

Оглавление

Введение	5
1. Понятие об абсолютном и относительном возрасте горных пород. Геохронология.....	5
2. Генетическая классификация горных пород. Генезис	7
3. Классификация грунтов. Инженерно-геологические характеристики	8
4. Эндогенные процессы (процессы внутренней динамики земли)	9
5. Сейсмические явления	11
6. Экзогенные процессы (процессы внешней динамики земли)	12
7. Гидрогеология	16
8. Основные показатели водных и физико-механических свойств горных пород	22
9. Инженерно-геологические исследования для строительства	23
Библиографический список.....	25
Приложения	26

ВВЕДЕНИЕ

Инженерная геология — наука, изучающая свойства горных пород, природные геологические и техногенно-геологические процессы в верхних горизонтах земной коры в связи с хозяйственной деятельностью человека.

Инженерная геология включает в себя следующие связанные между собой научные направления:

- 1) грунтоведение — горная порода (грунт) и почвы;
- 2) инженерная геодинамика — природные и антропогенные процессы и явления;
- 3) инженерная гидрогеология — подземные воды;
- 4) региональная инженерная геология — строение и свойства геологической среды на определенной территории.

Кроме того, в состав современной инженерной геологии входят многие специальные разделы: морская геология; геокриология (мерзлотоведение); геофизика; геоэкология.

Главная цель инженерной геологии — изучение природной геологической обстановки местности до начала строительства, а также прогноз изменений, которые произойдут в геологической среде в процессе строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Студенты строительного вуза, изучающие инженерную геологию, должны знать основные понятия и термины по инженерной геологии, гидрогеологии, инженерной геодинамике, грунтоведению, а также уметь читать инженерно-геологические карты и разрезы.

Настоящее пособие дает общее направление по изучению дисциплины и не может заменить учебник.

В процессе изучения дисциплины выполняются контрольные работы по вариантам. Каждому варианту соответствует номер разреза (прил. 1). Ответы даются в табличной форме (прил. 2).

1. ПОНЯТИЕ ОБ АБСОЛЮТНОМ И ОТНОСИТЕЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ ГОРНЫХ ПОРОД. ГЕОХРОНОЛОГИЯ

Абсолютный возраст горных пород характеризует время существования породы с момента её образования, выражается в годах (определяется по скорости распада радиоактивных элементов).

Относительный возраст характеризует последовательность образования горных пород (на различных этапах развития земли) в различных физико-геологических условиях. Относительный возраст определяют методом стратиграфии и палеонтологией.

Время геологического развития планеты Земля условно разделено на эры, периоды, эпохи. Так была создана геохронологическая шкала (табл. 1).

Все породы, образовавшиеся в дочетвертичный период, называют *коренными*. Считается, что все коренные породы (за исключением периода *AR* и *PR* эр) являются морскими осадочными породами. Как правило, в геологическом разрезе какого-либо участка земли отсутствует комплекс всех периодов. Пропуск одного или нескольких периодов означает, что в это время данный участок был сушей и морского осадконакопления не происходило. Время, характеризующееся прекращением морского осадконакопления, называют *стратиграфическим перерывом*.

