	D	Расцвет псилофитов, появление папоротников. Появление насекомых и земноводных. В морях разнообразная фауна беспозвоночных. В лагунах - панцирные рыбы и гигантские раки.	410	50
	Силурийский	S	Прimitивные споровые растения. Разнообразная морская фауна беспозвоночных. Первое появление панцирных рыб и гигантских раков.	440	30
	Ордовикский	O	Прimitивные споровые растения. Начало жизни многих групп беспозвоночных морских животных.	500	60
	Кембрийский	Sm	Появление примитивных споровых растений; в морях - примитивных беспозвоночных: кольчатых червей, трилобитов и др.	570	70
Протерозойская	Поздний (верхний) протерозой или рифей	Pt1	Возникновение в морях примитивных беспозвоночных (губок, червей, кишечнополостных). Широкое распространение водорослей.	1600	1030
	Средний протерозой	Pt2		1900	300
	Ранний (нижний) протерозой	Pt3		2600	700
Архейская	Деление на периоды (системы) не установлено	A	Предполагаемое зарождение жизни на Земле в примитивнейшей форме белковых соединений.	3500	900

Однако находки органических остатков в протерозое настолько редки, что на основании их нельзя расчленить эти отложения на системы, как это сделано по данным палеонтологии для отложения всех последующих групп (палеозойской, мезозойской и кайнозойской). Стратиграфия протерозоя, как и архея, строится на иной основе с использованием методов абсолютного летоисчисления.

В таблице приведены индексы систем, принятые повсеместно для сокращенного их обозначения на геологических картах и профилях. Как правило индексы систем образуются из начальной буквы их латинского названия, или из двух согласных, если названия начинаются с одной и той же буквы (как, например названия каменноугольной — С (Carbon), кембрийской — Cm и меловой Cr (Cretaceus) систем, или палеогена — Pg и перми — P). Четвертичная система обозначается индексом Q (Quartar) — начальной буквой её названия по латыни.

В последней графе таблицы приведены цифры начала каждого периода и его длительности в миллионах лет, полученные при помощи методов определения абсолютного возраста. В таблице 1 приведена геохронологическая шкала по группам.

Выделенные в геохронологической шкале этапы развития истории Земли и жизни на ней позволяют судить о последовательности событий.

Для целей картографии и топографии большое значение имеет классификация форм рельефа по их количественным характеристикам (размерам, высоте и пр.). Такая классификация называется морфометрической. Согласно этой классификации все формы рельефа земной поверхности можно разделить на следующие группы:

1. Величайшие (планетарные) формы характеризуются площадями, исчисляемыми сотнями и даже миллионами квадратных километров. Разница в абсолютных отметках между относительно близко расположенными положительными и отрицательными формами рельефа достигает 2500-6500 метров, но иногда и больше. Положительными формами рельефа здесь будут материки, а отрицательными — впадины океанов. Эти формы рельефа полностью или крупными частями могут быть переданы на глобусах или на картах мелкого масштаба.

2. Крупнейшие (мега) формы рельефа характеризуются площадями в десятки и сотни тысяч квадратных километров. Разница в абсолютных отметках близко расположенных положительных и отрицательных форм рельефа колеблется в пределах 500-4 000 метров, но может достигать иногда и 11000 метров. Положительными формами являются горные страны (Урал, Кавказ и т.п.), подводные хребты (Атлантический хребет, хребет Ломоносова и т.п.).

Отрицательными будут обширные равнины и впадины материков (Западно-Сибирская, Прикаспийская низменности и т.п.). Данные формы рельефа передаются на картах обычно более крупного масштаба, чем масштаб 1:10 000 000, а их существенные детали отображаются уже на обзорно-топографических картах масштаба 1:1 000 000.

3. Крупные (макро) формы определяются площадями в сотни и тысячи квадратных километров. Разница в абсолютных отметках положительных и отрицательных форм рельефа достигает 200-2000 метров. Положительными формами, относящимися к этой группе, будут горные хребты, горные узлы, отдельные крупные плато и др. К числу отрицательных форм рельефа этой группы можно отнести крупные речные долины, впадины (например, впадина озера Байкал), глубоководные желоба и др. Формы рельефа этой группы достаточно наглядно изображаются на обзорно-топографической карте масштаба 1:1000000, а для передачи отдельных деталей этих форм необходимо использование топографических карт масштабов 1:200000, 1:100000 и даже 1:50000.

4. Средние (мезо) формы рельефа занимают площади, исчисляемые сотнями и тысячами (реже сотнями тысяч) квадратных метров. Разность абсолютных отметок положительных и отрицательных форм рельефа достигает 200-300 метров, но чаще она измеряется метрами и десятками метров. Положительными формами рельефа этой группы будут террасы в долинах значительных рек, озы, друмлины, комплексные барханы и т.д. Отрицательные формы, крупные карстовые воронки, балки, овраги и т.д. Такие формы рельефа составляют основное содержание топографических карт масштабов 1:50 000 и 1:25 000.

5. Мелкие (микро) формы рельефа характеризуются площадями, которые определяются единицами, десятками и реже

сотнями квадратных метров. Разность абсолютных высот положительных и отрицательных форм рельефа этой группы измеряется метрами и реже десятками метров. Положительными формами рельефа этой группы будут прирусловые валы, мелкие барханы, конусы выноса оврагов и балок и т.д. В числе отрицательных форм рельефа можно отметить промоины, большинство карстовых воронок, суффозионные впадины, крупные трещины полигональных поверхностей и т.д. Микроформы рельефа составляют основное содержание топографических карт масштаба 1:10 000 и крупнее.

б. Очень мелкие (нано) формы рельефа занимают площади, исчисляемые квадратными дециметрами и метрами, а их относительные высоты определяются дециметрами и редко достигают 1-2 метров. К числу форм рельефа этой группы можно отнести болотные кочки, каменные многоугольники, водомоины и т.д. Большинство форм рельефа этой группы изображаются условными знаками даже на топографических картах крупного масштаба.

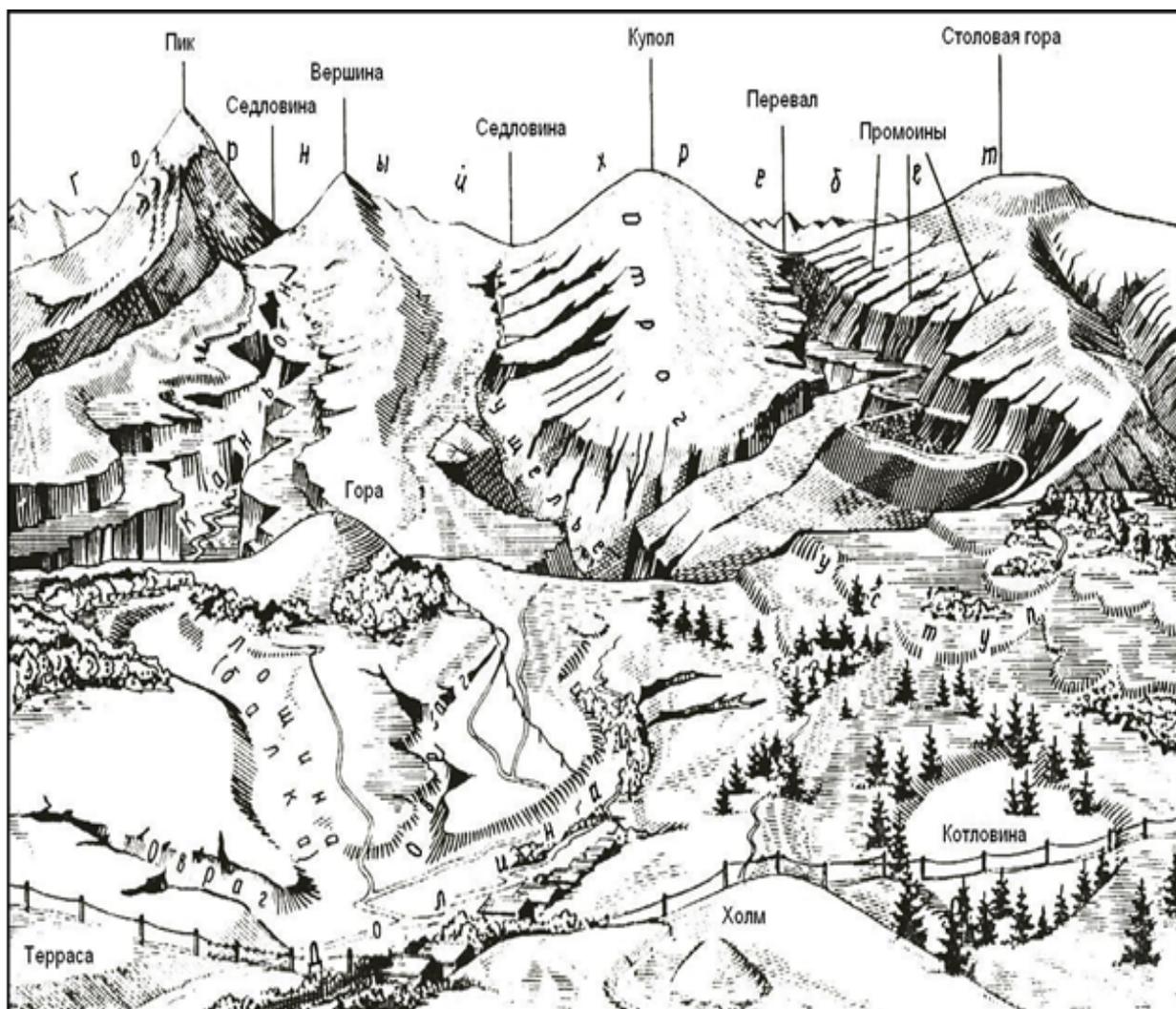


Рис. 1 Типовые формы рельефа земной поверхности

7. Мельчайшие (топографическая шероховатость) формы рельефа, занимающие площади, исчисляемые квадратными сантиметрами и дециметрами. Сантиметрами и дециметрами измеряются превышения положительных и отрицательных форм рельефа относительно друг друга. В качестве примера мельчайшей формы рельефа можно указать на песчаную рябь. Отмеченные выше формы рельефа на картах любого масштаба не изображаются, но учёт этих форм необходим при проведении точных геодезических работ.

И об истории и теории инженерно-геологических исследований. Предыстория инженерной геологии подразделяется на три этапа.

Первый этап — самый длительный. Результат его: египетские и буддийские пирамиды, храмы, римские мосты в Европе, собор Кремля в Москве, постройка города Санкт-Петербурга на болотах. В результате первого этапа появились книги, где обобщается опыт строительства на различных грунтах, влияние природных процессов на инженерные сооружения, и наоборот, инженерных сооружений на природные процессы.

Начало XIX века — 70 годы XIX века. Появились первые монографии, посвященные строительству фабрик, заводов, плотин. Вода — один из главных энергетических ресурсов для промышленных предприятий. Появились труды русских учёных: Д. Лачинова в 1816 году «Рассуждение об устройении и уплотнении плотин», где высказывается мысль о строительстве инженерных сооружений для нужд человека; П. Усова «Строительное искусство» в 1859 году; М. Герсеванова «Лекции о морских сооружениях» в 1861 году; В. Карловича «Основания и фундаменты» в 1869 году и др. Авторами книг были не геологи, но работы, которые они издали, характеризовали грунты и геологические процессы в связи со строительством.

Привлечение геологов в России к изысканиям железных дорог начало третьего этапа становления инженерной геологии в России. Впервые тогда появился термин «инженер-геолог». Вышла книга «инженерная геология» под редакцией Х.Риса, в 1911 году в Нью-Йорке вышла книга Т.Ватсона, в Лондоне вышла книга Р. Сорсли «Геология для инженеров».

Становление инженерной геологии в отдельную науку произошло несколько позже (20-30 годы 20 столетия). Развитие инженерной геологии в XX веке можно разделить также на три этапа:

- 1925-1950 годы, когда инженерная геология развивалась и обособлялась в два теоретических раздела: грунтоведение и инженерная геодинамика.

- 1950-1980 годы — возникла региональная инженерная геология, которая подразделялась на: изучение горных пород (грунтоведение), изучение геологических процессов (инженерная геодинамика), территориальная геология (региональная инженерная геология).

- с 1980 по настоящее время — инженерная геология на современном этапе должна обеспечить инженерно-строительный процесс, а также производить анализ влияния на окружающую среду. Т.е. другими словами, инженерная геология ответственна за изучение окружающей среды.

Воздействие человека на литосферу определяется двумя факторами:

- ростом населения,
- научно-техническим прогрессом.

К началу новой эры население Земли составляло около 180-200 млн. человек. В дальнейшем происходил быстрый прирост населения. Так:

- 1850 году — 1 млрд. человек;
- 1976 году — 4 млрд. человек;
- 1999 году — 5 млрд. человек;
- 2014 году — более 7,2 млрд. человек.

Рост населения будет способствовать воздействию на литосферу. Так в 2005 году 15-20% (около 1/6 суши) занимали сооружения (здания, дороги, шахты, водохранилища и др.

Происходят изменения в научно-техническом прогрессе: увеличиваются число железных дорог, автомобильных дорог, площадей орошаемых земель (более 200 млн. га.). Увеличивается глубина проникновения человека в недра литосферы (около 12 тысяч метров).

Окружающая среда охватывает четыре основные сферы (атмосферу, литосферу, биосферу, гидросферу). Воздействие на природную среду приводит к изменению техногенных геологических процессов, изменяя инженерно-геологическую структуру определенной территории.

Вывод: Инженерная геология изучает геологические процессы, протекающие в приповерхностных и поверхностной части геологической среды.

В целом знание этого вопроса даёт определённые навыки в познании происхождения и развития основных процессов, происходящих в Земле, на поверхности Земли, в приземном слое, чтобы лучше понять процессы рельефообразования.

2.2 Требования, предъявляемые к изображению рельефа на топографических картах

Решающее значение в практической оценке рельефа представляет выяснение истории его происхождения и развития, т.е. изучение рельефа всеми методами геоморфологии.

Значение карты огромно. «Карта, — говорил выдающийся русский ученый Ю.М. Шокальский, — есть то удивительное оружие изучения земного шара, которое одно только и сможет дать человеку предвидения. Только при её помощи он может обнимать одним взглядом иначе необозримые пространства, видеть строение океанического ложа, расположение пластов, слагающих на глубине земную кору, изучать распределение элементов на различных глубинах в мировом океане, в высотах, в атмосфере».

Карта является основным документом о местности, основным источником информации о свойствах территории. Поэтому, современная топографическая карта должна быть не только точной и подробной, что обеспечивается аэрофотосъемкой и фотограмметрией, но также достоверной и наглядной. Карта должна с максимальной полнотой, достоверностью и наглядными художественно-графическими средствами отображать рельефные географические условия местности, на которой будут действовать строители, по которой будет ориентироваться авиация и производиться топогеодезические работы.

Поэтому, при создании топографической карты необходимо знание физической географии, геоморфологии. В этом заключается тесная взаимосвязь между картографией, физической географией и геоморфологией.

Геоморфология, изучая внешний вид форм рельефа, процессы их образования и закономерности распространения на земной поверхности, дает богатый материал, позволяющий топографам, геодезистам и

картографам определять характер и направление генерализации, а также научно подойти к разработке принципов изображения рельефа в соответствии с назначением и масштабом карт, установить закономерности в рисунке горизонталей, изображающих различные формы и их сочетания, создать научно-обоснованную систему условных обозначений для изображения отдельных элементов и форм рельефа. Знание геоморфологии необходимо для составления карт более мелких масштабов, т.к. ошибки при составлении могут быть перенесены на составляемую карту, а также правильно произвести отбор картографируемых материалов, необходимых для данной местности. Геоморфологическая карта является ценным пособием при работе над обобщением рельефа на составляемых картах, особенно мелкомасштабных, позволяет отображать реально существующий рельеф и отображающий динамику современных рельефообразующих процессов. Так, на пример, на картах, составленных для цели дорожного или аэродромного строительства показывают места развития подвижных осыпей, наледей, просадочных явлений, возможные места их проявления; для строительства портовых сооружений — потоки береговых наносов и т.п.

Таким образом, знание геоморфологии необходимо картографу, топографу и геодезисту для изучения района картографирования, оценки рельефа как одного из важнейших элементов местности.

Проходимость местности, в первую очередь, определяется крутизной, длиной и частотой встречающихся уклонов. Чем круче и чаще уклоны, тем недоступнее местность для движения. При вязком грунте, а также в зимнее время скорость движения значительно снижается.

Следовательно: рельеф местности оказывает влияние на все стороны деятельности. Поэтому, при изучении рельефа необходимо в первую очередь выявить отрицательное влияние на действия и наметить пути устранения возможных трудностей, нужно также определить: основные естественные рубежи, наиболее удобные участки для преодоления преград.

Все эти вопросы можно решить, зная основные

требования экзогенных процессов, влияние основных процессов, протекающих на Земле на формирование рельефа Земли.

2.3 Общая характеристика поверхности Земли

Поверхность Земли имеет сложный рельеф. Он сформировался в течение длительного развития под влиянием внутренних и внешних процессов.

Внутренние, или эндогенные процессы обусловлены внутренней энергией Земли. Непрерывное образование тепла в недрах Земли сопровождается его перераспределением. Происходит поднятие и опускание материала, который размягчился или даже расплавился в очагах активного магматизма.

Основные эндогенные процессы — магматизм, вулканизм, тектонические движения, сопровождаемые разломами литосферы и складкообразованием, — создают крупные неровности рельефа земной поверхности. Эти процессы сопровождаются метаморфизацией горных пород и образованием различных полезных ископаемых.

Внешние, или экзогенные процессы обусловлены главным образом солнечной энергией и силой тяжести. Они протекают на поверхности Земли или на незначительной глубине в земной коре в виде механического, физического и химического взаимодействия её с атмосферой и гидросферой.

Не все экзогенные процессы в равной мере преобразуют земную поверхность. Наиболее активными являются выветривание горных пород, эрозия и денудация (работа поверхностных вод), карст (работа подземных вод), дефляция (работа ветра), экзарация (работа ледников), абразия (работа воды морей и океанов). В настоящее время чрезвычайно возросло влияние человека на географическую среду, в том числе и на рельеф земной поверхности.

Экзогенные процессы направлены на разрушение гор и возвышенностей, заполнение осадками понижений, т.е. на выравнивание рельефа земной поверхности.

Эндогенные и экзогенные процессы протекают на земной поверхности повсеместно и одновременно. В зависимости от конкретных природных условий ведущую роль играют то одни,

то другие. Если более интенсивно проявляются эндогенные процессы, то происходит образование горных хребтов, глубоких впадин и других крупных неровностей рельефа, увеличивается амплитуда высот земной поверхности. При большей интенсивности экзогенных процессов, ведущих к разрушению крупных форм рельефа и денудации продуктов разрушения, наблюдается нивелирование рельефа, снижение абсолютных и относительных высот земной поверхности.

На Земле наблюдается сложное чередование суши и водной поверхности, в пределах которых по-разному протекают природные, особенно экзогенные процессы.

Общая поверхность Земли составляет 510 млн. км², 361 млн. км², т.е. 71% занимает Мировой океан. Он расчленяется материками и островами на: Тихий, Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый океаны. Средняя глубина мирового океана около 3800 м, но его рельеф отличается большим разнообразием. Более доступен и богат органической жизнью шельф — примыкающая к материкам часть Мирового океана с глубиной до 200 м. Наибольшие глубины в океанах располагаются у их окраин. Максимальная глубина 11022 м обнаружена в Марианской впадине в Тихом океане. Средняя часть океанов, как правило, занята подводными хребтами высотой в несколько км, протянувшихся на многие тысячи км. В Мировом океане происходит накопление огромных толщ осадочного материала за счёт выноса с суши продуктов разрушения горных пород, абразии морских берегов и отложения остатков умерших организмов.

Суша занимает 149 млн. км² (т.е. 29%) земной поверхности. Она состоит из материков Евразии, Африки, Австралии, Северной Америки, Южной Америки, Антарктиды и огромного количества островов. Средняя высота суши над уровнем моря — 875 м, а максимальная высота — гора Эверест — 8848 м.

Для всех материков характерны значительные поднятия поверхности по их периферии. К наиболее мощным из них относятся горная система, протянувшаяся по югу Евразии от Пиренеев до Гималаев, и горный пояс из Кордильер и Анд. В центральных областях материков расположены огромные низменности, например, Амазонская и Ла-Платская в Южной Америке, Восточно-Европейская и Западно-Сибирская равнины и Туранская низменность в Евразии.

Материки в значительной мере отличаются между собой по размерам и характеру рельефа. Наиболее крупным и сложным по строению рельефа является материк Евразия. В результате накопления огромной толщи льда Антарктида имеет среднюю высоту поверхности 2040 м — наибольшую среди всех материков.

Наблюдается резкие отличия в распределении суши и водной поверхности в северном и южном полушариях. В северном полушарии суша занимает 39% поверхности по сравнению с 19% в южном полушарии. В умеренных широтах северного полушария суша почти сплошным кольцом охватывает земной шар, в то время как в южном полушарии в этих же широтах преобладает водная поверхность Мирового океана. В полярных широтах северного полушария находится Северный Ледовитый океан, а в южном полушарии — континент Антарктида.

Соотношение площадей, занятых на Земле различными высотами и глубинами, наглядно отражает гипсографическая кривая — обобщённый профиль твёрдой земной поверхности. Для её построения по вертикали откладывают высоты и глубины в километрах, а по горизонтали — занимаемые ими площади в миллионах квадратных километров или в процентах от общей площади от поверхности Земли. Концы ординат, соответствующие площадям земной поверхности с определёнными высотами и глубинами, соединяются плавной линией, которая и называется гипсографической кривой. По ней хорошо видно, что площади с высотами более 3000 м и глубинами свыше 6000 м занимают лишь несколько процентов земной поверхности. Зато территории с высотами менее 1000 м над уровнем моря занимают 75% суши. Дно океана с глубинами 3000-6000 м также занимает 75% всей площади мирового океана.

Особенности размещения водной поверхности на Земле, характер рельефа являются важными факторами формирования природных ландшафтов в различных регионах нашей планеты.

3. Литосфера Земли

3.1 Строение Земли

Одним из наиболее характерных свойств земного шара является его неоднородность. В центре Земли расположено ядро, вещество которого обладает особыми, присущими только ему свойствами. Вокруг ядра находятся концентрические оболочки или сферы, также характеризующиеся определенным составом и свойствами. С приближением к центру Земли вещество сфер становится более плотным и обладает большим удельным весом.

Оболочки Земли подразделяются на внутренние и внешние. К внутренним оболочкам относится земная кора, или литосфера, мантия земного ядра и, наконец, ядро; к внешним атмосфера, гидросфера и биосфера.

Концентрическое строение земного шара объясняется процессами дифференциации вещества, происходящими в его недрах. По мере развития Земли дифференциация вещества усиливается, что привело к образованию новых сфер — земной коры и всех внешних сфер. Самой молодой из них, является, очевидно, биосфера, поскольку её возникновение связано с развитием жизни на Земле. Долгое время в науке господствовало довольно примитивное представление о делении внутренних сфер Земли на твердое ядро, жидкую расплавленную оболочку, окружающую его, и твердую наружную земную кору. Гольдшмидт и Тамман, основываясь на соображениях о составе вещества оболочек, придали этой умозрительной схеме конкретный характер. Под слоем осадочных пород они выделили в литосфере еще два слоя — силицический, состоящий в основном из силиция и алюминия (Si, Al), и симатический, в составе которого преобладают элементы силиций и магний (Si, Mg). Под литосферой ими была выделена барисфера, т.е. тяжелая, или оксисульфидная, оболочка, и, наконец, ядро, состоящее из железа и никеля (Ni, Fe).

Е. Ферсман, используя данные о распространении сейсмических волн в недрах Земли, уточнил схему Гольдшмидта и Таммана. По схеме Ферсмана в земной коре выделяются гранитный слой мощностью до 20 км и базальтовый слой мощностью до 40 км. Ниже на глубинах от 60 до 1600 км расположена перидотитовая оболочка, под которой выделяется

рудная оболочка (на глубинах от 1600 до 3000 км) и центральное ядро (3000— 6371 км).

В настоящее время на основании новых данных, полученных сейсмологией, представления о строении земного шара несколько изменились. В ядре выделена его центральная часть, которую называют субъядром, или внутренним ядром, выше выделяется внешняя зона ядра, или внешнее ядро. Выше лежащие оболочки (рудная и перидотитовая по А. Е. Ферсману) объединяют теперь под общим названием мантии. Строение Земли по современным данным приведено ниже в таблице.

Таблица 2 Оболочки Земли.

Оболочка или сфера	Подразделение сфер	Мощность сферы, км	Расстояние нижней границы сферы от поверхности Земли, км
Атмосфера	Экзосфера Мезосфера Тропосфера	Ионосфера Стратосфера	1200 720 20 45—55 8—18 8-48
Биосфера			Проникает в атмосферу до высоты 15—20 км, в гидросферу до нижней ее границы, в литосферу на глубину до 2—3 км
Гидросфера			0-11 0-11
Земная кора (литосфера)	Осадочная Базальтовая	Гранитная	5—80 1 5—80
Мантия (подкорový субстрат)	Верхняя В Нижняя D (окисно-сульфидная, рудная)	Переходная С (окисно-2000)	320—400 500 400 900 2900
Ядро (нифе)	Внешнее ядро Внутреннее ядро		2200 1270 5100 6370

3.2 Внутренние сферы Земли

По современным представлениям к внутренним сферам Земли относятся: земная кора, мантия и ядро (см. рис. 2).

Земная кора. Земная кора является наиболее хорошо изученной твердой оболочкой Земли. Название «кора» исторически связано с существовавшим ранее представлением об остывании поверхностных слоев первоначально жидкого

расплавленного вещества Земли. Из всех внутренних оболочек Земли земная кора является наиболее неоднородной. По глубине в ней выделяются три слоя: самый верхний — осадочный, средний — гранитный и нижний — базальтовый. Названия среднего и нижнего слоев условны и свидетельствуют только о преобладании в них пород, физические свойства которых соответственно близки к гранитам и базальтам.

Осадочный слой сложен в основном наиболее мягкими, а иногда и рыхлыми горными породами, образовавшимися путём осаждения вещества в водных или воздушных условиях на поверхности Земли. Первоначально рыхлые осадки позднее могли сцементироваться и уплотниться, превратившись таким образом в осадочную горную породу. Осадочные породы обычно располагаются в виде пластов, т. е. сравнительно тонких пластин, ограниченных параллельными плоскостями. Плотность главных пород, слагающих осадочный слой, колеблется от 1 (торф, например, имеет плотность $1,057 \text{ г/см}^3$) до $2,65 \text{ г/см}^3$ (плотность песчаника).

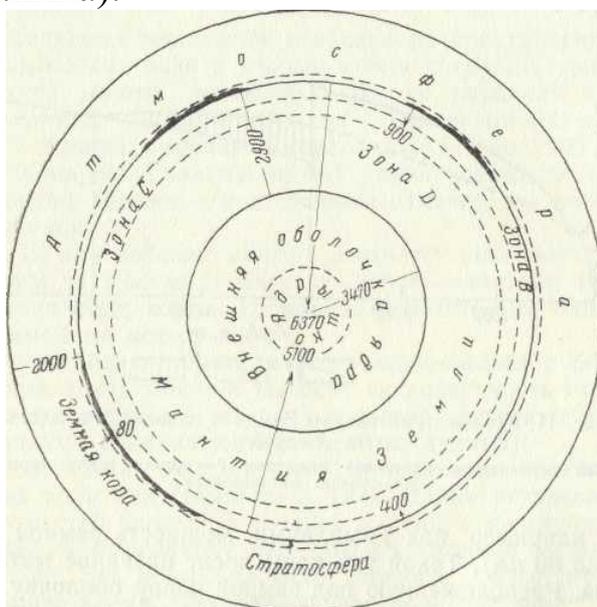


Рис. 2 Схема зонального строения Земли. (По В. А. Магницкому)

Мощность осадочного слоя на поверхности Земли очень непостоянна и меняется от нескольких метров до 10—15 км. Есть участки, где осадочный слой полностью отсутствует.

Гранитный слой сложен в основном магматическими и метаморфическими породами, богатыми алюминием и кремнием. Среднее содержание кремнекислоты в них превышает 60%, поэтому их относят к кислым породам. Плотность главных пород этого слоя колеблется от $2,65$ до $2,80 \text{ г/см}^3$. В местах, где

отсутствует осадочный слой, гранитный слой выходит на поверхность (на так называемых щитах, например на Балтийском щите, на Канадском и др.). Мощность гранитного слоя неодинакова, она колеблется в пределах 20—40 км; местами гранитный слой отсутствует (как, например, на дне Тихого океана, в ряде внутренних морей и т. п.). Температура у нижней границы гранитного слоя доходит до 1000°C, а давление может достигать 10000 атм. Сейсмические волны проходят через гранитный слой со скоростью 6 км/сек. У нижней границы его скорость сейсмических волн скачкообразно увеличивается до 6,5 км/сек. Эта граница гранитного слоя, определяемая по изменению скорости сейсмических волн, получила название границы Конрада.

Базальтовый слой, выделяемый в основании земной коры, присутствует повсеместно. Мощность его колеблется от 5 до 30 км. Вещество, слагающее этот слой, по химическому составу и физическим свойствам близко к базальтам, т. е. породам, менее богатым кремнезёмом, чем граниты. Плотность вещества в базальтовом слое возрастает до 3,32 г/см³. Скорость прохождения продольных сейсмических волн в базальтовом слое постепенно увеличивается от 6,5 до 7 км/сек у нижней границы слоя, где происходит резкий скачок в изменении скорости и скорость становится 8—8,2 км/сек. Эта граница изменения скорости волн прослеживается повсеместно, хотя и на различной глубине. Она принимается за нижнюю границу земной коры и называется по имени впервые (в 1909 г.) установившего её югославского учёного границей Мохоровичича, или сокращенно Мохо, или границей М.

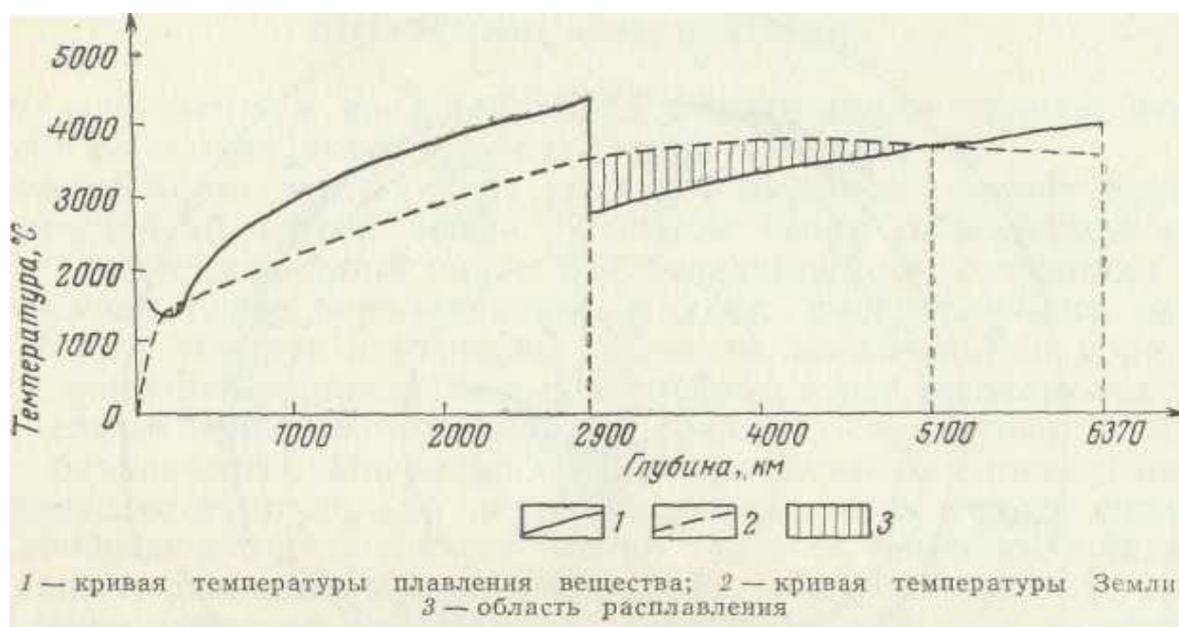


Рис. 3 Кривые температуры Земли и плавления вещества (по Джекобсу)

В различных частях земного шара земная кора разнородна как по составу, так и по мощности. В области некоторых океанов она состоит из маломощного осадочного слоя, под которым располагается базальтовый слой, имеющий мощность от 5 до 15 км. Подобный тип коры называется океаническим.

Земная кора под континентами обычно содержит все три слоя — осадочный, гранитный и базальтовый и достигает значительной мощности (40—50 км). Под некоторыми молодыми горными сооружениями, например под Гималаями, мощность земной коры ещё больше (до 80 км). Такой тип коры носит название материкового.

Мантия. Расположенную под земной корой оболочку называют мантией, иногда подкоровым субстратом или промежуточной геосферой (А. Е. Ферсман). Это очень мощная геосфера, занимающая пространство от 8—80 до 2900 км глубины, неоднородна по своим свойствам, что устанавливается по изменению скорости распространения в ней продольных сейсмических волн.

Все основные свойства вещества — плотность, температура и др. — изменяются с глубиной, хотя само вещество в пределах мантии, по-видимому, находится в основном в твердом состоянии. Температура в верхних частях мантии на глубинах порядка 100 км определяется цифрой 1000—1300° С, затем с глубиной она медленно повышается, и у границы с ядром, по мнению ряда учёных, достигает 2300° С. Столь высокая температура не вызывает, однако, расплавления вещества, так как с увеличением давления температура плавления горных пород возрастает, а давление на больших глубинах достигает значений порядка сотен тысяч и миллиона атмосфер (см. рис. 3).

На основании изменения скорости распространения продольных сейсмических волн в мантии можно выделить три слоя: слой **В** — верхняя мантия, расположенный на глубинах от 8—80 до 400 км; слой **С** — переходный — на глубинах от 400 до 900 км, и слой **Д** — нижний, глубина которого доходит до 2900 км, т. е. до границы с ядром. Границы между этими слоями не очень чётки, что, вероятно, связано с постепенным изменением состава вещества с глубиной.

Слой **В**, или верхняя мантия, состоит из вещества, в основном из железисто-магнезиальных

силикатов типа минералов оливина и пироксена. Интересно отметить, что близкий состав имеют каменные метеориты.

Щелочная базальтовая лава, поднимающаяся с больших глубин, иногда захватывает и выносит на поверхность отдельные куски вещества мантии — все они по составу отвечают ультраосновным породам (оливиниты, пироксениты, дуниты).

Верхняя мантия неоднородна. На основании прохождения сейсмических волн под Памиром и Тянь-Шанем установлено свыше 10 поверхностей раздела в верхней мантии, а на глубине 110—150 и 240—390 км выделяются две зоны пониженной скорости сейсмических волн. Эти зоны получили название слоя волновода. В настоящее время установлено, что волновод присутствует повсеместно, хотя и на разных глубинах, колеблющихся в пределах от 100 до 400 км. В зоне волновода плотность вещества несколько понижается, вещество становится размягченным, а местами, в очагах вулканов, даже расплавленным. Так, например, под Авачинским вулканом установлено присутствие на глубине от 20 до 80 км столбообразного тела, вещество которого находится в полужидком состоянии. Температура в зоне волновода достигает 2000° С.

С верхней мантией связаны явления вулканизма, многие землетрясения и тектонические процессы. В последнее время изучению верхней мантии уделяется большое внимание. В СССР и США были разработаны проекты бурения скважин, доходящих до верхней мантии и начато бурение, которое в разное время было прекращено по общей причине — отсутствию финансирования. Кольская сверхглубокая находится в Мурманской области, в 10 километрах к западу от города Заполярный. Скважина заложена в северо-восточной части Балтийского щита, в области сочленения рудоносных докембрийских структур, типичных для фундаментов древних платформ. Её глубина составляет 12 262 метра; диаметр верхней части — 92 см, диаметр нижней части — 21,5 см. В отличие от других сверхглубоких скважин СГ-3 была пробурена исключительно с научно-исследовательскими целями в том месте, где граница Мохоровичича подходит близко к поверхности Земли.

В США предполагали провести бурение до верхней мантии в океане, где можно ограничиться скважиной глубиной около 5 км. Бурение было начато с огромных понтонов, но из-за качки

скважина отклонилась от вертикали, и бурение пока приостановлено.

Непосредственное проникновение в мантию несомненно будет таким же важным достижением человечества, как и проникновение человека в космос.

В слое С, или переходном слое мантии, вещество находится в твёрдом состоянии и обладает плотностью $4,68 \text{ г/см}^3$. Давление здесь достигает 246 тыс. атм. Скорость прохождения продольных сейсмических волн возрастает от 9 до 11,4 км/сек.

Слой D—нижний слой мантии, характеризуется, по-видимому, однородным составом и состоит из вещества, богатого окислами железа, магния и в меньшей степени алюминия и титана. Плотность вещества в нем увеличивается от 5,69 до 9,4 г/см^3 . Продольные сейсмические волны проходят со скоростью 11,4—13,6 км/сек.

Данные о составе этих глубоких оболочек Земли, разумеется, весьма предположительны. Возможно, что изменения свойств вещества, регистрируемые изменениями скорости прохождения сейсмических волн, связаны с преобразованиями структуры вещества, и, в частности, атомных связей. Известно, что под влиянием высокого давления у минералов меняется кристаллическая решетка. По мнению В. А. Магницкого, в верхних частях мантии преобладает ионный тип химических связей вещества, тогда как в нижней её части — атомный или ковалентный (как, например, у алмаза), при котором все атомы связаны друг с другом атомной связью.

Граница между мантией и ядром достаточно чётко проходит на глубине 2900 км, где происходит преломление и частичное отражение продольных сейсмических волн.

Ядро. Все сведения о составе и строении ядра Земли строятся на догадках и предположениях. По своим физическим свойствам ядро резко отличается от окружающей его мантии. Скорость прохождения продольных волн в ядре замедляется с 13,6 до 8,1 км/сек, а поперечные сейсмические волны через ядро не проходят совсем (как через жидкую среду).

Сравнение плотности поверхностных оболочек Земли с плотностью земного шара в целом уже давно привело учёных к выводу о том, что плотность вещества в ядре должна быть много больше, чем в поверхностных частях. По расчётам плотность ядра Земли должна соответствовать плотности железа,

находящегося в соответствующих условиях давления. Поэтому широко распространено представление о том, что ядро Земли состоит из железа и никеля и обладает магнитными свойствами, определяющими магнитное поле Земли. Присутствие в ядре этих тяжелых металлов связывают обычно с первичной дифференциацией вещества по удельному весу.

Представления о железо-никелевом составе ядра подтверждаются существованием железных метеоритов, которые свидетельствуют о широком распространении железа и никеля в составе других космических тел.

В каком же состоянии находится вещество в ядре Земли? Исследования советских геофизиков М.С. Молоденского и Е.Ф. Саваренского показали, что твердость этого вещества, во всяком случае во внешних частях ядра, в десятки и сотни раз меньше, чем в мантии Земли, и, следовательно, вещество внешней оболочки ядра по своему физическому состоянию приближается к жидкости.

По расчетам Джекобса, использовавшего данные о теоретически возможном состоянии расплавления вещества на разных глубинах в недрах Земли и данные о прохождении сейсмических волн, на глубине от 2900 до 5100 км, вещество должно находиться в расплавленном состоянии, а на больших глубинах — опять в твердом.

На основании этих данных ядро разделяют на внешнюю и внутреннюю части. Во внешней части ядра давление определяется в 1,5 млн. атм. Плотность вещества составляет 12 г/см^3 . Продольные сейсмические волны проходят со скоростью от 8,1 до 10,4 км/сек, причем во внутренней части внешнего ядра скорость уменьшается до 9,5 км/сек.

Во внутреннем, или центральном, ядре, давление достигает 3,5 млн. атм, плотность вещества резко возрастает до $17,3—17,9 \text{ г/см}^3$. Повышение плотности вещества во внутреннем ядре может быть объяснено тем, что под влиянием больших давлений у некоторой части атомов может произойти разрушение электронных оболочек; в результате такие атомы могут сблизиться на значительно меньшие расстояния, чем это возможно при обычных условиях. Иными словами, вещество в центре Земли может быть сжато в несравненно большей степени, чем в более поверхностных частях земного шара. Этим объясняется появление большого числа свободных, не связанных с ядрами

электронов, что позволяет придать любому по химическому составу веществу свойства металла. Экспериментальным путем доказано, что свойствами ядра может обладать вещество, содержащее 80% железа и 20% диоксида кремния.

Продольные сейсмические волны проходят через внутреннее ядро со скоростью 11,2—11,3 км/сек. Расчетные данные показывают, что температура во внутреннем ядре достигает нескольких тысяч градусов.

3.3 Состав земной коры

Земная кора представляет собой основной объект изучения геологии, в связи с чем в настоящем курсе она рассматривается значительно подробнее всех остальных геосфер. Земная кора состоит из весьма разнообразных горных пород, состоящих из не менее разнообразных минералов. При изучении горной породы прежде всего исследуют её химический и минеральный состав. Однако этого недостаточно для полного познания горной породы. Одинаковый состав могут иметь породы различного происхождения, а, следовательно, и различных условий залегания и распространения.

Представим себе такую породу, как гранит. Она состоит из минералов: кварца, полевого шпата, биотита и иногда роговой обманки. Если гранит залегает на поверхности Земли, то в условиях резко континентального климата он подвергается механическому разрушению, выветриванию. Камень распадается на составные части, образуется дресва, состоящая из обломков минералов. Обломки подхватываются текучими водами, которые окатывают их, измельчают и превращают в песок. В дальнейшем песок может быть сцементирован в песчаник и так возникнет новый камень, новая горная порода осадочного происхождения. По минеральному и химическому составу она может почти не отличаться от гранита, тем не менее, условия её образования, форма залегания и закономерности распространения будут совсем иными.