Геохронологическая шкала

Эра (Эратема)	Период (Система) (цвет для раскраски карты)	Отдел (Эпоха)	Абсолютный возраст геологической границы, млн лет
Каинозой KZ	Четвертичный <i>Q</i> (серый или жёлтый)	Современный <i>Q4</i>	1,5...2,5
		Новочетвертичный <i>Q3</i>	
		Среднечетвертичный <i>Q2</i>	
		Древнечетвертичный <i>Q1</i>	
	Неогеновый <i>N</i> (жёлтый)	Плиоцен <i>N2</i>	25+/-1
		Миоцен <i>N1</i>	
	Палеогеновый <i>P</i> (коричнево-жёлтый)	Олигоцен <i>P3</i>	67+/-3
		Эоцен <i>P2</i>	
Палеоцен <i>P1</i>			
Мезозой MZ	Меловой <i>K</i> (ярко-зеленый)	Верхний <i>K2</i>	137+/-5
		Нижний <i>K1</i>	
	Юрский <i>J</i> (голубой)	Верхний <i>J3</i>	195+/-5
		Средний <i>J2</i>	
		Нижний <i>J1</i>	
	Триасовый <i>T</i> (фиолетовый)	Верхний <i>T3</i>	230+/-10
		Средний <i>T2</i>	
		Нижний <i>T1</i>	
Палеозой PZ	Пермский <i>P</i> (светло-коричневый)	Верхний <i>P2</i>	285+/-10
		Нижний <i>P1</i>	
	Каменноугольный <i>C</i> (серый)	Верхний <i>C3</i>	350+/-10
		Средний <i>C2</i>	
		Нижний <i>C1</i>	
	Девонский <i>D</i> (темно-коричневый)	Верхний <i>D3</i>	405+/-10
		Средний <i>D2</i>	
		Нижний <i>D1</i>	
	Силурийский <i>S</i> (жёлтовато-зелёный)	Верхний <i>S2</i>	440+/-10
		Нижний <i>S1</i>	
	Ордовикский <i>O</i> (тёмно-зелёный)	Верхний <i>O3</i>	500+/-15
		Средний <i>O2</i>	
		Нижний <i>O1</i>	
	Кембрийский <i>Є</i> (сине-зелёный тёмный)	Верхний <i>Є3</i>	570+/-30
		Средний <i>Є2</i>	
Нижний <i>Є1</i>			
Протерозой PR	(лилово-красный)	Верхний <i>PR3</i>	2700+/-100
		Средний <i>PR2</i>	
		Нижний <i>PR1</i>	
Архей AR	(красный)	Верхний <i>AR2</i>	
		Нижний <i>AR1</i>	

Примечания

1. Термины «эра», «период», «эпоха» относятся к подразделениям геологического времени; термины «эратема», «система», «отдел» — к подразделениям геологического пространства.

2. При раскраске карты нижний отдел необходимо красить интенсивнее, чем верхний.

2. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД. ГЕНЕЗИС

Генезис — происхождение, возникновение — во многом определяет состав, строение и условия залегания горных пород (табл. 2).

Таблица 2

Классификация горных пород

Горные породы						
Магматические		Осадочные			Метаморфические	
Интрузивные глубинные	Эффузивные излившиеся	Механические	Органического происхождения	Химического происхождения	Региональный метаморфизм	Контактный метаморфизм
Гранит, габбро	Липарит, базальт	Песок, щебень	Известняк	Мел, известняк	Сланцы, гнейс	Мрамор

Генетические типы континентальных четвертичных отложений (Q)

1. *Элювий (eQ)* — продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте образования. В основном представлены суглинками.

Спецификой элювиальных пород являются:

- неоднородность состава и свойств, глубины и площади распространения;
- повышенная прочность по сравнению с перемешанными породами, обусловленная унаследованностью структурных связей некоторых пород. Как правило, элювиальные грунты находятся в маловлажном состоянии. Их обводнение приводит к значительному снижению прочности.

2. *Гляциальные (ледниковые) отложения (gQ)* — формируются в результате геологической деятельности ледников. Наиболее часто такие отложения представлены глинистыми грунтами с включением отдельных валунов различной крупности и степени окатанности. Эти породы, как правило, обладают высокой плотностью и несущей способностью. Отрицательным свойством является склонность к набуханию и морозному пучению.

3. *Флювиогляциальные отложения (водно-ледниковые (fgQ))* — формируются талыми водами ледников. Эти породы представлены обычно разнородными песками средней и слабой степени окатанности. Часто встречаются прослойки гальки, валуны; характеризуются плотным сложением, как правило, водоносны.

4. *Аллювиальные отложения (aQ)* — речные. Представлены песчано-глинистым материалом, гравием, галькой. Аллювиальные отложения находятся в плотном (высокие террасы) и недоуплотнённом состоянии (поймы), подвержены ряду неблагоприятных процессов (разжижение, плывуность и др.).

5. *Лессовые (lQ) породы* — имеют ветровое (эоловое) происхождение. Лессовые отложения представлены мергелистыми или суглинистыми покровными отложениями. Лесс характеризуется макропористой текстурой, обладает просадочными свойствами.

6. *Делювиальные породы (dQ)* — продукт плоскостной эрозии. Представлены глинистыми грунтами, часто недоуплотнёнными, склонными к оползанию.

7. *Элювиально-делювиальные отложения (edQ)* — глинистые грунты, недоуплотнены, формируются в результате сноса материала по склонам.

8. *Оползневые отложения (dpQ)* — представлены сползшими по склону и перемешанными породами, выполняющими склон. Породы в оползневом теле недоуплотнены, часто водоносны.

9. *Озёрно-ледниковые (lgQ) породы* — формируются в межледниковый период в естественных углублениях при таянии ледников. Эти отложения маломощные, представлены слабо сортированными песками и суглинками. Характеризуются плотным сложением, песчаные отложения, водоносны.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУНТОВ. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Грунтоведение изучает свойства грунтов в зависимости от их состава и структурно-текстурных особенностей. Классификация грунтов отражает их свойства. В настоящее время грунты, согласно ГОСТ 25100–95, разделяют на следующие классы: *природные* (скальные, полускальные, дисперсные, мёрзлые) и *техногенного* образования.

Скальные грунты — магматические, метаморфические, осадочные породы с жёсткими кристаллическими связями, залегающие в виде сплошного кристаллического массива. Для этих пород характерна высокая плотность (пористость — $n = 1 : 2 \%$), грунты не влагоёмкие, обладают весьма высокой прочностью (R_{lc}), практически несжимаемы и водонепроницаемы в сохранным массиве, опасность представляет наличие трещин, что требует оценки состояния пород в массиве (K_{wz} — степень выветренности скального грунта).

Полускальные грунты — обладают значительной плотностью ($n \leq 1,5 \%$), невлагоёмкие или слабоблагоёмкие. Сульфатные, карбонатные, галоидные грунты подвержены химической суффозии, обладают высокой прочностью (R_{lc}), незначительной сжимаемостью, водопроницаемы по трещинам, прочность зависит от состава грунта (цементированные горные породы — брекчии и др.). Подвержены снижению прочности при обводнении. Влияние генезиса выражено более ярко, чем у скальных пород.

Дисперсные грунты — глинистые, пористые ($n = 40 \%$), сжимаемые и сильно сжимаемые, длительно уплотняющиеся под нагрузкой, влагоёмкие, водонепроницаемые. Глинистые породы классифицируют по консистенции (табл. 3):

$$I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{W - W_p}{I_p}$$

где W — удельная влажность пробы грунта.

Таблица 3

Классификация глинистых пород

Твёрдой консистенции	Пластичной консистенции	Текучей консистенции
$I_L < 0$	$I_L = 0 \dots 1$	$I_L > 1$

Классификация глинистых грунтов по консистенции имеет большое значение; консистенция определяет прочностные и деформационные свойства, возможность оползневых явлений, выдавливаемость грунтов из-под фундамента и др.

Также к дисперсным относятся следующие породы:

Лессовые породы — морфологически напоминают лесс, но отличаются от него наличием слоистости, более глинистым или песчаным составом. Лессовидные породы могут иметь различный генезис (эоловый, аллювиальный, делювиальный, элювиальный). Для них характерна пористая структура ($n \geq 40 \%$), высокая карбонатность, засоление легко растворимыми солями.

Просадка — характерная особенность лессовых пород, она связана с воздействием воды на структуру пород с последующим её разрушением и уплотнением под весом самой породы. Лессовые грунты обладают заметной прочностью в маловлажном состоянии, которая резко снижается при обводнении.

Крупнообломочные породы — обладают высокой прочностью, незначительной сжимаемостью, высокой водопроницаемостью. Механические свойства зависят от состава и степени выветрелости обломков, а также от наличия и вида заполнителя.

Песчаные породы — пористые, мало влагоёмкие, водопроницаемые, мало сжимаемые при статических нагрузках, сильно сжимаемые — при динамических. Возможны: механическая суффозия, разжижение водонасыщенных мелкозернистых песков, плывуность, просадки в мелкозернистых и пылеватых песках.

Для некоторых пород, особенно для глинистых и песчаных, весьма существенна роль генезиса.

В табл. 4 подробно описаны породы разных классов. В настоящее время классификация горных пород проводится по ГОСТ 25100–95 «Грунты, классификация».

Природные мёрзлые грунты — криогенные. «Вечная мерзлота» — территория земли, где породы тысячи лет находятся в мёрзлом состоянии.