Поэтому, для того чтобы выяснить происхождение горной породы, надо изучить не только её химический и минеральный состав, но и многие другие особенности, а именно: структуру, текстуру и форму залегания.

Под структурой породы понимают размеры, состав и форму слагающих её минеральных частиц и характер их связи друг с другом. Различают разные типы структур в зависимости от того, сложена ли горная порода из кристаллов или аморфного вещества, от величины кристаллов (целые кристаллы или обломки их входят в состав породы), от степени окатанности обломков, от их связи друг с другом.

Под текстурой понимают взаиморасположение составляющих породу компонентов, или способ заполнения ими пространства, занимаемого горной породой. Примером текстур могут быть: слоистая, когда порода состоит из чередующихся слоев разного состава и структуры, сланцеватая, когда порода легко распадается на тонкие плитки, массивная, пористая, сплошная, пузырчатая и др.

Под формой залегания горных пород понимается форма тел, образуемых ими в земной коре. Для одних пород — это пласты, т.е. сравнительно тонкие тела, ограниченные параллельными поверхностями; для других — жилы, штоки и т. п. Формы залегания будут подробно объяснены в дальнейшем.

В основу классификации горных пород положен их генезис, т.е. способ происхождения. Выделяют три крупные группы пород: магматические, или изверженные, осадочные и метаморфические.

Магматические породы образуются в процессе застывания силикатных расплавов, находящихся в недрах земной коры под большим давлением. Эти расплавы получили название магмы (от греческого слова «мазь»). В одних случаях магма внедряется в толщу лежащих выше пород и застывает на большей или меньшей глубине, в других — она застывает, излившись на поверхность Земли в виде лавы.

Осадочные породы образуются в результате разрушения на поверхности Земли ранее существовавших пород, и последующего отложения и накопления продуктов этого разрушения.

Метаморфические породы представляют собой результат метаморфизма, т.е. преобразования ранее существовавших магматических и осадочных горных пород под влиянием резкого повышения температуры, повышения или изменения характера давления (смены всестороннего давления на ориентированное), а также под влиянием некоторых других факторов.

Прежде чем приступить к рассмотрению этих трёх групп горных пород, необходимо познакомиться с минералами, из которых они состоят. Минералы генетически распадаются на те же три группы, что и слагаемые ими горные породы: магматические, осадочные и метаморфические. Тем не менее, общепринятая их классификация построена в основном на химических признаках, она и будет использована в дальнейшем.

3.4 Породообразующие минералы

Количество минералов в составе земной коры превышает 2500 видов. В данном курсе будет рассмотрено сравнительно небольшое количество минералов, наиболее часто встречающихся в составе горных пород, а также некоторые из редких минералов, представляющих собой ценные полезные ископаемые.

Минералы, образующие основную массу горных пород, получили название породообразующих. Количество их достигает всего нескольких десятков видов. В отличие от них минералы, входящие в горные породы в виде второстепенных, необязательных составных частей, называются акцессорными, или акцессориями. Они входят в состав пород в количестве менее 5%

Термин «минерал» происходит от латинского слова «минера» — кусок руды. В настоящее время под минералами подразумеваются составные части горных пород, однородные по составу и строению, любого агрегатного состояния — твёрдого, жидкого, газообразного, возникающие как внутри земной коры, так и на поверхности её в результате разнообразных физико-химических процессов.

Минерал представляет собой как бы фазу существования химического вещества, отвечающую конкретным условиям в земной коре или на её поверхности (температура, давление, состав компонентов). В результате взаимодействия вещества и среды создается динамическая система равновесия, нарушающаяся при изменении условий, определивших «равновесие». Этим объясняется возможность видоизменения минералов, превращения их из одного вида в другой.

3.5 Внешний вид минералов

В настоящем курсе мы будем знакомиться с минералами и горными породами по внешнему виду, определяя их признаки «на глаз». Такой метод получил название макроскопического в отличие от метода микроскопического, при котором порода изучается под микроскопом, и от других специальных, более точных методов, применяемых в минералогии и петрографии, недоступных при экспедиционных исследованиях геолога в поле (химический, спектральный, кристаллографический, рентгенографический и др.).

Твёрдые минералы встречаются в природе либо в виде кристаллов, имеющих более или менее хорошо выраженную форму многогранников, либо в виде неправильных по форме зёрен или сплошных масс, также сложенных кристаллическим веществом, либо, наконец, в виде аморфных (некристаллических) масс.

Кристаллы. Одним из признаков определения минерала является его внешнее кристаллографическое оформление. Форма кристалла зависит от закономерного распределения составляющих минерал частиц — атомов (ионов) и молекул. В аморфном веществе (некристаллическом) те же частицы располагаются в беспорядке. Правильное пространственное расположение частиц в минерале образует структуру кристалла, или его кристаллическую решетку. Кристаллическая решетка геометрически может быть представлена в виде плотно пригнанных друг к другу многогранников (кубов, параллелепипедов, призм, ромбоэдров и т.д.), в вершинах, центрах или серединах граней которых на строго определенном расстоянии друг от друга располагаются атомы или ионы. Они образуют так называемые узлы кристаллической решетки. Кристаллические структуры очень разнообразны и определённым образом отображаются во внешнем оформлении кристалла. Кристаллические структуры зависят от химического состава минерала, т.е. определённым минералам свойственны и определённые кристаллические формы.

Различают структуры: атомные, когда в узлах решетки находятся атомы; ионные, когда в узлах располагаются атомы, лишённые части наружных электронов, т.е. ионы; радикальные при расположении в узлах радикалов, т.е. групп ионов, например радикала CO_3 в случае солей угольной кислоты.

Современная кристаллография изучает кристаллическую структуру путём просвечивания минералов рентгеновскими лучами. Основы учения о строении кристаллов были разработаны в конце XIX века русским учёным — кристаллографом Е.С. Федоровым. Он впервые вывел 230 законов пространственного расположения частиц в кристаллах. Впоследствии выводы Федорова были подтверждены рентгеновским анализом.

В кристалле различают следующие части: грани, или плоскости, ограничивающие кристаллы, ребра — линии пересечения граней, вершины — точки пересечения ребер. Грани соответствуют плоскостям с наиболее плотным взаимным расположением частиц в виде плоских сеток, из пересечения которых и складывается кристаллическая решётка. В ребрах частицы расположены рядами — по линиям пересечения этих атомных сеток, что хорошо видно на схеме строения кристалла.

Одним из важнейших положений кристаллографии является закон постоянства граничных углов — для всех кристаллов одного и того же вещества углы между соответствующими гранями кристаллов одинаковы и постоянны. Этот закон даёт возможность определять минералы путем измерения углов их кристаллов. Закон постоянства граничных углов вытекает из того, что грани кристалла по мере его роста перемещаются параллельно самим себе. При сохранении постоянства граничных углов величина и форма граней разных кристаллов одного и того же минерала могут значительно меняться, хотя внутренняя структура кристаллов при этом остается неизменной.

Это связано с тем, что в зависимости от физико-химической обстановки роста кристалла не все его грани развиваются одинаково. Поэтому внешняя форма кристаллов одного и того же минерала может довольно резко отличаться. Закон постоянства углов помогает определять минералы даже в мелких обломках кристаллов, если только они в какой-то мере сохраняют естественные грани.

Закон постоянства граничных углов позволяет для каждого естественного кристалла вывести его идеальную форму, которую он мог бы приобрести при наиболее благоприятной обстановке роста.

3.6 Физические свойства минералов

Для того чтобы по внешним признакам распознать минералы и определить приблизительно их химический состав, необходимо знать физические свойства каждого минерала. Следует иметь в виду, что отдельные физические свойства могут быть одинаковыми у различных минералов или, наоборот, одно какое-либо свойство (например, цвет и удельный вес) может изменяться у одного и того же минерала. На это будет влиять переменное количество примесей в составе минералов. Поэтому при определении минерала необходимо установить возможно большее число его свойств. Только в отдельных случаях минералы обладают характерными свойствами, по которым уже сразу можно определить минерал. К таким свойствам относятся магнитность, твёрдость, оптические свойства и др.

Важнейшими физическими свойствами являются цвет, блеск, излом, цвет черты, спайность, твердость, удельный вес и некоторые другие.

Цвет минералов самый разнообразный: белый, жёлтый, розовый, красный, зелёный, синий, чёрный, серый, притом всевозможных оттенков. Минералы могут быть бесцветными, стеклянно-прозрачными. Практически цвет минералов определяют на глаз путем сравнения с хорошо знакомыми в быту предметами: молочно-белый, снежно-белый, соломенно-жёлтый, лимонно-жёлтый, бутылочно-зелёный, кроваво-красный, кирпично-красный и т. д.

Для обозначения цвета минералов, имеющих металлический блеск, к названию цвета прибавляют название распространенного металла соответствующей окраски: свинцово-серый, латунно-желтый, медно-красный, железно-черный и т. д.

Окраска одного и того же минерала нередко весьма изменчива, что зависит от посторонних примесей. Например, кварц обычно бесцветен, его прозрачная разновидность, представленная хорошо образованными кристаллами, называется горным хрусталем. Но тот же кварц может быть окрашен в желтый цвет, фиолетовый — аметист (примесь марганца), черный — морион (примесь органического вещества).

В группу глинозема входят: корунд — серовато-синий, сапфир — чисто синего цвета (примесь двух- и трехвалентного железа и титана), рубин — красный (примесь хрома) и т. д.

В других случаях окраска минерала настолько характерна и постоянна, что она вошла в название минерала. Например, оливин — оливковый, т. е. желто-зеленый, красный железняк и др. Некоторые минералы (например, Лабрадор) меняют цвет в зависимости от меняющихся условий освещения, приобретая красивую радужную окраску. Это свойство минералов называется иризацией.

Многие минералы в раздробленном или порошкообразном состоянии имеют другой цвет, чем в куске. Порошок можно получить, проведя куском минерала черту на белой шероховатой поверхности фарфора, не покрытой глазурью. Однако этот метод изучения минерала, хотя и очень ценный, ограничен в применении твердостью минерала. Если твердость последнего больше твердости фарфора, то минерал не даст черты, не будет истираться, но образует на фарфоре царапину.

Блеск является свойством минерала отражать свет в той или иной степени. Различают следующие виды блеска.

Металлический блеск — сильный блеск, свойственный металлам. Им обладают минералы непрозрачные, дающие чёрную черту на фарфоровой пластинке, а также самородные металлы: золото, серебро, платина, не дающие чёрной черты. Характерный металлический блеск имеют многие минералы, являющиеся соединениями металлов с серой.

Стеклянный блеск очень распространён среди прозрачных минералов (кварц на гранях кристаллов). Перламутровый блеск обусловлен отражением света от внутренних плоскостей минерала. Шелковистый блеск возникает при тонковолокнистом сложении минерала (асбест, волокнистые разности гипса). Некоторые минералы обладают особенно сильным блеском, получившим название алмазного, так как он особенно типичен для алмаза.

Прозрачность есть способность минералов пропускать сквозь себя свет. По прозрачности минералы разделяют на: прозрачные, через которые ясно видны предметы (горный хрусталь, каменная соль); полупрозрачные — видны лишь очертания предметов (опал, халцедон); просвечивающие — свет проходит лишь через очень тонкие пластинки, причем предметы неразличимы; непрозрачные, через которые свет совсем не проходит.

Излом является важным диагностическим признаком для многих минералов. Под изломом понимают вид или характер поверхности, получающейся при разбивании, раскалывании минерала. Этот признак особенно важен при полевых исследованиях. Геолог, откалывая от скалы молотком образец горной породы, всегда наблюдает поверхность породы и составляющих её минералов в нарушенном изломанном состоянии. Наиболее типичным будет излом раковистый. Он имеет вид вогнутых или выпуклых поверхностей с концентрически-волнистыми полосами, напоминающими поверхность раковин некоторых моллюсков или их отпечатки на породе. Можно указать еще занозистый излом с поверхностью, покрытой ориентированными в одном направлении занозами, землистый излом с матовой шероховатой поверхностью.

Спайность — свойство минералов колотья по плоскостям, строго ориентированным в данном минерале по отношению к его кристаллографическим элементам — осям, граням. При расколе по направлению плоскостей спайности возникают ровные зеркально-блестящие поверхности. В некоторых минералах бывает одно направление спайности, в других два или даже три, взаимно пересекающихся.

Различают спайности: весьма совершенную, когда минерал очень легко расщепляется (например, ногтем) на отдельные тончайшие листочки, образуя зеркально-блестящие плоскости спайности (слюда, графит, гипс); совершенная спайность отличается тем, что минерал раскалывается на пластинки с блестящими плоскостями лишь при слабом ударе молотка (каменная соль, кальцит); несовершенная спайность обнаруживается у некоторых минералов, имеющих два направления спайности: по одному из них возникают ровные блестящие плоскости, по другому — поверхности излома шероховаты, хотя и имеют определённую ориентировку.

Твёрдость минерала представляет собой один из важнейших диагностических признаков. Под твёрдостью понимают степень сопротивления вещества минерала царапанию острием, давлению или истиранию. Разные минералы обладают присущей им твёрдостью. Твёрдость в минералогии устанавливается обычно путём царапания минералов предметами, твёрдость которых является известной (стандартной).

Для определения твёрдости принята шкала, предложенная Моосом, в которой используются минералы с известной и постоянной твёрдостью. Степень твёрдости оценена по десятибалльной системе —

Шкала твердости Мооса

Тальк $Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$	- 1
Гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	- 2
Кальцит $CaCO_3$	- 3
Флюорит CaF_2	- 4
Апатит $Ca_5(F, Cl)[PO_4]_3$	- 5
Ортоклаз $KAlSiO_3$	- 6
Кварц SiO_2	- 7
Топаз $Al(F, OH)_2[SiO_3]_2$	- 8
Корунд Al_2O_3	- 9
Алмаз C	-10

Низшая твёрдость обозначена единицей, а высшая — десятью баллами.

При определении твёрдости минерала с помощью шкалы царапают по его свежей поверхности, слегка надавливая кусочком минерала с известной твердостью. Допустим, для примера определяется твёрдость гематита. Из эталонных минералов его царапают все наиболее твёрдые до ортоклаза включительно, т.е. минералы с твёрдостью от 10 до 6. Следовательно, гематит имеет твердость меньше 6. Следующий по шкале минерал апатит не царапает гематит, но последний оставляет на апатите царапину. Следовательно, твердость гематита меньше 6, но больше 5 и определяется как 5,5.

При полевых исследованиях не всегда может оказаться под рукой нужный набор минералов шкалы твердости. В таком случае можно использовать для ориентировочного определения твердости испытуемого минерала подручные средства, на которые можно составить следующую упрощенную шкалу:

Мягкий карандаш	1
Ноготь	2—2,5
Бронзовая монета	3,5—4
Стекло	5
Перочинный стальной нож	6
Напильник	7

Удельный вес, так же как и твёрдость, имеет большое значение в определении минералов. Этот показатель колеблется у минералов в пределах от 0,6 до 21. Точно удельный вес минералов определяется путем взвешивания на гидростатических весах и посредством других специальных приспособлений. На практике определяется удельный вес лишь приблизительно, взвешиванием на руке с оценкой — тяжелый, средний, легкий. К легким относятся минералы, имеющие удельный вес 0,6—2,5: нефть, уголь, сера, гипс, каменная соль. Средние имеют удельный вес до 4 — кальцит, кварц и др. К тяжелым минералам относятся: барит, руды железа (кроме среднего по весу лимонита), меди, серебра, свинец, самородные металлы.

Другие свойства. Важно уже в полевой обстановке определить в минерале и особенно в породе наличие карбонатов, т. е. солей угольной кислоты (H_2CO_3). Для этого используется реакция со слабым (10%) водным раствором соляной кислоты. На породу (минерал) капают этим раствором. Наличие карбонатов обнаруживается явлением вскипания, выделением пузырьков углекислого газа (CO_2) в результате следующей реакции:



Определяются и такие свойства минералов, как их магнитность, двойное лучепреломление, вкус. Эти особенности свойственны лишь некоторым минералам и позволяют распознавать сравнительно небольшой круг минералов.

При определении магнитности используют магнитную стрелку горного компаса, которая будет притягиваться или отталкиваться минералом, обладающим магнитными свойствами (магнетит).

Двойное лучепреломление свойственно многим минералам, но особенно отчетливо проявляется у разновидностей кальцита. Если прозрачный кристалл кальцита (исландский шпат) положить на шрифт книги, то возникнет двойное его изображение.

На вкус определяются лишь немногие легко растворимые минералы. Каменная и поваренная соли определяются благодаря их отчетливому соленому вкусу. Сильвин (калийная соль) имеет горько-соленый вкус и слегка щиплет язык.

3.7 Классификация минералов

Современная классификация минералов основана на их химическом составе. Все известные минералы группируются в несколько классов, из которых главнейшими являются: 1) самородные элементы, 2) сульфиды, 3) окислы, 4) галоидные соединения, 5) соли кислородных кислот и 6) органические соединения.

В пределах классов минералов выделяют подклассы, а внутри последних — группы минералов.

Самородные элементы.

К группе самородных элементов относятся: алмаз, графит, сера, медь и др. Минералы этой группы весьма важны в практическом отношении и в то же время простые по своему составу. Каждый минерал этой группы состоит из одного химического элемента. Способы образования минералов этой группы очень разнообразны.

Графит — С. Твердость 1, уд. вес 2,2, цвет стально-серый до чёрного. Жирный на ощупь и пачкает руки. Чаще всего графит образует листоватые, чешуйчатые и плотные массы, иногда выделяется в кристаллах в виде пластинок с металлическим блеском и совершенной спайностью в одном направлении. Нередко графит неправильными включениями выделяется в изверженных породах, иногда образуя большие залежи; возникает также среди метаморфических пород. Возможно, что здесь он является продуктом преобразования органических остатков, попавших в эти породы.

Лучшие сорта графита идут для производства карандашей. Большая масса графита употребляется для изготовления плавильных тиглей, электродов для электрометаллургии, для графитной смазки и для атомных реакторов.

Алмаз — С. Твердость 10, уд. вес 3,5; сингония кубическая. Кристаллы большей частью прозрачны, бесцветны или желтоваты, с сильным блеском. Является самым дорогим из драгоценных камней. В порошке и в виде мелких кристаллов применяется при шлифовке металлических изделий в машиностроении и при бурении скважин в твердых породах.

Сера — S. Твердость 2, уд. вес 2; сингония ромбическая; цвет желтый; излом раковистый с жирным блеском. Плавится при температуре 112,8°. Сера встречается в виде включений, порошкообразных масс, часто в хороших кристаллах. Самородная сера образуется при распадении гипса и других сернокислых

соединений, в присутствии органических веществ. Кроме того, сера выделяется в кратерах вулканов из возгоняющихся паров и сероводорода.

Сульфиды.

Очень важную роль в народном хозяйстве играют сульфиды, или сернистые соединения тяжелых металлов. В группу сульфидов входит значительное количество минералов (до 250 минералов, т. е. около 10% всех существующих). Сульфиды представляют особый интерес как руды цветных металлов и часто как носители золота. Большинство сульфидов образуется из горячих водных растворов различных температур. Иногда сульфиды кристаллизуются непосредственно из магмы и ее летучих возгонов, но многие из них имеют и осадочное происхождение. Наиболее широко распространены в земной коре из сернистых минералов пирит, халькопирит, галенит и др.

Пирит (серный или железный колчедан) — FeS_2 . Твердость 6—6,5; уд. вес. 5; сингония кубическая; цвет соломенно-желтый; блеск металлический. По своей окраске и блеску напоминает несколько золото. Встречается в виде плотных и мелкозернистых масс, в виде вкрапленников и хорошо образованных кристаллов кубической формы. Пирит — самый распространенный минерал группы сульфидов и встречается во всех зонах земной коры. Он выделяется в магматических породах, часто встречается в осадочных породах. Пирит служит основным материалом для получения серной кислоты.

Галенит (свинцовый блеск) — PbS . Часто содержит серебро. Твердость 2,5; уд. вес 7,4—7,6; сингония кубическая; цвет свинцово-серый; блеск металлический. Встречается в виде зернистых плотных масс и кристаллов. Галенит образуется из горячих водных растворов, восходящих от магматического очага по трещинам горных пород, и очень редко встречается в осадочных породах. Является важнейшей свинцовой рудой.

Сфалерит (цинковая обманка) — ZnS . Получил название от греческого слова «сфалерос» — обманчивый, так как по внешним признакам не похож на обычные сульфиды металлов. Наблюдаются в нем примеси меди и свинца, присутствует до 20% железо. Цвет бурый или коричневый, часто черный, реже желтый, красный, зеленоватый. Твердость 3,5—4. Происхождение гидротермальное. Используется как главная руда цинка, а также при изготовлении цинковых белил.

Простые окислы.

Минералы группы окислов очень широко распространены в природе и играют большую роль в сложении земной коры.

В химическом отношении минералы этой группы представляют соединения элементов с кислородом. Делятся на два подкласса: простые окислы и водные окислы, т. е. окислы, содержащие воду.

Кварц — SiO_2 — один из самых распространенных минералов; составляет около 12% всей массы земной коры. Твердость 7; уд. вес 2,65; температура плавления кварца 1713° . При застывании расплава легко образуется кварцевое стекло. Блеск граней кристалла стеклянный, на изломе жирный; сингония тригональная; спайности нет, излом раковистый. Кристаллы кварца обычно удлиненные, призматические, часто с горизонтальной штриховкой на гранях призмы, очень часто встречаются в виде различных сростков и друз.

Различают следующие важнейшие разновидности кристаллического кварца: горный хрусталь — бесцветный, прозрачный, в виде хорошо развитых кристаллов; аметист — фиолетовый; дымчатый горный хрусталь — желтоватый, золотистый и бурый разных оттенков, морион — черный почти непрозрачный.

Скрытокристаллическая (непрозрачная) разновидность кварца волокнистого строения носит название халцедон. В отличие от кварца последний чаще бывает окрашен в различные цвета и оттенки: молочно-серый, синевато-черный, желтый, красный, коричневый, бурый, зеленый. Широко известен кремень — загрязненный халцедон (с примесью окислов железа и глинистых веществ), часто встречающийся в виде стяжений и желваков среди осадочных пород, главным образом мергелей и известняков.

Кварц является породообразующим минералом кислых, изверженных, метаморфических и осадочных пород. Месторождения кварца весьма распространены. Прозрачные разновидности горного хрусталя и морион применяются в оптическом производстве, радиотехнике, ювелирном деле.

Важное значение в технике имеют пьезокварцевые пластинки, выпиленные из кристаллов горного хрусталя перпендикулярно к оси второго порядка L_2 кристалла. Такие пластинки употребляются в качестве фильтра радиоволн и для других целей в радиотехнике, акустике и физике. Массивный кварц широко применяется в металлургии, фарфоровой и стекольной промышленности.

4. Формы рельефа, обусловленные процессами выветривания и денудации

4.1 Преобразование поверхности Земли

Все физико-географические процессы, наблюдаемые на поверхности Земли, развиваются под действием солнечной энергии и силы тяготения.

Лучистая энергия Солнца и сила тяготения осуществляют преобразование внешней оболочки земного шара посредством ряда факторов, в том числе выветривания, действия поверхностных и подземных вод, движения воздуха, ледников, вод и морей, и океанов, воздействия растительных и животных организмов.

Рельеф земной поверхности определяется как совокупность элементов (конечное множество элементов) и их взаимное пространственное отношение. Рельеф - как состав и строение земной поверхности - системное определение геоморфологии в качестве морфологической системы (познавательной конструкции для моделирования на карте).

Экзогенные процессы, которые мы рассматриваем, подразделяются на три большие группы процессы выветривания, процессы денудации и процессы аккумуляции (осадконакопления).

Выветривание протекает: в верхней 300-500 метровой зоне земной коры (зона выветривания), в пределах которой горные породы находятся в условиях сложного взаимодействия с атмосферой, гидросферой и биосферой.

Физическое выветривания это механическое дробление пород под влиянием резких колебаний температуры, замерзания воды в порах и трещинах и механического воздействия на породы растений, животных и человека.

Химическое выветривание- это изменение химического состава пород и дальнейшее их разрушение под влиянием воды, воздуха и деятельности организмов. Воздух, вода и организмы воздействуют на горные породы как растворители и окислители первичных минералов, из которых они сложены. Особенно интенсивно химическое выветривание протекает в растворимых породах, таких, как известняк, гипс, каменная соль и др.

Органическое выветривание совершается при участии организмов. Микроорганизмы, поселяясь на горной породе, преобразуют химический состав и физические свойства её верхнего слоя. Растения, вставая корнями в мелкие трещины скал, постепенно разрушают их механически и, выделяя растворы, воздействуют на горные породы.

Характер выветривания и его интенсивность в значительной мере зависят от геологического строения, рельефа и климата территории. Так, например, в полярных районах с низкими температурами преобладает физическое выветривание, особенно морозное. В районах с умеренным влажным климатом на первое место выступает химическое выветривание. Однако во всех случаях имеет место и физическое и химическое выветривание — эти неразрывные стороны единого процесса разрушения горных пород вблизи земной поверхности.

Зависимость выветривания от рельефа выражается в том, что на крутых склонах гор образующиеся в результате выветривания обломки пород легко удаляются под действием силы тяжести и других факторов, вследствие чего поверхность склонов остаётся обнажённой и подвергается дальнейшему разрушению. На равнинах этот процесс идёт более медленно, так как поверхность равнин обычно покрыта толстым слоем продуктов выветривания.

Наличие зоны или коры выветривания имеет большой практический интерес. В этой зоне формируются и залегают грунтовые воды, её состав определяет механические свойства грунтов и химический состав почв, их проницаемость и ряд других свойств. В пределах коры выветривания размещаются все инженерные сооружения, промышленные предприятия, гидроэлектростанции, каналы, железные и автомобильные дороги. Таким образом, характер зоны выветривания различных районов определяет собой проходимость местности.

Выветривание является начальным этапом рельефообразующего процесса, производимого экзогенными силами. Оно, разрушая, горные породы, приводит их в подвижную, легко трансформируемую форму, но ещё не преобразует первичные формы рельефа. Преобразование же тектонических форм возникает в процессе перемещения масс пород из одного места в другое. В природных условиях такое перемещение происходит под действием силы тяжести, текучей воды, ветра, ледников и многих других факторов.

4.2 Значение процесса денудации

Все процессы, благодаря которым продукты выветривания удаляют с мест их образования на более низкие гипсометрические уровни, называются сносом, или денудацией. Другими словами: денудация — совокупность процессов разрушения горных пород и переноса продуктов выветривания на более мелкие гипсометрические уровни.

Основным фактором денудации является сила тяжести. Поэтому, процесс разрушения интенсивно происходит на крутых склонах. Она проявляется главным образом в пределах суши и сводится к перемещению раздробленного или химически растворенного материала с возвышенностей в депрессии рельефа - долины, котловины, озёрного или морского бассейна

Слово «денудация» произошло от латинского «денудо» - обнажаю. Денудация приводит к разрушению целых горных систем, шаг за шагом сравнивая их с поверхностью Земли и превращая горы в равнины. Растительный покров способствует замедлению процессов денудации.

В процессе денудации продукты выветривания подвергаются дифференциации по величине частиц и месту их отложения. Часть продуктов разрушения обычно остаётся на месте своего образования и носит название - элювий.

Крупнообломочные продукты разрушения, как правило, перемещаются недалеко от места их образования и откладываются у подножья гор и на пологих склонах. Такие продукты, перемещённые под действием тяжести, или смытые водой в понижения на склонах, называются делювием, или делювиальными отложениями.

С денудацией тесно связан процесс отложения перемещённых продуктов в понижениях рельефа, который носит название аккумуляция.

Процессы денудации и аккумуляции подчинены определённым закономерностям. Скорость процесса разрушения горных пород находится в тесной зависимости от их состава, высоты суши над уровнем моря, крутизны склонов и климатических условий района. Участки, сложенные рыхлыми, легко размываемыми породами и находящиеся на большой высоте над уровнем моря, при равных прочих

условиях, подвергаются более интенсивному разрушению и преобразованию, нежели массивы твёрдых кристаллических пород, залегающие на небольшой абсолютной высоте.

4.3 Значение свойств горных пород в процессе рельефообразования

Образование и развитие форм рельефа земной поверхности в значительной степени зависит от степени устойчивости горных пород воздействию тех или иных факторов выветривания. Горные породы труднее поддающиеся процессам выветривания, обычно образуют положительные формы рельефа, а менее стойкие — отрицательные. Денудация является активным фактором преобразований Земли, мобилизирующим, приводящим в движение огромные массы вещества. Важными свойствами горных пород являются: теплопроводность и теплоёмкость, проницаемость, трещиноватость, растворимость и т.д.

Совокупность физических и химических свойств горных пород, которая определяет степень их устойчивости факторам выветривания, может найти выражение во внешнем облике развивающихся форм рельефа.

Процессы выветривания и в первую очередь температурного выветривания определяются резкими и значительными колебаниями температуры, в результате которых появляются внутренние напряжения в породе вследствие неодинакового изменения объёма в смежных частях данной массы горной породы. В связи с этим приобретают важное значение такие свойства горной породы, как теплопроводность и теплоёмкость.

Так, при малых значениях теплопроводности в близких частях массы породы будут больше температурные различия, что способствует более интенсивному распаду массы породы.

Теплоёмкость, а также характер поверхности породы (гладкая или шероховатая) и её окраска в сумме определяют величину поглощения и излучения тепла. Например: темноокрашенные породы (базальт, габро и т.д.), нагреваются сильнее светлоокрашенных (кварциты, известняки, гипс и др.) и поэтому разрушаются неодинаково.

Горные породы, как известно, могут иметь однородное сложение, т.е. состоять преимущественно из одного минерала,

или неоднородное сложение, т.е. состоять из нескольких разных минералов. Однородные горные породы более устойчивы и труднее поддаются процессам выветривания, чем неоднородные горные породы. Так, например, граниты, состоящие из сравнительно крупных минералов (крупнозернистые), в условиях континентального засушливого климата довольно быстро распадаются на зерна образующих их минералов, превращаясь в крупнозернистые пески.

В связи с этим характер выветривания и его результаты могут быть различными, а внешний вид и размеры будущих обломков неодинаковы. Так, например, кристаллические сланцы и гнейсы (метаморфические пород), граниты (магматические породы) и некоторые виды известняков в результате механического и морозного выветривания первоначально распадаются на очень крупные глыбы, которые на довольно крутых склонах нередко образуют сложные нагромождения в виде устойчивых осыпей и россыпей.

Метаморфические породы возникают вследствие глубокого изменения магматических или осадочных пород под воздействием высокой температуры, большого давления или участия выносимых из глубин Земли газов и горячих растворов (т.е. породы уплотняются, перекристаллизуются).

Магматические породы образуются в результате застывания расплавленных магматических масс, проникающих из глубины недр в земную кору.

В результате выветривания некоторые горные породы распадаются на отчётливо обособленные глыбы разной величины и формы, которые называются отдельностями. Для многих горных пород форма отдельности является их характерным признаком (столбчатая, плитчатая, матрасовидная и др.).



Рис. 4 Матрасовидная отдельность гранита.

Например, плитчатая, или матрасовидная отдельность характерна для гранитов. Формы выветривания этих изверженных пород представляют собой нагромождение толстых плит или тюфяков с округлыми краями, нагромождённых горизонтально или слегка наклонно один на другой (см. рис. 4). Издалека эта отдельность гранита напоминает пласты осадочной породы.

4.4 Формы поверхностей, обусловленные процессами денудации

Денудационные процессы играют важную роль в развитии рельефа земной поверхности и вместе с процессами аккумуляции обуславливают появление на ней новых форм рельефа.

При значительных углах наклона каждый лежащий обломок горной породы находится под воздействием силы тяжести, которая пропорциональна массе этого обломка и направлена вертикально вниз. Изменение величины угла наклона весьма сильно сказывается на скорости перемещения обломка вниз по склону (см. рис.5).

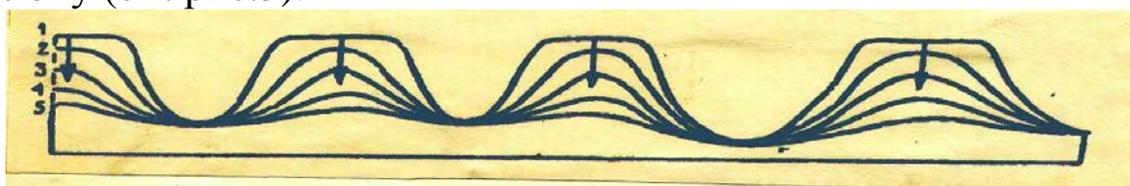


Рис. 5 Изменение величины слагающих силы тяжести обломка М горной породы на склонах С-С разной крутизны

Из рассмотрения рисунка следует, что силу Р можно разложить на две слагающие Р1 и Р2. Одна из них направлена параллельно поверхности склона а другая перпендикулярна. этой поверхности. Сила Р1. стремится сместить обломок породы М вниз по склону, а сила Р2 сопротивляется этому перемещению. Сравнивая левый и правый рисунок, нетрудно заметить, что с увеличением крутизны склона сила Р; увеличивается, а Р2 уменьшается. Поэтому при значительной крутизне склона СС сила Р1 преодолет силу Р2 и обломок породы скатывается вниз по склону к его основанию.

Скопления обломков, покрывающих нижние части склонов; называются осыпями. Они имеют форму конусов, обращённых вершинами к бровке склона.

Осыпи могут быть каменистыми (состоящими из угловатых обломков или гальки), песчаными и земляными. В зависимости от характера слагающих их материалов они изображаются соответствующими условными знаками на топографических картах. При благоприятных условиях, например на крутых склонах согласно с падением пластов горных пород или при землетрясениях, могут отрываться огромные массы горных пород, подвергшихся действию выветривания, и низвергаться вниз по склону с огромной скоростью. Это природное явление называется горным обвалом.

Продукты физического выветривания в виде скоплений крупных обломков и глыб горных пород в пределах плоских водоразделов или слабонаклонных склонов называется каменными морями или каменными россыпями. Эти образования на топографических картах обозначаются особыми условными знаками.

От каменных россыпей по углублениям относительно отлогих склонов медленно (в среднем 0,2 — 0,3 м/год) сползают линейно вытянутые скопления обломочного материала различного размера. Их называют каменными реками, или курумами. Их ширина измеряется метрами и десятками метров, а длина - километрами и сотнями метров. Размеры частиц обломочного материала, из которого сложены курумы, колеблются в весьма широких пределах: от долей сантиметров (мелкозём) до 1 - 2 метров и более.

Под действием денудации и аккумуляции перемещённых по склонам продуктов выветривания горных пород на месте первоначально расчленённого рельефа создаются поверхности денудационного выветривания. Такие поверхности наблюдаются в большинстве горных стран на абсолютных высотах в несколько тысяч метров, но могут быть также развиты и на высоко поднятых над уровнем океана участках материковых платформ с почти горизонтальным ненарушенным залеганием поверхностных толщ осадочных пород. На территории нашего государства и стран СНГ такие поверхности выравнивания широко развиты в Центральном Тянь-Шане и известны под названием «сыртов».

Если обширная горная страна выравнивания на всем своём протяжении и превращается почти в равнину или пенеплен, это означает, что данная территория достаточно долгое время

испытывала относительный тектонический покой. Теория этого процесса, называемого пенеplanationом, была разработана известным американским геоморфологом Девисом.

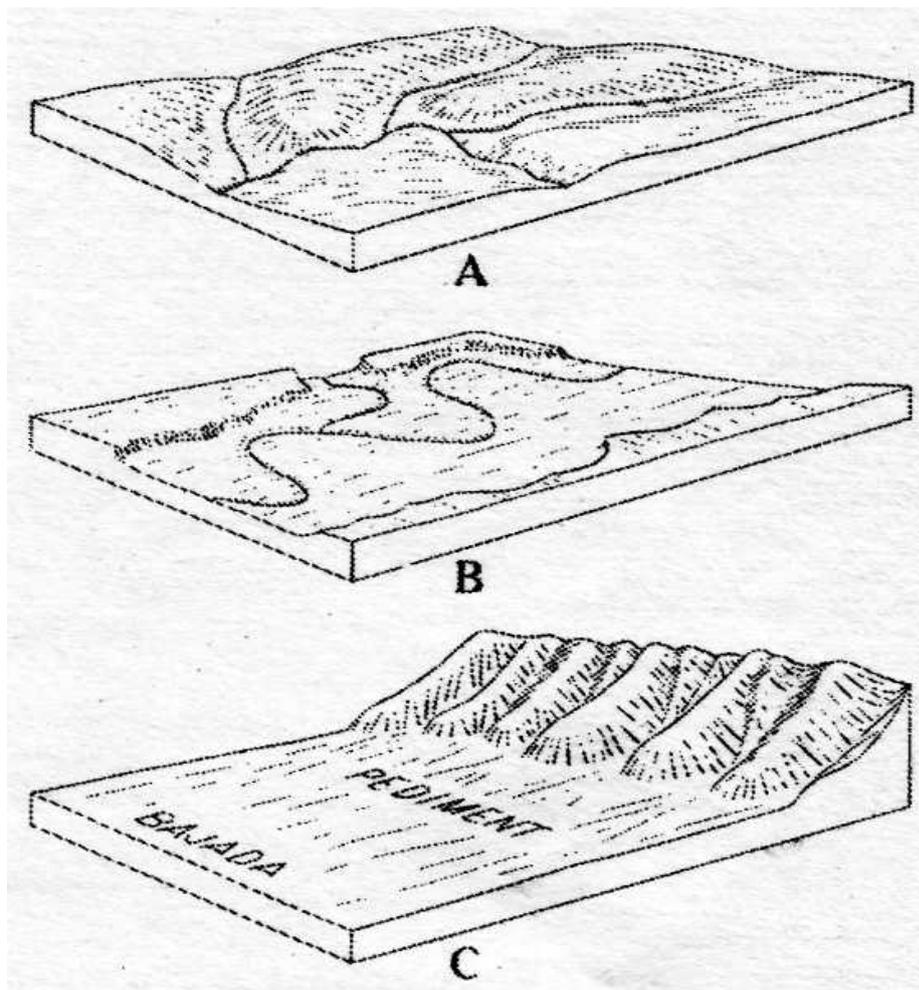


Рис 6. Формирование пениплена путём выравнивание сверху (А), сбоку (В), формирование педимента (С).

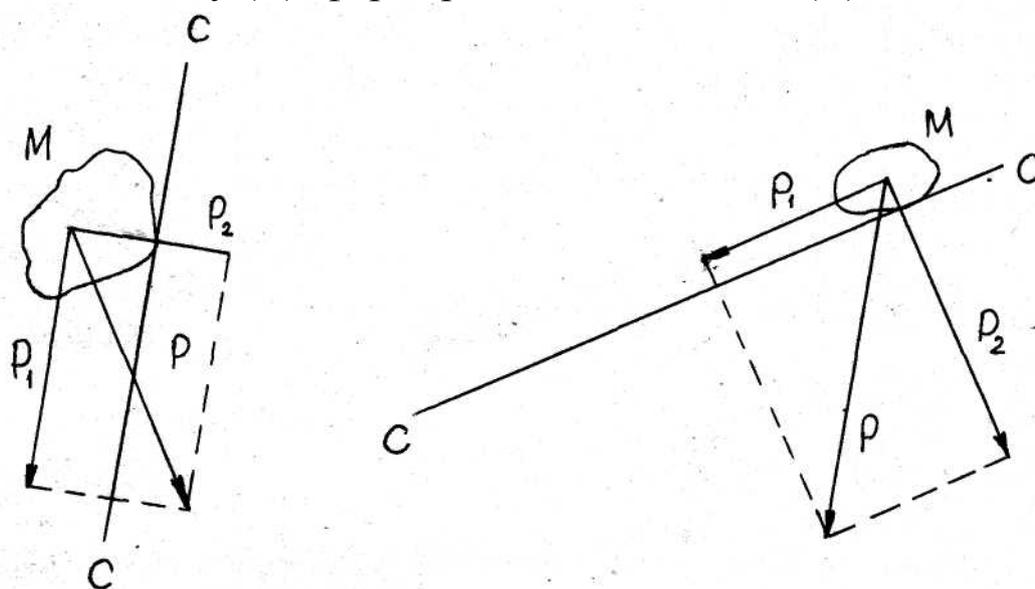


Рис.7 Процесс пенеplanationа. Стрелки указывают направление, в котором идёт уничтожение водораздельных возвышенностей

По Денису участок территории, высоко приподнятый над уровнем моря, первоначально подвергался расчленению речными долинами, благодаря деятельности текущих вод. Затем вследствие выветривания горных пород и процессов денудации происходит постепенное понижение водораздельных пространств, причём разрушение положительных форм рельефа происходит сверху вниз (см. рис. 6 и 7).

Своеобразным рельефом, для которого характерны скопления холмов или групп холмов отмеченного выше происхождения, является мелкосопочник. Этот рельеф наиболее широко развит на пространствах Балхаш - Иртышского водораздела (Казахская складчатая страна).

4.5 Общая закономерность склонов и закономерности их развития

Склоном называют участок земной поверхности, образующий с горизонтальной плоскостью тот или иной угол и расположенный между водоразделом и дном долины (оврага, балки, озёрной впадины и др. понижениями).

По своему происхождению склоны подразделяются на тектонические, вулканические и экзогенные.

Тектонические склоны возникают в результате деформации исходной горизонтальной поверхности складчатыми или разрывными дислокациями. Склоны, образованные складками (крыльями складок), обычно отлогие, а склоны, возникающие в результате, например, сбросов, чаще бывают крутыми.

Вулканические склоны образуются при застывании лавовых потоков. Они не имеют широкого распространения и концентрируются вблизи действующих вулканов, а крутизна их может варьировать в довольно широких пределах.

Экзогенные склоны наиболее широко распространены на поверхности суши. Они образуются в результате современных экзогенных процессов. Толчком к их образованию обычно являются новейшие тектонические движения земной коры, которые создают перепады высот между горами и окружающими их понижениями. Удаление или накопление продуктов разрушения горных пород создаёт перепады высот, а следовательно и склоны.