По физическому состоянию вечномерзлые грунты разделяют на 3 вида:

- 1) твёрдомёрзлые (например цементированный песок, который ведёт себя, как скальный грунт);
- 2) пластично-мёрзлые — глинистые грунты. Под нагрузкой могут сжиматься;
- 3) сыпучемёрзлые — песок, гравий, щебень.

Таблица 4

Породы разных классов

Тип	Скальные						Полускальные						Дисперсные			
Класс	С жёсткими кристаллическими связями, прочность которых соизмерима с прочностью минеральных частиц						Выветрелые скальные породы с теми же связями, пониженной прочности						Связные	Несвязные		
Группа	Магматические		Осадочные		Метаморфические		Магматические		Осадочные			Метаморфические	Преимущественно осадочные			
Подгруппа	Энтрузивные	Эффузивные	Цементированные	Химические	Контактный	Региональный	Энтрузивные	Эффузивные	Цементированные	Химические	Органогенные	Контактный	Региональный	Преимущественно механические, биохимические		
Вид породы	Гранит	Базальт	Песчаник	Ангидрит	Мрамор	Гнейс	Яревит гранит	Трахит	Песчаник глинистый	Гипс	Мел	Роговик	Сланцы	Глинистые породы	Опора	Гравий, щебень, песок

Техногенные грунты (tQ) — естественные грунты и почвы, перемещённые и изменённые деятельностью человека. По петрографическому составу техногенные грунты могут быть различными. В соответствии с общепринятой классификацией грунтов ГОСТ 25100–95 «Грунты. Классификация» техногенные грунты выделены в отдельный класс.

4. ЭНДОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ (ПРОЦЕССЫ ВНУТРЕННЕЙ ДИНАМИКИ ЗЕМЛИ)

Процессы внутренней динамики земли обусловлены энергией радиоактивного распада, химико-физическими процессами в магматической оболочке земли, вращением ядра земли.

В результате этих процессов наблюдаются:

- медленные вертикальные и горизонтальные движения земной коры;
- горообразовательные процессы;
- дислокация горных пород;
- вулканизм;
- землетрясения.

Виды дислокаций горных пород

I. Без разрыва сплошности

1. Моноклиналильное залегание, т.е. залегание горных пород под одним углом (рис. 1).



Рис. 1. Моноклиналильное залегание

2. Складчатые залегания (рис. 2).

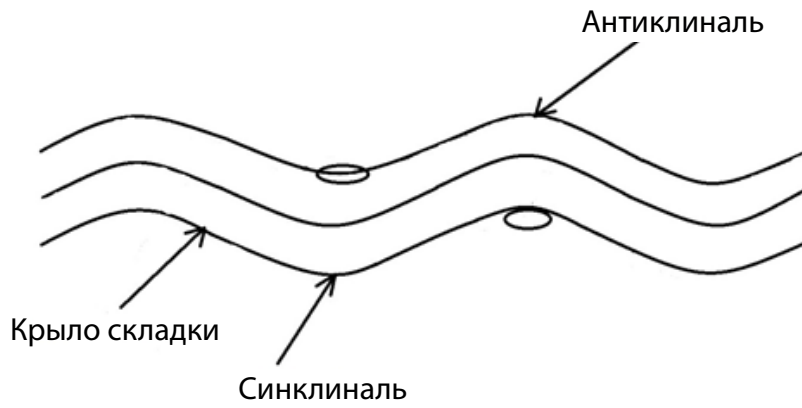


Рис. 2. Складчатые залегания

3. Флексура (рис. 3).



Рис. 3. Флексура

II. Разрывные дислокации

1. Грабен (рис. 4).

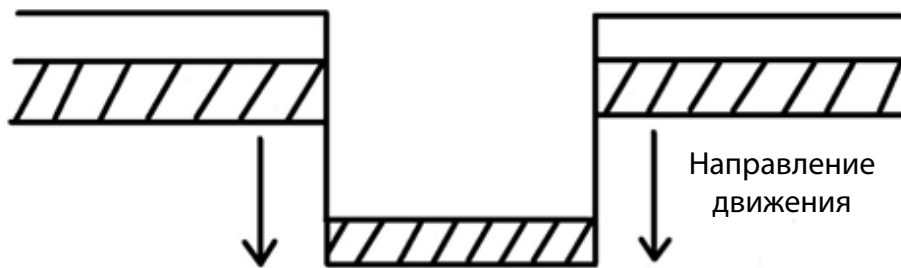


Рис. 4. Грабен

2. Горст (рис. 5).