Известный немецкий геоморфолог В. Пенк ввёл в геоморфологию понятия о нисходящем и восходящем развитии рельефа.

Нисходящее развитие рельефа имеет место в тех случаях, когда экзогенные процессы значительно преобладают над эндогенными. Это приводит к тому, что разрушение поверхности происходит быстрее её подъёма. В результате склоны все более и более выполаживаются, что приводит к общему снижению рельефа и уменьшению его абсолютных высот. С течением времени вблизи базиса денудации (базис денудации — горизонтальный или пологий участок склона, до которого могут скатываться или смываться продукты выветривания) любого склона скапливаются все больше и больше обломочного материала и у склонов начинают преобладать вогнутые профили.

Восходящее развитие рельефа связано с преобладанием эндогенных процессов над процессами экзогенными. Это значит, что поднятия поверхности происходят быстрее её разрушения, вследствие чего здесь образуются выпуклые профили склонов. Одновременно происходит увеличение абсолютных высот точек земной поверхности. Такие условия возникают при активном проявлении тектонических движений земной коры.

Извечный процесс разрушения, переноса и отложения частиц горных пород преобразует рельеф суши и дна океанов. В конечном счёте, материки являются областями денудации, а океаны - областями отложения (аккумуляции). Давно подсчитано, что внешними агентами ежегодно уносится с поверхности суши в моря и океаны в среднем около 15 куб. км горных пород, в результате чего уровень суши ежегодно понижается на 0,1 мм.

5. Формы рельефа, обусловленные деятельностью текучих поверхностных вод

5.1 Общие сведения о работе текучих вод

Под текучими водами понимают всю воду, стекающую по поверхности суши, начиная от мелких струек, возникающих во время дождей и таяния снега, до самых крупных рек, подобных Волге, Амуру или Амазонке. Текучие воды являются самым мощным из всех экзогенных факторов, преобразующих поверхность материков. Разрушая горные породы и перенося их разрушения в виде гальки, песка и растворенных веществ, текучие воды способны в течение миллионов лет срезать самые высокие хребты и сравнять их с прилежащими равнинами. В то же время вынесенные ими в моря и океаны продукты разрушения горных пород служат главным материалом, из которого возникают мощные толщи новых осадочных пород. О масштабах работы текучих вод можно судить по следующим данным.

Объем воды, стекающей ежегодно в моря с поверхности суши, может быть определен как разность годовой суммы осадков и количества испарившихся осадков (см. таблицу 3).

Таблица 3 Соотношение испарения и осадков

Поверхность земного шара	Испарение, км ³	Атмосферные осадки, км ³	Разность, км ³
Море	447900	411600	- 36300
Суша	70700	107000	+36300

Таким образом, ежегодно 36300 км³ влаги переносится в виде паров с моря на сушу, и те же 36300 км³ стекают, в виде рек в море. Сток воды происходит к уровню океана с суши, средняя высота которой равна 750 м над уровнем моря.

Все реки земного шара (без учёта Антарктиды, Гренландии и Канадского полярного архипелага) выносят за год в море в растворенном и механически взвешенном состоянии около 17,5 млн. т. вещества, полученного за счёт разрушения суши. Это равносильно общему понижению её поверхности со средней скоростью около 0,09 мм в год, или 9 см в тысячелетие.

Таким образом, если скорость разрушения суши текучими водами принять за строго постоянную, то за 8,3 млн. лет средняя

высота суши уменьшилась бы как раз на те 750 м, которым она равна в настоящее время, т.е. она практически сравнялась бы с уровнем моря. Но фактически суша существует сотни и тысячи миллионов лет, так как существуют другие процессы, восстанавливающие её высоту или даже создающие новые участки. Это поднятия земной коры. Без них вообще не могло бы существовать крупных возвышенностей, так как горы разрушаются текучей водой особенно интенсивно. Ведь с них стекают бурные реки, способные переносить даже крупные глыбы по 1-2 м и более в поперечнике.

Процесс отложения обломочного материала называется аккумуляцией.

На плоских склонах дождевые и талые воды стекают мелкими струйками, бороздящими всю поверхность склона и уносящими с собой частицы грунта. Это явление называется плоскостным смывом, или абляцией. Ниже по склону отдельные мелкие струйки воды сливаются в более крупные - ручьи и реки. Большие постоянные потоки воды называются реками, малые - ручьями. Таким образом, склоновый сток атмосферных вод имеет тенденцию перехода в линейный русловый сток, при котором вода, собравшись в более мощные струи, производит уже не плоскостной смыв, а глубинную эрозию, т.е. формирование промоин, оврагов, долин. Чем больше масса воды и круче склон, тем большую работу производит текучая вода.

В зависимости от количества воды и характера поверхности изменяется форма стока. Выделяют плоскостной и линейный стоки, по длительности действия временный и постоянный.

Плоскостной сток возникает на пологих склонах, по которым дождевые воды стекают тонким слоем.

Струйчатый сток происходит во время небольших дождей при наличии мелких препятствий на склоне. Мелкие струйки воды, блуждая по поверхности склона в результате отклонения препятствиями имеют, общее направление вниз по склону.

Временной линейный сток наблюдается по линейно вытянутым углублениям: лощинам, эрозионным бороздам, оврагам, балкам, сухим руслам. В таких понижениях отдельные струйки, сливаясь, образуют более мощные струи или потоки воды.

Постоянный русловый сток имеет место в реках, когда по руслу вода течёт круглый год.

Регулирование течения вод важно в целях предотвращения наводнений, возникающих во время больших половодий и паводков.

5.2 Процессы и виды эрозии. Базис эрозии. Сели

Нередко всю разрушительную работу текучих вод в целом называют одним термином эрозия (по-латыни это значит разъедание).

Процесс эрозии обычно состоит из вертикального врезания водотока в толщу пород (глубинная эрозия) и расширения русла путём размыва берегов (боковая эрозия). Глубинная и боковая эрозии всегда протекают одновременно, однако может быть и такое положение, когда глубинная эрозия замедлилась или даже прекратилась, а боковая эрозия все ещё продолжается.

Глубинная эрозия зависит в основном от величины падения (уклона) дна водотока. На участках с большим уклоном глубинная эрозия протекает более энергично, чем на участках с меньшими уклонами. В местах крутого падения русла водотока происходит усиление эрозии непосредственно выше по течению от резкого перелома продольного профиля русла; это в свою очередь обуславливает увеличение падения русла ещё выше по течению и т.д. Поэтому участки дна с наибольшими уклонами постепенно смещаются все дальше и дальше вверх по течению. Этот процесс называется регрессивной эрозией. С течением времени продольный профиль русла все более и более (при условии относительного тектонического покоя) приобретает вид плавной вогнутой кривой, называемой кривой «нормального» падения. Эта кривая ближе к устью постоянного (реки) или временного водотока становится все более отлогой, а в верховьях она характеризуется большей крутизной. Последнее высказывание особенно типично для участков русла, находящегося под воздействием регрессивной эрозии.

Процессы эрозии и аккумуляции протекают одновременно: если, например, в верхнем течении водоток производит эрозионную работу, то ниже по течению он аккумулирует материалы эрозии, причём это отложение может происходить как на суше, так и в морских бассейнах (морские осадки).

Продукты размыва горных пород переносятся водой, как в растворенном виде, так и в виде обломочного материала (глина,

песок, гравий, галька, валуны и др.), взвешенного в струе водного потока или перекатываемого им по дну русла.

В результате совместного действия эрозии и аккумуляции земная поверхность постепенно нивелируется: возвышенности понижаются, а впадины заполняются материалами размыва, и рельеф в целом приближается к равнинному. Значение этого процесса на земной поверхности чрезвычайно велико. Подсчёты показывают, что все реки земного шара за год только выносят в моря и океаны около 2,7 миллиарда тонн растворенных горных пород, т.е. около 26 тонн с каждого квадратного километра суши, а обломочного материала они выносят не менее 16 миллиардов тонн.

Обломочный материал окатывается, истирается, сортируется, в результате чего образуются галька, песок, ил. В местах уменьшения скорости течения этот материал откладывается. Такие отложения, сформированные реками на пойме и в долине, называются аллювием.

За базис эрозии принимается уровень моря, озера, реки, куда впадает водоток, а также земной поверхности, где иссякает водоток. Выделяют общий базис и местные базисы эрозии. Общим базисом эрозии для водотоков является уровень Мирового океана. Местные базисы эрозии могут располагаться на любой высоте. При понижении базиса эрозии усиливается глубинная эрозия и аккумуляция.

Более интенсивный размыв поверхности наблюдается в рыхлых отложениях с большими уклонами местности. Вырубка лесов и распашка крутых склонов также способствует развитию эрозии.

Эрозионными формами рельефа служат:

- при глубинной эрозии: овраги растущие (висячие), овраги растущие (развитые), балки, конусы выноса, останцы, структурные, аккумулятивные и эрозионные террасы и др.;

- при боковой эрозии: меандры и старицы.

Рассмотрим некоторые формы эрозионного рельефа.

1. Овраги растущие (висячие) (рис.7) образовались в связи с размывом воды, стекающей по наклонной поверхности земли. Размывание (эрозия) начинается тогда, когда водные струи (дождевой поток, потоки при снеготаянии) соединяются в один общий поток, и когда живая сила стекающей воды настолько увеличивает сопротивление отдельных неровностей поверхности

и срывает их, углубляясь в породу. В результате вода как бы «выпахивает» себе путь, образуя ложе стока (водороины, рывины), которые, в случае крутых, почти отвесных склонов, носят название оврагов.

Эрозия начинается снизу и направляется вверх по склону вглубь местности. Из наиболее часто встречающихся типов оврагов выделяются овраги висячие, которые характеризуются тем, что их основание не доходит до подножья склона. Это может быть вызвано или залеганием в склоне твёрдых слоёв под легко размываемыми породами, что приостановило углубление оврага, или при однородной породе, благодаря спусканию уровня воды реки, в которую впадает овраг.

В дальнейшем висячие овраги или приостанавливают свой рост, задерживаясь и выполаживаясь, или разрастаются до стадии вполне развитого оврага.



Рис. 7 Овраги растущие (висячие).

2. Овраг растущий (развитый) (рис.8), рост которого ещё продолжается. Отличие от оврага висячего заключается в том, что здесь овраг, прорезая, пологий склон в месте выхода в долину, имеет отметку дна оврага, почти совпадающую с отметкой основания склона долины. В устье оврага имеется пологий конус выноса.



Рис. 8 Овраг развитый



Рис. 9 Балка

3. Балка (рис.9) – одна из эрозионных форм рельефа. Название балка получили из-за того, что имеет широкие, отлогие склоны и почти все дно плоское. Плоское дно становится плоским благодаря заполнению его снесённым сверху материалом. Таким образом, происхождение балки обязано более процессам абляции (поверхностному смыву), чем эрозии

(размыву). Существенной разницей между оврагом и балкой является и то, что овраг ещё не имеет водосборной площади, сток с которой весь поступал бы в овраг, так как поверхность, которую он прорезает, имеет уклон не в сторону его тальвега, а большей частью параллельна ему. Балка же, имея сглаженные склоны, образует уклон в сторону его тальвега, что создаёт условия существования определённого водосбора.

4. Конус выноса (рис.10) располагается у устья развитого оврага, имеет плоскую форму и частично задернован растительным покровом. Такие конусы выносов могут быть отнесены к древним формам этих образований. Часто они прорезаются свежими вторичными промоинами и овражками, деятельность которых связана с возобновлением эрозионной деятельности проточных вод. Происхождение конусов выноса в основном обязано водам паводков. При обильных ливнях или при быстром снеготаянии значительные массы воды, устремившись со значительной скоростью вниз по оврагу, усиленно размывают его верховья и склоны. Различной величины материал выносятся к устью оврага и отлагается здесь веерообразно, образуя наклонные конусы, получившие название конусов выноса. При расположении конуса выноса на водонепроницаемых породах на контакте между ними обычно располагаются грунтовые воды, которые в безводных областях могут быть использованы для водоснабжения



Рис. 10 Конус выноса.

5. Останец (рис.11) – возвышенность, окружённая со всех сторон более пониженными частями земной поверхности,

образовавшимися в результате размывающей деятельности атмосферных вод. Он указывает на то, что некогда местность здесь представляла возвышенность, подвергшуюся впоследствии значительной эрозии. Часто при интенсивном и длительном размыве склоны возвышенности отступают все дальше и дальше вглубь страны, и тогда оставшиеся останцы возвышаются в виде обособленных холмов над ровной поверхностью земли. В тех случаях, когда процессы эрозии (совместно с абляцией) не были настолько значительными, чтобы могли смыть верхние слои земли и выровнять местность, образовавшиеся останцы располагаются близ склона тех возвышенностей, от которых они отделились. Геологическое строение останцев совершенно идентично с геологическим строением этих возвышенностей.



Рис. 11 Останец.

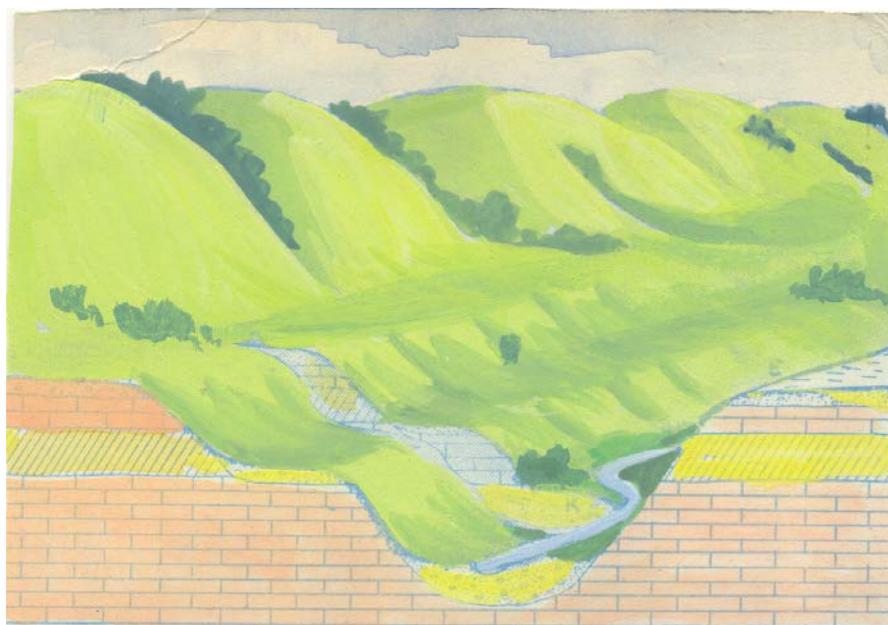


Рис.12 Эрозионная речная терраса.

6. Эрозионные речные террасы (рис.12) образованы рекой при расположении её на более высоких отметках. Эти террасы образовались путём врезания реки в коренные породы. Если у этих террас на коренных породах лежит аллювий (речные наносы), они получают наименование смешанных, вложенных террас. Первая терраса – пойменная терраса, выше – первая надпойменная терраса с уступом и поверхностью, тянущаяся вверх по реке. Верхняя часть этой террасы сверху сложена аллювиальными отложениями (песок, гравий, галька), которые залегают на размытой поверхности коренных пород.

Селями называют стремительные кратковременные горные потоки, несущие огромное количество жидкой грязи и обломков горных пород, масса которых может достигать сотен и даже тысяч килограммов. Они образуются в горах в результате сильных ливней и двигаются по горным долинам и ложбинам горных склонов с редкой и скудной растительностью.

Селевой поток состоит из воды и огромных валунов или из липкой грязи, похожей на лаву. Иногда это жидкий поток с большим количеством мелких обломков и песка.

5.3 Русловые и нерусловые водные потоки. Особенности форм рельефа, обусловленные деятельностью временных русловых потоков. Русловые процессы

Перемещение воды по земной поверхности, называется стоком, а сами перемещения воды называются поверхностными. В зависимости от количества воды и характера поверхности форма стока будет изменяться. Выделяют нерусловый и русловый сток и соответственно также называют водные потоки.

Нерусловый сток может быть двух типов: плоскостной и струйчатый.

Русловый сток может быть временным и постоянным.

Плоскостной сток возникает во время сильных дождей на отдельных участках пологих склонов с ровной поверхностью. При этих условиях вода, текущая по поверхности, равномерно покрывает её тонким слоем.

Струйчатый сток более характерен при небольших дождях, когда вода стекает по неровной поверхности с мелкими препятствиями. В этом случае происходит отклонение воды этими препятствиями, вследствие чего образуются мелкие струи,

блуждающие по поверхности склона, нодвигающиеся в направлении его общего уклона.

Временный русловый сток имеет место на неровных склонах с различными первичными понижениями в виде ложбин, канавок и пр. В этом случае воды атмосферных осадков (дождь, тающий снег), встречая на своём пути по уклону поверхности указанные углубления, движутся по их дну в виде потоков и, воздействуя на их дно, могут выработать постоянные вытянутые углубления, называемые руслами. Поэтому сток воды в виде потоков в руслах называется русловым стоком. Если такой сток возникает только в периоды выпадения дождей или таяния снега, а в сухое время года прекращается, то такой русловый сток называется временным.

Постоянный русловый сток имеет место в тех случаях, когда в руслах водный поток движется круглый год. Такие водные потоки в зависимости от их величины и количества воды называются реками, речками и ручьями. Пополнение их запасами воды (питание) может осуществляться за счёт атмосферных осадков, а также за счёт подземных вод (источников). Последний тип питания характерен для засушливых периодов года или для рек степных и пустынных областей.

Поверхностные воды в виде нерусловых и русловых потоков воздействует на поверхность, в результате чего земная поверхность изменяет свой внешний вид. Эта работа заключается в смыве и размыве поверхности.

Смыв осуществляется водами неруслового стока. Его обычно называют плоскостным смывом.

Интенсивность плоскостного смыва зависит от геологического строения, крутизны склонов, характера растительного покрова, количества и характера выпадающих осадков и др.

Делювий – материал, который в результате смыва почвы и горной породы перемещается на более низкие уровни (к основанию склонов) и там откладывается. Эти отложения сглаживают неровности склонов и делают их более отлогими.

Если скорость течения воды уменьшается (вследствие уклона поверхности), начинается процесс отложения более крупных частиц, потом более мелких. Этот процесс называется аккумуляцией.

Там, где земная поверхность сложена рыхлыми отложениями (суглинки, др.) и значительно приподнята над уровнем моря, там много временных русловых потоков (районы Средне-Русской и Приволжской возвышенности).

Деятельность нерусловых и русловых поверхностных вод приводит к образованию различных отрицательных форм рельефа, в числе которых в первую очередь следует отметить: лощины, водороины, промоины, овраги и балки.

Лощина – отрицательная незамкнутая форма рельефа. Эта форма рельефа развивается на склонах обычно невысоких возвышенностей, характеризуется пологостью склонов и отсутствием чётко выраженного тальвега. Продольный наклон дна лощины обычно соответствует наклону поверхности, в пределах которой она развивается. Лощины образуются главным образом в результате смыва почвы нерусловыми потоками. Образованию лощин способствует отсутствие растительного покрова и наличие на поверхности различных понижений.

Водороина - начальная форма размыва почвы временным водным потоком. Она развивается только в пределах почвенного горизонта, преимущественно на пашне или на выгоне в тех местах, где на сравнительно узких пониженных участках собирается много поверхностной воды. Так, на пашне эти формы образуются особенно интенсивно на склонах при ливневых дождях и в тех случаях, когда распашка произведена в направлении падения склона. На склонах, имеющих выпуклый профиль, водороины развиваются прежде всего в нижней части склона, а на склонах с вогнутым профилем они приурочены к верхней, более крутой части склона. Водороины имеют ширину от 0,1 до 1 метра, а их глубина колеблется в пределах 1,0-0,5 метра. Дальнейшее развитие водороин приводит к образованию промоин, которые имеют те же внешние особенности, но более крупные размеры.

Промоины – первая стадия образования оврага. В них концентрируются потоки талых и дождевых вод, что способствует их дальнейшему развитию и превращения в овраг. Этот процесс протекает быстро на распаханых землях и значительно замедляется на участках, покрытых растительностью и особенно древесиной. Дальнейшее развитие оврага связано с образованием в его вершине значительного обрыва, который называют вершинным перепадом. Его образование связано с

размывом отдельных горизонтов почвенного профиля.

Речной долиной (рис.13) называют относительно узкие длинные ложбины, образованные реками и имеющие уклон в сторону течения воды в реке, т.е. от верховьев к низовьям.



Рис. 13 Речная долина.

Руслом называется часть речной долины, которая занята водами реки, протекающей в этой долине. Каждое речное русло характеризуется шириной и глубиной, которые изменяются в зависимости от высоты стояния в нем уровня воды, а последняя в свою очередь зависит от режима рек. При прочих равных условиях русла рек равнинных территорий отличаются от русел горных рек большей шириной и меньшей глубиной. Кроме того, русла рек равнинных территорий обычно сложены рыхлыми речными наносами, т.е. частицами грунта, не связанными между собой силами сцепления. В горных районах русла рек сложены преимущественно каменистым крупнообломочным материалом или монолитными твёрдыми горными породами. Поэтому русла рек различаются между собой по степени их устойчивости. Так, у устойчивых русел, форма их поперечного сечения во времени изменяется очень мало.

В пределах, где русла одного потока скорости течения воды неодинаковы и зависят от глубины потока. Во время половодий скорости течения воды резко возрастают на глубоких участках русла и уменьшаются на мелководьях, где происходит распластывание водного потока.

Каждый водный поток стремится придать руслу такой уклон, при котором не происходит ни эрозии, ни аккумуляции. Этот уклон тем меньше, чем мельче наносы и чем больше расход воды в данном потоке.

Вогнутый профиль дна нарушается перегибами в местах выхода твёрдых горных пород, впадения крупных притоков и соединения плёсов и перекатами. Плёсами называются глубокие

участки речного русла, а перекатами – мелководные участки. Линия, соединяющая наиболее глубокие участки русла реки, называется фарватером. Фарватер обычно располагается не симметрично относительно линий берегов, на плёсах он прижимается к вогнутым берегам реки, а на перекатах переходит от одного берега к другому.

В местах выходов в русле твёрдых пород образуются уступы, с которых струи воды падают вертикально, в виде водопада. Падая с уступа, вода у его подножия получает сильное вращательное движение и высверливает в дне реки глубокую впадину. Одновременно река подмывает основание уступа, вследствие чего его верхняя часть периодически обрушивается. Таким образом, уступ постепенно отступает вверх по течению.

Ряд невысоких уступов в русле водотока в местах выхода твёрдых пород на дне водотока называется порогами. На порогах скорость течения воды резко возрастает, т.к. резко увеличены уклоны дна. Со временем эрозионная работа водотока разрушает пороги и превращает их в быстрины, т.е. каменистые участки дна, в пределах которых наблюдается быстрое течение воды.

В результате переноса песчинок и их скопление на дне русла образуются песчаные валики, гряды. На больших реках донные гряды, сложенные речными наносами, называются застругами. Они могут достигать 1-2 м высоты и перемещаться со скоростью нескольких метров в сутки. Заструги располагаются обычно рядами поперёк реки и немного напоминают волны, но только состоящие из песка. Рост заструг замедляется или даже совсем прекращается, как только струи воды становятся способными срывать и уносить песчинки с её гребня и не позволять им падать на откос тыльной части гряды. При дальнейшем увеличении скоростей водного потока застрада будет размываться и может вовсе исчезнуть, чтобы вновь появиться где-либо в другом месте русла.

Заструги, которые передвигаются около выпуклых намывных берегов, благодаря меньшим скоростям течения воды замедляют скорость своего перемещения в сторону течения воды в русле. Появляется узкий мыс почти параллельный берегу. В результате роста такой косы русло реки становится уже, а струи воды здесь искривляются и отклоняются, поэтому к противоположному берегу, где благодаря возникшим

циркулярным течениям начинается более интенсивное размытие берега. Это способствует искривлению русла реки в данном месте.

5.4 Образование речных меандр, озёр-стариц, дельт и эстуарий

Река течёт обычно не по прямой линии, а делает изгибы, образование которых зависит от первоначальной неровности поверхности, прорезаемой рекой, от различия состава и твёрдости пород, слагающих берег реки и т.д.

В том месте, где река делает излучину, скорость течения воды в поперечном разрезе русла различна: вода течёт быстрее (стрежень) на выпуклой стороне излучины (на рис. правый берег).

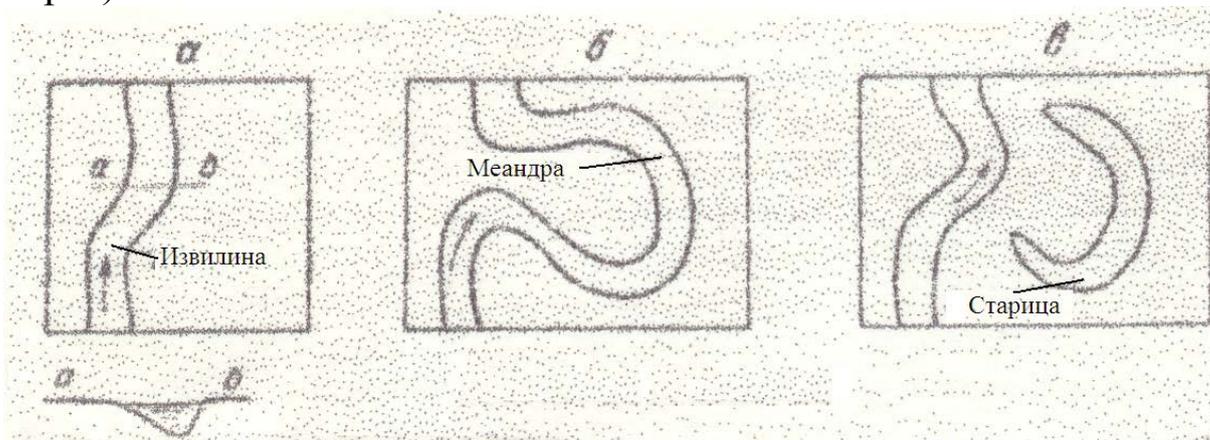


Рис. 14 Схема образования меандра и стариц.

Благодаря этому выпуклая сторона излучины размывается гораздо интенсивнее, чем вогнутая, что приводит к образованию обрывистого берега на выпуклой стороне излучины и пологого, занесённого песком, - на вогнутой ее стороне (левый берег). Со временем река наступает все дальше и дальше в сторону своей выпуклости, образуя иногда весьма значительной интенсивности петли, получившие название меандр (см.рис.14).

Итак, меандры – излучины (изгибы) реки, характерные для равнинных рек с развитой поймой. Название своё (меандры) происходит от реки Меандры (Малая Азия) изобилующей излучинами.

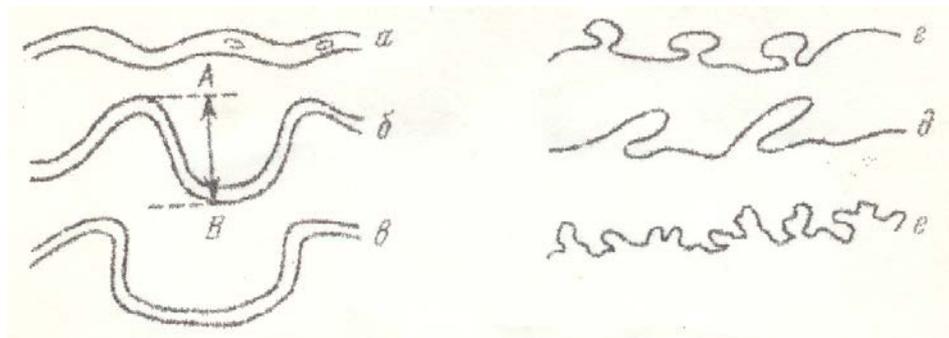


Рис.15 Виды меандр

Благодаря извилистости течение реки, в силу увеличения пути, в общем, становится более медленным. Может случиться, что в половодье река получит возможность спрямить свой путь, прорвёт перешеек меандры и потечёт по новому руслу.

Излучины (меандры) реки имеют разную форму: сегментную, синусоидальную, сундучную, омеговидную, заваленную, сложную и др. (рис. 15).

Излучины, которые повторяют извилины всей долины, называются врезанными, а где сложные петли и медленные течения – блуждающимися.

С течением времени старое русло может совершенно отделиться от реки, благодаря наносу из речного материала, располагающемуся на ее берегу со стороны меандры. В этом случае меандра превратится в серпообразное озеро (или болото), получившее наименование старицы.

Итак, озеро-старицы – пойменные озера, представляющие собой заброшенные (старые) участки русла реки.

Эстуарии – широкие и сравнительно глубокие воронкообразные устья рек, первоначально затопленные морем, а затем преобразованные приливно-отливными процессами. Эстуарии образуются при опускании береговой линии и при наличии приливов. Отливное течение, обладающее большой силой, постоянно его прочищает, освобождая от речных наносов. Хорошо выраженные эстуарии имеют реки Сена, Амазонка и др.

Дельты – участки низменной, заболоченной суши, образовавшиеся из речных наносов перед устьем реки. Широкая часть дельты, прилегающая к морю, расчленена многочисленными протоками. Имеющиеся здесь озера, острова, протоки, заросли камыша и тростника образуют настоящие лабиринты. Дельты бывают клювовидной формы, когда по обе стороны приустьевом участка реки располагаются косы. Лопастная дельта в плане напоминает птичью лапу, так как русло

разделяется на несколько рукавов с островами и мелями. Мелкорасчленённая дельта имеет веерообразную форму. Дельта заполнения образуется при впадении реки в мелководный залив, при этом приустьевые косы смыкаются с береговыми валами моря, образуя ячеистый рисунок валов с понижениями, занятыми болотами и озёрами. Типичной дельтой заполнения является дельта Дуная.

5.5 Речные долины и их типы. Поймы и образование микроформ рельефа их поверхности. Речные террасы

Речные долины представляют собой незамкнутые, линейно вытянутые углубления, созданные эрозионно-аккумулятивной деятельностью рек. Речная долина состоит из следующих элементов: русла реки, дна или поймы, речных террас, коренных берегов.

Имеется несколько типов речных долин: древние речные долины стока (в настоящее время не заняты водотоками и созданы они реками в ледниковую эпоху), долины современного речного стока и сухие долины, временно заполняемые потоками вод.

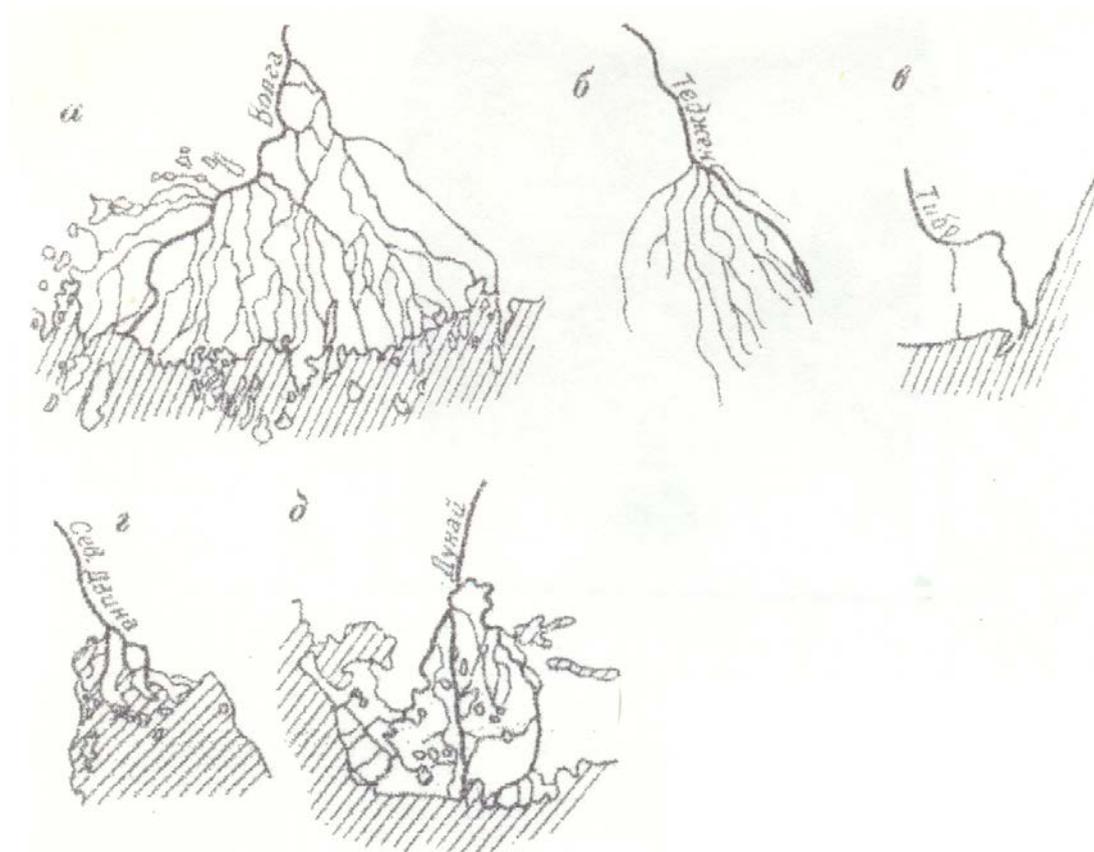


Рис.16 Дельты

Зарождение речной долины тесно связано с тектонической структурой, тектоническими движениями земной коры, наклоном земной поверхности, стойкостью к размыву горных пород и изменениями климата. Большинство крупных рек течёт вдоль тектонических трещин, грабенов, синклиналей. Когда река в своём развитии не изменяет тектоническую структуру, то её речная долина называется тектонической. Ледники, прошедшие по разломам земной коры и речным долинам, создают ледниковые долины (троги). Большинство же рек вырабатывают речные эрозионно-аккумулятивные долины.

На равнинах, сложенных горизонтально залегающими слоями осадочных пород или однородными массивными породами, где направление течения рек и эрозия не зависят от других факторов, речная сеть и долины имеют древовидный тип. При чередовании твёрдых и мягких пород река начинает размывать более мягкие породы, создавая вдоль их простирания. Например, речная сеть куэст (асимметрично вытянутых возвышенностей).

Итак, сделаем некоторые обобщения и дадим определения.

Склоны долин могут быть равнонаклонными, выпуклыми, сложными (ступенчатыми). У долин выделяются коренные берега, т.е. участки склонов долины, расположенные выше поймы.

Долины подразделяются по виду их поперечного профиля на ряд типов, т.е.: ущелья, пойменные долины и т.д.

Ущелья – глубокие скалистые долины. Дно обычно занято руслом водотока.

Пойменные долины – характеризуются широким и плоским дном, в пределах которого русло реки занимает небольшую часть. Пойменные долины часто развиваются за счёт боковой эрозии. Плоское дно пойменных долин значительных рек большей частью бывает осложнено грядами и вытянутыми понижениями, в совокупности образующими рельеф поймы.

Долины, крутизна противоположных склонов которых одинакова, называются симметричными, а с разной крутизной противоположных склонов называются ассиметричными.

Выделяют главную и второстепенную (боковую) речную долину. Речные долины могут образовываться в разломах земной коры и называются тектоническими. Они имеют большую глубину.

Поймой называется часть дна речной долины, периодически заливаемой водой в половодье и паводки. Пойма формируется в процессе смещения меандр и неоднократного переотложения аллювия. Изменения рельефа поймы протекает особенно интенсивно во время высоких половодий. Пойма может располагаться по одну сторону русла (односторонняя) или же по обе стороны русла (двухсторонняя), а также попеременно находиться то справа, то слева от русла реки (чередующиеся поймы).

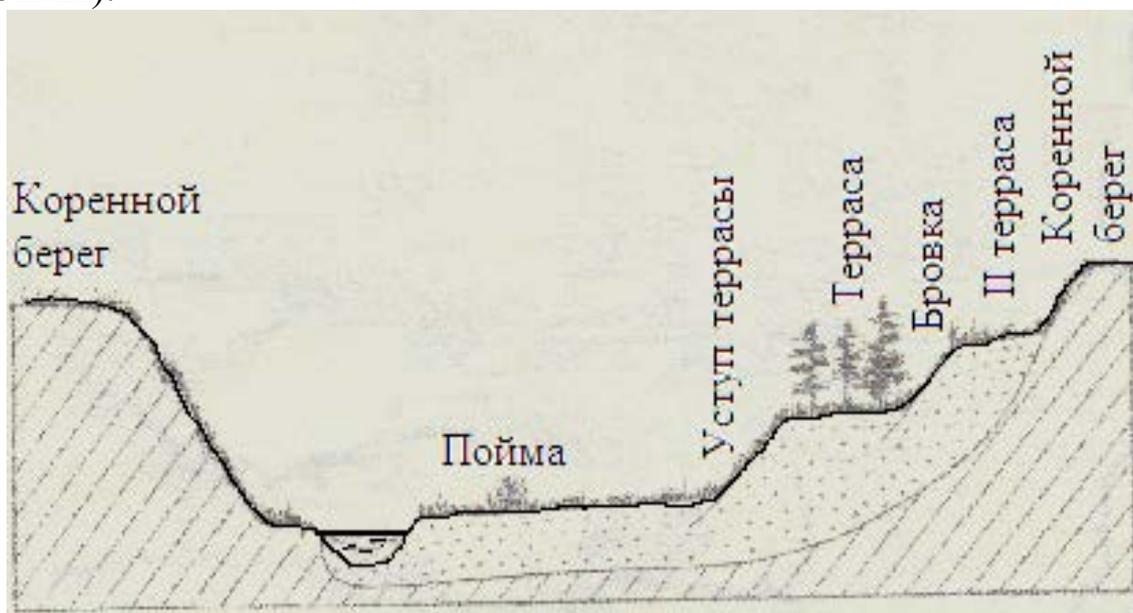


Рис.17 Прирусловая пойма

По расположению относительно уровня воды в реке бывают низкие поймы, подвергающиеся ежегодному затоплению, и высокие поймы, заливаемые только в очень высокие половодья или паводки.

По характеру рельефа выделяют три характерные части поймы: прирусловую, центральную и притеррасную.

Прирусловая пойма (рис. 17) – наиболее возвышенная её часть, прилегает к руслу реки, имеет вид прируслового вала (или нескольких валов). Рост валов в высоту и в длину происходит вследствие аккумуляции наносов на участке, прилегающем к руслу реки, так как здесь скорость переходящих из русла на пойму струй потока во время половодья резко уменьшается. На прирусловых валах откладываются более крупные осадки, чем на остальной пойме. Валы обычно имеют высоту до 2 метров, однако бывают и более высокими, выступающие над водой в виде длинных узких островов. Во время низких половодий прирусловые валы защищают пойменные равнины от затопления.

От прируслового вала поверхность поймы слегка понижается и представляет собой плоскую равнину.

Центральная пойма представляет собой плоскую равнину, иногда с останцами обтекания. На реках в безлесных бассейнах на центральную пойму выносятся большое количество песка. Струйные течения, возникающие при разливах рек, в аллювиальных отложениях центральной поймы создают многочисленные протоки, рукава, ложбины, эрозионные котлы. На поймах формируются луговые чернозёмы и появляются заливные пойменные луга.

Притеррасная пойма, наиболее пониженная часть поймы, имеет вид заболоченной ложбины, где располагаются болота, озера-старицы и притеррасные староречья. Она вытянута вдоль подножия террасы или коренного берега. Притеррасная ложбина низкая потому, что сюда водный поток доносит лишь мелкие илистые частицы. Здесь высоко стоят грунтовые воды и много источников, поэтому возникают благоприятные условия для развития водной травянистой растительности (тростника, рогоза, ириса). Иногда притеррасная часть поймы бывает слегка повышена вследствие отложения делювия, смытого с высокого уступа террасы.

В зависимости от водности реки, характера наносов, стадии развития реки и климата формируются не все части поймы, по-разному на ней распределяется растительность. На реках есть болотные поймы с торфом значительной мощности, луговые поймы с продуктивными сенокосными угодьями (поймы Оки, Волги, Вятки), лесные поймы, заросшие черным тополем, ивой, кустарниками, ежевикой, представляющие собой кустарниковые или лесные заболоченные плоские равнинные пространства с зарослями тростников (низовья Днепра, Дона, Кубани).

Ширина пойм колеблется от нескольких десятков метров на малых реках до десятков километров на крупных сибирских реках.

Речными террасами называются простирающиеся вдоль долины горизонтальные или слегка наклонённые в сторону реки площадки, ограниченные снизу уступом.

Террасы располагаются в несколько ярусов одна над другой. Счёт ведётся от уровня реки: пойма (пойменная терраса), первая надпойменная (боровая) терраса, вторая и т.д. И чем выше лежит терраса, тем старше она по возрасту. Так как каждая терраса в

свое время была поймой, на ней могут быть те же формы рельефа, что и на пойме.

По генезису выделяют следующие типы террас: аллювиальные, коренные, цокольные.

Аллювиальные террасы – это остатки прежних пойм, покинутых реками, которые в своём развитии углубили свои долины в аллювиальных отложениях и сформировали новые поймы на более низких уровнях. В природном развитии террас выделяют последовательные фазы: накопление аллювия, размыв и формирование уступа террасы. При этом в результате колебания базиса эрозии сменялись процессы глубинной и боковой эрозии. На первой фазе река создала долину в коренных породах, которая затем заполнилась речным аллювием, а при понижении базиса эрозии река вновь сформировала долину меньших размеров, но уже в аллювиальных отложениях.

Коренные террасы образуются при чередовании периодов равновесия и врезания реки в коренные породы. Когда понижается базис эрозии, то в результате глубинной и боковой эрозии образуется долина на определённом уровне. Наступает период равновесия, эрозия фактически прекращается. Если снова происходит понижение базиса эрозии, то начинается новое углубление русла реки в коренные породы. Интенсивность размыва становится меньше, от прежней долины остаются площадки бывшей поймы. Такие террасы характерны для речных долин Среднесибирского плоскогорья.

В цокольных террасах на коренных породах лежат аллювиальные отложения. При образовании этих террас в периоды равновесия происходили процессы аккумуляции аллювия. Возникшие новые понижения базиса эрозии приводили к эрозии и размыву толщи аллювия на коренных породах. При понижении базиса эрозии врез русла начинается с устья реки и постепенно распространяется вверх по течению, поэтому и количество террас уменьшается от устья к верховью речной долины.

Изучение террас имеет большое значение, так как они характеризуют этапы развития речных долин, циклы тектонических движений. Аллювиальные отложения террас часто богаты россыпными полезными ископаемыми, а поверхности террас удобны для орошения или земледелия в горах.

В долинах рек можно наблюдать ещё и псевдотеррасы, имеющие только внешнее сходство с настоящими речными террасами. Такие псевдотеррасы образовались в результате различных процессов денудации. Это оползневые, солифлюкционные террасы, плечи трога, береговая морена, структурные террасы.

5.6 Особенности изображения эрозионного рельефа на топографических картах

При изображении эрозионного рельефа на топографических картах необходимо учитывать линейность форм, незамкнутость, густоту, глубину расчленения водораздельных пространств, сглаженность их в связи с развивающейся плоскостной эрозией, тип поперечного профиля долин, балок, характер речных систем, проходимость.

Формы рельефа на топографических картах показываются горизонталями и условными знаками. Для горизонталей характерна согласованность, уложенность вследствие сглаженности самих форм рельефа.

Промоины изображаются в одну или две линии с показом глубины и ширины.

При рисовке оврага по его бровке проводят условный знак обрыва и указывают глубину оврага.

Очень важно выделить растущие овраги, у которых показывают в верховьях оврага промоину.

Сухие русла временных водотоков на конусах выносов предгорных равнин изображают соответствующим условным знаком или резким изгибом горизонталей. Узкие долины показывают условным знаком обрывов или скал. В верховьях речных долин горизонтали проводят под более острым углом и расстояние между горизонталями увеличивается к устью, так как уменьшается падение русла.

При проведении генерализации и обобщении боковых долин важно сохранить долину, на которой намечен перехват реки. Террасы на склонах долин показывают горизонталями, если по высоте уступа они выражаются в принятой для данного масштаба высоте сечения рельефа. На площадках террас заложение горизонталей резко увеличивается.

Необходимо помнить, что карты эрозионного рельефа, особенно с изображением незакреплённых и растущих оврагов, быстро устаревают.

6. Формы рельефа, обусловленные деятельностью подземных вод

6.1 Грунтовые воды

Определённая часть атмосферных осадков, выпадающих на поверхность земли, просачивается в глубину. Количество просачивающихся в земную кору вод меняется в широких пределах и зависит от различных местных условий - рельефа, состава горных пород, характера и количества выпадающих осадков и т.п.

Просачивающиеся в землю осадки, следуя направлению силы тяжести, проникают на значительную глубину. При наличии в земле пластов водоупорных горных пород вода на их поверхности задерживается и создаёт подземные водные горизонты.

Подземные воды, как и поверхностные, пребывают в непрерывном движении, следуя направлению силы тяжести. Течение подземных потоков в сравнении с поверхностными происходит очень медленно, благодаря сопротивлению частиц пород, между которыми просачивается подземная вода. При наличии значительной расчленённости поверхности подземные воды, в местах обнажения водоносных пластов, выходят на дневную поверхность в виде источников.

В процессе циркуляции в земной коре подземные воды проводят чрезвычайно значительную и разнообразную геологическую работу. Морфологически она делается заметной только на определённой ступени развития и при определённых условиях. Механическая деятельность подземной воды особенно резко бывает выражена в районе источников.

Грунтовые воды, циркулирующие по трещинам легко размываемых и легко растворимых пород, постепенно выщелачивают их. Следствием этого в земной коре иногда возникают очень обширные пустоты, нарушающие устойчивость горных пород. В таких местах возникают просадки и провалы. Эти две категории форм деятельности подземных вод известны в геологии как формы процессов суффозии и карста. Вся разнообразная геоморфологическая деятельность подземных вод может быть выражена в такой схеме категорий и элементарных форм поверхности:

<i>Категории</i>	<i>Формы</i>
1.Оползневые	Оползни.
2.Просадочные	Суффозионные воронки, Суффозионные поля, Поды, Провалы.
3.Карстовые	Карры, Слепые долины, Воронки, Колодцы и шахты, Поноры, катавотры, Полья, Пещеры, Подземные реки, Карстовые источники, Карстовые озера, Морские мельницы.

6.2 Общая характеристика деятельности подземных вод. Понятие о карсте

Вся атмосферная вода в течение очень короткого промежутка времени просачивается по трещинам в глубину.

На глубине воды постепенно скопляются в расселинах горных пород, задерживаясь на водоупорных горизонтах. Следуя направлению падения трещин или уклону дна пещеры, подземные воды дают потоки, из которых иногда возникают реки. Протекая некоторое расстояние под землёй, реки вновь появляются на поверхности в виде мощных, многоводных источников.

Вода под землёй может быть в твёрдом, жидком и газообразном состоянии. При отрицательных температурах грунта вода находится в твёрдом состоянии - в виде кристаллов или массивов льда. Последнее наблюдается в средних широтах зимой и в северных районах в любое время года в толще вечной мерзлоты. Вода встречается под землёй и в газообразном виде, входя в состав подземной атмосферы. Наибольшее распространение под землёй имеет вода в жидком виде. Последняя делится на три основных вида - плёночную, капиллярную и гравитационную.

Плёночная вода обволакивает частицы грунта тонким слоем и почти неподвижна; грунт, содержащий такую воду, кажется сухим. Капиллярная вода - жидкая влага, находящаяся в очень мелких трещинах и промежутках между частицами грунта. Наконец, жидкая вода, которая заполняет более крупные пустоты грунта и перемещается под действием силы тяжести в

пониженные места, называется гравитационной водой. Она составляет основную массу подземных вод. Гравитационная вода перемещается во много раз быстрее, чем капиллярная, но с меньшей скоростью, чем вода в реках. Так, например, если реки текут со скоростью в среднем около 100 километров в сутки, то подземные воды у поверхности перемещаются от одного до 1000 метров в год, а на глубинах 1000-2000 метров со скоростью 0,001-0,1 метра в год.

Скорость образования и накопления подземных вод зависит от влажности воздуха, количества осадков и от проницаемости горных пород. По условиям проницаемости все породы делятся на водопроницаемые, полупроницаемые и водоупорные. К водопроницаемым относятся пески, гравий, галечники и все трещиноватые горные породы, к полупроницаемым - лёсс, суглинки, к водоупорным - глины и нетрещиноватые скальные породы (базальт, граниты, гнейсы).

Одной из важнейших характеристик подземных вод является характер их залегания в земной коре, определяемый расположением в ней водопроницаемых и водоупорных пород. Слои пород, содержащие воду, называются водоносными, а слои, подстилающие или перекрывающие водоносные и не пропускающие воду, называются водоупорными.

По условиям залегания подземные воды делятся на две группы: грунтовые и межпластовые (подземные).

Грунтовые воды находятся на некоторой глубине от поверхности. Это воды первого от поверхности земли водоносного горизонта, не имеющего сверху сплошной кровли из водонепроницаемых пород. Источником их питания в основном являются атмосферные осадки, поэтому уровень грунтовых вод и их дебит претерпевают сезонные колебания. Будучи вскрыты балками и оврагами, грунтовые воды выходят на поверхность в виде источников (родников) и мочажин. Часть грунтовых вод просачивается по трещинам в глубь земли, пополняя нижележащие межпластовые воды.

Под названием карст обычно рассматривают различные сложные формы поверхности, возникающие в местах залегания легкорастворимых пород, в результате химической деятельности поверхностных и главным образом подземных вод. Другими словами, карст - процесс растворения горных пород, а также комплекс специфических поверхностных и подземных форм рельефа.

Название карст происходит от плато Карст в Югославии возле города Триеста, где впервые были изучены эти явления.

Карстовые формы рельефа могут развиваться только при наличии карстообразующих пород. Развитие карста может протекать, кроме того, только если присутствует соответствующий климат и при определённой форме рельефа.

К карстообразующим породам относятся те горные породы, которые легко поддаются химическому выветриванию. К наиболее распространённым карстообразующим породам относятся известняк, гипс, соль, доломиты и тому подобные породы. Наиболее широко выражен карст, развивающийся на известняках. Процесс карстообразования заключается в следующем. Атмосферные воды, выпадающие в области распространения карстообразующих пород, воздействуют на последние, стекая по их поверхности и просачиваясь по имеющимся в породе трещинам в глубину. Развитие карста при наличии карстующихся пород может иметь место независимо от того, обнажаются эти породы на поверхности или погребены под более или менее значительной толщей других пород. В местах, где карстующиеся породы выступают на земную поверхность, развивается поверхностный, или обнажённый, карст. При залегании карстующихся пород на глубине возникает закрытый, или глубинный, карст. На основании этих признаков и по преобладающим районам распространения, первый называют ещё средиземноморским, а второй среднеевропейским типом карста.

Можно выделить следующие свойства присущие карсту: чистота и мощность, трещиноватость и пористость.

Чистота и мощность карстующихся пород способствуют интенсивности карстовых процессов. Наличие в толщах нерастворимых горных пород (глина, песок и др.) замедляет развитие карста.

Трещиноватость и пористость растворимых пород многократно ускоряют карстовые процессы, т.к. увеличивается возможность проникновения вод в толщу. Вода растворяет горные породы и выносит их.

Климат влияет на развитие карста через количество осадков, температуру воды и обогащение его углекислым газом и различными солями. В теплом и влажном климате карстовые процессы протекают интенсивнее, способствуют разложению

биомассы с выделением углекислого газа и кислот. CO_2 , попадая в воду многократно, повышает её химическую агрессивность. В местах, где идут сильные ливневые дожди (кратковременные) и где известняки залегают на поверхности, они (известняки) голые, лишены растительности. В таких условиях развиваются формы голого, или открытого карста.

В умеренном климате, где происходит выпадение обычных осадков равномерно в течение года, на поверхности известняков образуется почвенный слой и растительность. Здесь развивается карст, называемый покрытым.

Рельеф играет большое значение в развитии карстовых массивов. Чем выше над уровнем моря находится карстовый массив, тем глубже циркуляция подземных вод, масштабнее карстовые процессы, разнообразнее формы рельефа.

Карстовые области отличаются своеобразными ландшафтами. Их рельеф характеризуется большим количеством замкнутых понижений различных форм и размеров.

В карстовых областях очень слабо развита речная сеть, т.к. поверхностный сток быстро переходит в подземный. В их пределах преобладают пропадающие небольшие ручьи и речки. Они по трещинам уходят в глубину и вновь появляются в виде мощных источников на окраинах карстовых массивов.

В результате карстующих процессов образуются такие формы рельефа как карстующие колодцы, карстующие шахты, карстующие пещеры, др. формы рельефа поверхностного и подземного.

6.3 Образование и развитие карстовых форм рельефа

Карстовые формы рельефа отличаются большим разнообразием. Наиболее типичные формы рельефа: карры, слепые долины, воронки, колодцы (или шахты), поноры, овраги и др.

Карры (рис. 18) имеют чрезвычайно широкое распространение и отличается исключительным разнообразием форм и размеров, меняющихся в зависимости от степени развития карста, состава карстующихся пород, общих особенностей рельефа, тектонической и денудационной трещиноватости пород и т.д. Карры характерны для районов голого карста. Они являются результатом работы поверхностных

вод. На поверхности чистых известняков карры выражены наиболее типично. Они представляют собой «вытравленную» поверхность, возникшую вследствие неравномерного растворения. Последнее более интенсивно проходит по имеющимся понижениям, по которым стекает вода. Неравномерности карровой поверхности измеряются сантиметрами или десятками сантиметров. Как возвышенные участки, гребешки и рытвинки карра обладают более или менее симметричными очертаниями и одинаковыми размерами. При наличии известняков с нерастворимыми примесями меняется вид карров. Участки нерастворимых пород в известняках выступают над поверхностью породы в виде возвышенностей самых разнообразных очертаний.

На поверхности обнажающихся известняков карры образуют карровые поля, составляющие характерную особенность рельефа известняковых гор.

С течением времени особенности карров меняются. Благодаря растворяющей деятельности воды трещины в известняках расширяются, карровые гребни теряют свои первоначальные очертания, и порода постепенно распадается на отдельные глыбы, хаотически нагромождённые друг на друга. Такая руинная поверхность известняков представляет наиболее часто встречаемое явление в карстовых областях. На фоне гор карровые поверхности всегда резко выделяются благодаря полному или почти полному отсутствию на них растительности.

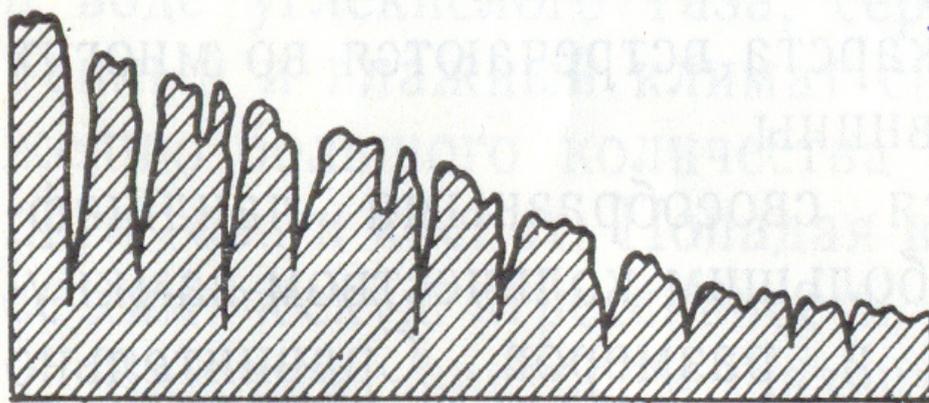


Рис. 18 Карры.

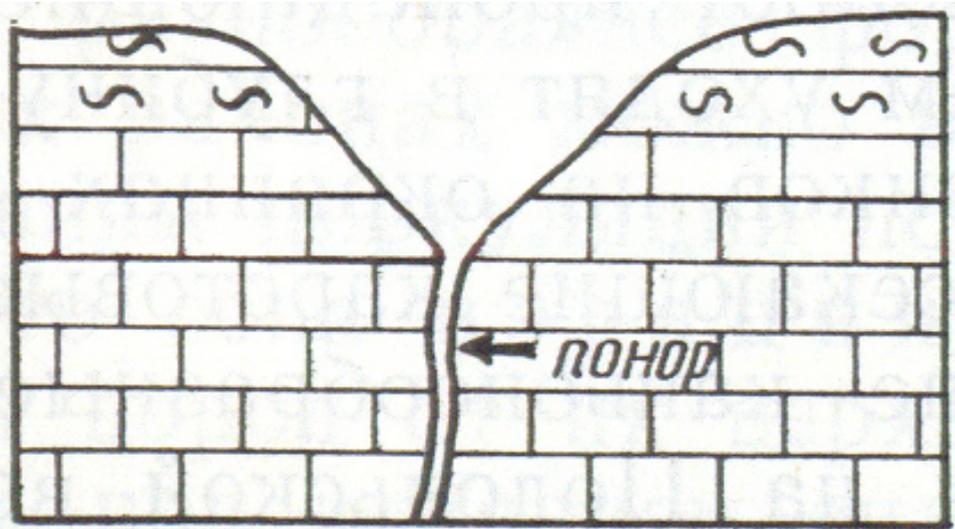


Рис.19 Карстовые воронки.

Карстовые воронки (рис.19) образуются в устьях поноров. Они представляют собой углубления, в большинстве случаев правильных очертаний. Размеры воронок колеблются в широких пределах. Некоторые из них имеют глубину в несколько десятков метров. Постепенно суживаясь, карстовые воронки заканчиваются ведущей в глубину трещиной. Стенки воронок иногда бывают усложнены каррами. Воронки часто заполняются продуктами выветривания, закупоривающими трещину и задерживающими воду. Нередко в воронках образуются карстовые озера, отличающиеся небольшой площадью, правильными круглыми очертаниями и относительно большой глубиной. В карстовых воронках горных районов, лежащих ниже снеговой линии, иногда в течение целого года сохраняется снег. Воронки обычно располагаются группами, пространство между ними имеет характер сглаженных гребней или увалов, придающих районам развития этих форм своеобразные черты дикого и труднопроходимого рельефа.

Слепые долины представляют те же воронки и являются водосбором стекающих по склону атмосферных вод. Склоны слепых долин обычно асимметричны и изображены каррами. Слепые долины, по мнению некоторых исследователей, являются остатками нормальной речной сети, нарушенной провалами кровли пустот, поглощающих текущие воды. Места поглощения часто представляют естественные шахты.

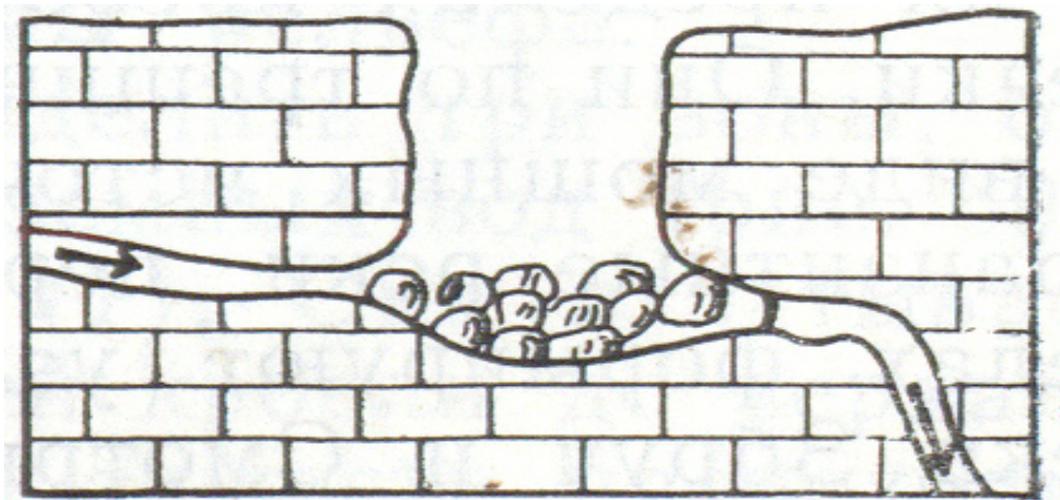


Рис.20 Карстовые колодцы

Вертикальные трещины в карстующихся породах, постепенно расширяясь, переходят в карстовые колодцы (рис. 20). Карстовые колодцы образуются при расширении трещин и поров вследствие растворения пород. Диаметр колодцев может достигать 1-2 метра. Если последний увеличивается, колодец переходит в шахту. Глубина шахт может быть очень большой. Карстовые шахты и колодцы часто являются местами поглощения поверхностных вод. Иногда такие шахты и колодцы, располагающиеся в русле речных долин, могут поглощать всю речную воду. Поглощающие колодцы называются понорами, или катавотрами.

Под названием долины описываются очень распространённые карстовые формы, отличающиеся изменчивыми размерами и очертаниями. Типичной для долин формой считаются воронкообразные и блюдцеобразные понижения, от 10 до 200 метров диаметром (рис. 21). Иногда диаметр их увеличивается до 1000 и более метров.

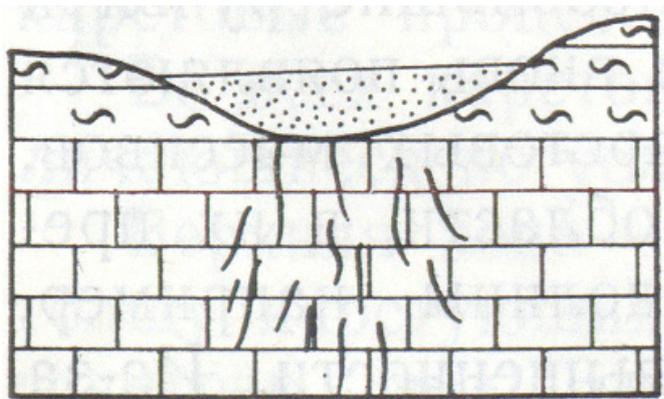


Рис. 21 Впадины

К долинам часто относят и другие карстовые образования, как, например, шахтообразные и вертикальные пещеры, провалы и т.п. Между этими элементарными формами и описанными выше воронками имеются переходные формы. Такими же переходами долины связаны с полями, которые представляют собой обширные овальные замкнутые котловинные понижения площадью от 2-10 кв.км и более. Так, например, Ливанское поле в Западной Боснии достигает 379 кв.км. Попово поле в Герцеговине 181 кв.км и т.д. Формы этих карстовых полей колеблются в очень широких пределах. От окружающих пространств поля нередко ограничены высокими вертикальными обрывами известняков, в других случаях склоны их довольно пологи. Дно полей обычно плоское, покрытое толстым слоем наносов, нередко многочисленными трещинами, понорами, воронками.

Во время обильного выпадения атмосферных осадков поля иногда заполняются водой и становятся временными озёрными бассейнами. Нередко вода в полях задерживается в течение всего года, и они представляют тогда обычные карстовые озера. Большинство карстовых полей в течение всего года остаются сухими, так как вся вода, попадающая в них, быстро поглощается многочисленными понорами.

По мере разрушения карстующихся пород поверхность их постепенно покрывается продуктами разрушения (корой выветривания), и тогда развитие поверхностных карстовых форм рельефа постепенно затухает и карст становится закрытым. Элементарные формы закрытого карста также бывают очень разнообразны, наиболее распространены из них пещеры, подземные реки, карстовые источники и другие формы.

Пещеры представляют собой различного вида пустоты внутри карстующихся горных пород. Размеры и формы пещер могут быть самые разнообразные. Чаще всего это мешкообразные или каналобразные пустоты, углубляющиеся на значительное расстояние в горные породы.

Подземные карстовые пустоты нередко бывают сухими; полости их представляют собой чередование различных узких проходов со значительными расширениями, располагающимися на различной высоте по отношению уровня дна входа. В других случаях в карстовые пещеры просачиваются по трещинам горных пород подземные воды. Тогда пещеры становятся влажными. С

потолка и стен таких пещер вода стекает отдельными каплями. Из этих капель образуются (преимущественно из углекислого кальция) натечные формы (рис. 22) – сталактиты (1), сталагмиты (2) и сталагматы (3).

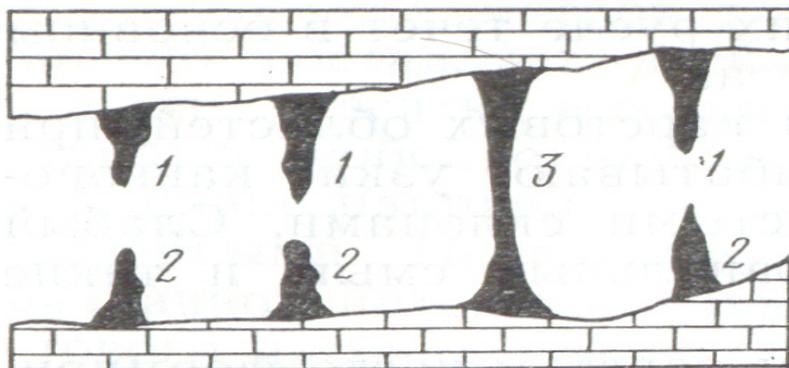


Рис. 22 Образование натёчных образований

В некоторых районах встречаются формы рельефа, внешне похожие на карстовые, но отличающиеся от них своим происхождением и составом пород. Такие формы называются псевдокарстовыми (глинистый карст и термокарст). Он образуется в глинистых мергелях, обладающих способностью растворяться водой во время дождей (хребет Малый Балхан близ Красноводска). Несколько слов об этих явлениях.

Термокарстовые явления представляют собой процесс местного проседания поверхности почвы и образования отрицательных форм рельефа за счёт вытаивания подземного льда, содержащегося в рыхлых горных породах.

Термокарстовые явления наиболее интенсивно развиваются на плоских горизонтальных или слегка наклонных поверхностях и особенно в понижениях рельефа. Одной из причин развития термокарстовых просадок может быть скопление в замкнутых понижениях рельефа вод атмосферных осадков или талых грунтовых вод. Образовавшиеся, таким образом, озёрки летом прогреваются значительно быстрее, чем минеральные грунты (вода обладает большей теплоёмкостью, чем сухие горные породы, примерно в пять раз). Вследствие этого любой замкнутый водоём накапливает за лето тепла во много раз больше, чем окружающие его минеральные грунты. Накопленное тепло вызывает протаивание окружающего водоём минерального грунта, что обуславливает его просадку, вследствие уменьшения объёма растаявшего грунта.

Глинистый карст известен на побережье Аральского моря и др. районах. Внешне его формы очень похожи на формы настоящего карста: множество рытвин, котловин, крутостенных воронок и ям. Глинистый карст легко растворяется водой во время редко выпадающих дождей.

Карстовые котловины, образовавшиеся путём слияния нескольких воронок, расположенных по одному направлению, необходимо изображать горизонталями или знаком обрыва в зависимости от крутизны их склонов, но при случаях следует стремиться передать на карте вытянутый характер этих форм.

6.4 Оползневые процессы и образование оползней

Оползнями называются массивы горных пород, смещающиеся по склону в результате скольжения под действием силы тяжести.

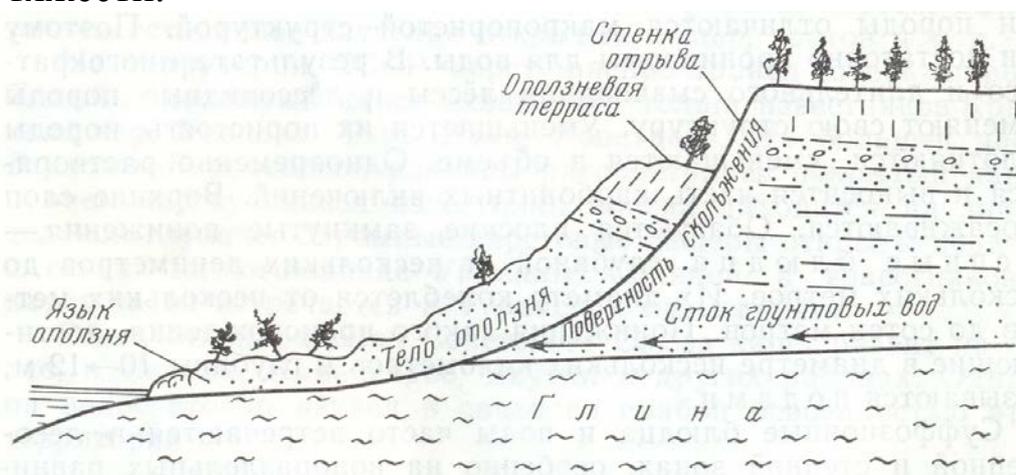


Рис 23. Схема оползня

Оползни (рис. 23) возникают при определённых геологических условиях. Развиваются они тогда, если водоносный слой обнажается. При условии незначительного уклона водоупорного пласта в сторону долины вода постепенно выносит мелкие частицы. Благодаря этому вся толща пород, покрывающая водоносный пласт, начинает скользить вниз по увлажнённой поверхности водоупорного слоя. Развитие оползня происходит постепенно. Сначала на поверхности земли, на некотором расстоянии от обрыва, возникают трещины, являющиеся внешним показателем происходящих в толще горных пород нарушений. Трещины располагаются полукругом, выпуклостью, обращённой в сторону от обрыва. С течением времени ширина трещин постепенно увеличивается,

устойчивость горных пород нарушается и происходит быстрое сползание масс.

Оползни возникают на берегах озёр, морей и водохранилищ, на склонах гор, речных долин, балок и оврагов. Крутизна оползневых склонов обычно превышает 15° .

Смещение масс можно рассматривать как оседание с некоторой горизонтальной передвижкой сползающей массы вниз по склону. Основание оползня смещается на расстояние несколько большее, чем его верхняя часть, благодаря чему поверхность получает незначительный наклон в сторону коренного берега.

В оползающей массе вначале пласты имеют ненарушенное залегание, сохраняя такую же стратиграфическую последовательность, как и в ненарушенной части коренных склонов. Ниже по склону, где наблюдается выход ключей, оползшая масса земли постепенно разжижается и далее смещается по склону в виде земляного потока, имеющего вид земляного или грязевого языка с поверхностью, покрытой многочисленными трещинами, располагающимися параллельно и перпендикулярно к оси движущейся массы земли. Склоны движущегося земляного потока всегда очень резко ограничены и на них развиты хорошо выраженные зеркала скольжения.

Размеры и формы оползней изменчивы: отдельные оползни имеют определённые очертания, характерные для геоморфологии оползневых районов. Типичный оползень имеет вид полуцирка, выпуклостью обращённого в сторону коренного берега. Эта сторона ограничивается крутыми обрывами - плечами оползня. Открытой стороной цирк обращён в сторону долины. Края его (контрфорсы) далеко выступают вперёд и представляют собой «мысы», сложенные ненарушенными коренными породами. Смещённая поверхность пород образует дно оползневого цирка. В сторону склона долины дно постепенно снижается и часто заканчивается описанными выше земляными потоками. Дно оползня часто имеет сложный микрорельеф. Неровности его образуют отдельные глыбы, на которые разбивается оползневая масса, перемещённые друг по отношению друга. В наиболее пониженных участках дна оползневого цирка грунтовые воды образуют небольшие озёрки или болота. Иногда здесь развиваются заболоченные места - мочары. Во всех случаях близость грунтовых вод отмечается густой водолюбивой растительностью.

Средняя ширина отдельных оползней по прямой между контрфорсами достигает нескольких сот метров, иногда она равна 1-1,5 километров. Оползневый цирк вдаётся в коренной склон обычно на расстоянии, достигающее половины его ширины. В горных областях оползни редко имеют правильные очертания. Сползающие массы здесь обычно бывают чрезвычайно насыщены водой и смещаются вниз по склону в виде отдельных грязевых потоков или оплывин.

Элементарные оползни с хорошо выраженной, описанной выше, формой встречаются в местах, где оползневая деятельность протекает не особенно энергично. При наличии благоприятных условий (значительных уклонов водоупорного пласта, большой мощности водоносного слоя, быстрого удаления потоком продуктов сползания) оползни развиваются чрезвычайно энергично и быстро; цирки отдельных оползней сливаются, контрфорсы не имеют резких очертаний, а вся сползающая масса пород образует оползневую террасу.

Оползни имеют очень большое геоморфологическое и практическое значение. Особенно велика их роль в пределах оползневых районов, расположенных среди населённых пунктов. На территории бывшего Советского Союза к оползневым районам относятся побережья Азовского и Чёрного морей, правые берега рек южной части Русской равнины, части Усть-Урта и т.д. Особенно грандиозные оползни встречаются на Черноморском побережье, Кавказе и на южном берегу Крыма.

Явление суффозии связано с процессами вымывания мелкозёма в толще рыхлых поверхностных пород.

В результате процесса суффозии на поверхности появляются замкнутые углубления чашевидной или конусообразной формы, которые располагаются параллельными рядами или по линиям, идущим под углом друг к другу. Глубины конусообразных понижений колеблются в среднем от 2 до 8 метров при диаметре от 8 до 20 метров.

Впадины суффозионного происхождения возникают обычно на пологих склонах и слабовыпуклых водоразделах, где имеются рыхлые поверхностные отложения песчаного, супесчаного или суглинистого характера. Образование этих форм рельефа можно объяснить это деятельностью подземных вод.

Суффозионные впадины и воронки на топографических картах условным знаком карстовых воронок не обозначаются.

Небольшие оползни, захватывающие толщи пород до 1,5 метров, называются оплывами. Крупные участки оползня образуют оползневые террасы - псевдотеррасы. Они отличаются от речных, озёрных и морских террас уклоном в сторону коренного берега, большей изрезанностью рельефа.

Итак, основными причинами возникновения оползней являются:

- наклон слоёв в сторону долины или подножия гор;
- водоупорная глинистая толща, подстилающая водопроницаемые слои, содержащие большое количество грунтовой воды;
- подмыв рекой или морем основание склонов или нарушение его различными сооружениями (дорожными, гидротехническими);
- поступление в грунт избыточных дождевых или талых вод;
- вынос подземными водами или водоносного слоя мелких частиц водовмещающей горной породы и различных химических растворенных веществ.

7. Формы рельефа, обусловленные деятельностью моря

7.1 Моря и океаны

Моря и океаны являются основным водохранилищем земного шара. В них сосредоточено 98,3% объема всей воды нашей планеты. Моря и океаны питают влагой всю географическую оболочку, под действием солнечной энергии они дают начало круговороту воды в природе- главной действующей силе географических процессов.

Мировой океан занимает 361 млн. кв. км или 70,8% площади поверхности земного шара. Он делится на четыре океана: Тихий, Атлантический, Индийский и Северный Ледовитый.

Таблица 4 Характеристики океанов

Название	Площадь (с морями), тыс. км ²	Глубина океана, в м (наибольшая)	Глубина океана, в м (средняя)
Тихий	179679	11034	3800
Атлантический	91141	9218	3332
Индийский	74917	7450	3897
Северный Ледовитый	14090	5220	120.5

Морями называются вдающиеся в сушу более или менее обособленные части, обладающие особым гидрологическим режимом (температура, солёность, колебание уровня, течения и т.д.).

Классификацию морей по их положению относительно материков предложил известный океанограф Ю.М.Шокальский (1856-1940гг.), и она принята во многих странах мира.

Более или менее значительная часть океана или моря, вдающаяся в сушу, называется заливом.

Заливы небольших размеров называют чаще бухтами. Как и поверхность суши, геоморфология изучает и строение океанского дна, необходимое для многих отраслей хозяйства, торгового, промыслового и военно-морского флота.

Океаническое ложе во многих местах прорезается впадинами или желобами, глубиной до 10-11 км. В настоящее время известно 30 глубоководных желобов, 25 из них находятся в Тихом океане. Крупнейшие из них являются: Марианский жёлоб глубиной 11 034 м, Курило - Камчатский жёлоб глубиной 10 542 м, Филиппинский жёлоб глубиной 10265 м.

Глубоководные "впадины, как правило, примыкают к островным грядам (островным дугам), созданным альпийскими горообразовательными движениями, где в настоящее время наблюдаются активные тектонические процессы землетрясения, вулканические извержения, изменения уровня берега моря. В центральных частях океана таких желобов не обнаружено.

Из всей площади Мирового океана материковая отмель занимает около 8%, на материковый склон приходится 11% и на ложе океана 81% акватории.

Изучением рельефа дна океанов сейчас занимается новая наука - морская геоморфология, выделившаяся из океанографии ввиду большой практической необходимости изучения и происхождения рельефа акватории Земли, составляющей 71% всей его поверхности. Измерением глубин и картографированием морей занимается гидрографическая служба ВМС ВС РФ.

Осадочные породы, слагающие верхнюю часть литосферы, на 90% представлены морскими отложениями. Отсюда понятно, как велика созидательная работа моря и какое существеннейшее значение она имеет в развитии Земли.

7.2 Общие сведения о морских берегах

Среди внешних факторов большая роль принадлежит морям и океанам. Разрушительная работа моря проявляется у берегов и связана с движением воды, возникающим под воздействием ветра и приливо-отливных течений. Даже при слабом волнении у берегов плещутся волны, непрерывно подтачивая прибрежные скалы. Во время сильных штормов на берега обрушиваются колоссальные массы воды, способные причинить серьёзные разрушения. Прибой морских волн разрушает участки суши, переносит продукты разрушения и отлагает их на дне моря, образуя аккумулятивные формы рельефа. Кроме того, море не только накапливает на дне продукты своей разрушительной

деятельности, но является аккумулятором материалов, доставленных к нему текучими водами, ветром и ледниками. Сила прибоя во время шторма может достигать величины в несколько тонн на 1 м^2 .

Берег — это полоса суши, примыкающая к современной береговой линии, на ней развиты формы рельефа, созданные волнами водоёма при данном среднем его уровне.

По своему строению берега бывают крутыми со значительными глубинами и плоские (отмелые) берега с пологим дном.

В зависимости от крутизны берега различают:

- отлогие;
- обрывистые.

По характеру слагающего берег материала их различают:

- илистые;
- песчаные;
- галечниковые;
- каменистые.

По строению берега различают абразионные и аккумулятивные.

Разрушительная деятельность моря сосредоточена только у берегов и на малых глубинах (до 40-55 м), на остальной площади морского дна происходит накопление осадков. Преобладающая часть осадочных горных пород, слагающих верхнюю часть земной коры, образовалась именно путём накопления осадков в морских водоёмах и последующего преобразования их.

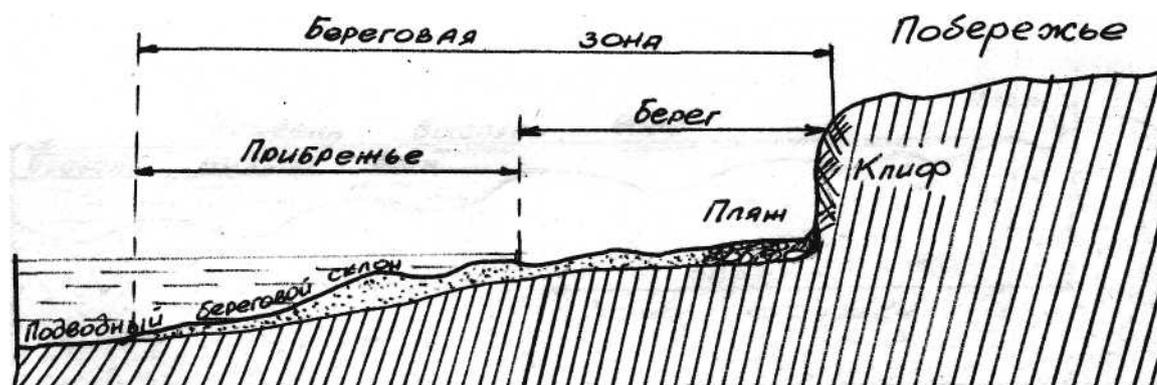


Рис. 24 Схема построения абразионного берега

Рассмотрим строение абразионного и аккумулятивного берегов.

Абразионный берег состоит из (рис. 24):

- подводного берегового склона;
- клифа;
- пляжа;
- береговой зоны моря;
- побережья.

Подводный береговой склон - это полоса морского дна, которая постоянно испытывает воздействие волновых движений воды.

Клиф - это береговой уступ, в нижней части которого находится волноприбойная ниша-углубление или выемка, созданная волнами прилива.

Пляж - это полоса рыхлых наносов (ракушечника, песка, гальки), переносимых волнами поперёк и вдоль берега.

Побережье - участок суши, примыкающий к берегу.

Береговая зона моря - это берег и подводный береговой склон вместе. В пределах этой зоны осуществляется постоянное взаимодействие литосферы, литосферы, атмосферы и биосферы. Поэтому здесь характерно непостоянство форм рельефа и их различные сочетания в пределах даже небольших участков.

На низменных (аккумулятивных) берегах структура береговой зоны несколько отличается от крутых берегов. Со стороны суши и береговой линии примыкает пляж и береговые валы. Самый верхний вал отлагается волнами при сильных штормах. Уровень деятельности прилива волн берегового вала располагается значительно ниже, чем в настоящее время.

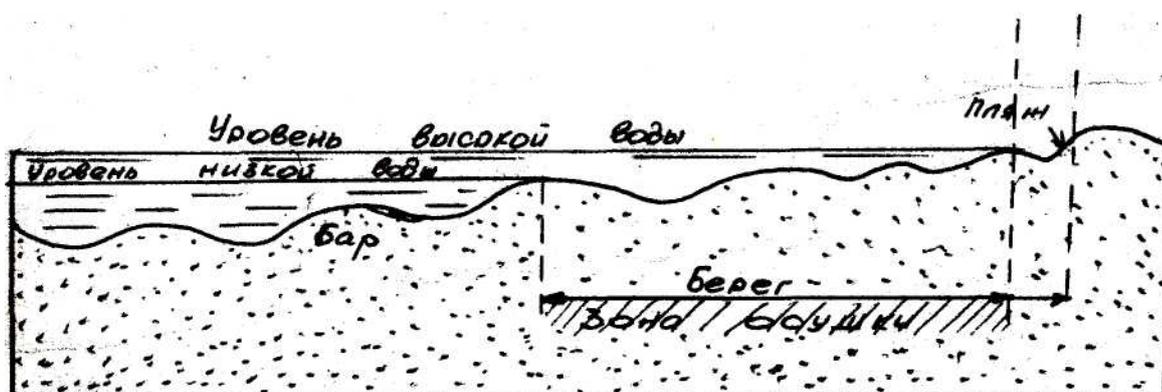


Рис. 25 Схема построения аккумулятивного берега.

Аккумулятивный берег состоит из (рис. 25):

- береговой зоны, в которую входят:
- пляж;
- зона осушки;
- уровни высокой и низкой воды;
- бары.

Бар - это песчаный вал (образуется в результате морского прибоя).

Берег включает в себя пляж и зону осушки.

В сторону моря подводный береговой, склон переходит в шельф - мелководную часть дна океана (до 200 м глубиной).

Основными факторами рельефообразования являются:

1. Приливы и отливы в океанах, морях и эстуариях рек, осуществляющиеся под воздействием четырёх составляющих (литосферы, атмосферы, гидросферы и биосферы), а также космоса (притяжение Луны, Солнца и Земли);

2. Тектонические движения и вулканизм;

3. Литологический состав пород. Одни легко разрушаются (песок, глина, кораллы, известняки), оползни ускоряют процесс разрушения и отступания берегов;

4. Реки и ледники (реки выносят в море аллювий, питают пляжи, образуют дельты, эстуарии и лиманы. Ледники приносят на берег моря моренный материал);

5. Хозяйственная деятельность человека.

7.3 Морская абразия

Основной вид разрушительной деятельности моря - размыв берега волнами - называется абразией (от латинского слова abrasio - соскабливание, сбривание). Общее строение берега показано на рисунке 26.

На берег оказывают воздействия повседневные заплески волн, наблюдаемые даже при слабом волнении. В результате почти непрерывного действия волн в основании склона берега может возникнуть так называемая волноприбойная ниша, над которой образуется карниз из нависших пород. При дальнейшем углублении ниши может произойти обвал пород карниза, потерявших устойчивость.