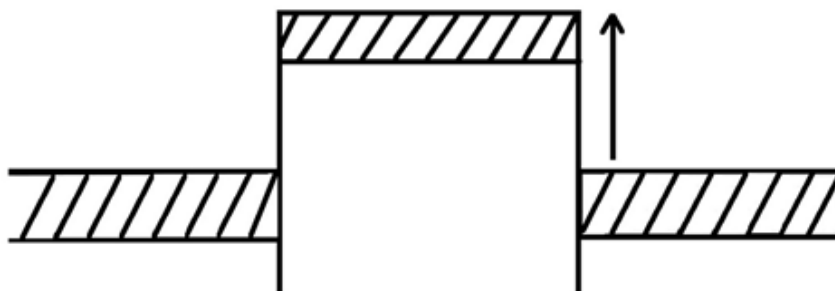


Рис. 5. Горст

3. Сброс (рис. 6).

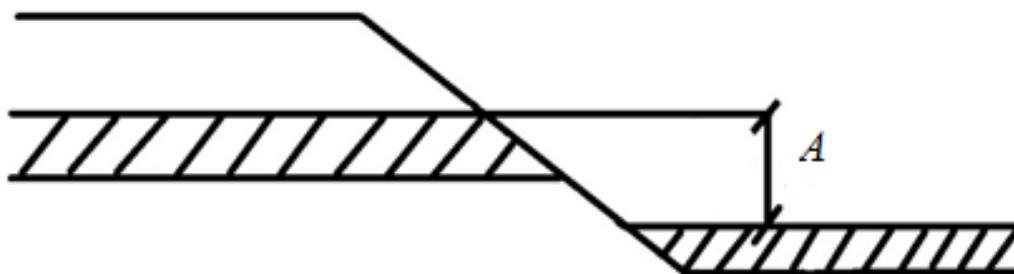


Рис. 6. Сброс: A — амплитуда сброса

Дислокации горных пород создают неоднородность, иногда анизотропию массивов по составу и условиям залегания горных пород, их напряжённому состоянию и механическим свойствам, а также вызывают механическую трещиноватость, резкое снижение прочности в зоне разлома, опасность подвижек массива по разломам.

Тектонические трещины в отличие от трещин выветривания имеют широкое раскрытие и слабо затухают с глубиной.

5. СЕЙСМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Сейсмичность — подверженность земли землетрясениям. В результате сдвигов в толщине земной коры формируются упругие колебания (сейсмические волны). Различают продольные и поперечные сейсмические волны: *продольные* распространяются во всех средах; *поперечные* распространяются только в твёрдых средах. Вблизи поверхности земли возникают поверхностные сейсмические волны.

Виды землетрясений

Землетрясения бывают:

- 1) денудационные (обвальные и провальные);
- 2) тектонические;
- 3) вулканические;
- 4) техногенные.

Интенсивность землетрясений оценивается по условной (12 баллов) шкале Рихтера. В строительной практике для большинства сооружений сейсмичность учитывается с 6 баллов.

Интенсивность проявления землетрясений во многом определяется комплексом инженерно-геологических факторов:

- 1) состав, состояние и свойства горных пород;
- 2) геоморфологическая территория (расчленённость, крутизна склонов и др.);
- 3) геологическое строение района (дислокация пород, наличие тектонических разломов, неоднородность массива и др.);
- 4) гидрогеологические условия;
- 5) наличие, характер и активность геологических процессов (оползни, карст, суффозия, просадки и др.).

Для учёта указанных факторов производится микросейсморайонирование застраиваемой территории и уточнение балльности участков по отношению к фоновой балльности.

6. ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ (ПРОЦЕССЫ ВНЕШНЕЙ ДИНАМИКИ ЗЕМЛИ)

Выветривание горных пород

Разделяют следующие виды выветривания:

- физическое — выражается преимущественно в дроблении горных пород без существенного изменения их минерального состава;
- химическое — приводит к изменению химико-минералогического состава горных пород. Простейшим видом данного выветривания является растворение (легко растворяются гипс, соль);
- биологическое — разрушение горных пород в результате жизнедеятельности живых организмов (растений, бактерий, микрогрибов и т.п.).