Иногда наблюдается откол от берега моря огромных массивов. Волнами подмывается высокий береговой уступ; от него

откалываются пластины высотой в десятки метров и толщиной 10-15 метров. Сначала эти пластины медленно сползают к морю, затем обрушиваются и распадаются на отдельные глыбы. Крупные глыбы и обломки пород остаются некоторое время у подножия склона, где набегающие волны полируют их, дробят и откатывают мелкие обломки до состояния гальки. Так у подножия формируются площадка, сложенная галькой, а скалистый берег как бы сбивается морем и отодвигается вглубь суши. Эта работа моря получила название абразии.

Абрадирование берега может идти неравномерно - наряду с размытыми бухтами возникают мысы или отдельные скалы из более крепких пород (скалы у о. Капри, Средиземное море; абразионные останцы у берега Восточного Крыма и т.д.).

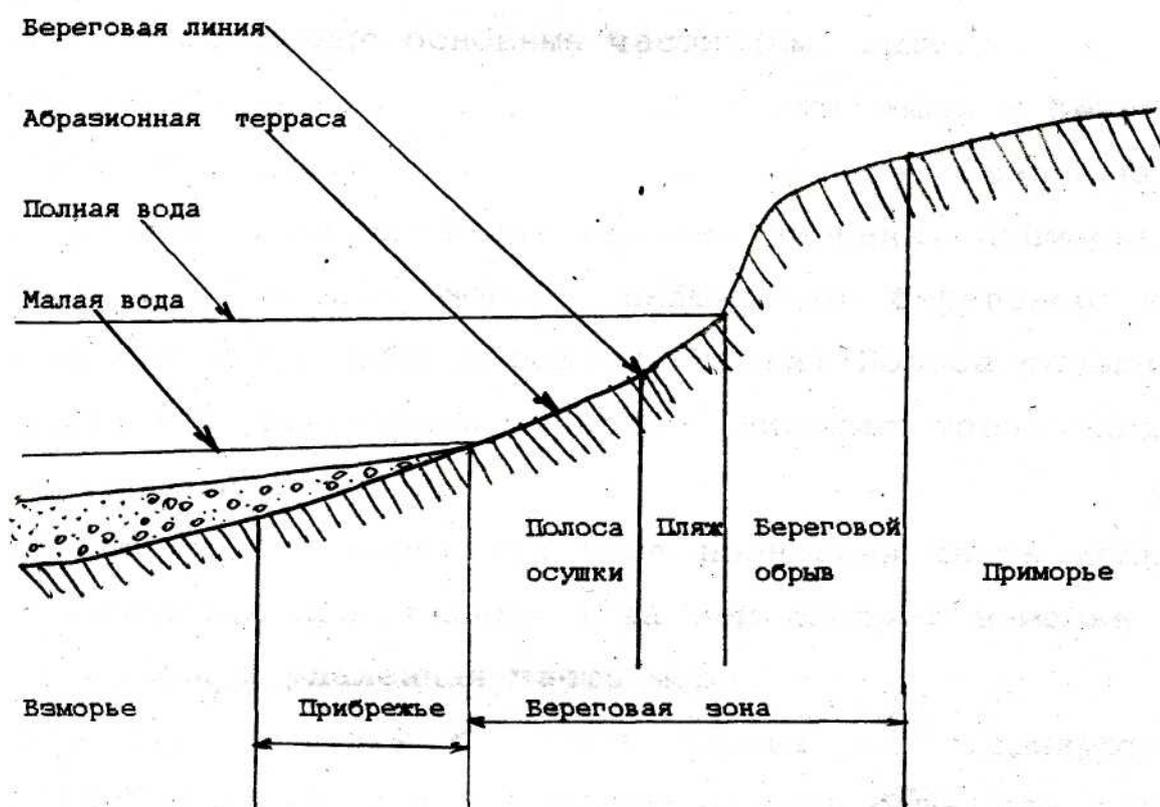


Рис. 26 Общее строение берега

В результате обработки берега прибоем образуется подмытый ими крутой береговой обрыв, или абразионный уступ. К его подножию примыкает выровненная, полого наклонная площадка, или абразионная терраса. Выступающая над водой часть носит название пляжа.

Наиболее интенсивно проявляется абразия у берегов, с падением слоёв в сторону суши. При сложных дислокациях и

сильной трещиноватости пород, слагающих берег, создаются благоприятные условия для выборочной абразии. В результате может возникнуть сильно изрезанный абразионный уступ с многочисленными небольшими бухточками, пещерами, подводными скалами и гротами.

В местах, где приливно-отливные течения достигают значительной скорости, они уносят весь мелкообломочный материал, оставляя на поверхности абразионной террасы только крупную гальку, или обнажают коренные породы, подставляя их действию волн.

Однако абразия не может развиваться беспредельно, если уровень моря остаётся неизменным. Разрушение берега прибоем происходит только до некоторого предела, определяемого шириной выработанной прибоем абразионной террасы. При достаточной ширине террасы волны, набегая на неё, расходуют всю свою силу на преодоление трения и оказываются не в состоянии производить дальнейшую абразионную работу.

Там, где берега очень пологие и энергия набегающей волны гасится постепенно, не производя значительного размыва, абразионный уступ не возникает, и внутренняя граница пляжа приобретает совсем иной облик.

Действие волн по переносу осадков не ограничивается их перемещением с суши вглубь моря. Волны намыывают на пляж обломочный материал, поднятый со дна. При опрокидывании волны пологий берег часть воды её всасывает в песчаные отложения пляжа, а остальная масса воды, уже потерявшая значительную часть живой силы, стекает обратно в море. Часть галек и песка при этом остаётся на месте, образуя береговой вал.

Береговой вал является аккумулятивной формой рельефа, поэтому более подробно о них мы поговорим в третьем вопросе лекции.

Вернёмся непосредственно к абразии. Абразия бывает трёх основных видов:

- механическая - разрушение происходит в следствии ударной силы прибоя;

- химическая - растворение горных пород (солей, гипсов, известняков и т.д.) в морской воде приводит к образованию сот и гротов;

- термическая - процесс разрушения морских берегов, сложенных льдом и многолетнемерзлыми породами, в результате

одновременного механического воздействия прибоя и теплового влияния морской воды и воздуха.

Размыв берега продолжается до тех пор, пока волны не выработают профиль равновесия.

При размыве низменных (отмелых) берегов море силой прибоя размывает берег и дно прилежащего мелководья, перемещая продукты разрушения к берегу. При малых углах наклона отмелого берега песок и галька начинают собираться у уреза воды, образуя широкий пляж, а также скапливаться на некотором удалении от берега, формируя подводный бар. Между баром и сушей создаётся полоса мелководья, которая при последующем росте бара выше уровня моря превращается в лагуну.

Берега первого типа, формируемые в результате разрушительной деятельности моря, называют абразионными, а берега, у которых происходит накопление обломочного материала волнами прибоя - аккумулятивными.

В топографической практике в строении морского берега различают следующие основные части (см. выше). Приморье - широкая полоса суши, примыкающая к берегу, в пределах которой встречаются формы рельефа, созданные морем или его древних, более высоких уровнях. Приморье, завершается береговой зоной, включающей береговой уступ (обрыв или вал), пляж и полосу осушки. Полоса осушки ограничивается береговыми линиями- линиями уреза воды во время прилива и отлива.

Примыкающая к береговой зоне подводная часть мелководья называется прибрежьем, а за ней следует взморье, более глубокая и удалённая часть моря.

7.4 Аккумулятивная работа морских берегов

Работа моря у берегов не ограничивается только их разрушением. Аккумулятивные берега существуют в местах длительного и устойчивого поступления и накопления морских наносов (песков, гальки, водорослей, раковин, морских животных и т.п.). Весь этот обломочный материал перемещается и откладывается на суше и под водой береговыми течениями и морским прибоем. Перемещение наносов происходит как вдоль берега, так и перпендикулярно, к береговой линии.

Когда волна приближается к берегу, возникает и усиливается трение воды о дно. Следовательно: высота волны увеличивается, в нижней её части происходит торможение, верх волны опрокидывается и она рассыпается пенистой массой. Волна захватывает со дна песок, гальку, камни и выбрасывает их на берег.

Берега, у которых происходит накопление обломочного материала волнами прибоев, называются аккумулятивными.

Характерными формами рельефа аккумулятивного происхождения, встречающимися в районах неглубоких побережий, это береговые бары - песчаные валы в мелководном море, отгораживающие от моря лагуну (образуются в результате прибоев).

Береговой вал, как я уже говорил, является аккумулятивной формой рельефа, образованной в результате деятельности прибоев волн того моря, уровень которого некогда располагался значительно выше, чем в настоящее время.

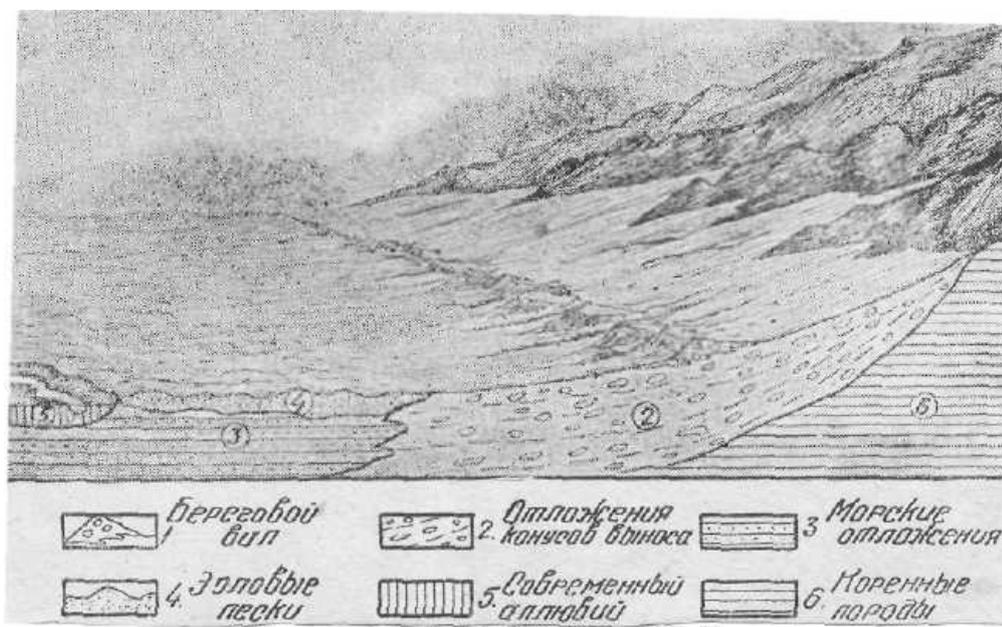


Рис.27 Береговой вал

Таким образом, береговые валы позволяют установить очертания и форму бывшего водоёма. Иногда наблюдается несколько расположенных друг возле друга береговых валов, что указывает на постепенное понижение уровня моря.

На рисунке изображён береговой вал (рис. 27, 28), протягивающийся примерно параллельно одной горизонтали. Его образованию здесь также способствовало то, что к бывшему морю с окружающих склонов в изобилии поступал обломочный

материал, выносимый речными потоками. В основании склона этот материал отлагался в виде конусов выноса, нередко сливающихся в один непрерывный шлейф.

Встречная волна морского прибоя, обрушиваясь на эти отложения, создавала накопления в виде вытянутого вала. Работа волн послужила причиной того, что породы, слагающие вал, представляют собой хорошо окатанный галечник и гравий с песком.

Впоследствии, речки, сбегаящие с гор окружающей местности, прорезали вал в различных местах, что обусловило образование отдельных коротких валов, тянувшихся все же, в общем, в одном направлении, следуя древней береговой линии.

На топографическом плане в масштабе 1:50 000 вал, вследствие своей небольшой (5-8 метров) высоты, иногда не может быть изображён горизонталями. Его следует в таком случае показывать условным знаком обрыва, который в местах прорезания местности руслами рек и оврагов, должен быть прерываем.

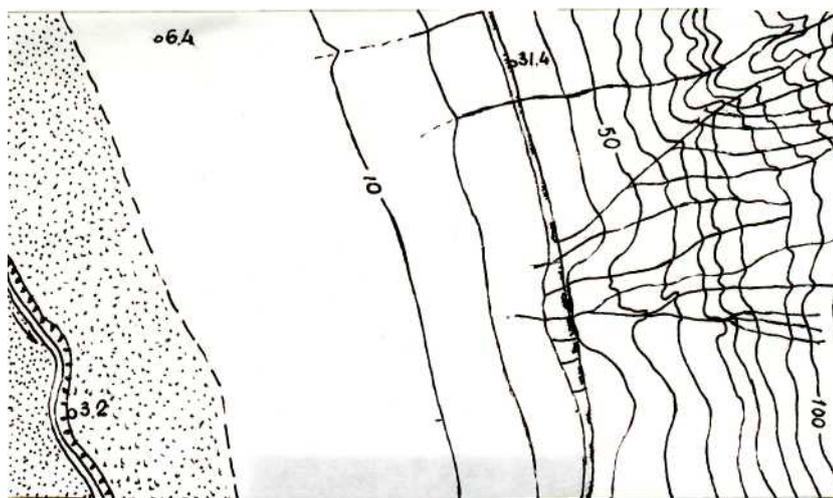


Рис. 28 Топографический план местности.

Итак, волновые процессы являются основным фактором формирования аккумулятивных берегов. Волны не всегда и не везде к берегу подходят под прямым углом, а чаще всего образуют с ним острый угол. При накате волны песок выбрасывается на пляж, при откате уносится в меньшем количестве. Во время штормов песок с пляжей смывается, прибрежные течения усиливаются и смытый песок переносится вдоль берега или выносится далеко в море. Затем море вновь намывает пляж. На пляжах при косо набегаящих волнах могут

появятся недолговечные образования рельефа - пляжевые фестоны, т.е. валики, располагающие перпендикулярно к береговой линии на расстоянии от 5 до 70 метров друг от друга. Они создаются волновым движением воды, набегающей на поверхность пляжа и скатывающийся назад по узким ложбинам.

При массовом перемещении мелкообломочного материала пляжей возникают устойчивый вдоль береговой поток наносов и его аккумуляция. В местах, где поток теряет свою транспортирующую способность, происходит аккумуляция наносов и возникают новые формы берегов.

У некоторых аккумулятивных берегов часто встречаются поднимающиеся над водой узкие и длинные песчаные или галечниковые образования (рис. 29), называемые косами, стрелками, а в Баренцевом море - кошками. Косы (кошки) - низменные намывные полосы, причленённые одним концом к берегу.

При изменении направления движения волн, на перпендикулярное к берегу, конец косы станет отклоняться в сторону берега, образуя крючковидный изгиб, вследствие чего такую косу называют крючковидной.

У входа в заливы соединяющиеся косы образуют пересыпь. Это происходит, если река, впадающая в лиман, пересохла и залив может превратиться в озеро-лиман.

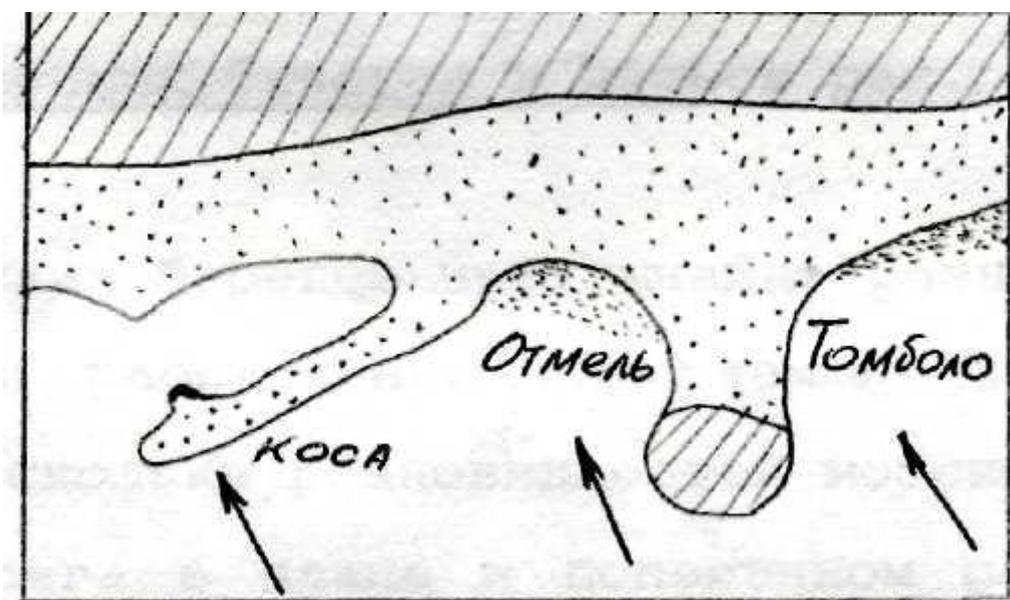


Рис. 29 Коса и томболо.

Процесс морской аккумуляции может идти активно и в ветровой тени за островами. На защищённом от волн участке

берега материка возникает аккумулятивный выступ, который, продолжая нарастать надвигается в сторону острова и соединяет его с материком. Такого рода аккумулятивная форма морского берега называется томболо, или перейма. Иногда от острова в сторону коренного берега начинает расти одна или две косы, которые могут достигать берега.

Одной из аккумулятивных форм рельефа в зоне приливных потоков являются конуса выноса. При спаде приливной волны потоки образуют струйные течения, которые в верхней части зоны затопления эродировать поверхность, а в нижней, где уменьшается их скорость, образуют конус выноса на берегу моря.

7.5 Типы морских берегов и устьев рек

Формы морских берегов чрезвычайно разнообразны. Нередко на небольшом расстоянии, измеряемом километрами, можно встретить несколько разновидностей морского берега.

Наиболее часто берега подразделяют на две группы:

- коренные, сложенные твёрдыми и древними горными породами;
- современные, сложенные молодыми отложениями или образованные в результате жизнедеятельности живых организмов.

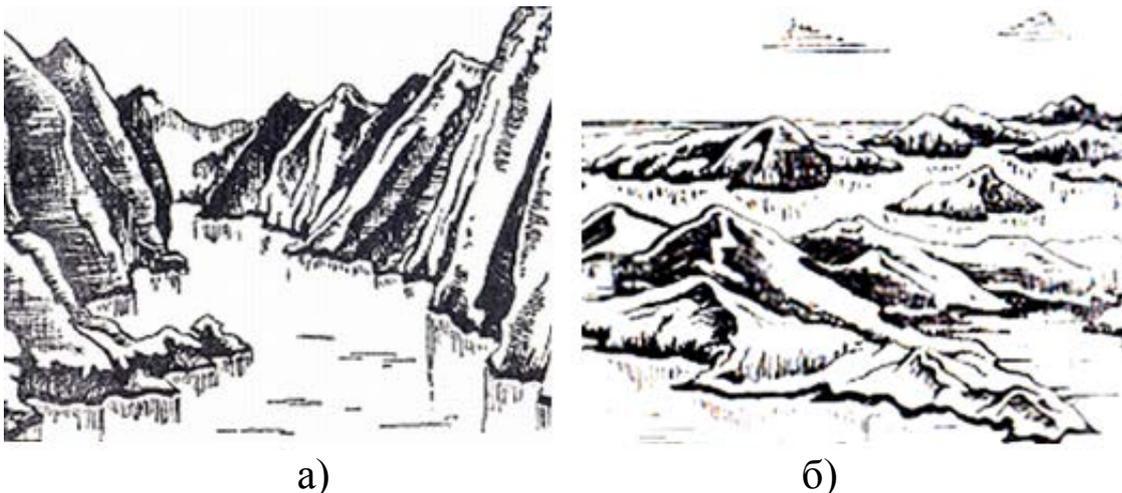
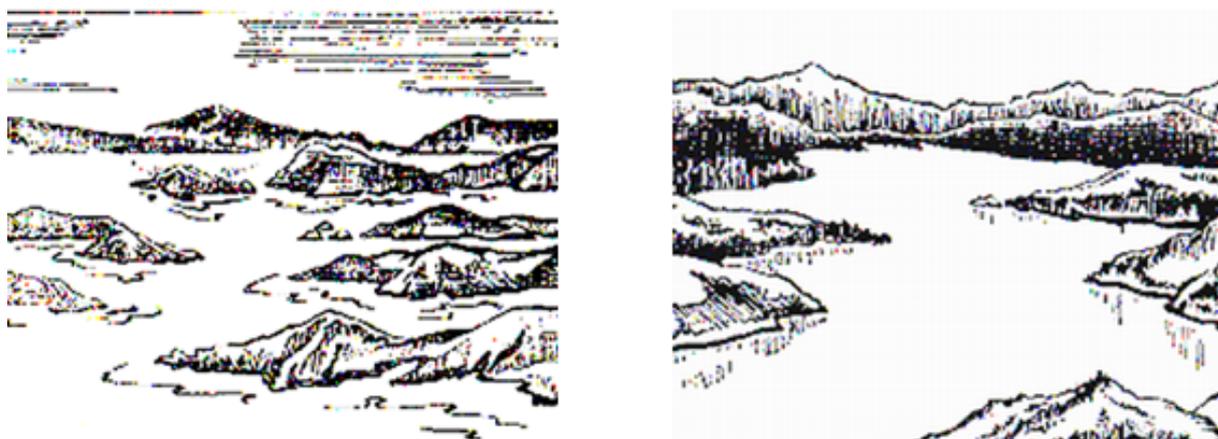


Рис. 30 Фиордовый и шхерный берега

К коренным берегам относятся фиордовые берега (рис. 30а) – берега, расчленённые узкими, скалистыми, глубокими завалами. Часто можно видеть водопады, низвергающие с высот. По современным представлениям, фиорды являются тектоническими трещинами, преобразованными в последующем

действием ледников или текущих вод. Фиорды, образованные движением ледников, имеют вид троговых долин с хорошо отшлифованными склонами и плоским дном, а обработанные текущими водами - представляют собой типичные эрозионные долины. Глубина фиордов достигает 350 метров и более, при этом глубина средней части многих фиордов больше, чем в устье, при выходе в море. Фиордовые берега имеют чёткий рисунок и хорошо изображаются на всех топографических картах крупных и мелких масштабов. При их изображении на картах необходимо наглядно передавать угловатость очертаний и большую крутизну склонов, извилистость береговой линии, наличие пляжей, обрывистых берегов без пляжей и, самое главное, - глубину фиордов и высоту их берегов (склонов).

Шхерные берега (рис. 30б) - берега имеют мелкоизвилистую береговую линию с многочисленными островами, мелями, подводными и надводными камнями. Острова и мысы - это подтопленные скалы, гряды и т.д. Появление берегов этого типа связано с уходом ледников в результате движения земной коры и имеет рельеф «бараньих лбов». Шхеры - мелкие островки различной высоты и формы. Шхерные берега широко распространены: в Южной Финляндии, в Швеции, Исландии, в США в штате Мэн и у нас на полуострове Таймыр, на Ладожском и Онежском озёрах.



а)

б)

Рис. 31 Далматинский и риасовый берега

Риасовые берега (рис. 31б) - берега с узкими, треугольной формы заливами и крутыми склонами. Длина превосходит ширину не более чем в 4 раза. Образовались эти берега в результате затопления долин горной страны, расположенной

перпендикулярно к берегу. Следовательно, берега данного типа представляют сочетание низменных участков аккумулятивного происхождения с возвышенными, абразионными. Образуются данные берега при погружении в море окраиной части горной страны, поверхность которой до погружения была сильно расчленена. Для этого типа берегов характерно расчленение их береговой линии широкими у устья и клинообразно сужающимися заливами и бухтами, которые до затопления являлись эрозионными долинами. Эти заливы-долины разделены между собой высокими отрогами гор, врезающимися в море перпендикулярно берегу или под острым углом к нему. Риасовые берега распространены на западном побережье Испании, в западной Бретании (Франция), юго-западе Ирландии, в Корее, в районе Владивостока и других местах. Такие берега благоприятны в отношении мореплавания и стоянки судов с большой осадкой.

Лопастистые берега - берега крупноизвилистого угловатого очертания. Участки берега, выступающие в море, обычно крутые, часто скалистые, высотой 100 метров и более. Вогнутые участки нередко представляют собой наносные низменные террасы. У берегов местами встречаются группы крупных островов разнообразных очертаний. Их образование связано с тектоническим движением земной коры. К данному типу берегов относятся: сбросово-глыбовые берега, далматский тип берега, лиманные берега.

Далматинский тип берегов (рис. 31а) образуется в результате частичного затопления морем молодой складчатой страны, горные хребты которой параллельны общему направлению береговой линии. При опускании прибрежной части суши воды моря вторгаются в продольные долины, превращая их в проливы. Все элементы далматского берега - острова, полуострова, проливы и заливы - вытянуты в одном направлении, параллельно берегу. По мере своего развития, в результате аккумулятивной деятельности моря, отдельные острова постепенно соединяются с сушей косами, в устьях мелких заливов образуются пересыпи, а сами заливы превращаются в лиманы. Этот тип берегов характерен для восточной части Адриатического моря - Далмации (Югославия).

Лиманные берега образуются в результате частичного затопления морем устьевых частей речных долин и балок,

расчленяющих прибрежную равнину. В дальнейшем некоторые долины-лиманы частично или полностью отчленяются от моря наносами (пересыпями). Лиманы бывают открытые, например Бугский лиман, носящие названия «губы», и закрытые, отделённые от моря мелью (косой, пересыпью) полностью или с сохранением узкого пролива (горла), например Днестровский лиман. Берега лиманов обычно невысокие, но крутые. Отчленение заливов лиманов от моря пересыпями ведёт к выравниванию береговой линии моря. Лиманный тип побережий распространён на Черном и Азовском морях, а также на Атлантическом побережье США (заливы Делавер, Чезапик).

К современным берегам относятся следующие.



Рис. 32 Лагунный берег

Лагунные берега (рис. 32) - берега, характеризующие наличие узких намывных полос суши (береговых баров), которые отделяют от моря обширные озеровидные пространства. Образуются данный тип берегов в результате затопления низменности морем, поднятии морского дна. Лагуна мелководна, поэтому при сильных ветрах у одного берега дно лагуны осушается, а противоположное - повышается (восточное побережье Азовского моря, залив Сиваш). Лагунный тип берегов встречается во многих местах земного шара. Так лагунный тип берегов имеется на Каспийском море, на восточном берегу Сахалина, на берегах Балтийского моря (заливы Курский, Вислинский), в Америке - на берегу Мексиканского залива.

Берега, сложенные рыхлыми песчаными отложениями, намытых морем или навейных ветром (восточное побережье Аральского моря). Образуются берега в результате затопления морем участков песчаных пустынь (барханы, гряды, дюны и др.). Появляются множество островов, полуостровов, песчаных мелей.

При небольшом прибое эти формы рельефа могут сравнительно быстро менять свои очертания и даже перемещаться. Это низменные берега эолового происхождения.

Ваттовые берега - низменные берега морей, приливоотливная полоса которых шириной до нескольких десятков километров ежедневно во время прилива покрывается водой, а во время отлива временно сохнет. Верхняя часть такой широкой, пологой полосы осушки называется маршами, или ваттами. Для поверхности маршей и ваттов характерна разветвлённая система часто перемещающихся желобов стока приливных и речных вод. Ваттовые берега распространены на южном побережье Северного моря, встречаются в Белом, Охотском и Беринговом морях, на Атлантическом побережье США.

Устья крупных рек, впадающих в море, образуют эстуарии или дельты.

Эстуариями называются устья крупных рек, изливающих свои воды в море одним широким и глубоким потоком. В их формировании принимают участие не только сами реки, но и приливо-отливные течения моря. Морские берега, расчленённые эстуариями, являются по существу лиманными. Они позволяют заходить в реки морским кораблям с глубокой осадкой.

Эстуарии типичны для рек, впадающих в моря с высокими приливами. Устья типа эстуария имеют реки Темза, Сена, Конго, Амазонка, Обь, Мезень и др.

Следовательно: эстуарий - это широкое и сравнительно глубокое воронкообразное устье реки, впадающее в море или океан с сильными приливами и отливами. Отливное течение, обладающее большой силой, постоянно прочищает эстуарий, освобождая его от речных наносов (Св. Лаврентия).

Дельты - это участки низменностей, образовавшиеся из речных наносов в районе устья реки, впадающей в море. Они прорезаются сложной системой протоков и рукавов разветвлённого русла реки.

Дельты рек бывают самой различной формы в плане. Так, различают веерообразные дельты (Волга), лопастные (Кура), клювообразные (Тибр) и другие. Иногда дельты рек достигают огромных размеров, например дельта Амазонки занимает 100 тыс. кв. км, Волги - 13 тыс. кв. км.

8. Формы рельефа, обусловленные деятельностью снега и льда, развитием вечной мерзлоты

8.1 Строение ледников.

Общая характеристика их поверхности. Снежные лавины и их рельефообразующая роль

Снижение температуры воздуха в свободной атмосфере в общем направлении от экватора к полюсам, а также с увеличением высоты над уровнем моря приводит к тому, что на поверхности суши в ряде мест всегда или большую часть года больше наблюдаются отрицательные температуры. В таких районах атмосферные осадки выпадают в виде снега, и в течение года снега выпадает больше чем тает. Наличие такого продолжительного процесса ведёт к тому, что снег накапливается из года в год, уплотняется и постепенно превращается в фирн, а затем плотный, прозрачный глетчерный лёд.

Ледниками называют устойчивое во времени накопление льда на земной поверхности.

Они могут возникать только выше снеговой границы, хотя в процессе динамики ледник может спускаться и ниже её.

Уровень, ниже которого снег летом тает, а выше сохраняется, носит название снеговой границы.

Лёд в больших его массах приобретает пластичность и способен течь. Величина уклона и мощности льда – важнейшие условия его движения. Ледники играют важную роль в образовании рельефа. Питание ледника осуществляется за счёт твёрдых атмосферных осадков, выпадающих на его поверхность, переноса снега ветром, обрушения снега со склонов и конденсации воздушных паров на поверхности ледника.

По условиям баланса твёрдой фазы (т.е. снега, фирна, льда) ледник может быть разделён на зону аккумуляции и зону абляции.

Абляцией называется расход льда через таяние и испарение. Абляция приводит к уменьшению мощности краевой части ледника. Интенсивность её зависит от температуры воздуха. Незначительные изменения края ледника называется осцилляцией. Различают ледники: покровные (Гренландия, Антарктида) и материковые.

Покровные ледники стекают в море через занятые ими понижения в прибрежном рельефе. Такие потоки льда называют выводными ледниками. Лед, достигнув воды, всплывает, разламывается, в результате образуются огромные глыбы плавучего льда – айсберги. Большие массы льда на периферии Антарктиды лежат на шельфе (мелководной части океана) или частично находятся на плаву. Это – шельфовые ледники.

В горных ледниках выделяют две части:

- фирновый бассейн (область питания);
- собственно ледник (область таяния). Ледник состоит из: краевой трещины, фирнового бассейна, снеговой границы и языка.

Ледниковый язык состоит из льда, представляющего собой зернистую породу, где зерна направленной формы прилегают друг к другу, не будучи скреплённым с каким-либо цементом. Зерна соединяются так, что выступающие части одного зерна входят в углубление соседнего.

В настоящее время выделяют два типа движения горных ледников:

- правильное (ламинарное) течение,
- глыбовое.

Первый тип движения горных ледников характеризуется непрерывностью по всей массе льда, возрастанием скорости движения от краёв ледникового языка к середине. Всякое сужение ледника и увеличение его по толщине вызывает увеличение скорости движения от краёв ледникового языка к середине. Всякое сужение ледника и увеличение его толщины вызывает увеличение скорости в данном месте, а расширение – понижение её. Скорости движения льда зависят от температуры, количества поступающей воды в ледник, атмосферных осадков и др.

Второй тип (глыбовое течение ледников) характерен быстродвижущимися ледникам. Глыбовое движение возникает при усиленном питании ледника фирнового бассейне за счёт снежных лавин, чему благоприятствует крутые высокие склоны гор.

Поверхность ледникового языка всегда неровная, покрытая, зачастую, глубокими трещинами. Различают боковые, поперечные и продольные трещины, изображающиеся на топографических картах в особом условном знаке.

Образование боковых трещин связано с различной скоростью движения осевой и боковой частей ледника. В центральной части ледника лёд движется быстрее, а по краям, вследствие трения о стенки ложа, - медленнее.

Поперечные трещины на поверхности ледника ориентированы в направлении перпендикулярном к оси ледника. Образование трещин этого типа может быть связано с уступом ледникового ложа, спускаясь с которого ледник раскалывается.

Ледопадом называется скопление перегибов глыб и пластин льда в трещинах.

Продольные трещины ориентированы в направлении движения ледника или иногда веерообразно в ту же сторону. Возникают в местах, где ледниковое ложе расширяется, вследствие чего лёд начинает растекаться в сторону и в теле ледника возникает поперечное напряжение длина ледниковых трещин колеблется от десятков до сотен метров, а ширина исчисляется метрами ко дну они становятся уже.

Ледники в сравнении со снежниками и лавинами играют более значительную роль в образовании рельефа. Их рельефообразующая деятельность проявляется во время движения.

Снежные лавины или снежные обвалы – грозное явление природы. Они наблюдаются во всех высоких и средневысотных горах там, где зимой образуются скопления снега. Лавина – снежный обвал в горах.

Снежные лавины производят большие разрушения в долинах, выводят из строя дороги, засыпают посёлки, нарушают линии связи. Лавины являются одной из основных опасностей, которым подвергаются войска, действующие в горах в зимнее время.

Характер движения снега по склону, а также воздействие его на поверхность зависит от рельефа поверхности, по которой движется лавина. По характеру движения снега лавины обычно делятся на три типа: *осовы* (снежные оползни), *лотковые* и *прыгающие лавины*.

Осовы движутся по всей поверхности склона вне строго фиксированных русел. Они возникают на крутых травянистых склонах или скальных поверхностях.

Лотковые лавины по строго фиксированным руслам (оврагам, каналам стока водосборных воронок, ложбинами), у подошвы

склона такие лавины образуют завалы в виде конусов выноса.

Прыгающие лавины движутся по каналам стока, имеющем участки отвесного падения, с которых массы снега, обрушиваются волной на дно долины. Такие лавины обладают особенно большой разрушительной силой, так как огромные массы снега, срывающиеся с уступа в свободное падение, образуют впереди себя воздушную волну огромной силы.

Различают сухие лавины из свежеснежавшего снега, движущиеся со скоростью до 100 м/с, и мокрые лавины, скользящие намного медленнее – до 20 м/с.

Разрушительным наибольшим действием отличаются сухие лавины, состоящие из масс сухого рыхлого снега, с огромной скоростью скатывающиеся вниз по склонам гор. На своём пути такая лавина производит крупные разрушения: вырывает с корнем и ломает большие деревья, иногда проделывает в лесах огромные просеки, захватывая части скал и камни, попадающиеся на её пути, производит мощные удары о встречные препятствия, дробя скалы и прорывая на своём пути глубокие борозды. Разрушительные действия сухих лавин усугубляются сильнейшими вихрями воздуха, которые сопровождают лавины. На крутых и длинных склонах вихрь обгоняет тело лавины. Часто разрушения, произведённые воздушной волной и вихрем, оказываются больше разрушений, произведённой самой лавиной.

Мокрые лавины движутся медленнее, сильными вихрями не сопровождаются, производят меньше разрушения. Эти лавины способны сносить со склонов большие массы камней и щебня, прорывать борозды на склонах и дробить горные породы.

Лавины сильно преобразовывают рельеф. Они образуют специфические ямы, лога (лощины) накапливают значительное количество обломочного материала в долине в виде конусов выноса у подножий склонов. Для предупреждения схода лавин склоны террасируют, засаживают лес. Защитными сооружениями от лавинной опасности являются инженерные сооружения на дорогах в виде навесов и галерей, а на склонах гор – лавинорезов.

Причины возникновения снежных лавин следующие:

- землетрясения;
- таяние снега;

- увеличение общей массы снега;
- уменьшение прочности сцепления снежинок за счёт перекристаллизации и др.

Лавиноопасные места должны всегда учитываться при проектировании и производстве полевых топографо-геодезических работ.

8.2 Движение горных ледников, образование трещин и ледопадов. Морены ледников. Ледниковая эрозия. Ледниковая аккумуляция. Древние оледенения

Процесс разрушения горных пород вследствие движения и трения ледника о его ложе и о склоны долин называется экзарацией или ледниковой эрозией.

Ледниковой эрозии способствует трещиноватость пород, а не их мягкость. Если порода твёрдая, то трещиновата, ледник сильно изнашивает её, отламывая и унося крупные обломки. Лёд шлифует сильнее сторону выступа, обращённую к леднику. Возвышенность, сложенная мягкими породами с начала движения ледника легко сглаживается, а в дальнейшем сохраняется без заметных изменений. Ледник шлифует выступы своего ложа обломками вмёрзших в него пород. Если породы, по которым движется лёд, представлена известняками или гранитами, то ледник шлифует поверхность их иногда до зеркального блеска.

Большое геоморфологическое значение имеет косвенное воздействие ледника на горные породы.

Морена представляет собой обломочный материал, который переносит ледник в местах таяния откладывает.

Движение ледниковой морены протекает с большим трением. Следствием этого является постепенное измельчение крупных обломков. Крупные обломки при этом постепенно округляются, поверхность их сглаживается, и они превращаются в валуны.

Морена бывает движущаяся и отложенная.

Движущаяся морена может находиться на поверхности ледника, внутри и под ледником. На ледник попадает больше всего обломков со склонов долины, откуда сходит лавины и камнепады. Такая морена называется боковой.

При слиянии двух ледников их боковые морены формируют срединную морену. Морена, погружающаяся и падающая в

трещину ледника, оказывается погребённой под новыми массами снега в фирновом бассейне и со временем превращается во внутреннюю морену. На дне ледника, вследствие вмерзания в лёд обломков горных пород, образуется донная морена, состоящая из валунов, щебня, мелкозёма. Её материал обкатан, перетёрт, содержит много мелкозёма, который выносится мутными водами рек, вытекающих из-под ледника. Больше всего моренного материала находится по краям языка ледника и на его конце, где происходит вытаивание обломков горных пород. Нередко в горах бывает так, что конец языка ледника полностью погребён под мореной.

При движении и таянии ледник откладывает морену на его ложе в виде валов, бугров, отдельных крупных валунов. Такая морена называется отложенной мореной. При длительном стоянии языка ледник вдоль нижнего его края ледник как бы сгружает морену и создаёт валы конечной морены, повторяющие форму края ледника. В горах вал конечной морены пересекает долину поперёк. При периодическом отступании ледник откладывает несколько валов конечных морен, которые маркируют остановки ледника. На склонах долинах остаётся береговая морена, которая состоит из более мелкого обломочного материала. Когда же ледник отступают всей своей поверхностью и обнажает ложе, то на нем остаются донная, внутренняя и поверхностная морены. Этот мощный покров обломочных отложений называется основной мореной.

Ледник может создать и напорные морены. Они возникают при интенсивном наступлении ледников после временного отступания. Ледник наступает на раннее отложенную им конечную морену, деформирует её и, двигая её вперёд себя, создают новые валы – напорные морены. Все отложенные такой мореной не сортированы и состоят из крупных глыб, щебня, песка, ила.

В результате разрушительной работы снега и льда образовались кары, цирки, карлинги, сельги, бараньи лбы, курчавые скалы, трог, ванны выпахивания и другие формы рельефа. Вышеперечисленные формы рельефа очень часто встречаются на Северном Кавказе в Чеченской Республике.

Дадим определения отдельным наиболее часто встречаемым формам рельефа:

Кары – креслоподобные углубления на склонах гор, находятся выше снеговой границы.

Карлинги – пирамидальные вершины, образованные на склонах при вершине при сближении тыльными стенками кар.

Трога – корытообразная горная долина, обработанная ледником.

Бараньи лбы – холмы, скалы, обработанные ледником. Обладают своеобразной формой: напорная стенка более пологая и более отшлифованная ледником, в противоположная сторона – более крутая и неровная. Чаще всего бараньи лбы лишены растительного покрова. (Карелия, Финляндия, Кольский полуостров).

Курчавые скалы – скопление холмов (бараньих лбов), сложенных плотными скальными породами и отшлифованными ледниками.

Сельги – местное название гряд различного происхождения в Карелии. Гряды покрыты ледниковыми наносами. Рельеф от низкорослого до холмистого.

8.2.1 Древние оледенения. Формы рельефа, обусловленные ими

В течение геологической истории Земли неоднократно отмечались резкие похолодания. Они приводили к наступлению ледников и возникновению ледниковых эпох. Периода между оледенениями называются межледниковыми. Они сопровождаются более тёплым климатом и интенсивным отступлением ледников.

На формирование рельефа большое влияние оказали оледенения четвертичного времени. Первое оледенение началось примерно 2 млн. лет назад, а последнее из них закончилось около 10 тыс. лет назад, охватив значительную часть северного полушария. На территории России ледником были покрыты часть Восточно-Европейской равнины, Западно-Сибирской равнины и большинство горным массивов.

На Восточно-Европейской равнине выделяют четыре оледенения четвертичного возраста: окское, днепровское, московское, валдайское. Ледник наступал из Фенноскандинавии и двигался на юго-запад, юг и юго-восток.

Южная граница окского оледенения неизвестна, поскольку разрушено последующими оледенениями.

Днепровское оледенение было наиболее обширным по охвату территории. Его южная граница проходит по линии Луцк

– Житомир – Кременчуг – Тула – устье реки Медведицы – Киров – Соликамск.

Южная граница московского оледенения смещена к северу и проходит через Брест – истоки реки Десны – южнее Москвы – исток реки Юга – южнее Котласа – восточнее устья реки Печоры.

Валдайское оледенение сыграло очень большую роль в формировании рельефа северо-западной части Восточно-Европейской равнины. Текучие вод рек и другие экзогенные процессы послеледникового периода мало изменили рельеф территории валдайского оледенения. Южная граница валдайского оледенения проходит южнее Калининграда – севернее Минска и далее – Рыбинское водохранилище – Мезенская губа.