Химическая суффозия. Инженерно-геологическая оценка районов распространения пород, подверженных химической суффозии

Химическая суффозия — процесс растворения и выщелачивания горных пород (карбонатных, сульфатных, галоидных), приводящий к появлению трещин и карста в них.

При проведении инженерно-геологической оценки районов распространения пород, подверженных химической суффозии, определяют:

- 1) состав пород. Если карбонаты — необходимо оценить состояние массива к моменту строительства; если сульфаты — нужен прогноз развития процесса на период эксплуатации сооружения;
- 2) гидрогеологические условия (наличие подземных вод, их динамику и минерализацию);
- 3) наличие и состав заполнителя карстовых пустот;
- 4) состав и мощность поверхностных отложений.

Биохимические процессы приводят к образованию заторфованных пород с органическими включениями. В результате жизнедеятельности некоторых бактерий формируются пески-пывуны.

Механическая суффозия

Механическая суффозия — вынос частиц грунта через поры подземными водами — приводит к разрыхлению неоднородных песков, вызывает падение прочности. В результате выноса частиц в толще песков образуются суффозионные полости, что приводит к разрушению сводовой прочности и вызывает провалы на поверхности земли. Суффозия в песках возникает с момента появления критического напора $I_{кр} > 5$:

$$I_{кр} = (\Delta - 1)(1 - n),$$

где Δ — плотность песка; n — пористость.

Плоскостная эрозия. При интенсивном таянии снега и выпадении дождей образуется сплошной поверхностный поток, который ведёт к выколаживанию местности. Плоскостная эрозия губительно сказывается на почвах, смывая их верхний плодородный слой.

Линейная эрозия. Потоки воды, разбиваясь на отдельные струи в соответствии с рельефом местности, образуют ручьи, что при соответствующих уклонах местности и составе пород приводит к образованию оврагов и речных долин. В результате геологической деятельности рек формируются речная долина с продольными и поперечными террасами (рис. 7). Различают *симметричное* и *асимметричное* строение речной долины.

Все речные террасы выполнены аллювиальными отложениями. Коренные берега речной долины представлены породами различного генезиса.



Рис. 7. Строение речной долины

Виды речных террас

1. Эрозионные террасы (рис. 8).

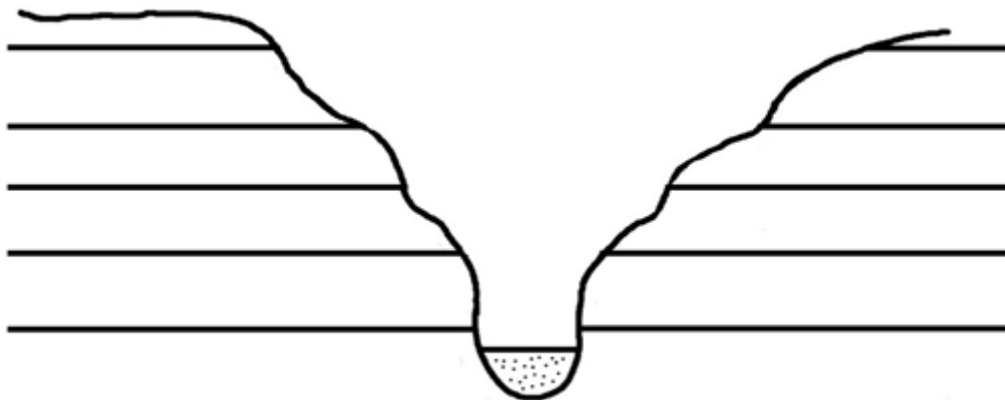


Рис. 8. Эрозионная терраса

2. Цокольные террасы (рис. 9).



Рис. 9. Цокольная терраса

3. Вложенные террасы (рис. 10).