Оледенения Западной Сибири изучены недостаточно. Ледники наступали с Полярного Урала и плато Путорана, при этом, однако, бассейны рек Надыма, Пура и Таза, полуостров Ямал льдами не покрылись. Ледники, наступавшие с запада и востока, не смыкались, образуя проход в районе слияния рек Оби и Иртыша. Южная граница максимального оледенения на территории Западной Сибири проходила примерно вдоль 60° северной широты.

8.2.2 Ледниковая аккумуляция и обусловленные ею формы рельефа.

На территории древнего оледенения вследствие ледниковой аккумуляции образовались ландшафты моренных равнин, а в горах – моренные поверхности на днищах и склонов трогов. Формирование такого ландшафта зависит от типа ледника, характера рельефа, окружающего ледник, от количества морен и некоторых других факторов.

Формы рельефа ледниковой аккумуляции являются:

- моренные гряды и холмы;
- друмлины;
- плоские моренные равнины с отдельно лежащим валунами или их скоплениями;
- отторженцы.

Ледник при своём отступлении оставляет морену на поверхности ложа и по его краям. При этом моренный материал ледником не сортируется: валуны, глыбы, галька и мелкозём перемешанный друг с другом.

В тех случаях, когда ледник длительное время сохраняет свои размер и его край неподвижен формируются конечно-моренные гряды. Они представляют собой на равнинах приледниковые валы и скопления многочисленных холмов. Холмы нередко расположены близко друг к другу и сливаются своими основаниями, очертания их округлы, вершины куполообразны или плоские, осложнённые более мелкими формами рельефа. Между холмами множество озёр и мелких водотоков. Относительная высота холмов и гряд достигает 70 метров, крутизна их склонов 10-30°. Ширина конечно-моренного рельефа составляет 100-300 км. Образование такого рельефа не редко происходит перед выступом коренных горных пород.

В троговых (гигантских корытообразных) долинах конечно-моренные гряды дугообразны, и у конца простых ледников конечно-моренный вал переходит в береговую морену.

При общем отступании древнего оледенения на равнинах остались отдельные неподвижные поля тающего ледника (мёртвый лёд). Постепенно весь лёд растаял, и на подстилающую поверхность отложилась вся располагавшаяся на леднике морена. Такие отложение морены называют основной мореной. Они образуют плоские или холмистые моренные равнины с возвышающимися на них отдельными валунами или их скоплениями.

Плоские моренные равнины располагаются на тех местах где ледник содержал мало моренных или последние находятся на месте днищ спущенных озер. Озера существовали между полями мёртвого льда и на их дне отлагался обломочный материал. Моренные равнины имеют малые уклоны, долины рек широкие с низкими берегами.

Холмистые равнины отличающиеся большим разнообразием рельефа. Здесь беспорядочно разбросаны моренные холмы, друмлины, отторженцы, озы, камы. Впадины занятые озёрами, болотами, небольшими плоскими пространствами. Озера называются моренными и имеют сложную береговую линию, например о. Селигер. Моренные холмы и гряды обычно покрыты лесами.

Моренные холмы имеют чаще всего пологие склоны, округлые очертания, иногда вытянутую форму, сложенной мореной, высота их различна, расположены беспорядочно холмистый рельеф возник в результате неравномерного таяния

мёртвого льда. Моренный материал сползал по смоченной поверхности льда в образовавшиеся понижения. В котлах вытаивания льда происходило скопление обломков, а на соседних участках лёд отчищался от моренного материала. После полного стаивания льда остался холмистый рельеф: холмы на месте котлов и понижение на месте участков чистого льда.

Друмлины характерны для холмистых - моренных равнин. Это множество продолговатых вытянутых направлений движения ледника холмы (высота до 45 метров, длина 100-400 метров и более). У друмлинов крутые склоны. Происхождение друмлинов связано с тем, что ледник останавливался перед препятствием и сгружал морену перед ним и сзади.

Отторженцы – блоки пород, сорванные и перемешанные ледником на расстояние до нескольких сотен километров. Величина их разная, от нескольких метров до десятков метров. Породы в блоке наклонены в ту сторону, откуда были принесены. Например, отторженец на реке Ловать принесён с южного берега Финского залива.

К числу форм рельефа в зоне основной морены связанных с аккумуляцией ледниковых материалов относятся озы, камы, образующиеся в результате деятельности талых вод ледника.

Озы – длинные, узкие крутосклонные валы или гряды сложенного песками и гравием водно-ледникового происхождения (высотой до 60 метров, длиной от 1 до 1,5 километра до 60 километров, ширине подошвы несколько десятков метров).

Камы – холмы обычно круглой формы, сложенные грубо отсортированным песчано-гравийным и валунным материалом водно-ледникового происхождения (высотой примерно 6-12 метров). Образование происходит до отступления ледников (Ленинградская область, Валдайское оледенение).

В областях, расположенных южнее границы оледенения, деятельность ледника сказалась на формировании рельефа лишь косвенным путём. Она выразилась в образовании обширных песчаных равнин (зандр – песчано-галечниковые равнины водно-ледникового происхождения), расположенных исключительно в низинах, куда стекали

талые ледниковые воды, называемые ледниково-речными отложениями или флювиогляциальными.

В пределах зандровых равнин местами развит мелкохолмистый (дюнный) рельеф, образованный в результате прерывания ветром песчаного материала.

Большинство озёр соединено между собой небольшими реками. В долинах рек часто встречаются озеровидные расширения.

Ледниковые формы рельефа на топографических картах показываются горизонталями и условными знаками в сочетании с соответствующим видом растительности и типом гидрографической сетки. При изображении рельефа должны быть подчеркнуты особенности как отдельных форм, так и целых их комплексов.

Ледниковый формы рельефа современной зоны обычно обрывиста, имеют резко выраженные гребни, перегибы, поэтому их изображают условным знаком скал (склоны каров, цирков, троговых долин), в понижениях которых показывают ледники. В древних днищах цирков и каров показывают морены или озера.

В троговых долинах либо располагаются моренные озера (между валами конечно морены), либо протекают реки. На склонах этих долин показывают гряды боковых морен и плечи трога путем применения условного знака скал в местах перехода поверхности плеча в обрывистой склон по линии бровки. Места схода лавин могут быть отмечены косвенным путём, и показывают их только ниже снеговой границы. Вдоль склонов, с которых сходят лавины обычно располагаются буреломы и поросль леса. В некоторых случаях ложбины выражаются горизонталями с небольшим изгибом их вверх по склону. Изображение лавиноопасных склонов на топографических картах крупного масштаба имеет важное значение для проектирования строительства в горах дорог и противолавинных сооружений.

При изображении рельефа зоны экзарации подчеркивается общая ориентировка гряд и впадин вдоль движения ледника. Сглаженными горизонталями показывают сельги и вытянутые между ними впадины и озера. Общую ориентировку рельефа могут нарушить отдельные озы. В пределах зоны аккумуляции орографическими линиями следует считать те, которые оконтуривают западины, низины, холмы, гряды. При составлении рельефа учитывают беспорядочность в расположении отдельных

холмов, гряд и западин между ними. Реки врезаны слабо, обтекают холмы и гряды, образуя лавинообразную систему.

Наличие холмов, их сгруппированность, чередование групп холмов и днищ спущенных озёр или болот часто является основным признаком холмистой моренной равнины. Различают частохолмистый и редкохолмистый рельеф.

Основная цель при изображении моренового рельефа заключается в сохранении на карте основных орографических линий и соотношения площадей, занятых холмами и пространством между ними. Гряды и холмы показываются замкнутыми извилистыми горизонталями. Часто горизонтالي, оконтуривающие холмы, не согласовано с горизонталями поверхности, на которую они наложены.

Особенности моренного рельефа можно выделить также при помощи изображения гидрографии и растительного покрова, так как на холмах и грядах обычно растут леса, а в понижениях располагаются болота и озера.

Асимметричность строения бараньих лбов на картах крупного масштаба отображается изменением заложений между горизонталями. Крупные склоны друмлин и холмов более 65 градусов показывают условным знаком обрывов. Сохраняется вытянутость друмлин в одном общем направлении.

Изображение оз имеет свои особенности. При показе их горизонталями сохраняется линейная вытянутость гребня с минимальным заложением горизонтали на склонах. Подписи абсолютных высот должны соответствовать наивысшим точкам гряды. Озы, не выражаются в масштабе карты, показывают условным знаком точного пунктира коричневого цвета с надписью относительной высоты.

У камов при помощи горизонталей и изменения заложений между ними подчёркивается плоская вершина и крутые склоны.

При изображении конечноморенных гряд выявляется и учитывается их основное простираие. Довольно сложный рельеф внутри гряды (многочисленные холмы, мелкие гряды, впадины, занятые озёрами и болотами) показывается полугоризонталями и дополнительными горизонталями.

На равнинах древнего оледенения сохранилось множество разбросанных на поверхности валунов, служащих ориентирами, которые должны быть с определённым отбором показаны соответствующим условным знаком.

Условный знак моренных отложений применяется в основном для горных районов. Морены показывают на поверхности ледника или на дне древних каров и троговых долин не покрытых.

8.3 Общие сведения о многолетней мерзлоте грунта. Формы рельефа ею обуславливаемые

Многолетняя (вечная) мерзлота грунтов – это такое их состояние, при котором грунты сохраняют отрицательные температуры от нескольких лет до многих тысячелетий (приблизительно 25% всей территории суши Земли) и встречается подземный лёд (все острова Северного Ледовитого океана, Антарктида, значительная часть Северной Америки, Евразии).

Рельеф в местах многолетней мерзлоты называется криогенным. По характеру распространения и мощности выделяют три типа многолетней мерзлоты:

- сплошная – мощность мерзлотной зоны свыше 300 метров;
- многолетняя – с участками талых грунтов (таликов) – мощность её составляет 10-300 метров. В местах циркуляции подземных вод лучшего прогрева поверхности мёрзлые грунты растаяли. Образовались сквозные и несквозные талики (положительные температуры грунта);

- островная – в горных странах и полосе южной границы. Бывают участки среди грунтов от нескольких метров до десятков метров. Температура около нуля градусов.

Толща многолетнемерзлых грунтов неоднородна. Особенно крупными бывают слои ископаемого (каменного) льда. На многолетней мерзлоте лежит слой грунта, оттаивающий летом. Он называется деятельным слоем. Его мощность составляет от нескольких сантиметров до 5-7 метров. Он зависит от состава пород, растительного покрова, климата и т.д. (например, в песках и галечниках мощность деятельного слоя 2-4 метра, в торфяниках – 0,3-0,8 метра).

Ниже деятельного слоя залегает собственно вечномёрзлый слой. Слои отличаются друг от друга в летнее время, зимой они не имеют чётко выраженной границы.

Лёд в мёрзлом грунте присутствует в различных формах: в форме ледяного цемента (замёрзшие поровые и капиллярные

воды), ледяных включений и крупных ледяных тел – линз или жил. По условиям образования вечномёрзлые грунты могут быть сингенетические и эпигенетическими. Сингенетические мёрзлые грунты образуются одновременно с осадконакоплением. Эпигенетическими мёрзлыми грунтами называются такие отложения, которые промёрзли уже после накопления.

По характеру распространения и мощности выделяют три типа многолетней мерзлоты:

- сплошная мерзлота;
- многолетняя мерзлота с участками талых грунтов;
- островная многолетняя мерзлота

Одним из важнейших факторов денудации в областях распространения вечной мерзлоты является солифлюкция (лат. *Solum* – почва, грунт; *fluxus* – течь) – медленное течение протаивающих переувлажнённых почв и дисперсных грунтов по поверхности мёрзлого основания. При низких температурах в условиях полярного климата даже летом преобладает физическое, преимущественно морозное выветривание. Полярный климат свойственен в основном зоне тундры. В континентальных условиях распространяется и на более южные ландшафтные зоны (Восточная Сибирь и др.).

Солифлюкция – течение переувлажнённых жидких и пластичных мелкообломочных пород по многолетней (вечной) мерзлоте грунта (пывун).

Солифлюкция развивается на склонах от 3 до 25 градусов. На склонах меньшей крутизны течения грунта обычно не происходит вследствие большого трения о поверхность не растаявших пород.

Процесс солифлюкции происходит при условиях:

- 1 – преобладание мелкозёма глинистого и суглинистого состава в поверхностных грунтах;
- 2 – определённая крутизна склонов;
- 3 – большая увлажнённость поверхностных грунтов.

Скорость солифлюкционных потоков колеблется от нескольких сантиметров до 2 метров в год. Медленное течение мелкозёма происходит незаметно под слоем мха и дернины, почти не нарушая растительного покрова. Лишь в отдельных местах уплывающий грунт захватывает за собой растительный слой, разрывая его. В трещинах и разрывах просматривается разжиженная масса, которая иногда выливается на поверхность.

Обычно быстрая солифлюкция (до сотен метров в час) проявляется на ограниченных участках, развивается неожиданно, но быстро затухает (пример тому может служить ст. метро проспект Непокорённых).

В результате солифлюкционного течения на склонах образуются специфические формы рельефа в виде потоков и террас. Потоки обычно концентрируются в неглубоких ложбинах, вытянутых строго в направлении падения склона и хорошо видны.

Солифлюкция создаёт различные формы микрорельефа, о чем мы изложено далее.

Наиболее распространённый тип деформации мёрзлых грунтов – пучение, связанное с увеличением объёма грунта в результате перехода воды из жидкой фазы в твёрдую.

Возникающие при этом положительные формы рельефа называются буграми пучения. Высота их обычно не более 2,0 метра. Часто в вершинной части они разбиты радиальными морозобойными трещинами. Если бугры пучения образовались в пределах торфянистой тундры, возникают условия, благоприятствующие нарастанию торфа, и ледяные или мёрзлые ядра таких бугров, а вместе с ними и сами бугры, получившие название торфяных, могут существовать долгое время. Торфяные бугры образуют группы, но встречаются и одиночные бугры. Высота их от 3 до 7 метров, форма различная, но чаще округлая, склоны и вершины обычно изрезаны трещинами. Торфяные бугры часто отделены друг от друга извилистыми болотистыми каналами (ерсеи).

При подтоке к месту пучения межмерзлотных или подмерзлотных вод образуются очень крупные бугры с ледяным ядром. Из трещин в торфяном покрове бугров в летнее время вытекает вода. Такие бугры нередко называют гидролакколитами. Высота их до 70 метров, диаметр основания до 200 метров. На топографических картах для обозначения этих бугров применяют термин «булгуннях».

Если подземные воды (межмерзлотные или подмерзлотные) находят выход на поверхность, они образуют особые ледяные формы рельефа – наледи.

Наледями называют ледяные образования, возникающие в результате замерзания воды, выходящей на поверхности реки или почвы.

Наледи бывают *речные и грунтовые*.

Речные наледи образуются зимой, во время сильных морозов, и достигают размеров в несколько квадратных километров, имея толщину льда в несколько метров. Зимой реки покрываются слоем льда, который постепенно утолщается и водный поток оказывается зажатым в ледяной трубе с водоупорными стенками. По мере нарастания льда эта ледяная труба сужается, вода выходит на поверхность, взламывая речной лёд или, просачиваясь в ещё не промёрзшие речные наносы по бокам русла, вода замерзает; лёд покрывается вновь поступившей тем же путём водой и образуется в результате этого толстый лёд.

Летом наледи тают, но наиболее крупные по площади и толщине ледяного слоя, сохраняются, заметно уменьшаясь в своих размерах. Нередко русло реки (летом) располагается под наледью, и река течёт как бы в ледяном туннеле. Как правило, наледи образуются ежегодно на одних и тех же местах.

Грунтовые наледи образуются в результате сильного увеличения напора грунтовых вод, (в местах выхода грунтовых вод), циркулирующих в замерзающем деятельном слое. Располагаются они чаще по склонам холмов или у их подошв, т.е. в местах, где летом выходят на поверхность грунтовые воды в виде источников.

В районах развития вечной мерзлоты характерны пучения грунтов, при которых деформируются асфальтовые и бетонные одежды дорог, разрушаются рельсовые пути и нарушаются положения геодезических знаков (грунтовых реперов) вплоть до их выбрасывания на поверхность. Поэтому, при установке реперов, применяются специальные меры и особые конструкции геодезических знаков.

Термокарстовые явления представляют собой процесс местного проседания поверхности почвы и образования отрицательных форм рельефа за счёт вытаивания подземного льда, содержащегося в рыхлых горных породах.

Эти явления развиваются на горизонтальных или слегка наклонённых поверхностях и в понижениях.

Скопления вод атмосферных осадков или талых грунтовых вод в замкнутом водоёме и его прогревание за летний сезон вызывает протаивание грунта, что обуславливает его просадку, вследствие уменьшения объёма растаявшего грунта.

Термокарстовые процессы в областях распространения вечной мерзлоты в ряде случаев развиваются под влиянием деятельности человека: после рубки леса, под пашней, при рытье канав, на участках лесных пожаров и т.д. Типичные карстовые формы в условиях вечной мерзлоты редки, а на равнинах с маломощным деятельным слоем – отсутствуют.

В результате термокарстового процесса образуются западины, блюдца, котловины оседания, провалы, воронки, озера. Сухие и заполненные водой ложбины и другие замкнутые отрицательные формы рельефа.

Рельеф образованный морозобойными трещинами делится на поверхность плоско-полигональную и валико-полигональную.

Полигональная поверхность – это формы микрорельефа, представляющие собой правильные многоугольники (пяти-шести угольники) диаметром до нескольких метров, разделённые трещинами.

Их образование связано сдавливанием мелкозёмного грунта со всех сторон. Морозобойным трещинам соответствуют понижения в рельефе. Эти формы рельефа возникают в случае, если трещины не проникают глубже сезоннопромерзающего слоя грунта.

Если морозобойные трещины проникают глубже, в них образуются ледяные клинья, не успевающие растаять за тёплый сезон года. С течением времени они растут (и в глубину, и в ширину), разбивая мёрзлую породу на отдельные блоки. Если вмещающая растущие клинья порода достаточно пластична, она выжимается в стороны и вверх по контакту с ледяными клиньями, образуя валики. Так возникают валиковые вогнутые полигоны. Высота валиков колеблется от 0,2 до 0,75 метра, ширина трещин, разделяющих блоки, достигает 1,0 метр, а поперечник полигонов — 25-30 метров.

Среди структурных грунтов различают: каменные многоугольники, каменные кольца, каменные полосы.

Каменные многоугольники – слегка выпуклые участки (пятна) вязкого мелкозёма, окружённые валиками камней. Если каменные валики соседних пятен не касаются друг друга, образуются каменные кольца. Поперечник каменных колец и многоугольников в полярных тундрах колеблется чаще всего от 1 до 2 метров, в гольцовом поясе гор – от 0,25 до 0,5 метра. Ширина каменного бордюра 30-50 см. Сортировка материала при

образовании каменных колец и многоугольников происходит путём вымораживания более крупных обломков и смещения их к краям пятен, состоящих из мелкозёма. На наклонных поверхностях под влиянием солифлюкции каменные многоугольники приобретают продолговатую форму, вытягиваясь сверху вниз по склону в виде фестонов, при более крутом падении они превращаются в каменные полосы, чередующиеся с полосами из мелкозёма. Ширина полос может варьировать в значительных пределах – от 5 см до 5 метров.

В подзоне лесотундры широко распространены участки, поверхность которых осложнена буграми различной формы, высоты которых колеблются от 1,5 до 7 метров, а поперечник обычно не превышает 30 метров.

Вершины бугров выпуклые, кочковатые, иногда изображённые трещинами в несколько десятков сантиметров глубиной и до 20 сантиметров шириной. Склоны бугров довольно крутые, покрыты растительностью: полярной берёзой, багульником, вереском, голубикой, брусникой и другими растениями.

В верхних частях склонов эта растительность сменяется лишайниками, что придаёт буграм беловатую или светло-серую окраску.

Бугры сложены или сплошь торфом, или же суглинком, прикрытым слоем торфа. Внутри бугра имеется мёрзлое ядро, которое залегает на глубине 1-1,5 метра и повторяет в общих чертах поверхность бугра.

На понижениях заболоченных участках вследствие избыточного увлажнения развивается богатая растительность: сфагновый мох и др.

Неровная поверхность вечномёрзлого грунта, перегибы склонов и всякие другие неровности задерживают движущийся пльвун на склоне. Следовательно, образуются плоские вздутия в виде бугорков и валиков.

Вечная мерзлота тормозит процесс глубинной эрозии. Склоны оврагов обрывистые вследствие систематического обрушивания грунта в пределах деятельного слоя. Ниши обрывов пологие, V-образные, типичные для комплекса водно-эрозионных форм.

Изображение криогенных форм рельефа на топографических картах имеет свои особенности. Так многие

бугры, выражающие в масштабе карты, наносятся горизонталями. Если не выражаются горизонталями, то их изображают знаками курганов коричневым цветом. При этом указывают их относительную высоту в метрах и дают пояснительную подпись (например, *булгуннях*).

Термокарстовые формы рельефа отображаются условными знаками ям, воронок или специальным площадным условным знаком. При этом делают пояснительную подпись (например, *термокарст*).

Площади, занятые наледями, на картах заполняют точками синего цвета. Синими подписями дают пояснительные подписи: наледь, грунтовая наледь, сезонная наледь. Реки под наледями изображаются точечным пунктиром синего цвета.

9. Формы рельефа, обусловленные деятельностью ветра и биосферы

9.1 Ветер и биосфера

Что способствует образованию ветра, в какой среде он создаётся (образуется). На этот вопрос необходимо остановиться прежде чем говорить о самом ветре.

Биосфера – одна из составных частей географической оболочки. Биосфера – оболочка Земли, населённая живыми организмами. Термин «биосфера» употребляется в нескольких значениях. В наиболее широком смысле к биосфере относят не только ту наружную область Земли, в которой существует жизнь, но и все сферы, в разной мере видоизменённые жизнью. Такой смысл вкладывал в этот термин великий русский учёный В.И.Вернадский, который относил, например, к биосфере и верхнюю часть земной коры, включая гранитный слой. Биосфера в таком понимании примерно совпадает географической оболочкой.

В узком смысле под биосферой понимают совокупность живых организмов, населяющих земную поверхность. Термин «биосфера» был впервые применён австрийским учёным Э. Зюссом.

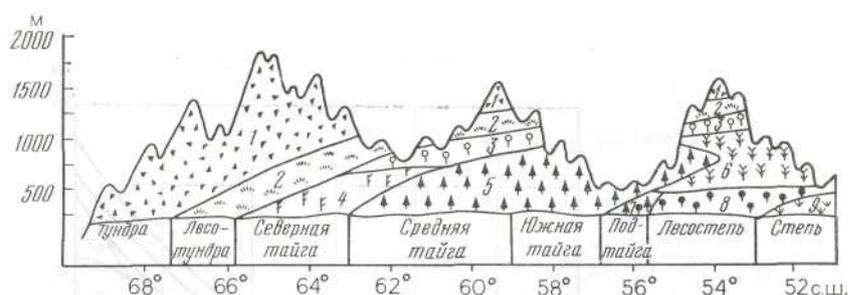


Рис. 33 Схема высотной поясности западного склона Уральского хребта:

1 — гольцы; 2 — горная тундра; 3 — горные березняки и луга; 4 — горная лесотундра и редколесье; 5 — горная темнохвойная тайга; 6 — горная светлохвойная тайга; 7 — горные смешанные леса; 8 — горные широколиственные леса; 9 — горная лесостепь

9.2 Понятие о работе ветра

Ветер – движение воздуха в горизонтальном направлении. Он возникает и поддерживается действием барического градиента, сообщаящего массам воздуха ускорение в направлении от более высокого к более низкому давлению. Ветер дует перпендикулярно к изобарам. Чем выше значение горизонтального барического градиента (уменьшение атмосферного давления на каждые 100 км направления, перпендикулярного к изобарам), тем скорость ветра больше.

Каждому, вероятно, приходилось видеть, что даже лёгкий ветерок может поднимать с поверхности земли облака пыли. Более сильный ветер несёт песок, а сильные бури в состоянии увлекать камни, величиной с куриное яйцо. (Так, ежегодно из пустыни Сахара в Атлантический океан, выносит от 60 до 120 млн. тонн пыли, поднимаясь вверх на 3-5 км примерно на расстояние 2500-3500 км). Ветер способен не только уносить пыль, песок и другие продукты выветривания и разрушения горных пород, но он может и сам отрывать, развеивать и разрушать горные породы.

В степях на распаханых чернозёмах и на осушённых, лишённых растительности болотах, происходит ветренная эрозия почв, т.е. ветер уносит от 10 до 125 тонн почв с 1 га, образуя пыльные бури. Величина переносимого обломочного материала зависит от силы ветра. В пустынях ветер переносит песок, пыль, щебень образует ветровую корразию – истирание пород, т.е. стачиваются выступы твёрдых пород, формируются желоба и царапины.

Захват и вынос воздушным вихревым потоком рыхлого материала, называется дефляцией.

Обтачивающее действие песчинок может сказываться на горных породах только до той высоты, до которой их поднимает ветер. Во время ураганов давление движущегося достигает 111 кг на 1 м². Ветры меньшей силы обладают меньшей динамической способностью, но зато они дуют чаще и продолжительнее, в силу чего действие их на твёрдые горные породы не меньше, чем сильных ураганов.

Ветер в пустынях и на песчаных массивах активно участвует в преобразовании рельефа земной поверхности. Ветер не сглаживает поверхность суши, а делает ее более неровной.

Геоморфологические процессы и формы рельефа, связанные с деятельностью ветра, называются эоловыми.

В песках, горных районах, пустынях ветер создаёт разнообразные формы рельефа, происходит обнажение геологических структур. О характере деятельности ветра в вышеперечисленных районах мы рассмотрим далее.

Следовательно: деятельность ветра проявляется в разрушении горных пород, переносе и отложении обломочного материала.

Образование форм рельефа незакреплённых песков, полужакреплённых песков. Образование форм песчаного рельефа внепустынных областей. Особенности форм рельефа каменистых, горных и глинистых пустынь.

Пустыни – географические ландшафты умеренного и жаркого поясов, характеризующиеся крайней засушливостью и континентальностью климата, исключительно разреженным растительным покровом и засоленными почвами.

Они образуются в областях высокого атмосферного давления, где наблюдается резкий дефицит влаги.

Песчаные пустыни распространены очень широко. В Средней Азии их называют кумы, в Северной Африке – эрги, в Аравии – нефуды. Песчаные пустыни представляют собой древние аллювиальные равнины, покрытые сверху слоем рыхлых отложений рек, озёр морей и ледников. Эти отложения представлены чаще всего песком, из которого ветер различные микроформы рельефа пустынь. В этих пустынях преобладают разнообразные и всевозможные эоловые формы рельефа. Их тип зависит во многом от степени закреплённости песков растительностью.

Основными формами рельефа закреплённых (неподвижных) и полужакреплённых песков являются: песчаные гряды, ячеистые пески, лунковые пески, бугристые пески.

Песчаные гряды – пески, закреплённые растительностью. Гряды – большей частью симметричные, с овальными или плоскими вершинами: в продольном профиле имеют волнистый вид с чередованиями повышений и понижений. Высота достигает 80 метров, ширина 50-80 метров, но бывают и большие размеры.

Если кроме основного ветра, дуют ветры и других направлений, между грядами появляются перемычки по высоте ниже, чем основная гряда. Такой рельеф называется грядово-

ячеистым. Ячеистый рельеф пустынь характерен для пустынь Средней Азии и Казахстана. Котловины или ячейки имеют ширину от нескольких десятков до сотен метров и примерно равную глубину, исчисляемую несколькими метрами.

В районах, где господствующие ветры сменяются ветрами, несколько меньшими по силе и почти противоположных направлений, формируется особая разновидность песчаного рельефа – лунковые пески. Лунки – дефляционные котловины асимметричной формы, напоминающий как – бы след лошадиного копыта гигантской величины по форме. Песчаный вал достигает 15 метров высоты и 70 метров глубины ячей (Каракумы).

В районах полужакреплённых песков местами встречаются скопления пологих песчаных холмов высотой до 8 метров, имеющих разнообразное очертание в плане. Такие формы песчаного рельефа называют бугристыми песками. Образование песчаных бугров происходит в результате частичного закрепления открытых песков растительностью. Когда растения своей мощной корневой системой закрепляют отдельные участки песков, рядом лежащие участки развеваются ветром. В результате этого образуются расположенные в беспорядке холмы. Нередко холмы перекрывают друг друга и сливаются в короткие гряды с несколькими округлыми вершинами. Между холмами образуются замкнутые впадины различной формы и размеров.

Разновидностью бугристых песков являются кучевые пески высотой 1-1,5 м, образованные скоплениями сыпучих песков под небольшими кустами растений. Кучевые пески, как и бугристые, являются неподвижными Фомами рельефа. При их изображении на топографической карте важно сохранить форму расположения, высоту, а также образующую их растительность, например тамариск.

Все рассмотренные формы рельефа являются типичными для участков, закреплённых растительностью, и полужакреплённых песков. Там, где растительность отсутствует или уничтожается, например интенсивном выпасе скота, развиваются формы рельефа открытых (подвижных) песков. К ним относятся барханы и барханные цепи.

Барханы – наиболее распространённая форма оголённых песков равнинных пустынь. Они образуются при наличии

небольшого количества сыпучего песчаного материала, подстилаемого твёрдым грунтом. Барханы имеют в плане серповидную форму. Наветренный слой пологий (5-14 градусов), подветренный слой вогнутый и крутой (около 30 градусов). Пересечение склонов в верхней части бархана образует гребень, понижаясь, переходит в рога бархана. Высота одиночных барханов не превышает 3-5 метров, а иногда достигает 10-15 метров. Одиночные барханы встречаются сравнительно редко. Больше распространение имеют так называемые групповые барханы – два или несколько одиночных барханов, сросшихся своими рогами в единое целое. Бархана - подвижные формы рельефа. При больших устойчивых ветрах одного направления барханы передвигаются со скоростью до 10-12 м в месяц. Барханные гряды напоминают песчаные реки. Это огромные соединившиеся вдоль направления ветра барханы длиной до сотен километров, высотой до 500 метров, шириной до 1 километра при расстоянии между гребнями 4-5 километров.

Несколько барханов, располагаясь рядом и сливаясь своими краями, образуют барханную цепь.

Пирамиды (пирамидальные дюны) – песчаные образования высотой до 300 метров, от вершины которых расходятся гребни, ограниченные вогнутыми склонами. Они возникают в результате аккумуляции песка в одном месте ветрами разных направлений, имеющими свои собственные области питания песчаного материала. Песок откладывает на гранях пирамиды восходящими воздушными токами перегретого воздуха. В Северном Дагестане пирамидальная дюна Сарыкум имеет высоту до 150 м.

В условиях влажного климата перевиваемые пески встречаются реже. Это или аллювиальные отложения современных рек, или пески на берегах морей, озёр. Обычно такие пески – полужакрепленные или закрепленные, они хорошо увлажнены, и лишь верхние горизонты высыхают под действием солнечных лучей и могут развеиваться ветром. Все чаще встречаются пески вторичного развеивания, которые появляются в результате хозяйственной деятельности человека, когда нарушается дерновый покров, пески оголяются и начинается дефляция. Напомню, что дефляция – это захват и вынос вихревым потоком рыхлого материала.

На берегах морей при чётко выраженном преобладании ветров с моря в сторону суши образуются параллельные берегу донные гряды.

При их образовании песок выдувается в сторону континента. Полоса гряды будет сложена из ряда близко расположенных или сплавляющихся одна с другой продольных дюн. Со временем гряды зарастают растительностью. При вторичном выветривании крайней гряды в отдельных местах, лишённых растительности, формируется дифляционная котловина. Выдутый и провеянный сухой песок накапливается на подветренном склоне и затем передвигается дальше вглубь континента. По краям бугра будут оставаться песчаные полосы, образуя параболическую дюну, в которой вогнутый склон пологий, а выпуклый крутой. Высота дюн составляет от нескольких метров до 200 метров. Это – дюны Прибалтики, древние дюны на зандровых равнинах.

Дюны подвижны и перемещаются со скоростью до 20 метров в год. При своём движении вглубь суши дюны засыпают леса, луга, селения (Калмыкия). Через ряд лет засыпанный лес, уже погибший, вновь появляется из-под переместившейся дюны. При выносе ветром далеко вперёд головной части параболической дюны на её месте остаются только две параллельные гряды. Движение песков можно остановить, если посеять траву, кустарник, сосны. Только на пляже и на наветренной стороне дюны будет тогда непрерывно действовать прибой и ветер. Менее подвижны озёрные и речные дюны в низовьях Днепра, Волги, Урала, по берегам Иртыша, Оби, Селенги, Лены.

Для зандровых равнин и тундр характерны кольцевые дюны. В таких районах пески обычно задернованы. При нарушении дернового покрова начинается дифляция и образуется котловина – ярей. И если дуют ветры всех румбов и одинаковой силы, вокруг котловины насыпается вал кольцевой дюны.

На берегах морей, озёр, в поймах рек, где имеются отложения песков, встречаются кучевые пески или кучугуры. Они образуются вокруг кустарников. Если засыпанный песком кустарник погибнет, бугор, лишённый защиты, развивается и песок переносится в другие места.

В песчаных пустынях часто встречаются в понижениях такие виды форм рельефа как такыры и шоры.

Такыры – ровные горизонтальные площади с твёрдым, чаще всего глинистым грунтом. Обычно такыры являются днищами плоских впадин. В пустынных условиях в этих впадинах эпизодически возникают озера, питаемые талыми и дождевыми водами. При этом в них отлагается тонко отмученный материал и различные соли. При высыхании на такырах появляется густая сеть трещин, расчленяющих его поверхность на систему мелких многоугольников. Средняя мощность слоя таких глинистых отложений, перемешанных с песком, достигают 1-2 метра и более.

На топографических картах такыры показываются специальным условным знаком, такыры больших размеров (более 25 мм в масштабе карты) оконтуриваются точечным пунктиром.

Шоры, или ссоры – это понижения рельефа, дно которых занято солончаками. Во влажное время года дно шора топкое, покрыто солёной грязью или водой, а в сухое представляет мелкокочковатую поверхность, образованную засохшей грязью и белыми выцветами солей. Под такой мокрой засохшей грязи, которая обычно проваливается при движении пешехода или машины, лежит пухлый мучнистый слой грунта значительной вязкости. После выпадения продолжительных дождей шоры непроходимы для всех видов транспорта.

Обычно в каждой пустыне встречаются песчаные, каменистые и глинистые участки поверхности. И если ту или иную пустыню называют песчаной или глинистой, то лишь в силу преобладания в ней песчаных или глинистых пространств среди других.

Глинистые пустыни (по арабски - сериры). Образуются в тех же климатических условиях, что и песчаные пустыни, но их грунты и почвы имеют большую солёность, и они имеют совершенно иной рельеф. Эти пустыни сложены глинами, лёссами, лёссовидными суглинками.

Каменистые пустыни (по арабски – хамады) развиваются на слабо поддающихся выветриванию коренных породах, почти лишённых почвенно-растительного покрова. Поверхность их сложена щебнем или окатанной галькой. Для предгорных каменистых пустынь типичны сухие русла, замкнутые котловины, нависающие обрывы, горы-останца причудливой формы и обширные каменистые россыпи. Растительный покров каменистых пустынь крайне изреженный, представлен

кустарничками и травами, занимающими сухие русла и полузатенённые места впадин.

Горные пустыни приурочены к низким горам или же представляют собой внутриконтинентальные нагорья в зонах пустынного климата. Горы эти бедны источниками воды и лишены растительности. Внешний вид гор зависит от происхождения, литологического состава и трещиноватости пород. Происхождение гор обуславливает внешний вид и дальнейшее их развитие под влиянием выветривания, диффузии, коррозии, водной эрозии и других процессов. Различную форму имеют столово-глыбовые, складчатые и складчато-глыбовые горы (аналогичные горы Афганистане, Чеченской республике).

В столово-глыбовых горах на стадии разрушения их окраины расчленяются на отдельные останцы, похожие на бахрому (горы-отторженцы). В этот период происходит активное расчленение обрывов плато склоновыми процессами, отчего образуются овраги и от массива гор отчленяются останцы. Рядом с плато останцы имеют плоскую вершину и форму трапеции, а более удалённые в сторону пустыни останцы больше разрушены и приобретают коническую форму.

При почти полном разрушении плато на его месте остаётся наклонная равнина – педиplen и горы – свидетели с крутыми склонами у подножия с осыпями или без них, что зависит от свойств горных пород.

Складчатые горы имеют резкие, изломанные очертания. В начальной стадии развития они представляют собой чередование невысоких, часто скалистых гряд с крутыми склонами. Гребни таких гор острые. Склоны расчленены сетью глубоких рытвин V-образные или плоские, выстланные щебнем. Дно долин сухое, иногда там протекают небольшие ручьи, питаемые родниками. Осыпи не накапливаются у подножия склонов, так как обломочный материал выносятся селями в предгорья.

В складчато-глыбовых горах чередуются резко выраженные скалистые хребты с участками древнего пенеplена. Горы разделены бессточными котловинами, выполненными рыхлыми продуктами разрушения горных пород. Более грубые обломки накапливаются у подножия склонов. В центральной части такой впадины сточные воды откладывают пески и илы.

9.3 Общие сведения о рельефообразующей деятельности человека, животных и растений

К числу форм рельефа непосредственно созданных руками человека можно, например, отнести следующие: террасы на склонах в южных районах, сооружаемые для посева риса, которые для его роста требуют постоянного избыточного увлажнения; выположенные склоны, выемки, насыпи, карьеры, отвалы пустой породы в виде крупных искусственных холмов – терриконов около шахт; искусственные куполообразные холмы-курганы в местах древних захоронений.

В результате жизнедеятельности организмов возникают различные формы рельефа, которые можно подразделить на следующие основные группы:

1. формы рельефа, обусловленные разрушительной деятельностью организмов
2. формы рельефа, обусловленные аккумулятивной деятельностью организмов.

Животные и растения производят разрушительную работу, которая часто проявляется гораздо многообразнее и сложнее, чем аналогичная деятельность различных агентов неживой природы (ветра, воды и др.). Наиболее крупными формами рельефа, обусловленными этой работой организмов, являются выворотни – крупные ямы, образованные корнями деревьев, вырванных ветром. Они могут достигать в поперечнике нескольких метров при глубине до 1 метра. Массовые ветровалы особенно характерны в некоторых таёжных районах, расположенных в зоне вечной мерзлоты, где преобладает корневая система поверхностного развития. Здесь иногда встречаются площади, изрытые ямами и осложнённые буграми, которые образованы выворотнями.

В морях встречаются коралловые сооружения (риффы, атоллы), образованные известковыми постройками коралловых полипов в тропических широтах и поднимающихся на несколько метров над морем. В тропических странах и на юге Средней Азии встречаются гнезда термитов в виде холмов, конусов, башен высотой до 15 метров и в поперечнике до 10 метров.

Длительные выпасы травоядных животных в одних и тех же местах приводит к тому, что на поверхности

вытаптывается множество ложбин и понижений, которые в сочетании с многоутоптанными местами делают поверхность кочковатой.

Аккумулятивная деятельность животных и растений приводит к большому разнообразию положительных форм рельефа. Здесь можно, например, указать на кочки-сурчины, представляющие собой выбросы грунта из нор. Однако наиболее крупные положительные формы рельефа образуются вследствие накопления растительных остатков в виде торфа.

Наиболее часто на поверхности верховых болот встречаются гряды, сложенные торфом. Вместе с разделяющими их понижениями (мочажинами) они образуют своеобразную грядо-мочажинную поверхность болот.

Высота гряд над поверхностью мочажин колеблется в пределах от 15 до 30 см и редко достигает до 50-70 см. она определяется высотой капиллярного поднятия воды, которая в слаборазложенных сфагновых торфах как раз составляет 15-30 см. наблюдается также связь между высотой гряд и процентным соотношением площади гряд и мочажин – чем больше площади гряд, тем меньше их высота. Из-за наличия грядового микрорельефа на участках болот с грядо-мочажинным комплексом характерна также комплексность растительного покрова.

10. Географические ландшафты и закономерности образования природных зон

10.1 Геосистемы

Актуальность изучаемой темы заключается в первую очередь с рациональным использованием земли, а также учётом сельскохозяйственных, городских и лесных земель (заказников, заповедников и др.).

Геосистемная концепция закономерности образования природных зон. В основе географического ландшафта лежит геосистемная концепция. Впервые в 1940 году учёный Бертолан увидел взаимосвязи влияния организмов друг на друга. Исследования в данной области развивались широко. Можно выделить два основных принципа системных образований:

- множество первичных элементов системы, наделённые определёнными свойствами;
- отношения между этими элементами по данному свойству, которые объединяют их в систему.

Система - множество элементов взаимодействующих между собой. Понятием, дополнительным к системе, является среда. Среда - это все то, с чем данная система взаимодействует.

Географическое пространство - структура тесно взаимосвязанных систем (природные воды, биокосная и живая материя - почвы).

В качестве суперсистемы на земле выступает географическая оболочка, её природа разнообразна из-за того, что в ней действует система разного вещественного состава (порода, вода, воздух, костная система, биокосная - живая и неживая).

Географическая оболочка стала формироваться, когда растущая планета приобрела возможность саморазвития, т.е. по завершении в основном аккреционного образования ядра и мантии. Каждая планета начинает в это время создавать свои внешние оболочки, отражающие особенности самостоятельного развития. На нашей планете такой оболочкой является земная кора, иногда отождествляемая с литосферой. Её изучение позволяет расшифровать возникновение и эволюцию географической оболочки.

Географическая оболочка, или глобальная геосфера, состоит из непрерывного комплекса частных геосфер, совместно

функционирующих в присутствии биоты, и это определяет специфические черты и особенности географической оболочки как единого целого.

Географическая оболочка включает в себя:

- Тропосферу до тропопаузы
- Гидросферу
- Педосферу почвы
- Криосфера сфера холода: к ней относят части географической оболочки, в которых температура опускается ниже 0° С
- Биосферу
- Верхний слой литосферы (осадочный покров), который образовался в результате взаимодействия всех сфер земли. Мощность географической оболочки составляет 30-35 км (20-30 км от поверхности земли и 4-5 км в её глубину).