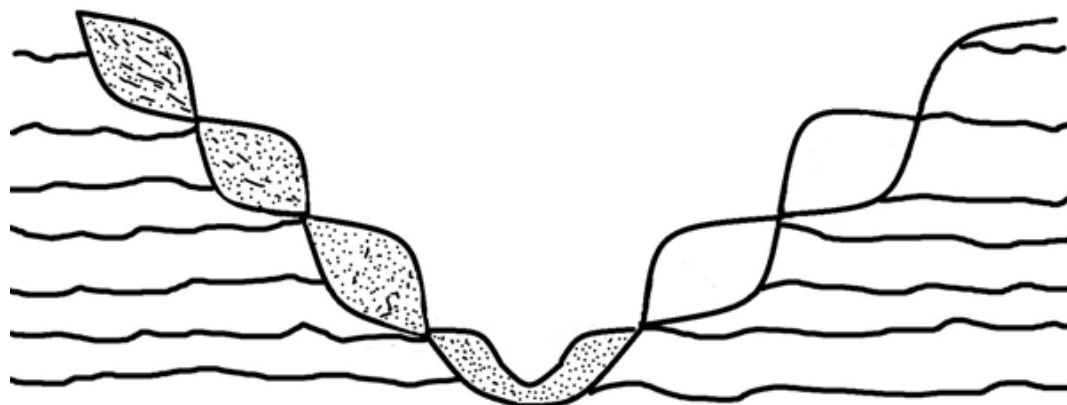


Рис. 10. Вложенная терраса

4. Наложенные террасы (рис. 11).

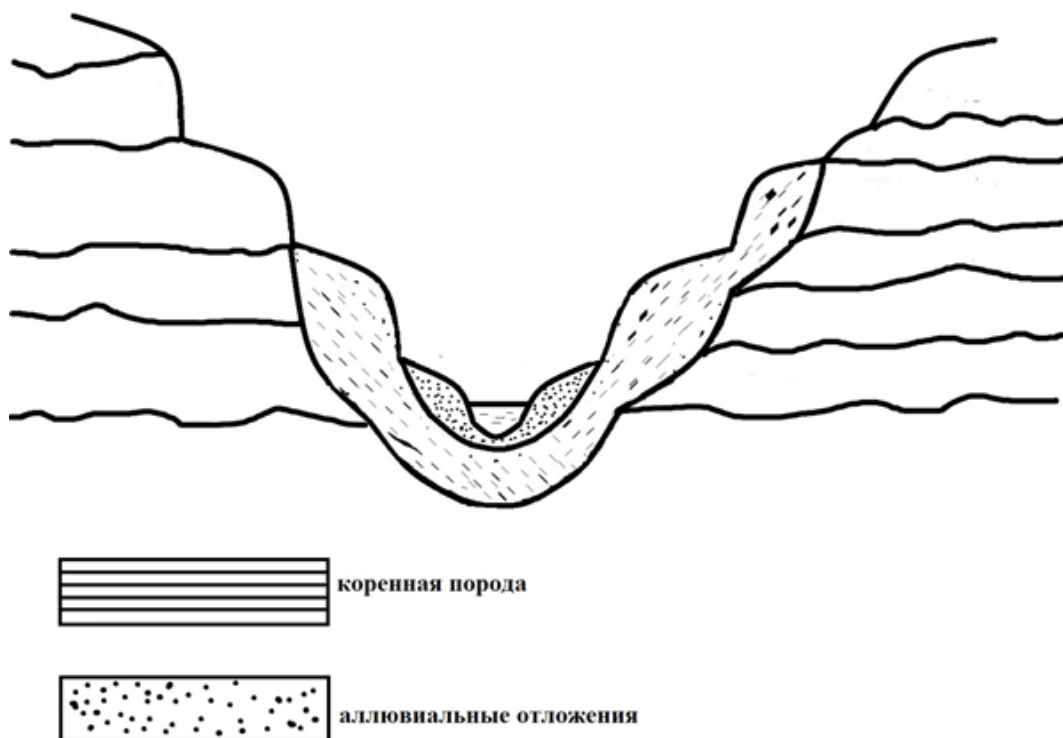


Рис. 11. Наложенная терраса

Геологическая деятельность рек приводит к формированию четырех видов аллювия:

- 1) русловой;
- 2) пойменный;
- 3) террасовый;
- 4) старичный.

Абразия — разрушение берегов (морей, озер, крупных водохранилищ) под воздействием волн и прибоя. Интенсивность абразии зависит от степени воздействия волн (бурность водоема). Важнейшее условие, предопределяющее абразионное развитие берега — относительно крутой угол исходного откоса ($> 0,01$) прибрежной части дна моря или озера. В результате абразии создаются элементы рельефа абразионного берега (рис. 12).