Компонентами географической оболочки выступают:

- воздух
- вода
- горные породы
- живое вещество

Многие воспринимают поверхность земли как геоид. Однако, поверхность земли многомерное пространство.

При выработке понятия географического пространства существуют противоречия. Они возникают при попытке ответить на два основных вопроса:

1. Достаточно ли для описания географического пространства трёхмерного представления.

2. Достаточно ли для отражения сложных отношений существующих между предметами и явлениями только метрических свойств, характеризующих рассматриваемое пространство.

Отвечая на первый вопрос следует, что географическое пространство выделено из других пространств как системное иерархически организованное разнородная между элементами и отношениями пространство с огромным количеством свойств, прошедших сложную историю своего развития.

Отвечая на второй вопрос, следует, что он связан с представлением об особой форме пространственных отношении, позиционности, суть которой заключается в том, что любой объект или явление в пределах земного пространства не

существует вне отношений с другими объектами и должны рассматриваться только в тесной взаимосвязи с ним.

Карта географическая модель пространства должна отображать свойства местности, отображать структуру ландшафта и природной сферы.

Анализ строения и динамики географической оболочки в значительной степени производится по картам. Именно по картам были выделены основные закономерности её строения - сформулированы законы географической зональности, установлены закономерности строения континентов и океанов и т.д.

Почти каждый объект, расположенный в пределах географического пространства может быть рассмотрен с позиции системного подхода. На Земле может существовать только то, что системно.

Основоположником системного подхода в географии были русские географы. Впервые в книге «Введение в учение о геосистемах» в 1878 году русский учёный Сочало изложил данную версию системного подхода в географии.

В слове геосистема первая часть указывает на территориальную привязку данной системы географического пространства, что коренным образом отличает ее от других систем. При этом в природе существуют только открытые системы.

Системы характеризуются двумя группами понятий:

1)определяют внутреннее строение системы: компонент, элемент, связь, отношения, среда, целостность, структура, организация и др.

2)понятия относящиеся к функционированию системы: функция, устойчивость, равновесие, регулирование, обратная связь, управление.

Кроме того, геосистемы характеризуются с точки зрения формирующих их процессов. К ним относятся: генезис, эволюция, становление и др.

Системы на земле выступают в виде матрёшки: одна в другой.

Геосистемные образования изучают географы, биологи, математики, физики, химики, картографы и др.

Задачи специалистов по изучению геосистем:

Объектом изучения географом геосистемных исследований

являются сами геосистемы: как формировались, развиваются и проходят своё развитие.

Главная его задача является проанализировать закономерности развития и дать прогноз развития системы.

Биолог должен знать изучение биоценоза - живого элемента, присутствующего в системе, раскрыть его механизм существования в этой системе.

Математики должны создать модели геосистем совместно с другими специалистами описать, как система функционирует, разработать теоретическую и практическую модель.

Физик должен определить радиационный и тепловой баланс в системе, какие физические явления происходят в географической оболочке, электромагнитные свойства

Задача картографа заключается в создании графической модели геосистемы, позволяющей наглядно анализировать способы отображения, как отдельного географического урочища, так и геосистемы в целом.

При взгляде на земную поверхность обращают на себя внимание различные формы пространственного расположения географических объектов. Ландшафтный рисунок Земли представляет собой сложное наложение элементов разного возраста, происхождения, уровня организации, а расшифровка рисунка позволяет раскрыть происхождение явлений, их динамику, причинно-следственные связи и, в конечном счёте - закономерности функционирования географической оболочки и её компонентов.

Многие физико-географические явления распределяются на земной поверхности в виде вытянутых вдоль параллелей или субширотно полос. Эта пространственная структура свойственна, прежде всего, климатическим, гидрологическим, гидрохимическим явлениями, почвенному и растительному покрову. В основе такого пространственного распределения находятся закономерности поступления к Земле солнечной радиации, которое убывает в среднем от экватора к полюсам пропорционально величине $\cos \nu$, где ν - широта. В течение года, вследствие изменения угла наклона земной оси к плоскости орбиты, характер поступления солнечной радиации меняется.

В атмосфере потоки солнечной радиации преобразуются (отражаются, поглощаются), поэтому распределение солнечной радиации, поступающей к земной поверхности, усложняется.

Главная закономерность, свойственная заатмосферному распределению солнечной радиации, - её убывание от экваториальных широт к полярным - сохраняется у поглощённой радиации, радиационною баланса, температуры воздуха.

Существуют 7 климатических поясов (экваториальный, субэкваториальный, тропический, субтропический, умеренный, субарктический, арктический). Атмосферное давление в этих поясах чередуются: то пониженное, то повышенное. По названию климатических поясов аналогичным образом называются и географические пояса.

Геосферы, как правило, проникают друг в друга. Тем не менее наблюдается тенденция формирования вертикальной ярусности геосфер, которая упорядочивает их соответственно их удельному весу преобладающих типов веществ.

Нижний ярус занят земной корой, состоящей из наиболее плотного вещества. На материках верхний ярус земной коры представлен стратосферой (слоем осадочных пород), которая на самой поверхности преобразована в кору выветривания и почву. В океанах земная кора сменяется слоем воды. Верхний слой и на материках, и в океанах - атмосфера. Эту схему осложняет присутствие в некоторых районах земного шара морских и материковых льдов, которые занимают место, соответствующее их удельному весу. Что касается живых организмов, то они не образуют сплошного слоя, но все же располагаются «на своём месте», т.е. в почве и над ней.

Существует пять комбинаций вертикальных сочетаний геосфер:

- 1) земная кора + тропосфера (наземный вариант ландшафтной сферы);
- 2) ледовая оболочка + тропосфера (ледовый вариант);
- 3) земная кора + тропосфера + океан (земноводный вариант);
- 4) океан + тропосфера (водный или водно-поверхностный вариант);
- 5) земная кора + океан (донный или подводный вариант).

Вертикальная ярусность проявляется в пределах отдельных оболочек. Так, на суше выделяются следующие ярусы: низменных равнин, низко горный, среднегорный, высокогорный. Ярусами можно считать и высотные пояса ландшафтов.

В пределах географических поясов выделяют ландшафтные (географические) зоны. При этом основными факторами их

выделения являются теплоэнергетика и условия увлажнения.

В низких широтах (до 30°) фактором произрастания растительности является влага, ибо тепла здесь достаточно. Здесь формировались саваны, тропические пустыни. В высотных широтах (до 60° и выше) лимитирующими факторами является тепло, а осадков здесь в избытке. Поэтому здесь сформировались лесотундра и пустыни. Здесь наблюдаются формирование других природных зон.

Географическая поясность мирового океана выражена более чётко, чем на суше, т.к. здесь отсутствует фактор рельефа.

10.2 Особенности рельефа горных стран. Особенности рельефа равнин

Роль рельефа в формировании географического ландшафта. Рельеф оказывает активное участие в перераспределении тепла и влаги наземной поверхности. Основными видами рельефа являются горный рельеф и низменный рельеф (рельеф равнин).

Горный рельеф препятствует переносу влажных масс, коренным образом изменяет особенности образования ландшафтных структур из-за солнечной радиации и климатических явлений.

Основа формирования горного рельефа является гора, т.е. резкое и локальное возвышение земной поверхности над более или менее равнинной территорией и характеризуются отчётливо выраженной подошвенной линией. Горы имеют высоты более 200 метров с чередованием хребтов и долин, с преобладанием наклонных поверхностей.

Горообразование происходило особенно активно в отдалённые геологические эпохи.

Горные вершины по своему внешнему облику бывают трёх типов:

- округлые или куполообразные;
- заострённые в виде пиков;
- с плоской поверхностью и крутыми склонами.



Рис. 34 Горная страна



Рис. 35 Виды горных вершин

Горы по своему происхождению делятся на:

- тектонические - которые появились в результате сложных тектонических движений земной коры;
- вулканические - появились в результате извержения магмы на поверхность земли или внедрения её внутрь земной коры;
- эрозионные горы, сформированные под воздействием процессов эрозии и денудации, рельеф в которых предопределяется геологическими структурами и стойкостью горных пород к разрушению.

Для этих гор характерна структурность рельефа. К ним относятся средневысотные и низкие горы, сложенные осадочными породами складчатых структур. Это древние горы. Рассмотрим более подробно эти три группы гор.

Тектонические горы. Они образовались в результате воздействия на породы земной коры эндогенных сил. Это воздействие привело к нарушениям первоначального залегания слоёв, выражающемуся в образовании или различных складок без разломов, или смещённых по отношению друг к другу глыб, вследствие разломов земной коры. Эти явления характеризуют

собой процесс, именуемый горообразованием, и определяет структуру тектонических гор.

В случае отсутствия разломов земной коры, горы получают наименование складчатых. В противном случае они носят название сбросовых или глыбовых.

В настоящее время различают пять главных видов тектонических гор:

1. Покровные горы. Они сложены, преимущественно, лежащими складками и покровными надвигами, характеризующимися значительными горизонтальными перемещениями пород (к покровным горам относятся Альпы).

2. Складчатые горы. Эти горы сложены в основном, складками с незначительным участием надвигов и сбросов (Юрские горы, Урал).

3. Сбросово-складчатые горы. Они характеризуются преобладанием разломов. Отдельные глыбы таких гор имеют складчатую структуру; разломы возникают в момент образования складок (горы средней и северо-восточной Германии).

4. Глыбовые горы. Эти горы возникли только при помощи сбросов и поднятий, причём пласты не претерпели изгибов, а остались или горизонтальными или слабо наклонёнными в одну сторону (некоторые горы Северной Америки и Германии).

Складчато-глыбовые или остаточные-глыбовые горы. Они характерны раздробленностью на отдельные складчатые глыбы. Эта складчатость образовалась в более раннюю эпоху горообразования, и раздробление на глыбы произошло гораздо позднее, только после длительного периода размыва и денудации (выравнивания) этого складчатого жёсткого участка земной коры (Алтай, Тянь-Шань, Верхоянский и другие хребты Восточной Сибири).

Вулканические горы. Образовались в результате накопления лавы, пепла и шлаков вокруг центров извержения. К этой группе гор относятся и лакколиты, образовавшиеся в результате раздвигания и некоторого подъёма магмой осадочных пород в виде купола. Иногда последующие процессы эрозии и денудации обнажают в вершине купола магматические породы. Извержение магмы может ограничиться внедрением её в толщу каменной оболочки по глубинным трещинам, по путям, проложенным самой магмой в результате прославления или прорыва слагающих литосферу пород.

Эрозионные горы. Это сильно расчленённые работой текучих вод горы, сложенные не дислоцированными слоями. Такое расчленение возможно только при низком положении базиса эрозии, для чего необходимо соблюдение весьма редкого условия постепенного поднятия земной поверхности над уровнем моря. Подобные движения земной коры имеют место, как правило, и при образовании тектонических гор, что сближает друг с другом оба эти типа гор.

Таким образом, основная расчленённость гор и нагорьев, которая выражается в значительных колебаниях высот, обязана, преимущественно, тектонике. Однако, последующие эрозионные процессы сильно изменяют роль тектонических процессов в морфологии гор и ведут к несоответствию тектонических форм с современным рельефом.

Нередко даже имеет место обратное явление (тектоническая версия), при котором положительным тектоническим формам соответствует отрицательный рельеф или наоборот (речная долина на оси антиклинали, возвышенность на ядре синклинали, сложенном твёрдыми слоями и пр.). Это наблюдается при наличии перемещаемости пород различной твёрдости, более твёрдые из которых, отпрепарированные денудацией, могут выступить в виде горных вершин, хребтов и цепей.)

Кроме вертикального расчленения, каждая горная страна характеризуется также и горизонтальным расчленением, которое обуславливает то или иное положение в плане долин и хребтов.

Различают три типа горизонтального расчленения:

- лучеобразное или радиальное расчленение;
- перистое или поперечное расчленение;
- решетчатое расчленение.

Основными морфологическими элементами гор или нагорий являются: подошва, предгорья, склоны, гребни, вершины.

Под подошвой понимают линию, которая, отделяя гору или нагорье от равнины, представляет собой вогнутый перелом топографической поверхности. В плане подошва выражена в виде замкнутой линии, очерчивающей основание или базис нагорья.

При наличии плавного постепенного перехода от равнины к нагорью, такую полосу именуют предгорьем. Его рельеф весьма различен (холмы, увалы и пр.), однако преобладающим является развитие слабо наклонных (от гор) равнин.

Основными факторами, определяющими рельеф той или иной горной области, являются: крутизна и относительная высота склонов, т.е. форма их профиля.

Крутизна склонов в горных странах весьма различна: она обычно изменяется от 10° - 20° вплоть до отвесной.

Высоты и крутизна склонов гор зависит от ряда причин, из которых основными являются: свойства горных пород (стойкие и нестойкие против процессов выветривания), особенности климата, тектоника гор, их возраст, интенсивность эрозии и др.

Стойкие породы (песчаники, известняки, изверженные породы) образуют при их разрушении обрывистые склоны.

Породы неустойчивые или слабоустойчивые (глины, глинистые сланцы, мергели) образуют сглаженные, пологие склоны. Тектоническая структура, от которой зависит чередование и мощность стойких и неустойчивых пород, определяет основное размещение склонов различной высоты и крутизны.

Заметно влияют на крутизну склонов климатические особенности. В областях с пустынным климатом резкость и крутизна склонов гор сохраняется дольше, чем в местностях с влажным и тепло-влажным климатом.

Возраст и интенсивность эрозионной деятельности играет немаловажное значение: древние горы, подвергшиеся за свою долгую жизнь длительной денудаций, характеризуются обычно, пологими склонами; при повторном подъёме страны такие горы могут вновь «омолодиться», т.е. приобрести значительную крутизну склонов, вследствие возобновления эрозионной деятельности.

Противоположные склоны горных сооружений могут быть симметричными и несимметричными. Эти явления зависят от ряда факторов, из которых основными являются: различная интенсивность эрозии, обусловленная тем или иным положением базиса эрозии, различные тектонические условия и пр.

При схождении вверху склонов горных цепей образуется гребневая линия.

Различают три типа гребней (рис. 36): острый; округлый; платообразный.

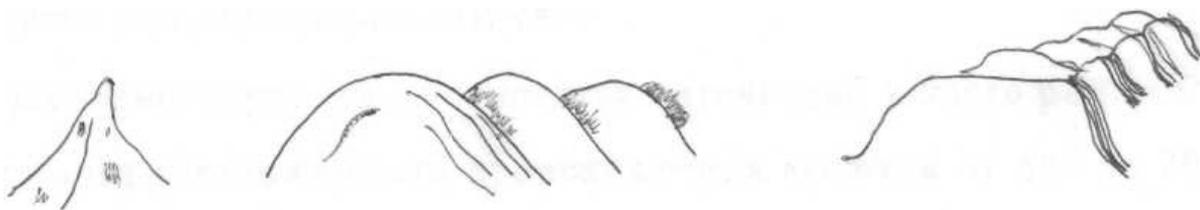


Рис. 36 Типы гребней

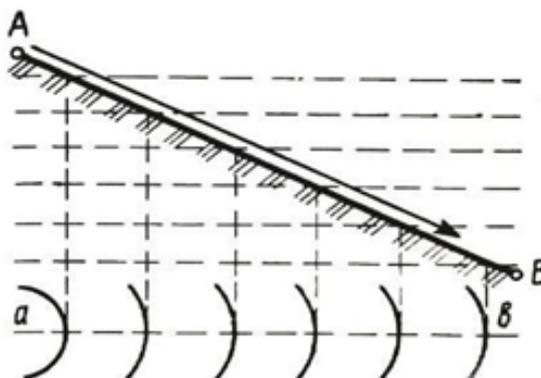


Рис. 37 Прямой (ровный) скат

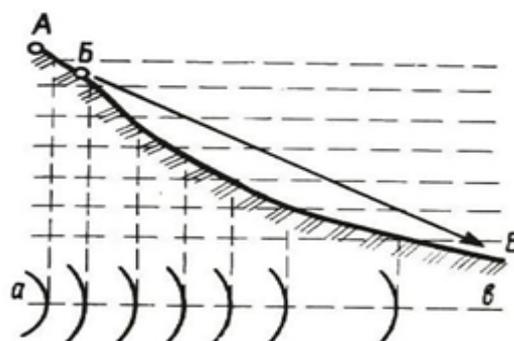


Рис. 38 Вогнутый скат

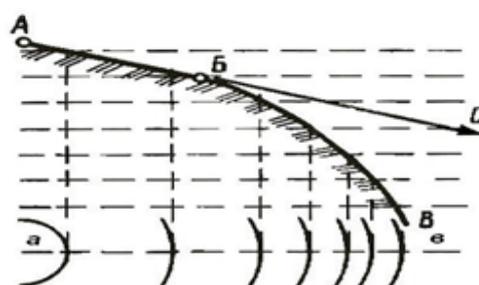


Рис. 39 Выпуклый скат

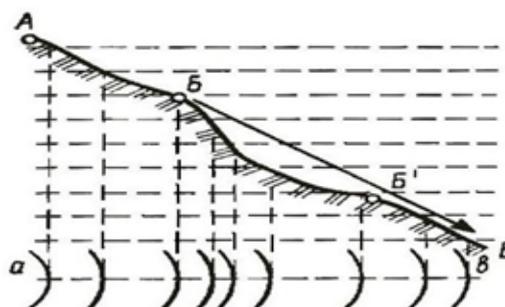
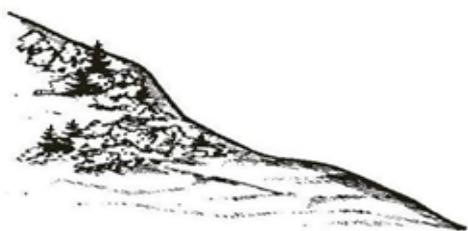


Рис. 40 Смешанный скат

На формирование типов горных вершин оказывают влияние ветер. Унося мелкие продукты разрушения пород, образующихся при выветривании, ветер оставляет крупные массивы пород, придавая частям гор своеобразный вид, хаотически нагромождённых глыб.

Горный рельеф может иметь различную классификацию. В существующей картографической практике выделяют три основных этапа гор: низкие горы, средне-высотные горы, высокие горы.

Рассмотрим эти три этапа.

Низкие горы. К этому классу гор относятся резко и глубоко расчленённые возвышенности с преобладанием относительной высоты от 175 до 400 метров на протяжении 2 км, абсолютные высоты 500-800 метров, отдельные вершины могут достигать 1000-1200 метров, крутизна склонов 5° - 10° . Горы могут быть с округлыми и угловатыми формами рельефа.

Своим происхождением низкие горы могут быть обязаны как тектонике, так и эрозионно-денудационным процессам.

Тектонические горы такого класса встречаются в предгорьях Кавказа и Копет-Дага, а также на Урале, Пайхое, Кольском полуострове и в Карелии.

Эрозионные горы развиты в областях глубокого расчленения некоторых частей эрозионного уступа правобережья реки Волги (Жигули). К этому типу относятся также остаточные горы в Сыртовом Заволжье, в Мугоджарах, в Предуралье и Зауралье

Эти горы свободно проходимы войсками во всех направлениях, территория имеет хорошо развитую дорожную сеть.

Средне-высотные горы. Сюда относятся интенсивно и часто расчленённые горы и нагорья тектонического происхождения высотой от 800 до 2000 метров, а иногда и до 3000 метров с амплитудами относительных высот от 350 до 1000 метров на протяжении 2 км, средняя крутизна склонов 10° - 25° .

По характеру рельефа эти горы аналогичны горам низким: они обладают как формами мягкими, так и резкими. Кроме того, к данному классу относится тип гор, характеризующийся комплексом резких форм с альпийским гляциально-эрозионным расчленением (южная и северная часть Урала, Кавказ, Закавказье, горы Кольского полуострова, Крым, Копет-Дага, Новая Земля, Полярный Урал и др.).

Высокие горы. Это крупные тектонические горные возвышенности с резким альпийским расчленением и комплексом форм с амплитудами относительных высот свыше 1000 метров на 2 км протяжения. Такого типа горы развиты в южных областях, где граница вечных снегов поднимается гораздо выше, чем в полярных районах. К горам такого класса относится Главный Кавказский хребет. Кроме того, для данного типа гор характерно наличие цирков, каров и трогов. Троги представляют собой корытообразной формы долину горной страны, образовавшуюся в результате эрозионной деятельности поверхностных вод и ледника, некогда заполнявшего долину. При своём движении по долине ледник сглаживал и округлял резко выдающиеся элементы рельефа, создавая этим троговую форму долин столь характерную для гор в областях бывшего оледенения.

Крутизна склонов высоких гор более 25° . Высоты гор более 2000 метров. Гребни гор узкие, зазубренные, выше снеговой границы (Кавказ, Памир, Алтай и др.)

Рельеф равнин характерен преимущественно для платформ. Равнина представляет собой, обычно, большую по площади область суши с незначительными превышениями относительных высот отдельных её частей (до 200 метров).

По отношению к уровню моря равнины могут быть расположены на самых различных высотах. По этому признаку условно различают равнины:

- низменные (низменности), лежащие не выше 200 метров; типичным примером этой группы является равнина Европейской части и Западно-Сибирская низменность, Турфанская впадина.

- плиты, располагающиеся на высоте от 200 до 300 метров (Русская плита, Подольская плита и др.).

- возвышенные (нагорные или высокогорные), расположенные на высоте более 300 метров (Среднесибирское плоскогорье).

Обширные участки приподнятых равнин с хорошо выраженными по краям называются плато.

По морфологическому признаку равнины подразделяются на три основных типа:

- слабо наклонные (до 0,4%) и наклонные (от 0,4% до 10%) равнины;

- вогнутые равнины;

- волнистые равнины.

В зависимости от преобладания рельефообразующих экзогенных процессов равнины делятся на: денудационные и аккумулятивные.

Денудационные равнины. Формируются результате выветривания горных пород, сноса продуктов разрушения с положительных форм рельефа в отрицательные и выравнивание рельефа земной поверхности. Они подразделяются на: цокольные, пластовые и абразионные.

Цокольные равнины (пенеплен) - древние поверхности выравнивания. Пенеплен представляет собой равнину, сложенную чередующимися пластами и массивами различных горных пород, с очень беспокойным залеганием. Последующее воздействие экзогенных сил послужило причиной выравнивания страны до степени «почти равнины» или «пенеплена», вследствие чего денудационная поверхность срезает под один уровень слои, независимо от их условий залегания. При этом чередование пород различной твёрдости создаёт некоторую волнистость рельефа, так как более твёрдые породы оказывают большее сопротивление силам выветривания.

Пластовые равнины более древнего фундамента залегания пород значительной мощности. Рельеф земной поверхности в основном соответствует структурным поверхностям ненарушенным пластов осадочных пород.

Абразионные равнины - образовались в результате разрушения берега морской абразией (т.е. размыва пород берега прибоем морских волн) в условиях медленного опускания, покрывшаяся наносным слоем терригенных осадков абразионная поверхность после подъёма дна моря и смыва наносов и представляет собой абразионную равнину

По характеру преобладающих процессов выравнивания денудационные равнины подразделяются на: абразионные (разрушенные), экзарационные (разрушения вследствие трения ледника о его ложе), эрозионные (размыв земной поверхности водой) и дефляционные (в результате захвата и выноса вихревым воздушным потоком рыхлого материала).

Аккумулятивные равнины являются наиболее распространённой группой равнин. Они образовались в результате накопления осадочных горных пород, реже жидкой лавы и заполнения этим материалом понижения. Они подразделяются на значительное количество типов:

аллювиальные, предгорные наклонные, морские, ледниковые моренные, зандровые, эоловые, озёрные, органогенные равнины. Рассмотрим их.

Аллювиальные равнины сложены в основном речными наносами. Они расположены в поймах рек, на речных террасах и в дельтах, а также занимают многие озёрные котловины. Аллювиальные равнины, особенно поймы и дельты, часто заболочены. Для этих равнин характерно наличие пойменного сложного микрорельефа и озёр стариц (дельта реки Волги и др.).

Предгорные наклонные равнины имеют сложное происхождение. Формируются они в итоге накопления аллювия в конусах выноса, у подножия гор. Поэтому уклон равнин постепенно уменьшается с удалением от гор. Предгорная наклонная равнина изрезана руслами рек (подножия Зайлийского Алатау до Капчагайского водохранилища изрезана руслами рек Иссык, Тургепь, Чилик и др.).

Морские равнины занимают огромные территории. Они образовались на месте морей. Обычно они сохраняют общий уклон поверхности в сторону моря. Молодые морские равнины отличаются плоскоравнинным слаборасчленённым рельефом. На них могут сохраняться остатки древних береговых налов и других форм рельефа морских побережий (Западно-Сибирская равнина и др.).

Ледниковые моренные равнины сформировались в районах древнего материкового оледенения Их рельеф характеризуется сложным сочетанием друмлинов, озов, камов высотой до 30-50 метров и понижениями между ними Конечные морены на ледниковых равнинах протянулись на значительные расстояния в виде гряд, возвышающимися над окружающим холмистым рельефом.

Зандровые равнины размещаются по внешнему краю древних материковых ледников. Они сложены преимущественно песками. Их однообразный равнинный рельеф значительно осложнён вследствие перевезания песков после отступления ледника. Понижения между песчаными буграми и дюнами часто заболочены (Полесская низменность).

Эоловые равнины распространены главным образом в пустынях (обусловленные деятельностью ветра). Развевая, перенося и аккумуляруя песчано-глинистые породы, ветер формирует бугристые пески, барханы, песчаные гряды и др. формы рельефа (Каракумы, Кызылкум и др.).

Озёрные равнины образовались на плоском дне спущенных озёр, сложенном озёрными осадками. На окраинах озёрных равнин часто расположены береговые валы, озёрные террасы и абразионные уступы, сформировавшиеся в процессе развития озёр. Озёрные равнины часто встречаются в Западной Сибири, Казахстане и Средней Азии на месте высохших озёр.

Органогенные равнины представляют собой поверхность обширных торфяных болот, где под мощными толщами торфа скрыты все неровности первоначального рельефа. Они могут быть на месте древних озёр, но возникают благодаря развитию торфяных болот вне озёрных котловин. Для этих равнин характерен слабо выпуклый профиль и различные небольшие бугры и гряды, свойственные микрорельефу верховых болот (Западная Сибирь).

Согласно принятой классификации типов рельефа области равнинных пространств существуют:

- плоские нерасчленённые или слабонерасчленённые равнины (амплитуды относительных высот до 10 метров на 2 км протяжения, в первом случае и до 25 метров на 2 км протяжения во втором случае);

- мелко-расчленённые и глубоконерасчленённые равнины и возвышенности (до 200 метров перепад высот на 2 км протяжения).

Перед топографами стоит задача правильно отобразить на топографических картах тип равнин с выделением характерных форм рельефа и высоты под уровнем моря. Стадия развития равнины, а наряду с этим и степень её приходимости отобразить правильным показом расчленённости территории эрозионными, моренными или эоловыми формами рельефа (долинами, балками, оврагами, ледниковыми холмами, песчаными грядами и т.д.). От топографа требуется искусство наглядно выразить несколькими горизонталями (а то и одной, а иногда и полугоризонталью) характерные особенности рельефа равнин.

Отбор характерных форм и выделение на карте типичных особенностей рельефа равнин могут быть выполнены правильно только при глубоком знании топографом геоморфологических особенностей местности.

10.3 Географический ландшафт. Его структура, особенности функционирования и картографирования

Ландшафтная сфера Земли сформировалась в пределах географической оболочки Земли. Мощность географической оболочки составляет 30-35 км (до озонового слоя, располагающегося над землёй). В пределах географической оболочки была выделена небольшая по мощности приповерхностная сфера, которая носит название ландшафтной сферой. Эта сфера включает: кору выветривания, животный и растительный мир, приземной слой атмосферы, грунтовые и подземные воды. В этой сфере развились благоприятные условия для жизни. Мощность ландшафтной сферы в зоне тундры достигает до 10 метров, а в тропической зоне до 150 метров. Это обусловлено образованием на поверхности земли древесной растительностью рельефа. В ландшафтной сфере активно развивается эрозия, оползни и т.д. Главным объектом ландшафтной сферы является ландшафт генетически обособленная часть ландшафтной оболочки, характеризующаяся однородностью как в явлении зональности, так и в азональном отношении (по характеру рельефа), обладающие индивидуальным морфологическим строением. Элементарной частью географического ландшафта является фация природный территориальный комплекс, в пределах которого сохраняется одинаковый состав горных пород, одинаковый характер рельефа и увлажнения поверхности, одна почвенная разность и один комплекс растений.

Система фаций, связанных общностью процессов происхождения и непосредственно примыкающих друг к другу, называется географическим урочищем (Например: урочищем может быть овраг или балка). Разные типы урочищ в пределах того или иного ландшафта играют неодинаковую роль.

Географические ландшафты развиваются с той или иной скоростью, изменяют свой внешний вид под действием процессов эндогенных и экзогенных сил.

К числу компонентов природы влияющими на природные зоны относятся: горные породы, рельеф, климатические особенности приземного слоя воздуха, поверхностные и подземные воды, почвы, растительные сообщества. Относительно однородные по совокупности природных условий участки земной

поверхности, называются географическим ландшафтом. Основным процессом на земной поверхности является явление зональности (об этом мы говорили ранее). Природные комплексы, поочерёдно сменяющие друг друга на земной поверхности, называются географическими зонами.

Основным источником для изучения ландшафта является ландшафтная карта. Последовательность картографирования ландшафта:

- изучение объекта местности и выбор линий заложений ландшафтного профиля;
- геоботаническое картографирование местности вдоль профиля;
- определение диалогического состава (какие отложения существуют вдоль профиля);
- создание почвенной карты профиля;
- построение профиля.

Знание данного вопроса необходимо, т.к. и мы можем столкнуться с вопросом создания ландшафтных карт для нужд, связанных с построением в любой местности военных объектов и др. вопросов.

11. Геоморфологическое дешифрирование материалов космической и аэрофотосъёмки

11.1 Понятия о видах и методах дешифрирования фотоизображений. Технические средства дешифрирования

Аэроснимок является основным источником информации о местности. Задача умелого использования аэрофотоснимка – определить (распознать) по фотоизображению объекты местности и его ландшафт. Это можно выполнить путём проведения дешифрирования фотоизображений.

Дешифрированием фотоснимков называется процесс выявления, распознавания объектов местности и элементов ландшафта по их фотоизображению и определения их характеристик.

Различают два вида дешифрирования фотоснимков:

- топографическое;
- специальное.

Топографическое дешифрирование производится с целью обнаружения (выявления), распознавания и получения характеристик объектов местности, которые должны быть изображены на топографической карте.

Специальное дешифрирование снимков имеет целью получения (распознавание) по фотоизображению объектов местности, элементов ландшафта и других характеристик для той или иной отрасли. Специальное дешифрирование может быть военным, геологическим, лесным, геоморфологическим, гидрогеологическим, почвенным, метеорологическим, медицинским, радиологическим и т.д.

Топографическое дешифрирование фотоснимков выполняется четырьмя методами:

- полевым;
- камеральным;
- аэровизуальным;
- комбинированным.

Полевое дешифрирование предусматривает выполнение работ непосредственно на местности. Продвигаясь по намеченному маршруту, специалист выявляет все объекты, которые надо нанести на топографическую карту, в том числе и не изобразившиеся на фотоснимке. Опознанные объекты и их

характеристики вычерчиваются на фотоснимке в условных знаках. Полевой метод дешифрирования применяется при создании топографических карт комбинированным методом, при обновлении топографических карт, при полевой подготовке фотоснимков, а также при создании эталонов дешифрирования. Недостаток метода: в его трудоёмкости и дороговизне.

Камеральный метод дешифрирования фотоснимков предусматривает получение информации о местности по фотоснимкам без выхода в поле. Этот метод является основным и используется при СИМ АФТС. При этом методе широко используется всевозможный справочный материал и эталоны дешифрирования. Недостаток метода заключается в том, что он не может обеспечить 100% полноту и достоверность получения информации.

Аэровизуальный метод дешифрирования объектов местности осуществляется с самолётов и вертолётов по фотоизображению снимков.

Комбинированный метод дешифрирования предусматривает сочетание камерального и полевого дешифрирования. Основная тяжесть в данной комбинации принадлежит камеральному методу.

Мы познакомились с основными методами топографического дешифрирования. Но, зная принцип топографического дешифрирования, мы можем легко перейти к специальному дешифрированию и, в частности, говорить о геоморфологическом дешифрировании снимков.

Аэрофотометод является основным методом при выполнении картографирования в области специальных геологических наук, в частности и геоморфологии, а в отдалённых и труднодоступных районах, кроме того, высокоэффективен.

Материалы аэрофотоснимков представляют собой богатый источник информации.

Основным направлением использования аэрофотоснимков при геоморфологических исследованиях является изучение морфографии и морфометрии, генезиса и возраста рельефа, рельефообразующих процессов, динамики рельефа и восстановление истории его развития. Сведения, получаемые при анализе аэроснимков, значительно облегчают составление геоморфологической карты и тем самым содействуют

выполнению геологических работ, прогнозированию и поискам месторождений ряда полезных ископаемых.

Изучение морфографии рельефа по аэроснимкам начинается с сопоставления последних с топографическими картами той же территории, что позволяет выделить на материалах аэрофотосъёмки наиболее возвышенные и пониженные участки территории, определить характер и степень их вертикальной и горизонтальной расчленённости, выявить форму водоразделов, характер профиля склонов и плановые очертания речных русел и долин. После получения этих общих сведений производят стереоскопическое дешифрирование аэроснимков с целью выделения и изучения по непосредственно наблюдаемой уменьшенной модели местности отдельных форм рельефа и элементов форм, многие из которых на топографических картах или не выражены, или изображены в искажённом виде. Детали строения рельефа, не просматриваемые стереоскопически, можно выявить по изображению подчёркивающих их падающих теней, по характеру почв и растительности и другим признакам.

Результаты дешифрирования с отдельных аэроснимков переносят на фотосхему или топографическую карту, на которых затем оконтуривают сочетания форм, т.е. морфологические комплексы. Анализ этих материалов даёт возможность сделать уже в предполевой период ряд ценных выводов о генезисе и возрасте изучаемого рельефа, а также об истории его формирования и о направленности развития.

Данные, полученные в результате камерального дешифрирования, должны быть проверены в полевых условиях, уточнены и дополнены количественными характеристиками.

Количественный анализ рельефа по аэроснимкам заключается в получении его плановых и высотных характеристик путём фотограмметрических и фотометрических измерений (морфометрия рельефа). Такой анализ позволяет делать выводы о закономерностях распределения отдельных форм, устанавливать их морфометрические характеристики, находить и оценивать связи рельефа с геологическим строением.

По аэроснимкам возможны определения относительных высот отдельных форм (например, грядовых песков, прямолинейных элементов и т.д.); частности (частоты встречаемости) тех или иных форм на картируемой площади; средней площади встречаемых форм или суммарной площади

этих форм в пределах исследуемой территории; коэффициента извилистости речных долин, русел, ложбин и т.д.; коэффициентов вариаций мощности отложений, слагающих аккумулятивные формы.

11.2 Приборы, применяемые при дешифрировании

Приборы, применяемые при дешифрировании, разделяются на: увеличительные (лупы), измерительные (параллаксометры), стереоскопические (стереоскопы), комбинированные (СТД, СД, СПР, интерпретоскопы). Кроме того, используются приборы дешифрирования негативов (ПДН), многоканальный синтезирующий проектор (МСП-4), телевизионно-оптические приборы дешифрирования (ТОПД), приборы совещательного дешифрирования изображений (ПСДИ) телевизионного типа, устройства комплексного дешифрирования изображений (УКДИ) и др. На занятии МА рассмотрим только два вида приборов, применяемых при дешифрировании: увеличительные и стереоскопические.

Увеличительные приборы – главным образом монокулярные и бинокулярные лупы – используются с увеличением от 2* до 12*. Увеличительные лупы применяются при монокулярном рассматривании аэрофотоснимков.

Стереоскопическое рассматривание снимков производится с помощью стереоскопов. Его устройство очень простое: это набор зеркально-линзовых луп, панель, на которой крепятся эти зеркала и линзы, ножки на которых располагается прибор, устройство для рассматривания снимков двумя глазами (стереоскопически).

При геоморфологическом дешифрировании простые стереофотограмметрические приборы используются для получения таких количественных показателей, как крутизна склонов, относительная высота (глубина) отдельных форм – террас различного генезиса, денудационных склонов и площадок.

Измерение на стереофотограмметрических приборах по аэрофотоснимкам относительных высот пойменных террас даёт возможность с большей, чем по крупномасштабным топографическим картам, с достоверностью выявлять аномальные участки пойм, выяснять мощность аллювия, принадлежность его к пойменному или террасовому типу. Как

известно, это имеет весьма существенное значение при планировании поисково-спасательных работ на аллювиальные россыпи.

Измерение по аэроснимкам высот форм аккумулятивного рельефа (морских береговых валов, эоловых гряд, речных или морских террас и т.д.) даёт представление о мощности накопленного материала. Так, например, для определения мощности незакреплённых барханных песков по аэроснимкам масштаба 1:5 000 с помощью параллактических линеек измерялись высот барханов. Участки измерений подбирались с учётом наличия наземных инструментальных профилей, что обеспечивало проверку производимых вычислений.

Линейные размеры, площади, ориентировка отдельных форм и элементов форм рельефа по аэроснимкам также могут определяться с помощью измерительных приспособлений. Более сложные числовые характеристики – различные коэффициенты (густоты, частоты, вариаций распределения и т.д.) – определяют путём соответствующей математической обработки результатов измерений. Анализ качественных характеристик рельефа позволяет выявлять закономерности его формирования и связь с литолого-тектоническим строением изучаемых площадей. Примером этому может служить измерение средних линейных размеров форм (и элементов форм), позволяющее выделять их определённые морфометрические разновидности.

Подсчёт площадей и контуров находит самое разнообразное применение при решении прикладных задач геоморфологии. Подсчёт площади таких водосборов (различной степени пригодности) в безводных пустынях также осуществляли указанным методом. Вычисление площади отдельных контуров (обарханенных водораздельных участков гряд, отдельных массивов барханов и т.д.) помогает в решении ряда других задач, например, при определении сравнительной величины дефляции по различным типам песчаного рельефа и др. Измерение площади лучше производить по отдешифрированным аэроснимкам крупного масштаба (до 1:25 000) квадратными и точечными палетками.

Материалы аэрофотосъёмки дают возможность получать информацию о генезисе рельефа. Фотосхемы, репродукции накидных монтажей аэроснимков крупных и средних масштабов позволяют охватить взглядом фотоизображение сравнительно

большой территории, на которой может быть расположен один тип или группа типов рельефа, или же их комплексов. Просмотр материалов аэрофотосъёмки даёт возможность выявить разнообразие процессов, участвовавших в формировании интересующего участка поверхности Земли, и оконтурить площади их проявления. Это должно выполняться на этапе предполевого камерального дешифрирования аэроснимков. Обстоятельное внутриконтурное изучение с целью определения генезиса рельефа производится с помощью аэроснимков крупного и среднего масштабов в основном в ходе полевого дешифрирования.

Геоморфолог большую часть форм рельефа воспринимает по аэроснимкам сразу как определённые морфометрические образования. В качестве примеров этого можно привести шлаковые конусы в любой вулканической области, образования флювиальной группы (речные долины, балки, овраги, террасы) и многие другие.

При установлении по аэроснимкам происхождения аккумулятивных форм рельефа можно привлекать, кроме морфометрических особенностей, также признаки фотоизображения слагающих их отложений. Так, например, камы и моренные холмы при их морфологическом сходстве сложены, как правило, разными осадками, в связи, с чем на них произрастает разная древесная растительность (соответственно еловые и сосновые леса), которая хорошо распознаётся по аэроснимкам. Кроме того, на распаханых участках в пределах холмисто-моренных ландшафтов могут быть видны на аэроснимках места скопления валунов в виде мелкой штриховатости.

Чаще же о генезисе аккумулятивных форм рельефа свидетельствуют, в первую очередь, особенности их морфологии. Это справедливо для многих форм ледникового рельефа, например, озов, эолового рельефа, морфологическое выражение которых очень специфично.

Изучение на стадии полевого дешифрирования генетических особенностей форм рельефа ложится в основу последующей работы по установлению окончательных границ типов рельефа и их геолого-геоморфологических характеристик.

Установление характера современных рельефообразующих процессов, как и определение генезиса форм рельефа,

осуществляется по материалам аэрофотосъемки преимущественно на основе анализа морфологии рельефа. При этом намечаются два пути: использование материалов однократной и повторной аэрофотосъемок.

По материалам однократной аэрофотосъемки картируется площади интенсивного действия современных процессов, например, площади дефляции, современной ускоренной эрозии и др. Кроме того, отдельные аэроснимки позволяют выявить процессы и формы рельефа реликтовые и сменившие их на том же участке современные процессы и формы, например, затопленные речные долины на современном морском мелководье и др.

Материалы повторных аэрофотосъемок дают возможность изучать динамику действующих процессов. Установление динамики процессов, особенно, важное значение, имеет для прогнозирования их дальнейшего развития.

11.3 Дешифровочные признаки изображения объектов ландшафта

Дешифровочные признаки – это характерные особенности фотографических изображений объектов, позволяющие выявлять и распознавать их на фотоснимках.

На основе определения признаков, которые помогают выявить по фотоизображению формы рельефа и объекты ландшафта, а также определить их характеристики, они подразделяются на прямые и косвенные.

Прямые дешифровочные признаки – это признаки, которые принадлежат самим объектам и их фотоизображениям. К ним относятся: форма, размер, тон (цвет), структура фотоизображения, тень объекта.

Косвенные дешифровочные признаки – это признаки непосредственно к объекту не относящиеся. Это: взаимное расположение объектов и их местоположение; взаимосвязь и взаимообусловленность; следы деятельности.

При дешифрировании аэрофотоснимков рекомендуется вначале использовать прямые признаки, а затем косвенные, произвести анализ всей совокупности дешифровочных признаков – а только затем принять решение: что это?

Рассмотрим вышеизложенные дешифровочные признаки более подробно (раскроем их).

К прямым дешифровочным признакам относятся:

Форма изображения объектов – один из основных дешифровочных признаков. Плановые снимки подобны очертаниям местности. Правильные контуры и линии, как правило, - результат деятельности человека, тогда как неправильные контуры и линии (например: овраги, балки и т.д.) – обычно следствие сил природы.

Размер изображения объектов – позволяет отличить объекты друг от друга, если форма их примерно одинакова (канавы, каналы и т.д.). Размер изображения зависит от масштаба фотоснимка. Зная масштаб фотоснимка, можно определить действительный размер объекта, и в сочетании с другими признаками, - опознать его. Детали объектов, их характер и количество дают представление о сложном объекте, позволяют отличать данный объект от ему подобных.

Тон (цвет) изображения объектов (степень почернения фотоизображения при его проявлении) указывают на наличие объекта и зависит от многих причин: от отображающей способности объектов (сухие почвы, дороги отображаются белым цветом, влажная почва – более тёмным цветом и т.д.), от характера самой поверхности и её освещённости, времени года и суток и т.д. тон фотоизображения водных поверхностей может и затеняться в широких пределах: от почти белого до чёрного.

Структура фотоизображения – один из наиболее устойчивых признаков дешифрирования площадных объектов. Представляет собой характерный тональный рисунок состоящий из чередования форм различного тона.

Тень объекта на изображении – определяет, прежде всего, объёмность объектов. Различают падающую и собственную тень. Падающая тень – отбрасываемая объектом на земную поверхность. Собственная тень – неосвещённая часть поверхности объекта, расположенная со стороны, противоположной Солнцу.

Пользоваться этими признаками необходимо только в комплексе. Дешифровочные признаки являются средством изучения, сопоставления и различия фотоизображений объектов. Результаты этой работы используются для распознавания сфотографированных объектов.

К косвенным дешифровочным признакам можно отнести:

Местоположение (размещение) объекта, т.е. взаимосвязь одних объектов от других (например: известна тесная связь между составом и характеристиками леса и влажностью, и типом почв. На песчаных и подзолистых почвах средней и малой влажности произрастают, главным образом, хвойные леса. Лиственные леса встречаются на жирных почвах. Следовательно, по результатам дешифрирования можно судить о характере грунта, грунтовых водах и др. элементов среды).

Взаимосвязь объектов проявляется как воздействие на него других объектов, т.е. на болотах растут, как правило, низкорослые леса, кроны деревьев незначительны. Подземная осушительная сеть меняет влажность почвы, а следовательно, тон изображения поверхности.

Изучив, какие признаки существуют, что к ним относится и как они влияют на характер дешифрирования аэрофотоснимков, мы рассмотрим особенности дешифрирования материалов аэрофотосъемки для геоморфологического изучения территории.

Итак, при геоморфологическом дешифрировании аэрофотоснимков также существует два признака: прямые и косвенные.

К прямым дешифровочным признакам относятся признаки, свойственные самим геологическим образованиям: их цвет (тон), форма и размеры геологических тел, характерное расположение деталей строения таких, как, например, слоистость, трещиноватость и т.п., проявляющиеся на земной поверхности.

В роли косвенных признаков выступают те компоненты (рельеф, гидрографическая сеть, растительность, почвы, объекты хозяйственной деятельности человека) и элементы (природные территориальные комплексы различного таксономического ранга) ландшафта, которые могут быть использованы в качестве индикаторов геологических объектов при дешифрировании аэроснимков. Перечисленные индикаторы геологических объектов, в свою очередь, могут опознаваться на аэроснимках как по прямым, так и по косвенным признакам.

Значение отдельных признаков дешифрирования геологических объектов могут быть различными в зависимости от географических и геологических условий района работ, от задач их выполнения и от природных и технических условий фотографирования. В каждом конкретном случае может

использоваться определённый комплекс признаков, а не все, и анализироваться при этом с разной деятельностью. Так, например, на аэроснимках хорошо обнажённых районов основными являются прямые признаки геологических объектов и рельеф на них формирующийся и подчёркивающий форму геологических тел, их границы, характер залегания отдельных пластов; объём сведений, получаемых при этом о геологическом строении наибольший, т.е. геологическая дешифрируемость наиболее высокая.

В районах, освоенных человеком, естественные группировки растительности и почвенный покров, как правило, почти полностью нарушены и замещены их культурными вариантами, которых может быть большое количество. Они создают пестроту в рисунке фотоизображения, осложняя тем дешифрирование геологических объектов, и в ряде случаев не могут служить индикаторами последних. Такие районы, как правило, относятся к категории низкой геологической дешифрируемости. Во всех условиях наиболее устойчивыми признаками дешифрирования геологических образований являются характерное расположение деталей их строения, рельеф и связанное с этими образованиями морфологическое строение территориальных комплексов.

Прямые признаки дешифрирования геологических объектов обусловлены теми особенностями их внутреннего строения и условий залегания, которые непосредственно изображаются на аэроснимках.

Наиболее устойчивыми и широко используемыми при работе с аэроснимками прямыми признаками геологических образований являются: форма размеры и взаимное расположение этих образований или деталей их строения. По характерной линейной форме опознаются геологические границы и разрывные нарушения; взаимное расположение этих элементов часто позволяет определить их тип.

Метод изучения природных объектов по аэроснимкам, т.е. их обнаружения, характеристики и интерпретации получаемых с аэроснимков сведений в целях решения поставленных задач, при котором эти объекты рассматриваются в причинной связи с окружающей средой, получил название ландшафтного метода дешифрирования.

Ведущим компонентом ландшафта являются геолого-геоморфологические, образующие внутреннюю структуру; последняя находится во взаимосвязи с рельефом, гидрографической сетью, почвами, растительностью, которые, образуя закономерные сочетания, создают внешнюю структуру ландшафта, т.е. различные природные территориальные комплексы или морфологические части ландшафта: фации, урочища и географические комплексы местности.

При выполнении дешифрировании особое внимание уделяется определению (распознаванию) элементов рельефа, гидрографической сети (гидрографии), растительности и почвам.

Рассмотрим особенности вышеперечисленных форм рельефа.

Рельеф является основным индикатором проявлений тектонических движений земной коры. Рельеф непосредственно наблюдается на аэроснимках во всем многообразии его форм. Наличие небольших повышений или понижений рельефа, не воспринимаемых при стереоскопическом рассматривании аэроснимков, обычно всегда можно установить по соответствующему изменению тона фотоизображения вследствие различий в увлажнённости и почвенно-растительном покрове в их пределах или по собственным и падающим теням при резких перебегах склонов. В отличие от наземных наблюдений аэроснимки дают возможность видеть мелкие детали строения рельефа наряду с крупными формами одновременно на значительной площади, объективно оценивать их размеры, взаимное расположение в пространстве и связь с геологическим строением. Это открывает широкие возможности для выполнения геоморфологических исследований по материалам аэрофотосъёмки. Посредством дешифрирования устанавливаются морфология, генезис, а в ряде случаев – относительный возраст рельефа и история развития, определяются характер и интенсивность развития современных физико-географических процессов.

Под влиянием изменений тектонического режима территории (стабильного состояния, относительного поднятия или относительного опускания), скорость и характер процессов рельефообразования и изменяются, а соответственно, изменяется и их проявление в ландшафте. Анализ аэрофотосъёмки помогает определить одновременно многие аспекты влияния

тектонических движений на ландшафт как в слабо освоенных районах, так и в районах интенсивного хозяйственного освоения и тем самым правильно оценивать и дополнить результаты отдельных методов в частности выявления складчатых структур чехла, движений отдельных блоков фундамента, разрывных нарушений всех видов.

Анализ рельефа водораздельных пространств и строение речных долин, осуществляемых по аэросъёмкам, имеет самостоятельное значение при выявлении складчатых структур, при поисках полезных ископаемых.

К гидрографической сети относят эрозионную сеть (от крупных транзитных рек до форм первичного стока), озёра, болота. Все они обычно отчётливо видны на аэроснимках и с помощью последних могут быть получены их разные характеристики, качественные и количественные.

Анализ сети оврагов, балок и мелких речных долин, как и строение долин крупных рек, а также поведения их русел аналогичен выполняемому по картам: изучается расположение их в плане, определяется продольные профили (оврагов, мелких речных долин) и поперечные профили, но с существенно большей детальностью, вплоть до форм современной аккумуляции в руслах рек.

Большое количество мелких озёр и крупные болотные массивы могут свидетельствовать о наличии водоупорных отложений. Характерна их конфигурация на участках развития карстующихся пород. Контуры озёр и болотных массивов могут подчёркивать отдельные крупные разрывные нарушения, а закономерности в расположении и спрямлении участков – системы разрывных нарушений и складки.

Локальное развитие процессов заболачивания или деградации болот может свидетельствовать о современном опускании или поднятии данного участка так же, как и смещение зеркала озёр – осушение одного данного берега и обводнение другого. Прямолинейные участки крупных озёр, морских побережий, местные изменения высоты береговых уступов и террасовых уровней также могут быть обусловлены тектоническими причинами.

Растительность, используя её видовую принадлежность, может быть использована как показатель среды. В зависимости от объекта индикации выявляются группы

растений – индикаторов почв, климата, коренных пород и т.д.

Почвы, как самостоятельные природные тела, образующиеся на поверхности земли в результате взаимодействия различных явлений живой и неживой природы. При дешифрировании почв они могут выполнять также индикационные качества как: взаимосвязь с материнской горной породой, влиянием которой сказывается на цвете почв, механическом составе, характере почвенного скелета, мощности почв и их отдельные горизонты, влажности и химизме. Перечисленные свойства определяют их спектральную яркость, а следовательно, и характер изображения на аэроснимках.

Любая неоднородность почвенного покрова (пятнистость, мозаичность, комплексность, сочетания) передаются на аэроснимках различными рисунками. Так, чередования тонов и различная форма контуров могут быть связаны с изменением мощности почв, влажности. На выходах пластов пород различного вещественного состава специфический рисунок может быть обусловлен наличием характерного для них микрорельефа и связанных с ним почвенных комплексов и т.п.

11.4 Технология дешифрирования аэрофотоснимков

Изображение основных типов ландшафта.

Успешное решение задач дешифрирования аэрофотоснимков во многом зависит от технологии дешифрирования, т.е. определение последовательности, способов и приёмов действий, ведущих к конечному результату.

Основной технологический процесс дешифрирования аэрофотоснимков включает:

- подготовительные работы.
- процесс камерального дешифрирования аэрофотоснимков.
- сводка и корректура отдешифрированных снимков.
- частичное или сплошное полевое обследование фотоснимков.

Для производства геоморфологического дешифрирования необходимо иметь эталоны дешифрирования снимков.

Для получения по фотоснимкам геоморфологической карты необходимо:

- получить фотоизображение территории.
- проанализировать исходный материал.

- произвести пробное дешифрирование с использованием эталонов дешифрирования.

Камеральное дешифрирование производится с использованием измерительных луп, стереоскопов и других приборов. Результаты дешифрирования оформляются в условных знаках карандашом или тушью в четыре цвета.

Последовательность геоморфологического дешифрирования:

- гидрография (реки, ручьи, каналы, озёра, болота и др.).
- растительный покров и грунты (леса, кустарники, редколесье, луга и т.д.)
- рельеф (обрывы, промоины и т.д.).

После производства дешифрирования производится сводка фотоснимков и корректура дешифрируемых снимков. Не все можно определить по фотоснимкам. Бывают спорные вопросы. В этом случае производится полевое обследование фотоснимков, в процессе которого более детально обследуется местность. Результаты полевого дешифрирования отображаются на фотоснимках. По результатам камерального и полевого дешифрирования создаются фотосхемы и фотопланы, на которых отображаются все вышеперечисленные процессы.

11.5 Особенности дешифрирования материалов космической съёмки

Получение фотоизображений для создания геоморфологических карт лучше всего выполнять по мелкомасштабным снимкам, полученным на основе космической съёмки.

При дешифрировании космических снимков природных комплексов (также как и при работе с аэроснимками) оперируют прямыми дешифровочными признаками и их сочетаниями и косвенными признаками (индикаторами). Набор прямых признаков при дешифрировании изображений местности сходен, это: тон (цвет), форма, размер, тени объектов, структура фотоизображений. Однако, сами признаки в обоих случаях резко различимы, что обусловлено значительной разницей при опознавании особенностей строения ландшафта на снимках из космоса и аэрофотоснимков. При дешифрировании ландшафтов тон (цвет), зависящий от спектральной яркости тех или иных компонентов ландшафта, используется как прямой

дешифровочный признак индикаторов природных комплексов. Но он недостаточно надёжен. Рисунок изображения, обусловленный различными особенностями строения ландшафта, более устойчив и поэтому более надёжен как дешифровочный признак природных комплексов.

К геоморфологическим индикаторам природных комплексов относятся сочетания форм, отдельные формы рельефа определённого генезиса, обладающие преимущественно связью с определёнными природными условиями.

Поскольку рельеф – основа всех природных комплексов, геоморфологические индикаторы, как правило, наиболее информативны. Однако, информативность их весьма различна. Следует различать постоянные и переменные геоморфологические индикаторы. К постоянным индикаторам относятся такие формы или сочетания форм рельефа, которые постоянно связаны с определёнными типами или разновидностями природных комплексов. Например, продольные дюны являются постоянными индикаторами изображений ландшафтов песчаных пустынь. К переменным индикаторам следует отнести формы рельефа или сочетания форм рельефа, связи которых с определёнными типами или разновидностями природных комплексов иногда могут нарушаться. Например, серповидные дюны встречаются в пределах ландшафтов речных долин, озёрных равнин, зандровых равнин и т.д. и могут служить их индикаторами. Геоморфологические индикаторы (признаки) могут быть постоянными или переменными также в зависимости от того, индицируют они весь природный комплекс или его отдельные компоненты. Те же серповидные дюны являются постоянными индикаторами литологии (указывают на присутствие песков) и вторичного (эолового) генезиса отложений.

Техническая схема дешифрирования космических фотоснимков аналогична дешифрированию материалов аэрофотосъёмки, однако имеются свои особенности.

При выполнении дешифрирования необходимо выполнить:

- географическую привязку снимков (т.е. установить район съёмки);
- проведение наблюдений и измерений;
- визуальное дешифрирование (необходимо постоянно менять ориентировку снимков, т.е. углы наклона космических

снимков очень большие. Малоформатные космические снимки увеличивают в 3-5 раз);

- построение фотокарт (т.е. карту, составленную по фотоснимкам);

- оформление результатов дешифрирования и легенды;

- полевая проверка результатов дешифрирования.

При дешифрировании мелкомасштабных снимков геоморфологическое дешифрирование рассматривается применительно не к единичным формам рельефа, а к их площадной совокупности, что позволяет установить морфоструктурные особенности рельефа изучаемого района.

Для производства геоморфологической карты необходимо иметь топографическую основу в масштабе, близком к масштабу снимка или несколько крупнее.

На космических снимках рельеф отображается достаточно чётко и поэтому для его изучения используется почвенно-растительный покров, который позволяет изучать рельеф в генетическом отношении.

Важной особенностью космических снимков является то, что по прямым дешифровочным признакам можно выделить древние береговые линии: тон и текстура изображения отображает различные стадии формирования современной морской солевой равнины.

По космическим снимкам можно определить основные особенности и характеристики таких типов рельефа как: флювиальный рельеф, эоловый рельеф, карстово-суффозионный рельеф, ледниковые формы рельефа, рельеф берегов и другие типы рельефа.

На космических снимках получают отображение различные особенности строения ландшафта.

Озёрные равнины. Современные озёрные террасы дешифрируются по узким полоскам, обычно светлого тона, окаймляющим озёра. Если они лишены растительного покрова, тон их изображения определяется альбедо грунтов: песчаные берега изображаются более светлым тоном, чем глинистые, и менее светлым, чем отмели, сложенные солевыми отложениями. При наличии растительности её характер (тип, сомкнутость и т.д.) определяет тон и рисунок изображения.

Речные долины. Анализ изображений с разрешением около 100 м показал, что по вариациям структуры, текстуры их

изображения дешифрируются такие элементы строения ландшафтов речных долин, как поймы разного уровня, разновозрастные речные террасы, русла рек, уступы террас, старицы. Заметны следы меандрирования русел и долин, а иногда и определяются следы антропогена обусловленной эрозии и придолинных участков.

Морские побережья. Прибрежно-морские равнины могут быть опознаны на снимках с разрешением 1 км, главным образом, по приуроченности к береговой полосе, а иногда и по тону. Значительно большая информация об этих ландшафтах может быть получена по снимкам, на которых, в частности, дешифрируются лагуны, изображающиеся в виде полосок, береговые валы, песчаные косы и т.д.

12. Геоморфологическая интерпретация картографических материалов

12.1 Роль и значение геоморфологической интерпретации картографических материалов

В конце XX - начале XXI века во всех развитых странах экологические проблемы находят своё решение в ряду самых главных проблем, определяющих благополучие общества и здоровье населения. В России, напротив, экологические проблемы, накопившиеся за предыдущий период, усугубляются проблемами, возникшими в последние годы.

Начиная с 1986 года продолжительность жизни россиян стала уменьшаться, особенно значительно после 1990 года. В зонах экологического неблагополучия и бедствия не менее 50% сокращения продолжительности нашей жизни ответственна именно экологическая обстановка. Об этом наглядно свидетельствует то, что средняя продолжительность жизни в экологически неблагополучных регионах достигает на некоторых особо отравленных территориях для мужчин всего 52-55 лет. Растёт или остаётся на высоком уровне заболеваемость экологозависимыми болезнями.

Широкомасштабное радиационное загрязнение сегодня угрожает самому существованию нации. Территории 16 субъектов Федерации опасно радиационное загрязнение в результате Чернобыльской катастрофы 1986 года. До сих пор до конца не выяснены масштабы и последствия других, в то время секретных радиационных аварий и катастроф, вроде катастрофы на Ленинградской АЭС 1975 года, радиационных катастроф на печально знаменитом челябинском «Маяке», радиационного загрязнения от Новоземельного и Семипалатинского полигонов и больших территорий в результате производства плутония в Красноярске-26 и Томске-7, проведения многих десятков подземных ядерных взрывов по всей России, добычи переработки урана. Все они стали возможны как в результате пренебрежения требованиями ядерной и радиационной безопасности, так и в силу поразительного технократического зазнайства.

В последние десятилетия многие десятки миллионов тонн нефти в России были вылиты на землю и попали в водоёмы. К примеру, концентрация углеводородов в устье реки Оби по

сравнению с до нефтяным периодом увеличилась в десять раз. Вся юго-восточная часть Баренцева моря уже к началу 90-х годов оказалась покрытой нефтяной плёнкой. Из-за плохого состояния трубопроводного транспорта растёт число разрывов трубопроводов с опасными последствиями для окружающей среды и здоровья населения. Устинская (Республика Коми) катастрофа в 1994 году была признана мировой природной катастрофой №1. В Чеченской Республике, где почти в каждом дворе имеется труба, ведущая от основного нефтяного путепровода, из которой кустарным способом добывается нефть – существует угроза экологическому бедствию окружающей природной среде.

Год от года в стране растёт число лесных пожаров и увеличивается ущерб, наносимый ими стране, что происходит в результате несвоевременно принимаемых (и постоянно сокращаемых в объёмах) противопожарных мероприятий.

В результате хаотической аграрной политики государства падёт плодородие почв. Большая часть наших сельскохозяйственных угодий находится в зоне неустойчивого ведения сельского хозяйства. Сегодня на значительных территориях уничтожаются полезные лесонасаждения.

Характерная черта хаотического состояния экономики в переходный период и расцвета авантюризма, разработка и осуществление крупных экологически опасных проектов (например, проект высокоскоростной магистрали Санкт-Петербург – Москва), которые финансируются государством без требуемого законом заключения экологических экспертиз. Среди других опасных проектов: строительство новых портов в Финском заливе и на Чёрном море, газопровод через Чёрное море в Турцию, строительство плавучих атомных станций, развитие космической деятельности, эксплуатация углеводородных ресурсов на шельфе Сахалина.

На всех уровнях, начиная с федерального, широко распространилась практика профанации государственной экологической экспертизы. Это происходит в результате коррупции и путём незаконного, по сути подбора удобных экспертов, зависимых от организаций, представляющих проекты на экспертизу.

При попустительстве государства расширяется ввоз на территорию России опасных токсичных отходов на хранение и захоронение.

В конце XX века в России было продолжено и даже усилилось расхищение природных ресурсов. Получила широкое распространение нелегальная эксплуатация природными ресурсами страны. Так, официально в 1996-1997 годах за рубежом продано выловленной в наших водах рыбы на 1,5-2 млрд. долларов год. По экспертным же оценкам, эта цифра достигала не менее 10, а возможно, 14 млрд. долларов.

В Конституции и законах России закреплены права граждан:

- на благополучную окружающую среду (ст.37 и 42 Конституции РФ)
- на компенсацию ущерба в результате её ухудшения (ст.42, 53)
- на объективную и своевременную информацию о состоянии окружающей среды и её распространении (ст. 29, 42)
- на участие в принятии решений, затрагивающих состояние окружающей среды (ст. 32).

Исходя из всего сказанного, можно назвать три области экологической деятельности, в которых за последние годы происходят видимые положительные сдвиги:

- устойчивый рост числа площади особо охраняемых природных территорий - заповедников и национальных парков;
- развитие экологического образования, как школьного, так и университетского, институтского;
- растущее понимание важности решения экологических проблем на региональном и муниципальном уровнях.

Исторически сложилось так, что, преследуя определённые цели: добычу ресурсов, изготовление продуктов, прокладку дорог, люди старались выполнить только конкретную задачу. Просто не думали об экологических последствиях, об оказываемых при этом побочных воздействиях на окружающую среду. Такой подход годился для производства создаваемых человеком материальных благ. И пока народонаселение, и масштабы производства были малы по сравнению с размерами Земли, экологические последствия воспринимались как приемлемый компромисс. Иначе говоря, природные ресурсы по сравнению с человечеством были столь обширны, что для достижения поставленных целей и получения прибыли вполне можно было пожертвовать частью нетронутой природы, равно как и некоторой степенью чистоты воздуха и воды.

По мере роста народонаселения и масштабов производства экологические последствия становятся всё более серьёзными и распространёнными, а нетронутые природные пространства непрерывно сокращаются. Стало ясно, что снижение качества окружающей среды уже нельзя считать приемлемым компромиссом.

В середине XIX века наука открыла принципы взаимоотношений растений и животных между собой и с окружающей средой. Эту область биологии назвали экологией.

Термин «экология» образован из двух слов греческого происхождения: ойкос – дом, жилище и логос – наука. Таким образом, экология – это наука об окружающей нас природной среде. Это раздел биологии, изучающий взаимосвязи между организмами и окружающей их средой, о круговороте веществ в природе и потоках энергии, делающих возможной саму жизнь на Земле.

Существуют понятия: окружающая среда и природная среда.

Окружающая среда – это природная среда, а также материальные ценности, создаваемые в ходе развития человеческого общества и сумма духовно нравственных ценностей.

Природная среда – это совокупность основных геосфер (атмосферы, гидросферы, биосферы и литосферы). Все законы развития по физическим законам.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха, водного бассейна являются промышленные предприятия. От них в воздушный бассейн поступает около 100 млн. тонн вредных веществ в год. В водные объекты сбрасываются более 150 млрд. куб. м сточных, коллекторно-дренажных и других вод. В водоёмы поступает более 30 млн. тонн загрязняющих веществ (биогенные вещества, минеральные удобрения, пестициды).

12.2 Общие сведения об экологическом картографировании

Для того чтобы управлять вопросами экологии на разных уровнях, в том числе региональных уровнях, необходимо её представить (т.е. структуру и динамику) в форме визуализированных картографических моделей – экологических карт.

Любая экологическая карта призвана выявлять реальные социально-экономические цели, которые ставятся на определённые календарные периоды времени (целевое назначение карты), отбирать (ранжировать) экологические

взаимоотношение по изученности и конкретизации их относительной эффективности в разрешении той или иной проблемы (содержание самой карты), обеспечить познавательный эффект и процесс дальнейшего использования такой карты для последовательного уточняемой оценки результатов возможных воздействий на ту или иную экосистему.

В настоящее время нет полной согласованности в методике и принципах составления экологических карт, на основе которых можно проанализировать состояние окружающей среды.

Совершенствование содержания и особенностей проектирования экологических карт – важный этап эколого-картографического обеспечения управления природопользования.

Вопросам экологического картографирования посвящается множество съездов, научных конференций, симпозиумов, семинаров и др.

Основное предназначение экологической карты – обеспечение потребителей пространственно-локализованной экологической информации о среде и природных явлениях для решения хозяйственных и научных задач, познания окружающей среды, получение сведений о статике, динамике и прогнозе компонентов природной среды.

Экологические карты можно классифицировать

- 1 – по назначению;
- 2 – по содержанию;
- 3 – по масштабу и территориальному охвату;
- 4 – по способам отображения.

Объектом экологического природоохранного картографирования служит проблема охраны природы, поэтому важное значение имеет установление особенностей содержания способов создания и использования типов карт охраны природы, которые по специальному назначению подразделяются на:

- рекомендательные;
- прогнозные;
- констатационные;
- оценочные.

Рекомендательные карты отображения пространственное размещение природоохранных мероприятий обеспечивающих региональное использование природных условий и ресурсов.

Прогнозные карты показывают состояние и тенденции изменения природы в будущем в результате осуществления плана, проекта, направленных на преобразование природы крупных регионов. Они входят в серии карт для планирования.

Констатационные карты регистрируют нарушения и тот ущерб, который наносят природе различные виды деятельности человека, степень изменения природных объектов. На этих картах показывают размещение природоохранных мероприятий (заповедники, заказники).

Оценочные карты представляют карты оценки степени влияния различных видов воздействия человека (загрязнений, хозяйственной деятельности) на разные объекты природы, геосистемы. Среди них распространены карты оценки устойчивости природных объектов и оказываемых воздействий (сопротивляемости, способности к очищению, самовосстановлению и другое).

Разновидность оценочных карт – инвентаризационно-оценочные карты объектов природы, нуждающихся в охране и защите.

Приводится широкий круг исследований по созданию территориальных комплексных схем охраны природы и окружающей среды по разным регионам. В них разрабатываются системы карт, охватывающие предплановые разработки, карты планируемых мероприятий, рекомендаций, принимаемые окончательно как типовые документы.

Практические результаты природоохранного картографирования могут быть реализованы в виде отдельных карт общей природоохранной обстановки, ее оценки серии карт, общих, частных и компонентных и по отраслям хозяйства, атласов охраны природы.

Разработка этих карт и атласов осуществляется как для решения практических задач, так и для их использования при разработке и анализе природоохранных мероприятий.

Для определения экологических карт необходимо взять за основу представление о двух основных составляющих географической среды – природной и техногенной. Природная составляющая имеет универсальное значение, поскольку действует в любой точке земной поверхности, не может быть полностью изменена техногенными воздействиями, а также обуславливает эффект антропогенных воздействий

(загрязнения).

Изучая окружающую природную среду необходимо анализировать её состояние, выявить естественные пути развития и методы антропогенного воздействия. При этом необходимо проанализировать самые разнообразные воздействия человека как на отдельные компоненты (климат, воду, почвы и др.), так и на геосистемы.

Обоснование масштаба является одним из наиболее ответственных этапов проектирования, в значительной степени определяющим общую структуру карты и ее возможности по передачи информации.

Степень обоснованности в выборе масштаба зависит от полноты учёта совокупности факторов, ведущими из которых являются назначение и характер использования карты. Вместе с тем, значительное влияние на установление масштаба оказывают такие факторы, как особенности картографирования и исходных материалов, технические и экономические ограничения картографического производства.

Проблема выбора масштаба возникает также потому, что загрязнения природной среды могут быть трёх видов (с точки зрения геометрического подхода к оценки видов нарушений) для которых необходимы карты соответственно крупного, среднего и мелкого масштабов.

Существует единая система научно-справочного экологического картографирования отдельных регионов в масштабе 1:1 000 000; 1:500 000; 1: 200 000. Однако этого недостаточно. Администрация регионов требует крупномасштабных экологических карт для оперативного руководства хозяйства и принятия решения. Поэтому для управления природопользованием на региональном уровне необходимы карты масштабов 1:200 000; 1:100 000; 1:50 000; 1:25 000 и крупнее в зависимости от решаемых вопросов.

По способам отображения, карты различают составленными:

- условными знаками или значками;
- графически;
- фоновыми закрасками;
- комбинированным.

Процесс проектирования карт многообразен, сложен и противоречив. В каждом конкретном случае объем, содержание,

и последовательность составляющих этапов бывают различными. В то же время наличие обязательных, типичных этапов, присущих процессу проектирования карт различных масштабов и назначений, создаёт предпосылки для его стандартизации, что способствовало бы выработке единого подхода к проектированию экологических карт, направленных на базе типовой методики создания карты. Применение такой методики было бы весьма полезным для совершенствования процесса проектирования карт, в том числе на этапах его организации и планирования.

Типовая методика может быть оформлена при условии выявления узловых этапов процесса проектирования, определения их содержания, задач и наиболее рациональной последовательности выполнения, при наличии достаточной методической обеспеченности каждого из них.

Реализация процесса проектирования отдельных элементов карт требует проведения необходимых различных научно-исследовательских, редакционных и экспериментально-производственных работ.

Отдельно необходимо сказать о мониторинге окружающей среды.

Мыслить по-новому. В этом кратком и ёмком выражении слились воедино и правомерное, критичное отображение сложившихся взаимоотношений человека и природы, и стремление к изменению этих взаимоотношений, и желание взять на свои плечи ответственность за будущее.

Среди мероприятий по стабилизации и дальнейшему улучшению экологической обстановки в России особое место отводится формированию системы экологического мониторинга, основной задачей которого являются информационное обеспечение и поддержка процедур принятия решений в области природоохранной деятельности и экологической безопасности.

Мониторингом окружающей среды называют регулярные, выполняемые по заданной программе наблюдения природных сред, природных ресурсов, растительного и животного мира, позволяющие выделить их состояния и происходящие в них процессы под влиянием антропогенной деятельности.

В систему мониторинга входят следующие основные направления деятельности:

- выделение (определение) объекта наблюдения;
- обследование выделенного объекта наблюдения;
- составление информационной модели для объекта наблюдения;
- планирование измерений;
- оценка состояния объекта наблюдения и идентификации его информационной модели;
- прогнозирование измерения состояния объекта наблюдения;
- представление информации в удобной для использования форме и доведения её до потребителя.

Основные цели экологического мониторинга – обеспечение системы управления природоохранной деятельности и экологической безопасности современной и достоверной информацией, позволяющей:

- оценить показатели состояния и функциональной целостности экосистем и среды обитания человека;
- выявить причины изменения этих показателей и оценить последствия таких изменений, а также определить корректирующие меры в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются;
- создать предпосылки для определения мер по исправлению негативных ситуаций до того, как будет нанесён ущерб.

Картографическое обеспечение мониторинга предусматривает четыре основных блока.

Блок исходный (базовый) информации, включающий в себя картографические данные о природных условиях, хозяйственном использовании территории, а также о состоянии явления, процесса или параметра окружающей среды, за которым предполагается наблюдение.

Блок оценочно-прогнозной информации, содержащий карты оценки наблюдаемого явления, прогнозы его развития во времени и пространстве и, кроме того, рекомендательные карты для принятия решений.

Блок оперативного прогноза и контроля, где создаются оперативные данные наблюдаемого явления. Этот блок непосредственно связан с поступающими данными Гидрометеослужбы, наблюдениями на станциях мониторинга. Главная цель блока – оперативное представление текущей

информации в картографическом виде.

Блок картографических данных, где оцениваются результаты изменений в окружающей среде, их влияния на человека хозяйственная деятельность и здоровье человека, намечаются долгосрочные мероприятия по рациональному использованию благоприятных тенденций или уменьшению отрицательных факторов.

Первые два блока исходной картографической информации. Они обеспечивают мониторинг необходимыми картографическими данными. Базы картографической информации имеют большое значение для реализации системы мониторинга.

Для формирования и функционирования баз данных и картографического отображения данных применяется автоматически картографические системы. Их отличительная особенность является, то, что в состав технических средств этой системы должны входить ЭВМ, графический видео экран, цифрователь и графопостроитель. Общая схема работы такова: на первом этапе используются цифрователи для цифрования информации и ввода её в базу данных, на втором этапе – видео экран для интерактивной переработки информации, на третьем – строятся карты на графопостроителе, в цветном струйном печатающем устройстве или графическом видео экране.

Блоку оценочно-прогнозной информации можно отнести карты распределения температур, влажности, направления и скорости ветра по метеорологическим станциям и постам.

На основании этой информации получают серии гидрологических, метеорологических карт и карт распределения промышленных отходов, карты распределения температур и загрязнения воздуха по различным показателям по всей территории, карты показателей водных объектов в черте города. Таким образом, можно создавать различные блоки и серии карт, необходимые для анализа экологической обстановки.

Экологической информатизации неслучайно придаётся такое важное значение – именно на ее основе можно решить глобальные проблемы, и прежде всего экологическую. Без создания баз данных и знания экологической информации, без полного развития экологической гласности как свободного движения упомянутой информации нельзя будет перейти к планетарному управлению экоразвитием. Без него модель устойчивого развития не более чем утопия, да и сам переход на безбумажную (электронную, а в перспективе и фотонную)

информатику поможет сберечь биосферу. Уже в ходе создания концепции информатизации общества было установлено, что в области экологии и здравоохранения убытки и потери из-за отсутствия современных средств информационного обеспечения во много раз превышают все допустимые затраты на информатизацию.

Рассмотренные нами общие вопросы экологического картографирования в полной мере отвечает современным требованиям к наглядному отображению экологической обстановки в виде графической информации, дают наглядное представление о состоянии окружающей среды.

12.3 Методика использования топографических карт для геоморфологического изучения территории

Значение топографических карт для геоморфологического изучения территории очень велико. Эти карты освещают строение рельефа какой-либо территории с такой достоверностью и конкретностью, которые недоступны текстовым описаниям. На картах используется система условных обозначений, а сами карты являются источником богатого содержания материалов аэрофотосъемки.

Выявляя по картам особенности внешнего вида и взаимного расположения элементов и форм рельефа, можно во многих случаях получать сведения о геоморфологических условиях, генезисе и динамике развития форм и данного типа рельефа в целом.

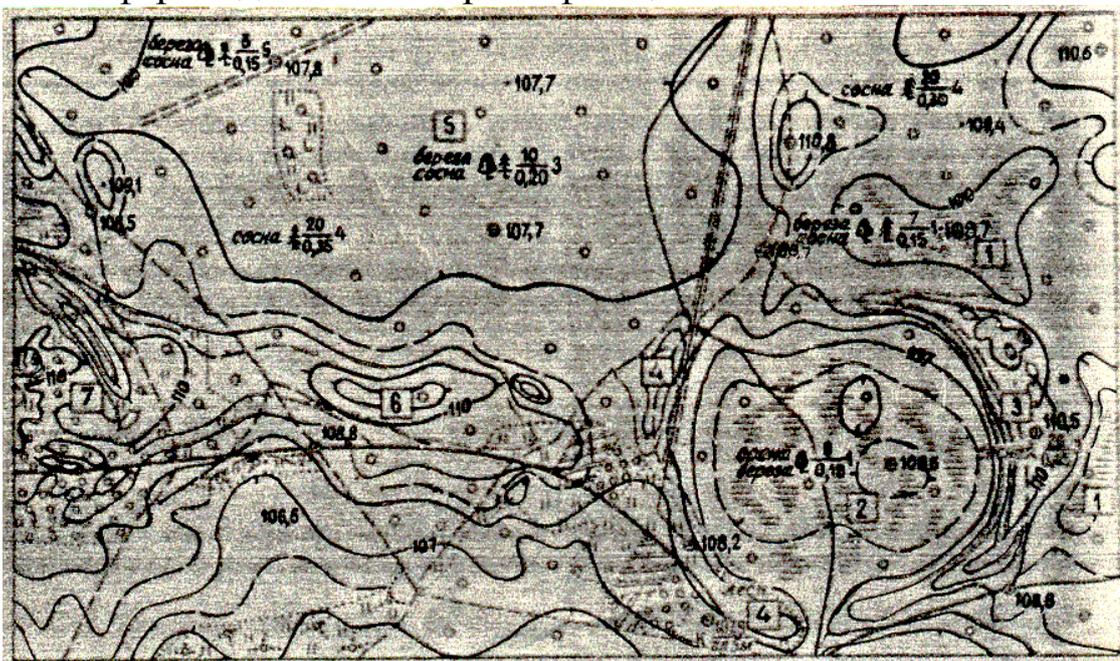


Рис. 41 Образец топографической карты.

На примере небольшого участка на топографической карте масштаба 1:10 000 равнинной территории выясним возможности её использования для геоморфологического изучения территории (рис. 41).

Площадь территории 1,7 кв.км. Сечение рельефа 1 метр. В этих пределах гидрографическая сеть отсутствует и лишь отдельные наиболее крупные замкнутые понижения (1,2) заболочены.

Наиболее интересной формой рельефа юго-восточной части описываемого участка является замкнутое заболоченное понижение 2, имеющее округлую форму в плане и поперечник в среднем около 500 метров. Дно этого понижения в одном месте слегка осложнено слабо выраженной впадиной и возвышением. С востока понижение 2 полукольцом охвачено холмом 3, средняя часть которого наиболее возвышена (выше дна понижение на 4 метра) и осложнена мелкими холмиками и впадинами. С запада понижение 2 ограничено серповидно-изогнутым холмом 4, поверхность которого не осложнена мелкими формами рельефа. Вся эта территория покрыта лесом, причём в пределах заболоченного понижения растёт смешанный осиново-берёзовый лес высотой 9 метров, а поверхность холмов покрыта сосновым лесом высотой 20 метров. Эти особенности дают основания считать это понижение, ограниченное двумя серповидно-изогнутыми холмами, кольцевой дюной, сложенной песками. Последнее подтверждается произрастающим на ней сосновым лесом (сосна предпочитает песчаный грунт).

Вдоль северной границы описываемого участка расположено плоское обширное понижение 5 с отметками 107,7. В направлении от холма 4 к западной границе участка вытянута возвышенность 6 шириной около 500 метров. Склоны ее слабо расчленены и почти не несут следов эрозионного расчленения. Вблизи южной границы описываемого участка отмеченная выше возвышенность расширяется до 1 км. Здесь имеет место скопление беспорядочно ориентированных холмов и замкнутых понижений 7, разного размера в плане и разной высоты. В этом месте также произрастает сосновый лес.

Приведённые выше характеристики рельефа и растительного покрова участка данной территории дают основание предполагать, что он расположен в пределах зандрового пространства четвертичного ледника. Отмеченные здесь формы рельефа (кольцевая дюна и мелкие холмы) являются результатами дефляции и аккумуляции песчаного материала.

Литература

1. Бондарчук В. Г. Основы геоморфологии / В. Г. Бондарчук. – Москва : Геодиздат, 1949.
2. Геоморфология : учебное пособие для студентов учреждений высшего профессионального образования / С. Ф. Болтрамович, А. И. Жиров, А. Н. Ласточкин и др. ; ред. А. Н. Ласточкин, Д. В. Лопатина. – 2-е изд., перераб. – Москва : Академия, 2011. – 464 с.
3. Гомзяков А. В. Геоморфология с основами геологии : учебное пособие / А. В. Гомзяков, М. С. Захаров. – Санкт-Петербург : НОИР, 2014. – 183 с.
4. Звонкова Т. В. Прикладная геоморфология / Т. В. Звонкова. – Москва : Книга по Требованию, 2013. – 274 с.
5. Короновский Н. В. Геология : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Н. В. Короновский, Н. А. Ясаманов. – 8-е изд., испр. и доп. – Москва : Академия, 2012. – 448 с.
6. Костенко Н. П. Геоморфология / Н. П. Костенко. – Москва : МГУ, 1999.
7. Ласточкин А. Н. Системно-морфологическое основание наук о Земле (геотопология, структурная география и общая теория геосистем) / А. Н. Ласточкин. – Санкт-Петербург : СПбГУ, 2002.
8. Макарова Н. В. Геоморфология : учебное пособие / Н. В. Макарова, Т. В. Суханова ; ред. В. И. Макаров, Н. В. Короновский. – 2-е изд. – Москва : КДУ, 2009. – 414 с.
9. Макеев З. А. Геоморфология в изображении на картах и планах / З. А. Макеев. – Москва : ГУГСК, 1938.
10. Макеев З. А. Основные типы рельефа земной поверхности в изображении на картах / З. А. Макеев. – Москва : Геодиздат, 1945.
11. Мильков Ф. Н. Словарь-справочник по физической географии / Ф. М. Мильков. – Москва : Мысль, 1970.
12. Общая физическая география и геоморфология / А. Н. Фоменко и др. – Москва : Недра, 1987.
13. Основы геологии / М. М. Жуков и др. – Москва : Недра, 1971.
14. Рычагов Г. И. Общая геоморфология : учебник / Г. И. Рычагов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Московского университета : Наука, 2006. – 416 с.
15. Подобедов Н. С. Общая физическая география и геоморфология / Н. С. Подобедов. – Москва : Недра, 1974.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное пособие
ISBN 978-5-906759-21-4

Гомзяков А. В. Геоморфология с основами геологии :
учебное пособие / А. В. Гомзяков, М. С. Захаров. – Санкт-
Петербург : НОИР г. Санкт-Петербург, 2014. – 188 с.

Ответственный за выпуск Грызлова А.В.
Редактор Федорова Т.Л.

Подписано в печать 24.12.2014

Заказ № 1224/14

Формат 60x84 1/16

Усл. печ.л. 4,9.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ООО «Информационно-консалтинговый
центр» по заказу НЧОУ ВПО
«Национальный открытый институт г. Санкт-Петербург»

197183 г. Санкт-Петербург, ул. Сестрорецкая дом 6
Тел. +7-812-430-07-16 доб. 224