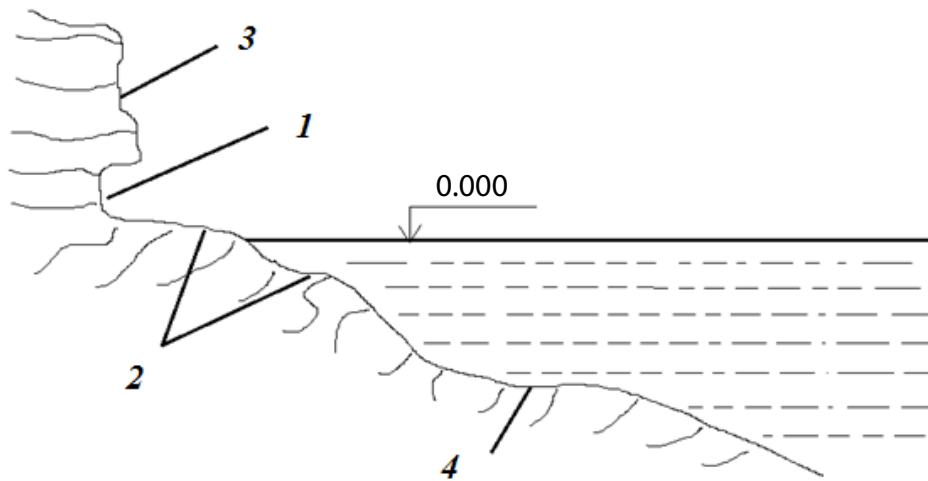


Рис. 12. Профиль абразионного берега: 1 — волноприбойная ниша; 2 — надводные и подводные пляжи; 3 — клиф; 4 — бенч (эрозионная площадка)

В зависимости от конкретных условий интенсивность абразионного процесса различна. Так, отступление коренного суглинисто-лессового берега Цимлянского водохранилища на отдельных участках достигало 100 м/год. Некоторые участки берега Братского водохранилища отступали со скоростью 435 м/год. Лессовые берега Азовского моря отступают со скоростью 4 м/год.

Оползни — скользящее смещение горных пород на склонах под действием силы тяжести при участии поверхностных и подземных вод. Наиболее часто оползни возникают на склонах, сложенных водоупорными (глинистыми) и водоносными породами.

Степень устойчивости склона определяется коэффициентом устойчивости

$$K_{уст} = N \operatorname{tg} \varphi + cF / T,$$

где N — нормальная составляющая веса массива; $\operatorname{tg} \varphi$ — коэффициент внутреннего трения; c — сцепление; F — поверхность скольжения оползня; T — сдвигающая составляющая веса массива (рис. 13), $T = N \operatorname{tg} \varphi + cF$.

Если $K_{уст} > 1$, склон устойчив; если $K_{уст} = 1$, предельное равновесие; если $K_{уст} < 1$, потеря устойчивости.

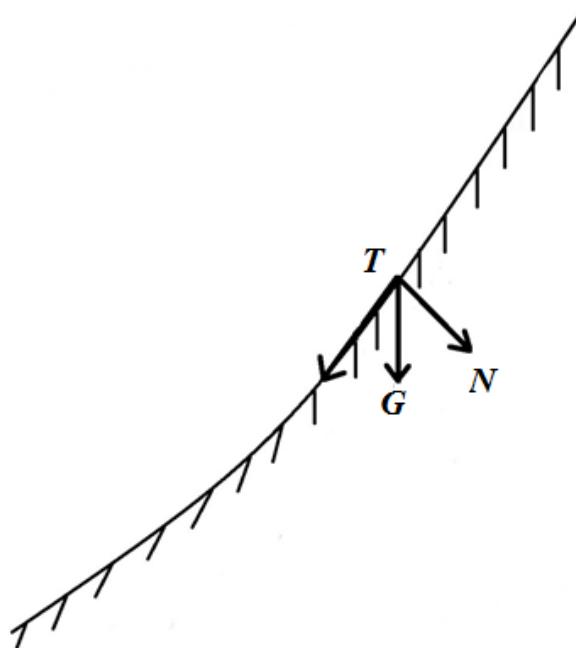


Рис. 13. Силы, действующие на склоне: G — вес массива

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru