

Федеральное агентство по образованию
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОУВПО «АмГУ»

Утверждаю
Зав. каф. ГиП
_____ Т.В.Кезина
« ____ » _____ 2008 г.

«ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

для специальности 130301 очной формы обучения
«Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных
ископаемых»

Составитель: Кезина Т.В., профессор каф. ГиП, д.г.-м.н.

Благовещенск 2008 г.

*Печатается по
решению редакционно-
издательского совета Амурского
государственного
университета*

Т.В.Кезина

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Геоморфология и четвертичная геология» для студентов очной формы обучения специальности 130301 «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых»

СОДЕРЖАНИЕ

1.1 . Программа дисциплины	3
2.1.2. Рабочая программа дисциплины.....	4
2.1.3.Самостоятельная учебная работа студентов.....	7
2.1.4.Методические рекомендации по проведению практических (лабораторных) занятий.....	7
2.1.5 Методические рекомендации по проведению (практических) лабораторных занятий.....	8
2.1.6. План-конспект лекций по дисциплине.....	8
Введение в дисциплину.....	8
Морфография и морфометрия рельефа.....	8
Экзогенный рельеф континентов и геосинклинальных областей...10	
Геоморфология склонов.....	20
Рельеф аридных и гумидных областей. Карст.....	22
Геоморфология речных долин.....	30
Геоморфология побережий.....	36
Геоморфология криолитозоны, районов платформенных и горных оледенений.....	44
Основы четвертичной геологии.....	56
Генетические типы континентальных отложений.....	57
Четвертичные период. Особенности четвертичного периода.	
Стратиграфические подразделения четвертичной системы. Методики изучения четвертичного периода.....	62
Геоморфологическая графика и карты четвертичных отложений...69	
2.1.7. Методические указания по выполнению курсовых проектов.....	83
2.1.8. Методические указания по проведению лабораторных работ.....	83
2.1.9. Методические указания к практическим и семинарским занятиям....	83
2.1.10. Методические указания по выполнению домашних заданий и контрольных работ.....	83
2.1.11. Перечень программных продуктов используемых в практической деятельности выпускников.....	84
2.1.13. Методические указания профессорско-преподавательскому составу по организации межсессионного и экзаменационного контроля знаний студентов.....	84
2.1.14. Комплекты заданий для лабораторных работ, контрольных работ, домашних заданий.....	84
2.1.16. Комплекты экзаменационных билетов для экзамена	85
2.1.17. Карта обеспеченности дисциплины кадрами профессорско-преподавательского состава.....	87

1.1 ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Геоморфология и четвертичная геология»

Образовательный стандарт. Рельефообразующие процессы и формы рельефа; генетические типы континентальных отложений и их связь с формами рельефа; типы экзогенных форм рельефа и коррелятивных отложений; формы рельефа, созданные преимущественно эндогенными процессами; структурно-геоморфологический анализ форм рельефа; стадийность развития рельефа; основы неотектоники, методы геоморфологических исследований; геоморфологические карты, профили, колонки; особенности расчленения и корреляции четвертичных отложений; стратиграфические схемы четвертичных отложений; методы картирования; карты четвертичных отложений, типы четвертичных отложений на территории России.

Цель дисциплины: Курс «Геоморфологии и четвертичной геологии» должен дать студенту целостное представление о рельефообразующих процессах, методах геоморфологических исследований и значении четвертичных отложений при поиске и разведки месторождений полезных ископаемых.

Содержание дисциплины

Содержание дисциплины. Все многообразие тем дисциплины сведено в 16 составных частей «Геоморфологии и четвертичной геологии» (Тематический план лекций), основу которых составляет последовательное изучение рельефообразующих процессов, методов геоморфологических исследований и особенностей расчленения и корреляции четвертичных отложений.

Дисциплина «Геоморфологии и четвертичной геологии» (СД. 06) включает в себя разделы:

Темы	Лекц.	Практ.
1. Введение в дисциплину «Геоморфология и четвертичной геологии». Цели и задачи дисциплины. Основные сведения из истории возникновения науки.	2	
2. Морфология и морфометрия рельефа. Генезис	2	

рельефа. Возраст рельефа. Экзогенные и эндогенные факторы рельефообразования.		
3. Экзогенный рельеф континентов и геосинклинальных областей.	2	2
4. Геоморфология склонов.		2
5. Рельеф аридных и гумидных областей. Карст.		2
6. Геоморфология речных долин.	2	2
7. Геоморфология побережий.		2
8. Геоморфология криолитозоны, районов платформенных и горных оледенений.	2	2
9. Основы четвертичной геологии	2	
10. Генетические типы континентальных отложений.	2	
11. Четвертичный период. Особенности четвертичного периода. Стратиграфические подразделения четвертичной системы. Методики изучения четвертичных отложений.	2	2
12. Геоморфологическая графика и карты четвертичных отложений.		2
Итого, часов	16	16

2.1.2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Геоморфология и четвертичная геология»

1. Введение в дисциплину «Геоморфология и четвертичной геологии». Цели и задачи дисциплины. Основные сведения из истории возникновения науки.

Геоморфология. Рельеф. Формы рельефа. Элементы рельефа. Морфолитогенез.

2. Морфология и морфометрия рельефа. Генезис рельефа. Возраст рельефа. Экзогенные и эндогенные факторы рельефообразования. Выветривание, денудация, аккумуляция.

3. Экзогенный рельеф континентов и геосинклинальных областей.

Мега-, макро-, мезо-, микрорельеф. Эндогенные факторы и процессы. Экзогенные факторы и процессы. Платформы. Поверхности выравнивания. Области горообразования.

4. Геоморфология склонов.

Склоновые процессы, формы рельефа и отложения. Генетические типы склонов. Экспозиция склона.

5. Рельеф аридных и гумидных областей. Карст. Выветривание и формы рельефа связанные с ним. Десквамация, дефляция. Пустынные коры, пустынный загар. Типы пустынь. Формы рельефа пустынь. Барханы, дюны, кучевые пески, грядовые пески.

6. Геоморфология речных долин. Флювиальные формы рельефа. Строение речной долины в продольном сечении. Морфологические типы речных долин. Динамические фазы аллювия. Террасы. Полезные ископаемые, связанные с аллювием.

7. Геоморфология побережий. Элементы рельефа побережий. Рельефообразующие факторы. Формы берегов. Типы побережья. Прибрежно-морские россыпи.

8. Геоморфология криолитозоны, районов платформенных и горных оледенений.

Строение и распространение криолитозоны. Криогенный рельеф. Термокарстовые формы.

Ледниковая эрозия и аккумуляция. Кары, цирки, трог, ледниковые морены, конечные морены, камы, озы, друмлины. Флювиогляциальная эрозия и аккумуляция.

9. Основы четвертичной геологии

Распространение четвертичных отложений. Значение для поисков полезных ископаемых.

10. Генетические типы континентальных отложений.

Элювий, почвы, коллювий, делювий, пролювий. Озерные отложения.

11. Четвертичный период. Особенности четвертичного периода. Стратиграфические подразделения четвертичной системы. Методики изучения четвертичных отложений.

Колебания климата и оледенения. Принципы стратиграфии и особенность стратиграфического расчленения и корреляции четвертичных отложений.

Палеоклиматический, климатостратиграфический и биостратиграфический методы. Общие стратиграфические подразделения. Антропоген.

12. Геоморфологическая графика и карты четвертичных отложений.

Морфометрия и морфография рельефа. Продольные и поперечные профили.

Геоморфологические карты и легенды. Карты четвертичных отложений.

Основные критерии оценки знаний студентов

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
5	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
4	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями
3	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов
2	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, исправляемые даже с помощью преподавателя	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы

Рекомендуемая литература по дисциплине ОСНОВНАЯ

1. Войлошников В.Д. Геология. – М., 1979. – 272 с.
2. Войлошников В.Д. Полевая практика по геологии. – М., 1977, 1984. – 128 с.
3. Короновский Н.В., Якушова А.Ф. Основы геологии. – М., 1991. – 416 с.
4. Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Геология. – М., – 2003. – 445 с.

5. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. – М.: Высшая школа, - 1979.,- 272 с.
6. Спиридонов А.И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. – М.: Высшая школа, - 1970.
7. Спиридонов А.И. Геоморфологическое картографирование. – М.: Недра, - 1975.
8. Щукин И.С. Общая геоморфология (в трех томах). – М.: МГУ, - 1974.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1. Ананьев. Г.С. Формирование вершинных поверхностей. – М.: МГУ, - 1976.
2. Воскресенский С.С. Геоморфология СССР. – М.: Высшая школа, 1968.
3. Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. – М.: АН СССР, 1962.
4. Кривошук А.Е. Рельеф и недра Земли. – М., Мысль, 1977.

Средства обеспечения освоения дисциплины.

1. Плакаты, кинофильмы, диапозитивы.
2. Экскурсии на природные объекты.

2.1.3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

На самостоятельную работу студентов отводится 38 часов. Эта работа осуществляется как путем изучения основной и дополнительной литературы (см. список в конце программы), написанием рефератов по заданным темам, так и дополнительными занятиями с картами и разрезами. Кроме того, осуществляется поиск в «Интернете» новых данных по изучаемым разделам.

2.1.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ (ЛАБОРАТОРНЫХ) ЗАНЯТИЙ

На практические (лабораторные) занятия отводится 16 часов.

Практические (лабораторные) занятия проводятся на природных объектах и в учебных аудиториях. Основная часть отведенного времени посвящается решению задач, которые позволяют студентам приобрести навыки работы с картами, разрезами и природными объектами.

Задания к практическим (лабораторным) работам выдаются преподавателем согласно рабочей программы дисциплины.

1. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. – М.: Высшая школа, - 1979.,- 272 с.
2. Спиридонов А.И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. – М.: Высшая школа, - 1970.

2.1.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ (ЛАБОРАТОРНЫХ) ЗАНЯТИЙ

Для лабораторных занятий обязательным является изучение процессов рельефообразования, типов эндогенного и экзогенного рельефообразования, классификаций основных форм рельефа. Закрепление лекционного курса требует проведения занятий по наиболее важным разделам "Геоморфология и четвертичная геология".

2.1.6. ПЛАН-КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Геоморфология и четвертичная геология»

1. Введение в дисциплину «Геоморфология и четвертичной геологии». Цели и задачи дисциплины. Основные сведения из истории возникновения науки.

Геоморфология. Рельеф. Формы рельефа. Элементы рельефа. Морфолитогенез.

2. Морфология и морфометрия рельефа. Генезис рельефа. Возраст рельефа. Экзогенные и эндогенные факторы рельефообразования. Выветривание, денудация, аккумуляция.

Эндогенные процессы протекают в условиях высоких температур и давлений. Гравитационное поле Земли и силы вращения могут влиять на форму планеты, вызывать вертикальные и горизонтальные перемещения фрагментов

литосферы разной плотности, процессы диапиризма и т.д.

Для рельефообразования наибольшее значение имеют механические движения литосферы, магматизм и метаморфизм. Один из важнейших результатов - формирование *первичных* неровностей твердой поверхности Земли - тектонически обусловленных поднятий и впадин.

Под эндогенными рельефообразующими факторами понимаются процессы, обусловленные внутренним развитием литосферы и создающие неровности земной поверхности в условиях приповерхностного гравитационного поля Земли и под воздействием ее движений в пространстве. Структурные формы, выраженные в рельефе - полигенные образования, т.к. всегда в различной степени искажены экзогенными процессами.

Источники энергии эндогенных процессов подразделяются на: внешние (космические); и внутренние (земные): 1) потенциальная энергия массы Земли и создаваемого ею гравитационного поля; 2) энергия движения Земли; 3) энергия, выделяемая Землей в процессе развития планетарной материи.

По своему воздействию на земную поверхность эндогенные факторы могут быть подразделены на *статические* и *динамические*.

Динамические, или активные, эндогенные факторы - общие и частные движения земной коры. Динамика определяется направлением, скоростью и неравномерностью движений в пространстве и времени.

К основным статическим, или пассивным, эндогенным факторам относятся: литолого-стратиграфические условия и глубина денудационного среза.

Деформация пород – *структурная форма* (СФ) является как статическим, так и динамическим фактором. Если денудации подвергается *неразвивающаяся (мертвая)* СФ, то она играет роль пассивного фактора - в рельефе препарируются ее отдельные части. Если СФ *живая* и выражена в рельефе в результате активного развития складки (блока), то ее рельефообразующее значение - активное, отражающее новейшие движения земной коры. Выражение в рельефе *неразвивающейся* СФ определяется

различными сочетаниями трех параметров: 1) типом тектонических деформаций; 2) устойчивостью пород, ее слагающих, и последовательностью их чередования; 3) глубиной денудационного среза в современную эпоху.

Морфологическое выражение *развивающейся* СФ зависит от: А – статических факторов – глубина денудационного среза, структурные и литолого-стратиграфические условия; Б – комплекса динамических параметров - тип развивающейся деформации и характеристика ее механических перемещений. Наиболее распространены *мозаичные* СФ - поднятия и впадины, включающие отмершие деформации.

Экзогенные процессы делятся на 3 группы: *выветривание, денудация (снос) и аккумуляция (накопление)*. Денудация и аккумуляция по эффекту воздействия на рельеф являются *нивелирующими*. Воздействие силы тяжести и силы вращения оказывают влияние на ряд экзогенных факторов.

Климат Земли определяет генетические типы экзогенных процессов и, отчасти, интенсивность их воздействия на земную поверхность. *Латеральные* изменения климата определяются положением Земли относительно Солнца и образуют *планетарную* климатическую зональность. Изменения климата с высотой образуют *ороклиматическую* зональность, которая обусловлена ростом тектонических поднятий и изменением температуры атмосферы с высотой. Большое рельефообразующее значение имеют изменения климата во времени.

3. Экзогенный рельеф континентов и геосинклинальных областей.

Мега-, макро-, мезо-, микрорельеф. Классификация *мегаформ* – крупных неровностей земной поверхности – принимается в соответствии с: 1) тектоническим режимом в позднем кайнозое; 2) строением земной коры и литосферы; 3) характером новейшего развития структурных форм в рельефе Земли. Соответственно могут быть выделены мегаформы I, II и III порядков:

I – гигантские впадины океанов и континентальные поднятия;

II – обширные регионы с различным тектоническим режимом, (на суше - платформенные равнины и области горообразования);

III – основные поднятия и впадины, входящие в строение областей горообразования и платформенных равнин.

Экзогенные факторы и процессы.

Под экзогенными факторами понимаются процессы рельефообразования, обусловленные выветриванием, денудацией и аккумуляцией. Они генетически и причинно связаны с эндогенными факторами, приповерхностным гравитационным полем Земли, ее климатом, а также влиянием Солнца и Луны.

Формы рельефа, в образовании которых главная роль принадлежит экзогенным процессам, называются **морфоскульптурами**.

Выветривание – сочетание процессов разрушения горных пород, слагающих земную поверхность под воздействием внешних оболочек и Солнца. Они подготавливают материал для дальнейших денудации и аккумуляция. Источники энергии для процессов выветривания – энергия Солнца и физико-химическое воздействие атмосферы и гидросферы. Климат определяет избирательное развитие основных генетических типов выветривания и влияет на скорость их течения.

Денудация по общему характеру воздействия – процесс снижения земной поверхности. Подразделяется на общую, или *плоскостную*, и *линейную*, развивающуюся избирательно.

Аккумуляция – процесс повышения земной поверхности. Может быть региональной и локальной. Генетические типы денудации и аккумуляции зависят от физико-географической обстановки; возникновение процессов, их скорость и продолжительность полностью соответствуют источникам энергии. Денудация и аккумуляция протекают **только** при наличии неровностей земной поверхности и прекращаются при их уничтожении. В геоморфологическом аспекте эндогенные факторы порождают неровности

земной поверхности, экзогенные факторы – нивелируют их. От соотношения эндогенных и экзогенных факторов зависит степень выравнивания.

На поверхности суши, в эпиконтинентальных морях, озерах, реках выделяются две основные обстановки развития экзогенных процессов: *субаэральная* (наземная) и *субаквальная* (подводная). В пределах суши различаются платформенная и орогенная обстановки, характеризующиеся различным развитием экзогенных процессов и коррелятивных им отложений. В *платформенных* областях на обширных площадях с однообразными орографическими и климатическими условиями каждый из генетических типов экзогенных процессов получил самостоятельное и наиболее полное развитие.

Для *орогенных* областей со сложным контрастным рельефом в условиях ороклиматической зональности характерен парагенез генетических типов и их изменчивость в пространстве.

Платформы. Поверхности выравнивания.

Платформенные равнины развиваются на разновозрастных платформах и являются основной мегаформой рельефа континентов Характерная особенность платформенных равнин – резкое преобладание равнинных пространств над участками с расчлененным рельефом. Амплитуды высот на равнине достигают нескольких сотен метров. Платформенные равнины в целом и отдельные крупные формы рельефа в их пределах характеризуются преобладанием изометричных очертаний. При этом их границы часто отличаются прямолинейностью. Речные бассейны отличаются большой площадью и сильной разветвленностью. В облике морфоскульптуры проявляется горизонтальная физико-географическая зональность.

Равнины могут развиваться на щитах и плитах с маломощным или мощным чехлом осадочных пород. Они подразделяются на аккумулятивные – с покровом четвертичных отложений, и денудационные – лишенные его.

Выделяются также *денудационно-аккумулятивные* равнины с цоколем дочетвертичных пород.

Внешнее строение платформенных равнин характеризуется выровненностью - следствием стабильности однонаправленных движений и их малых скоростей, проявляющихся на больших территориях.

Аккумулятивные равнины приурочены к впадинам платформ, развивающимся в области абсолютного и относительного прогибания и аккумуляции. По расположению выделяются внутриконтинентальные - преимущественно субэральные, и окраинно-континентальные – шельфовые (субаквальные).

Шельфовые равнины в основном аккумулятивные. Занимают наиболее низкое положение среди разновысотных равнин континентов. Представляют область устойчивых или преобладающих слабых отрицательных движений.

Низменные аккумулятивные равнины (субэральные) подразделяются по генезису четвертичного покрова и характеру основных неровностей поверхности. Выделяются моногенные и полигенные равнины.

По устройству поверхности различают равнины горизонтальные и наклонные, разнообразно расчлененные и осложненные эрозионно-аккумулятивными формами. В рельефе аккумулятивных равнин своеобразную роль играют мощности новейших отложений.

Денудационные равнины в основном являются внутриконтинентальными. Развиваются на крупных поднятиях платформ, представлены высокими плато и плоскогорьями.

Вдоль побережья морей и океанов в условиях регрессии, сменившей трансгрессию, возникают окраинно-континентальные поднятые абразионные равнины.

Для рельефа денудационных равнин большое значение имеет геологическое строение. Различная устойчивость пород способствует образованию малых форм рельефа благодаря процессам избирательной денудации. Активно развивающиеся тектонические деформации могут

создавать неровности, осложняющие рельеф равнин. При незначительной скорости их роста на участках поднятий формируется динамическая денудационная поверхность с понижающимся уровнем денудационного среза, во впадинах происходит непрерывное накопление осадков и формирование участков конаккумулятивного выравнивания.

Равнинные поверхности, возникшие в результате выравнивания первоначально расчлененного рельефа называют *поверхностями выравнивания*. Поверхности выравнивания развиваются при малых скоростях тектонических движений в условиях их компенсации нивелирующими экзогенными процессами или в обстановке относительного покоя. В зависимости от направленности движений формируются аккумулятивные или денудационные выровненные поверхности. Поверхности выравнивания характерны как для платформенных, так и для складчатых областей.

Исследованиям процессов выравнивания было посвящено множество работ. По представлениям В.Дэвиса, все эпохи горообразования заканчивались снижением активности тектонических движений до их полного прекращения. Это выражается в последовательном направленном изменении облика рельефа. Дэвис выделял циклы, на протяжении которых происходят изменения рельефа в зависимости от эндогенного режима. Каждый цикл делится на стадии. В эрозионном цикле выделяется пять стадий:

1. *Детство* – начало расчленения общего поднятия горного сооружения, при котором реки используют, главным образом, первичные (тектонические) впадины, водоразделы остаются нерасчлененными.

2. *Юность* – быстрое развитие эрозии и значительное расчленение рельефа.

3. *Зрелость* – начало нисходящего развития рельефа - снижение водоразделов, выполаживание склонов и расширение долин.

4. *Старость* – нисходящее развитие рельефа, расчленение линейных хребтов и превращение их в холмы, подразделяющие широкие плоские долины, где меандрируя, текут реки.

5. *Дряхлость* – полное выравнивание рельефа.

Предельную равнину, выработанную на складчатом основании области горообразования В.Дэвис назвал *пенепленом*. Встречаются незавершенные циклы с нарушениями описанной последовательности. Процесс выравнивания может прерваться на любой стадии (в результате активизации тектонических движений). Выравнивание Дэвис рассматривал как результат последовательного снижения орогенного рельефа “сверху”.

II. По А.Д.Наумову (1981), пенеплену соответствует рубеж, отделяющий мобильный режим геосинклинального и эпигеосинклинального орогенного развития от относительно стабильного платформенного. Развитие орогена и последующий этап покоя должны были обеспечить глубокий денудационный срез и предельное выравнивание, завершившееся формированием несмещенных химических кор выветривания полного профиля.

С геологических позиций правильнее выделять пенеплены как поверхности раздела, соответствующие переходу от геосинклинального к платформенному режиму, и поверхности выравнивания, возникающие в принципиально иных геологических условиях.

III. В.Пенк дал анализ процесса отступления склонов и формирования “предгорной лестницы” (педиментов), рассматривая этот процесс синхронно с развитием поднятий. Неравномерность воздымания в сочетании с расширением области положительных движений обусловила ступенчатость склонов. Это явление могло происходить при различных соотношениях скоростей воздымания и денудации.

При педиленизации происходит выравнивание “сбоку” в результате параллельного отступления склонов и расширения основания – педиментов.

Педимент - предгорная скалистая равнина, иногда с маломощным покровом в основном флювиальных отложений. Размеры педиментов – до десятков км². Образуются в различных климатических зонах за счет склоновой денудации и удаления материала процессами плоскостного и

ручейкового смыва. Необходимое условие для педипленизации - наличие ранее созданных превышений между сопряженными областями сноса и накопления. Прерывистость тектонических движений в сочетании с изменениями климата может привести к возникновению нескольких уровней педиментов. Педимент объединяется с отступающим склоном, который регрессивно смещаясь, “съедает” вышерасположенный педимент.

В условиях *нисходящего* развития региона достаточно продолжительный процесс отступления склонов может привести к общему выравниванию – *педипленизации*.

Педиплен – обширная слабонаклонная равнина, образовавшаяся в результате длительного отступления склонов, расширения и слияния педиментов. Выравнивание происходит в основном за счет боковой планации. Образовавшаяся поверхность является полигенной, преимущественно денудационной. Для формирования педипленов благоприятны условия семиаридного и умеренно гумидного климата, преимущественно холодного и резко континентального. Главное и обязательное условие – длительное отсутствие движений, создающих наклонные поверхности, и постоянное положение базиса денудации, что определяет нисходящее развитие рельефа и выравнивание в любых климатических условиях.

При *восходящем* развитии рельефа и формировании новых уровней педиментов общего выравнивания не происходит. Область воздымания расширяется.

Выделяется несколько генетических типов поверхностей выравнивания:

1. *Пенеплены* – региональные поверхности раздела, отражающие переход территории от эпигеосинклинального орогенного режима к платформенному. Время формирования соответствует длительному этапу тектонического покоя, когда происходит полное выравнивание и образование кор химического выветривания полного профиля.

2. *Поверхности статического выравнивания* (или *поверхности конечного выравнивания*) – педиплены и др. региональные поверхности,

образующиеся в условиях длительного тектонического покоя, конечного выравнивания и полного уничтожения неровностей, обусловленных мертвыми СФ, литолого-стратиграфическими и др. факторами. Могут формироваться неоднократно в условиях платформенного режима. Механизм разрушения неровностей для I и II типов поверхностей может представлять сочетание различных видов планации при изменении ведущей роли нивелирующих процессов во времени.

3. *Поверхности динамического выравнивания* – локальные выровненные поверхности, образующиеся при *нисходящем развитии* рельефа в условиях малых скоростей роста СФ, полностью уничтожаемых экзогенными процессами. В зависимости от направления общих движений формируются денудационные, аккумулятивные или сложные поверхности динамического выравнивания.

Области горообразования.

Орогенный процесс в кайнозой развивается в пределах отмирающих геосинклиналей и разновозрастных платформ. Территории, им охваченные, выделяются как *области горообразования*, или *орогенные области*. Орогенный режим отличается от платформенного высокой мобильностью и разнонаправленностью движений, от геосинклинального – развитием общего поднятия и его расширением за счет сопредельных впадин. Наиболее крупные мегаформы областей горообразования – *орогенные пояса*. По расположению выделяются окраинно-континентальные или внутриконтинентальные пояса. В плане пояса имеют линейно вытянутые очертания, в вертикальных сечениях представляют значительное общее поднятие (по сравнению с сопредельными областями платформенных равнин). Внутреннее строение характеризуется увеличением мощности земной коры, вулканизмом, высокой сейсмичностью и значительной скоростью разнонаправленных тектонических движений, быстро сменяющихся вкост простирания СФ. Орогенные пояса состоят из *горных стран* – систем равноценных и сопряженных поднятий (горных

сооружений) и предгорных и межгорных впадин. Горные страны различаются по геологическому развитию и особенностям орогенеза. В соответствии с геологической предысторией выделяются различные типы горных стран:

Эпигеосинклинальные горные страны (Альпы, Кавказ, Анды и др.) формируются в конце процесса замыкания геосинклинали или непосредственно после него. Эпигеосинклинальный орогенез характеризуется отмиранием общего прогибания, завершением складчатости с дальнейшим развитием сопряженных систем поднятий и впадин на фоне становления общего поднятия. Активный рост положительных СФ, приводит к их преобладанию над отрицательными. В результате происходит сокращение общих и частных прогибов и отмирание впадин как областей прогибания и аккумуляции. Высокая интенсивность вертикальных движений приводит к морфологическому становлению общего поднятия в виде эпигеосинклинального горного сооружения. В центральной части сопряженных компенсированных и перекомпенсированных межгорных и предгорных впадин образуются аккумулятивные равнины, обрамленные предгорьями.

В современном рельефе эпигеосинклинальные горные сооружения представлены в основном высокими линейно-вытянутыми системами хребтов, часто с альпийским обликом рельефа, в различной степени осложненного вулканическими постройками.

Эпигеосинклинальные горные сооружения имеют блоково-складчатое строение с закономерно изменяющейся складчатостью – линейной в центре поднятия и сундучной - по периферии. В присводовых участках таких горных сооружений денудация часто вскрывает гранитные батолиты. Если на фоне общего поднятия развиваются складчатые деформации, то в рельефе отдельные хребты и их системы представлены антиклиналями, а разделяющие их понижения – синклиналями, осложненными разрывами. В условиях общего развивающегося поднятия происходит препарирование отдельных элементов мертвых складчатых деформаций. Таким образом, в облике

эпигеосинклинальных горных сооружений большое значение имеют деформации изгибов с различными радиусами кривизны.

Эпиплатформенные горные страны развиваются на разновозрастных платформах в условиях слабого горообразования (Тянь-Шань, Кордильеры). Здесь преобладают породы фундамента. Для хребтов и горных впадин характерна сводово-глыбовая структура (развитие пологих изгибов с крупно- и мелкоблоковым внутренним строением). Поэтому особое значение приобретают разрывы разных рангов. Отдельные хребты или их системы, как правило, соответствуют развивающимся горстообразным СФ, а разделяющие их впадины – грабенам и приразломовым долинам (Вост. Саян, Енисейский кряж). При значительном развитии пород чехла, хребты-поднятия могут представлять полого изогнутые осложненные разрывами складки фундамента, а также складки облекания, маскирующие глыбовую природу поднятия (Юго-Западный Тянь-Шань). В области слабого эпиплатформенного орогенеза встречаются глыбовые горы с горизонтальным залеганием пород.

Облик эпиплатформенных горных стран определяется преимущественно системами развивающихся разрывов, многие из которых - древние, возрожденные в процессе орогенеза. Поэтому простирание поднятий и впадин и общий структурный план наследуются от геосинклинального этапа развития. *Рифтогенные* горные страны - основной тип океанских гор. В пределах континентов они представлены в основном пологими сводообразными поднятиями. В начале развития они осложняются многочисленными секущими и согласными разрывами, среди которых широко распространены сбросы, ограничивающие грабенообразные впадины, приуроченные к присводовым участкам и сводам общих поднятий (Восточно-Африканское горное сооружение, Байкальское нагорье). Таким образом, горная страна определенного генетического типа – это территория с общей доорогенной историей и тектоническим режимом, в пределах которой новейший процесс горообразования происходил примерно в одно время.

Новейшие СФ и рельеф горной страны имеют общие черты строения, определяющие ее индивидуальный облик.

4. Геоморфология склонов.

Склоны объединяют днища низменностей с поверхностями возвышенностей любого генезиса. По склонам осуществляется совместное действие процессов склоновой денудации и транзита обломочного материала от водоразделов до днищ долин или другого промежуточного базиса денудации. Главным действующим фактором является сила тяжести, поэтому на склонах преобладают гравитационные процессы: обвалы, оползни, осыпи, перемещение делювиальных и солифлюкционных покровов и др.

Генетические типы склонов. По генетическому признаку склоны подразделяются на эндогенные и экзогенные. *Эндогенные* склоны - наклонные поверхности, непосредственно связанные с морфологическим становлением СФ различных порядков. Основные параметры (крутизна, высота, простирание и др.) зависят от типа деформаций и их новейшего развития. Эндогенные склоны моделируются экзогенными процессами. Эндогенные сложные склоны характеризуются весьма значительной протяженностью и большой высотой (в горных странах высота – до первых км, протяженность – до первых сотен км; на платформах высота может превосходить 1-2 км). *Экзогенные* склоны - наклонные поверхности, формирующиеся в результате непосредственного воздействия экзогенных процессов. Они не соответствуют элементам тектонических деформаций, но отдельные параметры (крутизна и др.) косвенно зависят от внутреннего строения и характера общих новейших движений. Строение *полигенных* склонов определяется сочетанием эндогенных и экзогенных поверхностей. Крутизна и ее изменение зависят от соотношения эндогенных (Т) и нивелирующих экзогенных (Д) процессов: $T > Д$ – крутизна со временем возрастает; $T = Д$ – динамическое равновесие, сохранение общей крутизны; $T < Д$ – выполаживание склона. Форма склонов может быть прямой, выпуклой

и вогнутой. В.Дэвис сопоставлял прямой склон с воздыманием и активным развитием глубинной эрозии, а вогнутый считал формой, характерной при снижении скорости положительных вертикальных движений и уменьшении активности эрозионных процессов. Важной характеристикой склонов является их ступенчатость. Весьма интересна ступенчатость, отражающая направленный импульсивный рост поднятий и впадин – она является общей для крупных регионов и выделяется как региональная (в отличие от локальной, обусловленной местными причинами).

Склоны и коррелятивные отложения областей горообразования и платформенных равнин.

Для геоморфологической характеристики склонов и аккумулятивных форм принимается подразделение данное Е.В.Шанцером с дополнениями по Г.С.Золотареву и С.С.Воскресенскому. По генезису, морфологии, внутреннему строению и характеру перемещения обломочного материала выделяются *обвальнo-осыпные, десертционнo-солифлюкционные, делювиальные, оползневые, сложные полигенные* типы склонов. Их образование обусловлено сочетанием орографических и климатических условий, которые предопределены новейшим эндогенным развитием рельефа. На склонах, с крутизной более 35-37° (угол естественного откоса), преобладают обваливание и осыпание. При крутизне менее угла естественного откоса, но более 12-15° развиваются процессы оползания, часто сочетающиеся с делювиальным смывом и массовым движением обломков, покрывающих склон. На пологих (в т.ч. с крутизной 1-2°) склонах происходят делювиальный смыв и массовое движение чехла обломков (дефлюкция, солифлюкция, курумы, “мерзлотный крип” и др.). Склоновые процессы, формы рельефа и отложения. Генетические типы склонов. Экспозиция склона.

1. Обвальные склоны, как правило, приурочены к осыпным склонам, поэтому гравитационные отложения образуют полигенную обвальнo-осыпную толщу.

2. Осыпные склоны характеризуются гравитационной сортировкой – большие обломки накапливаются на удалении от подножия склонов, т.к. обладают большей энергией, чем мелкие.

II. Оползневая группа склонов

Под оползанием понимается смещение горных пород на склонах, при котором преобладает скольжение по имеющимся или формирующимся поверхностям или системе поверхностей.

III. Делювиальные склоны.

Делювиальные склоны и коррелятивные им отложения средних широт – это образования, возникшие в результате струйчатого или бороздчатого смыва частиц почвы или грунта с наклонных поверхностей дождевыми и талыми водами и отложения продуктов разрушения в виде плащеобразных покровов делювия. В их формировании наиболее существенное значение имеют: 1) количество и характер осадков, 2) крутизна склона, 3) физико-механические и др. свойства пород, слагающих склон, 4) степень консервации почвы растительным покровом.

5. Рельеф аридных и гумидных областей. Карст.

ПРОЦЕССЫ: 1) разрушение горных пород – дефляция и коррозия;

- 2) транспортировка материала; 3) аккумуляция материала.

СПОСОБЫ ЭОЛОВОГО ПЕРЕНОСА: 1) сальтация, 2) волочение или перетекание.

- Сальтация (итал. сальто - прыжок) – это перемещение песчинок прыжками.
- Песчинка, поднятая ветром ударяется в песок, выбивает из него еще песчинки и т.д. Сальтация происходит при довольно сильном ветре и действует по типу цепной реакции.

Ветер – это движение воздушных масс, струй и потоков, в приземном слое параллельно земной поверхности.

- Скорость ветра изменяется в широких пределах, от первых м/с до ураганного в 25-60 м/с и более. Чем сильнее ветер, тем больше он способен захватывать и перемещать на огромные расстояния мелкие песчинки, пыль, вулканический пепел (может подниматься вверх на 10-15 и более км).
- В греческих мифах богом ветра был **Эол**, поэтому и геологические процессы, связанные с деятельностью ветра, называются эоловыми.

В других случаях песок под действием ветра «перетекает». Песчинки медленно перекаты-ваются, «волокутся» по неровностям рельефа. Чем сильнее ветер, тем большего размера песчинки вовлекаются в этот процесс. Песок как бы струится, напоминая движение воды.

Способность ветра к транспортировке песка зависит от скорости и степени турбулентности. В процессе движения все песчинки формируются по удельному весу и окатываются. Поверхность песчинок приобретает матовый оттенок и округлую форму.

Барханы – скопления песка, имеющие в плане форму сплющенного полумесяца с двумя «рогами», обращенными в сторону дующего ветра. В поперечном разрезе бархан это асимметричный холм, с пологим, длинным наветренным склоном и крутым 34° (угол естественного откоса сыпучих тел) подветренным.

Песок перемещается вверх по пологому склону и скатывается с крутого, поэтому гребень у бархана острый. Барханы достигают в высоту 30-35 м и когда их много, то они напоминают застывшие волны.

Валы – длинные, но неширокие скопления песка с пологими склонами. Высота гряд достигает 200 м, а длина первые километры. В плане они похожи на вытянутые капли. Понижения между валами подвергаются дефляционным процессам и тонкий материал выдувается из них углубляя продольную котловину.

Грядово-ячеистые песчаные формы возникают при соединении песчаными перемычками гряд барханов.

Кучевые формы рельефа образуются за какими-либо препятствиями – скалами, глыбами горных пород, кустарниками. Разбросаны они беспорядочно и острым концом направлены по ветру.

На морских побережьях, в долинах и дельтах крупных рек за счет развевания аллювиальных отложений формируются песчаные формы рельефа – **дюны**. Они похожи на барханы, обладают параболической формой и также передвигаются под влиянием преобладающих ветров.

ТИПЫ ПУСТЫНЬ выделяются на основании преобладания дефляции или разных способов аккумуляции рыхлого материала.

- **Каменистые пустыни или гаммады** представляют собой развалы горных пород, группы скал практически лишенных рыхлых, сыпучих отложений, которые уносятся процессами дефляции. В таких пустынях камни покрыты черным налетом. Такое впечатление, что их покрыли лаком. Этот, т.н. «пустынный загар» образуется потому, что очень сильное испарение в сухом, жарком климате, подтягивает вверх влагу по капиллярам в зоне аэрации, которая содержит растворенные железомарганцевые окислы, выпотевающих на поверхности камней.

- **Аккумулятивные пустыни** бывают различными по своему характеру. Преобладают песчаные пустыни – **кумы** в Средней Азии или **эрги** в Африке. Всем известны пустыни Каракум (черные пески), Кызылкум (красные пески), Сахара, Атакама, Калахари и другие. Все эти пустыни обладают своеобразным рельефом из бархан, гряд, бугров и валов. Песок, слагающий поверхность пустынь, непрерывно движется, хотя его мощность составляет всего несколько десятков метров, реже 100-200 м.

- **Глинистые пустыни или такыры**, как правило, возникают на месте высохших озер. Поверхность таких пустынь исключительно ровная, покрыта глинистой, растрескавшейся коркой. Идеальная ровная поверхность оз. Бонневиль (США) используется для автогонок.

Солончаковые пустыни или шоры располагаются в местах преобладания лессовых отложений и характеризуются обычно сильно развитой овражной сетью, не оставляющей в таких пустынях ровного места.

Пустынями на Земле сейчас занято около 20 млн. км. кв. и площадь их увеличивается за счет хозяйственной деятельности человека, а также за счет изменения климатических условий.

Чтобы замедлить или прекратить наступление пустынь надо: закрепить их растительностью, вырастить которую в таких условиях безводной пустыни нелегко; создать преграды на пути ветрового переноса материала; ослабить ветер, разделив его плотный поток на более мелкие струи. Для этого выдвигают щиты, стенки.

- **Главные условия, влияющие на формирования рельефа гумидных областей**

- Характер выпадающих осадков
- Температурный режим
- Движение воздушных масс
- Состав поверхностных отложений.

КАРСТ

Карстовые процессы развиваются в растворимых природными поверхностными и подземными водами горных породах: известняках, доломитах, гипсах, ангидритах, каменной и калийной солях. Основой процесса является *процесс химического растворения* пород и *процесс выщелачивания*, т.е. растворения и вынос какой-то части горных пород. Особенно агрессивны по отношению к карбонатным породам воды, насыщенные углекислотой, а гипс сильнее растворяется соленоватыми водами.

Под карстом понимают не только процесс, но и его результат, т.е. образование специфических форм растворения. Сам термин **карст** происходит от названия известкового плато в Словенских Альпах, где

карстовые формы рельефа выражены наиболее ярко.

Если карстовые формы видны на поверхности, то говорят об *открытом карсте*, а если они перекрыты толщей каких-то других отложений, то – о *закрытом карсте*. Последний, чаще развит в равнинных платформенных районах, тогда как первый – в горных.

Карстовые формы.

На поверхности карстовые формы представлены **каррами, желобами и рвами, понорами, воронками разных типов, западинами, котловинами, слепыми долинами.**

Карры - это разнообразные неглубокие выемки, образованные, в основном, выщелачиванием известняков поверхностными атмосферными водами. Н.А.Гвоздецким, одним из знатоков карста, были выделены карры следующих типов: лунковые, трубчатые, бороздчатые, желобковые, трещинные и ряд других. Все эти формы имеют глубину 5-20 –5-0 см, редко размах рельефа достигает 1-2 м. Наиболее типичны желобковые карры, представленные параллельными желобками, разделенные острыми грядами. Рельеф с желобковыми каррами напоминает стиральную доску, а участки развития многочисленных карров называют *карровыми полями*.

Желоба и рвы представляют собой более протяженные и глубокие участки карстового выщелачивания поверхности известняков, наследующие поверхностные трещины и достигающие глубины до 5 м.

Поноры – узкие отверстия, наклонные или вертикальные, возникающие на узлах пересечения трещин при дальнейшем развитии процесса растворения и выщелачивания. Эти каналы служат стоком поверхностных вод и направляют их вглубь массива горных пород.

Карстовые воронки подразделяются на: 1) *воронки поверхностного выщелачивания*; 2) *провальные*; 3) *воронки просасывания* (коррозионно-суффозионные по Н.А.Гвоздецкому). Первый тип воронок напоминает собой воронку от взрыва снаряда или бомбы. Образуются они за счет выщелоченной

с поверхности породы. Обычно в центре такой воронки располагается понор-канал, по которому уходит вода. Диаметр воронок обычно до 50 м, редко больше, а глубина 5-20 м. Провальные воронки связаны с обрушением свода над полостью, выработанной водами на некоторой глубине.

Коррозионно-суффозионные воронки возникают в том случае, когда карстующиеся известняки перекрыты пластом песчаных отложений и последние вмываются в нижележащие карстовые полости. При этом из пласта песка уносятся отложения в поноры и образуется воронка просасывания или вымывания. Процессы суффозии широко распространены в природе.

Блюдца и западины представляют собой мелкие, небольшие карстовые воронки. Если воронки разных генетических типов сливаются по несколько штук вместе, то образуется карстовая *котловина* с рядом углублений на дне. Иногда дно у котловин может быть плоским.

Поля представляют собой довольно большие, сотни метров в диаметре, неправильной формы понижения, образовавшиеся при слиянии ряда котловин и воронок. В том числе и провальных.

Карстовые колодцы и шахты - это каналы, уходящие почти вертикально в известковые массивы на десятки и сотни метров при диаметре в первые метры. Они образуются при выщелачивании по трещинам, иногда поверхностными водными потоками, размывающими известняки. *Шахтами* называются вертикальные полости глубиной свыше 20 м, а меньше – *колодцами*. Если шахты соединяются между собой, а также с субгоризонтальными ходами и пещерами, то образуются карстовые *пропасти*, достигающие глубины в 1000 метров и более.

Слепые долины представляют собой небольшие речки, протекающие в закарстованных районах, имеющие исток, но внезапно оканчивающиеся у какой-нибудь воронки или поноры, куда и уходит вся вода. Иногда долины бывают полуслепыми, когда вода речки вдруг уходит под землю, а потом, через несколько километров появляется вновь, как это происходит в Западном Крыму около Севастополя. Речка Сууксу начинаясь на склонах гор, внезапно

исчезает и дальше продолжается лишь ее сухая долина с галькой.

Примерно через 10-12 км река вновь появляется в виде мощного источника и уже как р. Черная впадает в Севастопольскую бухту. Надо отметить, что такие слепые и полуслепые долины широко развиты в местах распространения карстующихся пород - на Урале, в Башкирии, в Ленинградской, Смоленской, Нижегородской областях, в Крыму и на Кавказе.

В некоторых районах европейской равнины известны озера, которые внезапно исчезают, а потом вновь появляются. Дело в том, что эти озера находятся в карстовых котловинах или воронках. Поноры, присутствующие в них, забиты илом и тогда вода в озерах держится. Но если такая «пробка» вымывается, то и вода уходит в понор и глубже в карстовые полости.

Карстовые пещеры возникают различными способами: путем растворения, выщелачивания и размыва; путем обрушения, раскрытия и последующего размыва тектонических трещин. Подземные воды, протекая по трещинам или тектоническим раздробленным зонам, постепенно растворяя и выщелачивая известняки или доломиты.

Таким образом, формируются пещерные полости, часто многоэтажные и сложные, когда отдельные крупные пещеры – «залы», соединяются с другими узкими каналами, щелями, нередко с текущими по ним ручьями.

Крупные пещерные комплексы формируются продолжительное время – десятки и сотни тысяч лет. В пещерах сделаны многие важные палеонтологические и археологические находки, которые позволяют датировать верхние этажи пещер более древним возрастом, чем нижние. Развитие пещер тесно связано с колебаниями уровня зеркала подземных вод и местным базисом эрозии, например, рекой, а также тектоническими движениями. При понижении зеркала грунтовых вод, уже выработанные полости пещер осушаются, и процесс растворения и выщелачивания переходит на более низкий уровень. Так может продолжаться несколько раз согласно с этапами врезания реки и колебаниями уровня грунтовых вод. В области многолетнемерзлых пород в пещерах развиты натечные формы

состоящие из льда. На дне пещер часто встречаются красноватые глинистые отложения, т.н. «терра-росса» или «красная земля», представляющие собой нерастворимую часть карбонатных пород, обогащенную окислами железа и алюминия. Однако, наиболее впечатляющей особенностью ряда карстовых пещер являются *сталактиты и сталагмиты* – причудливые натечные образования, создающие неповторимый облик пещерных залов. Все дело в том, что вода, всегда капающая с потолка пещер, насыщена газом CO₂, за счет растворения карбонатных пород, а, кроме того, насыщена и бикарбонатом кальция – Ca (HCO₃)₂. Происходит это по реакции $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Эта вода, кадая с потолка, теряет часть углекислоты, в результате чего реакция сдвигается влево и бикарбонат снова переходит в CaCO₃, который и откладывается как на потолке пещеры (сталактит), так и на днище (сталагмит). В первую очередь на полу пещеры возникают наплывы, похожие на оплывший от свечи стеарин. Это, так называемые *гуры*. Затем на гурах возникают сталагмиты с широким основанием, а еще позже – напоминающими палку или столб. Много позже на потолке пещеры начинают формироваться сталактиты, очень похожие на обыкновенные сосульки. Через какое-то время сталактиты и сталагмиты могут сомкнуться и тогда образуются колонны причудливой формы. Прекрасные многоярусные пещеры есть в горах Крыма, где они сформировались в мощных толщах известняков верхней юры; в Чехии, Словении, на Урале, Кавказе и в других местах.

Во многих районах, особенно платформенных, где развит закрытый карст. Встречаются т.н. *суффозионные воронки* (лат. «суффозио» – подкапывание). Они возникают в том случае, когда из толщи отложений, перекрывающих карстовые формы, начинается процесс вымывания в карстовые полости. Постепенно на месте этой толщи образуется воронка, а еще ниже – полости, куда эти отложения и могут провалиться.

Карстовые формы развиваются везде, где присутствуют карстующиеся породы – известняки, доломиты, гипсы, ангидриты, каменные соли. В

пределах Русской плиты широко развит покрытый карст, т.к. известняки карбона и девона повсеместно перекрыты моренными и флювиогляциальными четвертичными отложениями. Встречается также и древний карст, например, под Москвой, где в карстовых формах на поверхности каменноугольных известняков карманами залегает глинистая верхняя юра. В течение перми, триаса, ранней и средней юры этот район был сушей, и на ней интенсивно происходило карстообразование.

Гипсовый карст развит на северных склонах Уфимского плато в Башкирии, где распространены нижнепермские красноцветные породы с прослоями гипсов, доломитов. Карстовые котловины там имеют глубины до 100 м и в диаметре до первых километров. Пещеры гипсового карста в Приднестровье имеют протяженность в 142,5 км (пещера Оптимистическая), занимая 2-ое место в Мире. Знаменитая Кунгурская «ледяная» пещера в Пермской области в Приуралье имеет в длину 5,6 км и образована в гипсах и ангидридах кунгурского яруса нижней перми. Она славится своими гротами длиной до 150-160 м с ледяными потолками на сводах и полу.

6. Геоморфология речных долин.

Флювиальные формы рельефа. Строение речной долины в продольном сечении. Морфологические типы речных долин. Динамические фазы аллювия. Террасы. Полезные ископаемые, связанные с аллювием.

Флювиальными называют формы рельефа, созданные постоянными и временными поверхностными водными потоками. Их сущность - размыв водными потоками земной поверхности в одних местах и одновременный перенос и отложение продуктов размыва в другом. Эрозионные и аккумулятивные процессы противоположны по роли, но едины по существу, совершаются одновременно одним потоком и не способны существовать и развиваться обособленно друг от друга. *Живая сила* рек, или их кинетическая энергия ($mv^2/2$), полностью или большей частью расходуется на перенос обломочного материала, поступающего в русло, и на преодоление

сопротивлений. В первом случае остаток энергии тратится на *эрозию*, во втором обеспечивает состояние динамического равновесия. *Аккумуляция* материала может осуществляться, если кинетической энергии не хватает на его перенос. Размеры кинетической энергии рек зависят от величины продольного уклона, который определяет интенсивность флювиальных процессов и морфологический облик долин. Остальные факторы количественно усиливают или уменьшают геологическую деятельность реки.

Флювиальные формы рельефа.

Флювиальные процессы различаются по характеру водных потоков, среди которых Н.И.Макавеев выделял *постоянные и временные, русловые и нерусловые, горные, полугорные и равнинные*.

По масштабам и генезису может быть выделен генетический ряд: эрозионная борозда – рывина – промоина – овраг – балка – речная долина.

Эрозионные борозды – элементарные переходные формы от плоскостного к линейному размыву земной поверхности, которые возникают и развиваются в период наибольшего увлажнения в результате склонового стока дождевых и талых вод.

Рывины развиваются из наиболее крупных борозд, располагаясь друг от друга на расстоянии первых десятков метров.

Овраги образуются из наиболее крупных и быстро растущих рывин в процессе их углубления и расширения и обладают профилем, отличным от профиля склона.

Балки – эрозионные формы, часто образующиеся из оврагов на равнинах платформенных областей - в условиях незначительного углубления происходит расширение оврага, выработка плоского дна, пологих склонов и их закрепление растительностью.

Речные долины – наиболее полно развитая типичная и распространенная флювиальная форма. Морфологически включают современный формирующийся врез реки, т.е. ее пойму и русло, а также

общий – сопряженный склон, моделированный или полностью созданный эрозией. История развития каждой речной долины зафиксирована в ее морфологии, размерах, рыхлых отложениях, заполняющих ее дно и покрывающих склоны. Основные черты рельефа наиболее четко отражаются в строении поперечного и продольного профилей долины, в неровностях коренного ложа, глубоких эрозионных ложбинах на поверхности террас и склонах.

Строение речной долины в продольном сечении.

Продольный профиль реки.

В долине реки различают исток, верхнее, среднее, нижнее течение и устье, которое теоретически отвечает наиболее низкой точке профиля и является *базисом эрозии* данной реки. Выделяются базисы эрозии разных порядков и значимости: - *главный* базис эрозии – уровень Мирового океана; - *региональные* базисы эрозии – крупные аллювиальные низменности, особенно типа предгорных и межгорных впадин; - *локальные* базисы эрозии – могут быть выделены в долине каждой реки.

В соответствии с соотношениями массы воды и скорости течения, в верхней части речных долин обычно преобладает эрозия; в среднем течении она сменяется динамическим равновесием между эрозией и аккумуляцией; в нижнем течении в общем случае преобладает аккумуляция.

К.К.Марков выделял продольные профили рек: *невыровненный*, *выровненный* и *предельный*, которые соответствуют трем стадиям формирования долин.

На начальной стадии разработки речной долины продольный профиль является *невыровненным* - река не успевает переработать неровности, созданные до заложения долины и обусловленные геологическими и климатическими факторами. К геологическим относятся: а) литолого-стратиграфические условия; б) структурные формы. В пределах невыровненного профиля участки аккумуляции часто сменяются участками эрозии. Если в речной долине сохраняются основные параметры,

определяющие ее живую силу, то со временем неровности сглаживаются и вырабатывается уравновешенный *выровненный* профиль относительно главного базиса эрозии.

Предельный продольный профиль, или *профиль равновесия* – это профиль, уклон которого зависит только от стока. На каждом отрезке долины он соответствует динамическому равновесию при данных гидрологических условиях и постоянном базисе эрозии.

Итак, преобладающее влияние на продольный профиль реки оказывают эндогенные рельефообразующие факторы, определяющие гидрологические и гидрогеологические условия развития, а также формирование основных геоморфологических типов долин – орогенный и платформенный.

Цикловые врезы и террасы. *Ступенчатость* склонов речных долин отражает цикличность деятельности рек. На склонах долин морфологически выражены *террасы*, генетически и пространственно связанные с фрагментами разновозрастных долин – *врезов*. Наиболее общие причины образования террас (связаны с тектоническими движениями и (или) с изменениями климата): 1 – колебания базиса эрозии; 2 – изменение баланса обломочного материала в данном речном бассейне и транспортирующей способности водного потока. Различия между врезами и террасами были впервые показаны С.С.Шульцем.

Цикловый врез соответствует дну и вышерасположенному склону цикловой долины. Он образуется при начальном преобладании глубинной эрозии, сменившейся боковой эрозией, и далее - с частичным или полным заполнением вреза отложениями. Процесс косвенно отражает один импульс нарастания и спада скорости тектонических движений, а также соответствующих изменений уклонов продольного профиля реки. Фрагменты днищ разновозрастных цикловых врезов имеют на склонах *этажное* расположение: древние в верхней и молодые – в нижней части склона.

Терраса – это уступ, состоящий из площадки и нижерасположенного склона, т.е. состоит из разновозрастных частей двух последовательно

формировавшихся долин. Высота террасы – это превышение ее поверхности над меженным уровнем воды в реке. Формируются *эрозионные, эрозионно-аккумулятивные и аккумулятивные* врезы и террасы.

Эрозионный врез образуется в условиях непрерывного и быстрого углубления долины. В конце эрозионных циклов энергия реки достаточна для полной компенсации затрат на транспорт наносов. Поэтому дно врезов остается без покрова аллювия. Выделяется два подтипа врезов: а) с преобладанием глубинной эрозии на протяжении всего времени формирования - характерны редуцированное дно и гипертрофированные склоны – *теснины, горловины* и т.п.; б) с существенной ролью боковой эрозии в конце цикла - отмечается хорошее развитие дна и разнообразные соотношения глубины и ширины врезов. Если начало новых циклов сопровождается незначительным сужением долины, то днища предшествующих врезов сохраняются в виде *перегибов* склона. При резком изменении ширины долины днища эрозионных врезов и поверхности террас сохраняются в виде уступов.

Эрозионная терраса – ступень, состоящая из площадки и склона с высотой уступа до нижерасположенной площадки.

Эрозионно-аккумулятивные врезы формируются в условиях неравномерного углубления долины, которое в конце каждого цикла сменяется аккумуляцией. В зависимости от глубины вреза, степени его заполнения и мощности аллювия выделяются цикловые врезы с открытыми и закрытыми склонами.

Врезы с *открытым склоном* – редуцированная форма эрозионно-аккумулятивных долин. Развиваются в условиях значительного преобладания эрозии; для них характерен маломощный аллювий, часто перекрытый полигенной покровной толщей.

Эрозионно-аккумулятивные врезы с *закрытым склоном* – переходная форма к аккумулятивным, но процессы эрозии еще преобладают над накоплением аллювия.

Эрозионно-аккумулятивная, или цокольная, терраса: площадка – дно вреза с заполнявшими его отложениями (аккумулятивный покров террасы); уступ (*цоколь*) – часть склона более молодого вреза. В зависимости от обнаженности цоколя выделяются террасы с открытым и закрытым цоколями.

Аккумулятивный врез развивается в условиях преобладания аккумулятивных процессов над эрозионными в течение одного цикла. Накопление аллювиальных отложений может варьировать от нулевых значений до частичного или полного сохранения аллювия и погребения сформировавшихся толщ. В соответствии с этим различают *прислоненные, вложенные* и *наложенные* врезы и террасы.

Прислоненные врезы – переходная форма от эрозионно-аккумулятивных к аккумулятивным. Возникают в условиях чередования процессов заполнения врезом и последующего размыва отложений, при котором практически полностью уничтожается ранее накопленная толща аллювия. Увеличения мощности аллювия не происходит.

Для *вложенных врезом* характерно чередование эрозионной и аккумулятивной деятельности реки, но каждый последующий цикл эрозии не достигает первоначальной глубины, часть древнего аллювия сохраняется, и происходит накопление толщ разновозрастных аллювиальных отложений, переходящих в погребенное состояние.

Наложённые врезы формируются в условиях преобладания аккумуляции. Поэтому происходит наложение молодых толщ на более древние.

Аккумулятивная терраса – уступ, полностью сложенный флювиальными отложениями и обычно плохо выраженный. В наложенных формах уступ не образуется.

Эрозионные формы представлены в горных сооружениях, плоскогорьях и высоких равнинах; эрозионно-аккумулятивные тяготеют к переходным зонам от поднятий к погружениям; аккумулятивные наиболее широко

развиты в пределах низменных платформенных равнин и областях прогибания горных сооружений.

7. Геоморфология побережий.

Элементы рельефа побережий. Рельефообразующие факторы. Формы берегов. Типы побережья. Прибрежно-морские россыпи. *Элементы рельефа побережья.*

Побережье - узкая зона с подвижными границами, в пределах которой взаимодействуют рельефообразующие процессы суши и моря. В строении побережья могут быть выделены три части: - *взморье* – внешняя, открытая к морю часть, всегда находящаяся под водой; - *внутренняя* – подвергающаяся периодическому затоплению; - *берег* – представляет сушу. Во внешней части побережья происходит размыв поверхности и формирование *абразионной площадки*. Материал выносится к берегу и к морю. Ниже абразионной площадки формируется *подводная аккумулятивная терраса*. Во внутренней части побережья образуются *волноприбойные террасы*: *передняя* - формируется под действием приливов и отливов и объединена с абразионной площадкой пологим склоном изменчивой крутизны; *задняя*, или *пляж* – заливается только во время штормов. В пределах берега выделяется его *склон*, примыкающий к пляжу.

Рельефообразующие факторы. На формирование побережья оказывают взаимное влияние суша и море. Водная среда преобразует рельеф в результате: - морских волнений, возникающих под воздействием постоянных и штормовых ветров; - морских течений, обусловленных температурным режимом масс воды; - приливно-отливных перемещений.

Биогенный фактор имеет существенное значение в строении зоны побережий, особенно в низких широтах.

Суша – основной поставщик обломочного материала.

Климатические условия определяют генетические типы экзогенных процессов.

Геологическое строение влияет на разрушение берегов и абразию дна.

Новейшее эндогенное развитие побережья определяет пространственное распределение поднимающихся, нейтральных и погружающихся берегов, уклоны дна и контрастность рельефа сопредельных участков суши. Главный экзогенный рельефообразующий процесс - работа волн на мелководье.

Волны возникают в результате воздействия ветра на верхние слои воды, вызывая орбитальные движения частиц воды в плоскости, перпендикулярной поверхности моря. Волны располагаются примерно параллельными рядами, перпендикулярно направлению ветра - *фронт волн*; направление их движения к берегу – *луч*. От силы ветра зависят основные параметры волны: - *длина волны* (L) – расстояние между двумя смежными гребнями волн; - *высота волны* (h) – расстояние между наивысшей и наинизшей точками на поверхности воды. Высота равна вертикальному диаметру орбиты движения частиц воды; - *период волны* (T) – время, за которое частица воды описывает орбиту; - *скорость распространения волны* (V) – путь, пройденный за одну секунду. Т.к. волна может быть асимметричной, выделяют ее *передний* и *задний склоны*. Правильные волновые движения с симметричным профилем возникает после прекращения ветра, вызывающего волнение, и называются *волнами зыби*.

Выделяются волны двух типов: - “*глубокого*” моря – волны затухают, не достигая дна. Глубина затухания примерно равна половине длины волны; - *мелководья* – на волновые движения влияет сила трения, обусловленная шероховатостями дна. Орбиты волновых частиц становятся эллиптическими, а у дна сменяются прямолинейными колебательными движениями, параллельными его поверхности. В результате передний склон волны делается более крутым, а задний – выполаживается. Участки запрокидывания гребня называются *забуруниванием*. При разрушении волны волновое движение сменяется *прибойным потоком*, или *накатом*, который взбегает вверх и частично просачивается в наносы на склоне. Там, где скорость потока

падает до нуля, располагается *вершина заплеска*, после достижения которой начинается сток воды, образующий *обратный прибойный поток*, или *откат*. Зона воздействия волн определяется глубиной, равной половине высоты волны, и обобщенной линией заплеска. У берега на характер волны действуют очертания береговой линии. Изгибание фронта волны называется *рефракцией морских волн*. При сложных очертаниях береговой линии, линия фронта волны стремится стать конформной к очертаниям береговой линии. При этом деятельность волн смягчает очертания берега. Волны “глубокого моря” расходуют свою энергию только на преодоление внутреннего трения и взаимодействие с атмосферой; волны мелководья используют ее, кроме того и на преобразование рельефа дна.

Аккумулятивные и абразионные формы рельефа побережья. *Наносы* - осадки, переносимые волнами и береговыми течениями в зоне побережья. *Поток наносов* - количество наносов, перемещаемых длительное время. *Мощность потока* – количество наносов, перемещаемых за год вдоль данного участка побережья. *Емкость потока* – предельная возможная мощность, т.е. наибольшее количество наносов, которое волны могут перемещать. Соотношение мощности и емкости определяет *насыщенность потока* и геологическую работу волн. При мощности потока, равной емкости вся энергия волн затрачивается на транспортировку наносов. При емкости, меньшей чем интенсивность поступления наносов, наносы частично отлагаются; при недостаточной насыщенности потока часть энергии идет на размыв и моделировку рельефа побережья. Аккумуляция и абразия главным образом зависят от емкости потока и интенсивности поступления материала, а конкретные участки аккумуляции и абразии – от особенностей строения рельефа побережья.

Аккумулятивные формы, созданные поперечным перемещением наносов наиболее полно представлены на *отмелях* берегах. Здесь на значительных расстояниях господствуют условия мелководья и значительно деформированных волн. В пределах внешней части побережья преобладают

процессы абразии. Значительная часть материала переносится вверх по склону, формируя аккумулятивную часть отмелого берега: 1. *Пляжи* – зоны аккумуляции наносов, вытянутые сплошь по простиранию берега. Состав наносов варьирует от валунов до тонкозернистого песка. В зависимости от строения внутренней части зоны побережья формируются *пляжи полного и неполного профиля*. Пляжи полного профиля формируются в условиях свободной разгрузки наносов на побережье и характерны для отмелых берегов с весьма пологими подводным и надводным склонами. Они имеют асимметричную форму - более пологий мористый и более крутой внутренний склон, у основания которого может располагаться слабо заболоченное понижение, заполненное тонким иллом (отлагается на границе зоны действия прибойного потока). Выше располагается берег, не подверженный действию волн. Пляжи неполного профиля формируются при наличии в профиле склона более крутого участка - разгрузка влекомого материала происходит у перегиба. Во время штормов волны могут размывать пляж и коренной берег. 2. *Подводные валы* – формируются в условиях отмелого берега и связаны с явлением забурунивания. На участке забурунивания происходит частичная потеря энергии, перестройка крупных волн в более мелкие, и частичная разгрузка влекомого материала. Подводные валы вытягиваются примерно параллельно берегу, иногда образуя несколько рядов (до 5-6). Высота валов не превосходит нескольких метров, протяженность обобщенных гряд - от нескольких сотен метров до первых км. В условиях поднятия побережья, валы оказываются в условиях суши и подвергаются эоловой переработке. 3. *Береговые и островные бары* – формы, вытянутые вдоль берега, обусловленные аккумуляцией наносов, отгораживающие часть мелководья от открытого моря с образованием лагун; морфологически подобны подводным валам. Бары зарождаются на глубинах 10-20 м, возвышаются над водой в среднем на 4-5 м и протягиваются вдоль берега на десятки км. Занимают 10% береговой линии Мирового океана.

Стадии развития берегов с барами: 1 – формирование *подводных баров*; 2- образование *островов* и *островных дуг*, сложенных донными наносами, за счет разрастания баров; 3- формирование *береговых баров* и полная изоляция *лагун* с превращением их в *прибрежные озера*; 4 – вырождение озер в *марши* – заболоченные участки. Повторяясь неоднократно, процесс приводит к наращиванию отмелого берега.

Аккумулятивные формы побережья, созданные продольным перемещением наносов. При подходе волн к берегу под острым углом происходит вдольбереговое перемещение наносов. В.П.Зенкович выделил ряд условий, при которых изменение емкости потока приводит к накоплению наносов при их продольных перемещениях. Наибольшей емкостью поток обладает при подходе к берегу под углом 45°. Изменение очертаний берега нарушает емкость потока и приводит к абразии или аккумуляции.

Абразия. В условиях крутого склона и значительных глубин крупные волны прибоя достигают непосредственно береговой полосы и обладают большой разрушительной силой. Поэтому в пределах приглубых берегов ярко выражена разрушительная деятельность моря – преимущественно *механическая абразия*, которая заключается в ударной силе волн, прибоя и влекомых ими обломков.

В определенных условиях механическая абразия сопровождается химической и термической абразией. *Химическая абразия* развивается вдоль приглубых берегов, сложенных растворимыми породами. В этих условиях разрушительная сила воды включает образование карстовых и суффозионно-карстовых форм. Они образуются в зоне влияния волн, прибоя и приливно-отливных течений. *Термическая абразия* развивается в условиях воздействия морской воды на толщи пород с погребенными льдами в областях развития устойчивой мерзлоты.

Формы рельефа и развитие профиля равновесия приглубого берега. Побережье приглубых берегов характеризуется комплексом форм, обусловленных интенсивной абразией. А. Формы, созданные механической

абразией. Береговой склон представляет собой крутой обрыв, или *клиф*, с *волноприбойной нишей* в основании. Параллельно нише простирается небольшой пляж. Ниже располагается абразионная часть побережья – *бенч*. К его подводному склону прислоняется подводная аккумулятивная терраса. На значительном протяжении профиль равновесия приглубого берега является абразионным. Расширение бенча связано со срезанием дна, которое происходит одновременно с углублением волноприбойной ниши и обрушением части берегового склона. Стадиям отступления берега коррелятивны накопление толщ морских наносов во внешней части побережья и формирование аккумулятивной террасы. На побережье приглубого берега происходит грубая сортировка наносов – наиболее крупные обломки сосредотачиваются в виде узкой полосы пляжа, а более мелкий материал сносится противотечением вниз по склону, где формирует прислоненную аккумулятивную террасу.

При завершении выработки профиля равновесия приглубого берега формируется обширный бенч, переходящий в пляж и представляющий обширную слабонаклонную к морю площадку, покрытую тонким слоем наносов. Во внешней подводной части побережья значительно разрастается аккумулятивная терраса, строение которой отражает последовательные стадии разрушения берега и накопления наносов. Ярко выраженная волноприбойная ниша и крутой нависающий клиф исчезают и на удалении от воздействия волн сохраняется только отступивший склон.

Б. Формы, созданные химической абразией. В результате ее действия в сочетании с действием подземных вод, дренируемых склоном, могут возникать формы подземного карста: галереи, поноры, пещеры. Если берег сложен достаточно крепкими известняками, в при выработке профиля равновесия развиваются и временно существующие подводные и надводные *абразионные останцы* (столбы, арки и т.д.).

В. Формы, созданные термической абразией. При наличии крутых обрывов под ее действием образуются волноприбойные ниши, а в условиях

поднимающихся берегов – абразионная терраса и древняя поднятая волноприбойная ниша. Формирование приглубого побережья может сопровождаться оползновыми процессами. Накопление оползневых масс происходит в основании склона. Часто нижняя часть оползня подвергается воздействию волн и выработке форм рельефа, типичных для приглубых берегов.

Типы побережья. Геологическая деятельность волн в условиях различного рельефа побережья направлена к выравниванию береговой линии. Послеледниковая переработка берегов происходит в условиях ингрессии и сплошных очертаний береговой линии. В условиях значительной ледовой переработки берегов возникли *фиордовые* и *шхерные* берега.

Фиордовые берега – затопленные древние троговые долины, образующие узкие крутосклонные глубокие заливы, разделенные древними ледоразделами.

Шхерные берега – затопленные ледниковые равнины с рельефом бараньих лбов или курчавых скал, образующих множество островов на мелководье.

Затопление речных долин вледниковых регионов приводит к образованию *риасовых* берегов с узкими извилистыми заливами в районах древних устьев рек. В условиях отмелых берегов и широкого развития эоловых форм встречаются извилистые затопленные берега аральского типа.

Приливные берега. Рельеф побережья океанов и открытых морей подвержен воздействию приливных сил. В условиях приглубых берегов приливы способствуют выработке клифа, определяя его подножие. На отмелых берегах большая скорость прилива по сравнению с отливом приводит к образованию аккумулятивных форм – *осушек*, или *ваттов* – их нарастание может привести к повышению местности и ее причленению к суше.

В процессе воздействия приливных волн в районе прибрежного мелководья часто образуются малые формы – желоба, западины, песчаные

гряды и волны. Иногда гряды, ориентированные примерно параллельно приливному течению, могут достигать высоты до 20 м при ширине 2 км и протяженности порядка первых десятков км. Песчаные волны имеют меньшие размеры – несколько метров в высоту, сотни метров (редко первые км) в длину и ориентированы перпендикулярно направлению приливов.

Коралловые постройки на побережье тропических морей. По отношению к суше выделяется несколько типов коралловых построек: - *окаймляющие рифы* – примыкают к берегу и развиваются от суши к морю. Их поверхность разрушается под действием волн, образуя покров обломков и песка; - *барьерные рифы* образуют гряды, отгораживающие коралловую лагуну от открытого моря. Коралловые гряды в большинстве случаев развиваются в зонах разломов; - коралловые постройки, тяготеющие к вулканическим островам. При общем погружении острова барьерный риф его обрамляет, наращивая постройку вверх. Если погружение превышает скорость роста кораллов, то образуется *атолл* – лагуна, обрамленная кольцевым барьерным рифом.

Прибрежно-морские россыпи. Среди прибрежно-морских россыпей выделяются пляжевые, баровые, косовые, береговых валов, лагун, дельт и подводных склонов. Относительно уреза воды различают россыпи поднятые над уровнем моря и подводные (затопленные, часто включают россыпи континентального происхождения). Благоприятные предпосылки формирования: - присутствие мощных источников обломочного материала; - наличие в береговой зоне магматических и метаморфических пород, обогащенных россыпеобразующими минералами; - формирование интенсивных вдольбереговых потоков в прибрежной зоне шельфа; - предшествующие современным, интенсивные эпохи формирования россыпей и вторичных коллекторов; - конседиментационные движения, которые обуславливают длительный активный лито- и гидродинамический режимы и телескопирование прибрежно-морской полосы. Собственно прибрежно-морские россыпи отличает: - малая мощность, не превышающая 1 м, ширина

в несколько сотен метров и очень большая протяженность, достигающая десятков и даже сотен км; - многоярусные кулисообразные плосколинзовидные тела песков, чередующихся с мелководно-морскими отложениями, содержащими детрит морских раковин; - приуроченность рудных песков к верхней части баровых или пляжевых отложений; - фациальные переходы в континентальные, часто эоловые и лагунно-морские отложения в поперечном сечении россыпи; - хорошая сортировка и высокая степень окатанности, как правило, мелкозернистого песчаного материала; - косоволнистая мульдобразная (фестончатая) слоистость; - поликомпонентный состав, часто включающий рутил, ильменит и циркон и очень высокие (до 60-80% от массы песка) их концентрации.

8. Геоморфология криолитозоны, районов платформенных и горных оледенений.

Строение и распространение криолитозоны. Криогенный рельеф. Термокарстовые формы. “Вечная”, или многолетняя, мерзлота – длительное оледенение приповерхностных толщ и подземных вод, т.е. *подземное оледенения*. Это явление привело к формированию *геокриозоны (криолитозоны)*.

Основные черты строения криолитозоны и криогенные рельефообразующие процессы.

Подземное оледенение возникло одновременно с поверхностным в плейстоцене. Геокриозона занимает 26% всей суши, преимущественно в Северном полушарии. В высоких и полярных широтах мощность мерзлоты достигает 1000 м и имеет сплошное площадное распространение. На юге она сокращается до первых десятков метров и ее распространение становится прерывистым.

В геокриозоне сверху вниз выделяется три неравноценных по мощности зоны: 1 – сезонного протаивания – состоит из сезоннотальных пород, которые образуют деятельный, или *сезонно-талый слой (СТС)*. Его мощность

сокращается в условиях высоких широт и возрастает к югу, как бы замещаясь вне геокриозоны слоем сезонного промерзания, или *сезонно-мерзлым слоем* (СМС); 2 – многолетнего промерзания, испытывающая сезонные колебания отрицательных температур; 3 – многолетнего промерзания, не подверженная сезонным колебаниям температур. В строении геокриозоны большое значение имеют подземные воды, среди которых выделяются: *надмерзлотные* – циркулируют в пределах СТС; *межмерзлотные*; *подмерзлотные*. С надмерзлотными водами связаны главные рельефообразующие процессы:

1. Локальное таяние приводит к формированию и развитию *таликов* – талых зон и толщ талых пород, которые залегают ниже слоя сезонного промерзания и не замерзают в течение года и более. По отношению к толще многолетнемерзлых пород талики могут быть: *сквозными* – пронизывают всю толщу и ограничены ею только по бокам; - *несквозными* – лежат на ней; *межмерзлотными* – приурочены к линзам, карманам и каналам, ограниченным сверху и снизу толщей; *внутримерзлотными* – линзы. С развитием и отмиранием таликов связано возникновение *бугров пучения*, *наледных бугров западин*.

2. Процессы морозного трещинообразования связаны с формированием, развитием и заполнением *морозобойных* трещин. Если лед не тает за летний сезон, то сохраняется элементарная *ледяная жила*, которая подвергается растрескиванию в условиях растяжения. Под воздействием чередующегося таяния и замерзания происходит расширение и углубление морозобойных трещин и разрастание ледяных жил. Глубина морозобойных трещин – от первых см до первых м, может достигать 2-4 м ниже СТС. Разрастание морозобойных трещин приводит к образованию *полигонально-жилых форм*. По времени образования они могут быть эпигенетическими и сингенетическими по отношению к вмещающим породам.

3. Процессы пучения – увеличение объема мерзлых толщ – сочетаются с морозной сортировкой и трещинообразованием, особенно в глинистых и супесчано-суглинистых толщах в пределах СТС. Для равнин наиболее

характерно образование бугристых форм. Локальное таяние, вымораживание и пучение, развитие морозобойных трещин приводит к образованию криогенного рельефа. Влияние этих процессов может быть комплексным, а формы - полигенными.

Криогенный рельеф платформенных равнин.

Полигональные формы – формы, обусловленные парагенезом процессов морозобойного растрескивания, вымораживания и пучения, протекающих на фоне общей морозной денудации. Как правило они приурочены к горизонтальным поверхностям. В периоды промерзания СТС и понижения отрицательных температур в верхней подзоне многолетнемерзлых пород криогенные толщи подвергаются большим напряжениям, которые вызывают деформации растяжения, разрешающиеся разрывами – возникновением новых и развитием старых морозобойных трещин. Полигонально-жильные структуры подразделяются на *первичные*, развивающиеся впервые из морозобойных трещин, и *вторичные*, формирующиеся после таяния льдов в первичных структурах. Полигональный рельеф, свойственен областям сплошного подземного оледенения. Наряду с трещинами, заполненными льдами и льдистыми породами, встречаются земляные жилы и дайки – реликты ледяных жил, в которых лед замещен осадками, выпавшими их талых вод и обрушившимися со стенок трещин.

Морозобойные полигоны образуют системы трещинных морозобойных полигонов. Они представляют блоки в приповерхностной толще, разделенные трещинами с повторно-жильными льдами. Правильность очертаний полигонов зависит от однородности пород, а также от наличия ориентирующей вертикальной поверхности. В однородных песчано-глинистых отложениях речных долин часто формируются правильные *тетрагоны*, очертания которых подчиняются ориентирующим поверхностям. В однородных породах без ориентирующих поверхностей преобладают *гексагональные* формы.

Размеры морозобойных полигонов варьируют от 80-40 м до 1,5-0,2 м, чаще встречаются полигоны с поперечником от 6-8 до 20-30 м. Расширение морозобойных трещин может вызвать уплотнение и выжимание грунта с образованием валиков над ледяными клиньями высотой до десятков см. В результате между морозобойными трещинами возникают компенсационные понижения. Так, по-видимому, возникает рельеф *валиковых вогнутых полигонов*. Эти формы мезо- и микрорельефа развиваются в пластичных отложениях и не характерны для грубозернистых разностей. В процессе денудации валики могут разрушаться.

Мелкополигональные формы (пятна-медальоны, каменные кольца, многоугольники). В их образовании ведущее значение имеет парагенез процессов морозной сортировки, пучения и полигонального растрескивания. При проникновении жил льда в слой многолетнемерзлых пород, СТС распадается на ряд закрытых систем. Расширение ледяных жил и ореола мерзлых пород создают в них напряжения, способствующие выдавливанию и вытеканию пластичного материала, слагающего талую часть СТС. В зависимости от механического состава и однородности пород варьируют детали строения мелкополигональных форм.

Пятна-медальоны в супесчано-суглинистых разностях. В щебенисто-суглинистых толщах, благодаря морозной сортировке формируются пятна-медальоны с бордюром из щебня, *каменные кольца* и *каменные венки*. Мелкие полигональные формы возникают и при небольших размерах ледяных жил, когда закрытые системы не образуются. Полигоны морозного растрескивания могут развиваться и вне областей подземного оледенения.

Бугристый рельеф связан с процессами *пучения*. По условиям формирования выделяют *миграционные бугры*, *булгуны*, *гидролакколиты* и полигенные формы. *Миграционные бугры* встречаются в районах вблизи южной границы подземного оледенения. Они связаны с возникновением локальных участков мерзлых пород в пределах СТС. Часто формируются на низменных равнинах, на дне долин на участках развития торфяников и мхов.

Общее похолодание может вызвать здесь *локальное* образование многолетнемерзлых пород. Формирование льда и пучение замерзающих пород в нижней части СТС приводит к образованию бугров, называемых *бугры-торфяники, земляные бугры, бугры-“могильники”* и т.п. Высота миграционных бугров 2-3, реже 4-8 м; ширина в основании – несколько десятков, реже первые сотни м. *Бугры-булгуняхи*, или *пинго*, образуются в условиях закрытых систем. Такие системы представляют подозерные *талики*, окруженные многолетнемерзлыми породами. Сокращение талика происходит при его промерзании, обычно связанным с усыханием водоема. Сокращение объема вызывает криогенный напор грунтовых вод, под воздействием которого в ослабленном участке породы начинают изгибаться, образуя бугор пучения – *булгуняхи*. Породы испытывают растрескивание по системе радиальных и концентрических трещин, по которым может обнажаться ледяное ядро. Размеры булгуняхов могут достигать высоты 30-60 м и ширины по основанию 100-200 м. *Гидролакколиты* – инъекционные бугры пучения; связаны с внедрением напорных подземных вод в мерзлые породы и их разгрузкой в пределах СТС и на поверхности. Напорные воды выходят на поверхность на участках разрывов растяжения. При этом в результате давления на кровлю из наледного льда в пределах наледи возникает изогнутый участок – *наледный бугор* с системой радиальных трещин, через которые прорываются напорные воды. Если напорные подмерзлотные воды внедряются по контакту многолетнемерзлых пород и СТС, то они могут образовывать подземные наледи типа *гидролакколитов*. Промерзание и сужение водопродящих каналов в подрусловых и подозерных (водородных) таликах вызывает рост гидростатического давления воды на сопредельные промерзшие толщи и их деформацию. Многократный прорыв пород кровли подземными водами, их растекание и замерзание приводят к формированию плоско-выпуклых наледей.

Термокарстовые формы рельефа. *Термокарст* - явление вытаявания льда из льдистых пород, толщ и линз чистого подземного льда. Необходимое

условие для процесса - наличие подземных льдов в пределах СТС. Термокарст часто сопровождается *суффозией*. Термокарст широко распространен у южной границы геокриозоны, где протаиванию подвергаются все виды подземного льда. В результате таяния подземных льдов образуются *термокарстовые озера, аласы и байджерахи*.

Термокарстовые озера различны по площади, глубина - от первых м до 20 м. Образуются при высокой льдистости толщ, прогрессирующей мощности СТС, отсутствии дренажа на плоских низких водоразделах и обширных низменных равнинах. *Аласы* – замкнутые овальные или округлые понижения, часто являющиеся реликтами озерного рельефа - образуются после усыхания озер или их дренирования развивающейся гидросетью. Аласовые котловины могут формироваться при вытаивании жильных льдов, льдистых толщ и линз чистого льда. В пределах алас часто вырастают бугры пучения типа *булгунняхов*. Сочетание большого количества бугров пучения и алас создает криогенный западинно-бугристый рельеф. На склонах возвышенностей, обрамляющих аласы, иногда возвышаются *байджерахи* – останцы, сохранившиеся после вытаивания жильных льдов. При протаивании подземных льдов на равнинах со слабым дренажем или без него образуются мелкие озера (0,5-5 м) угловатых очертаний, которые после усыхания превращаются в неглубокие аласовые западины со следами полигональных форм на дне.

Криогенный рельеф орогенных областей и высоких платформенных равнин.

В расчлененном рельефе разновысотных гор распространен *гольцовый* рельеф – рельеф обнаженных склонов, подвергающихся процессам физического (особенно морозного) выветривания и активной склоновой денудации. *Дессертция* и *солифлюкция* протекают на фоне морозной денудации; гравитационный фактор – основной источник энергии движения коллювия вниз по склону. Совместное действие криогенных процессов приводит к образованию на склонах натечных и натечно-структурных форм.

Натечные формы – грязевые потоки, возникающие при периодическом таянии коллювия преимущественно тонкого состава. На пологих склонах образуются валы, языки, натеки, оплывины, борозды и гряды различных размеров и очертаний. *Натечные валы* часто возникают на участках с обратным наклоном склона: перед выходом устойчивых пород, древних морен и др. препятствий на пути течения солифлюкционного потока. *Натечные языки* образуются при движении грязевых или грязекаменных потоков по первичным ложбинам в рельефе или при наличии участков интенсивного таяния, например, связанных с выходом незамерзающих источников грунтовых вод. *Солифлюкционные террасы* формируются на склонах с чередованием крутых и относительно пологих участков. На последних, накапливается солифлюкционный материал, образуя солифлюкционные террасы. *Нагорные террасы* относятся к структурным формам. В областях горного оледенения рассматриваются как реликтовые формы рельефа древнего оледенения, возникшие в условиях селективной моделировки склонов ледниковыми покровами. Во внеледниковых областях их образование связывают со скульптурными особенностями строения склонов, выявляющихся при селективном морозном выветривании. По С.Г.Бочу и И.И.Краснову, на Среднем и Северном Урале нагорные террасы возникают на склонах любой экспозиции и часто секут породы различной устойчивости. Подчеркивается их приуроченность к периферическим районам последнего оледенения и к специфическим условиям денудации. Образование нагорных террас объясняется регрессивным разрушением склона в условиях морозного выветривания и суффозионно-солифлюкционных процессов интенсивного выноса мелкозема. Нагорные террасы генетически связаны с условиями вечной мерзлоты и морозного выветривания и возникают совместно с комплексом солифлюкционных натечных и термокарстовых форм. *Формы, промежуточные и переходные к гравитационным.* На склонах с развитием вечной мерзлоты распространены потоки обломочного материала, в плане напоминающие движение рек и

ручьев. На относительно пологих склонах (до 10°, чаще 5-7°) возникают каменные или земляные “потоки”, “реки” или “ручьи”.

Ледниковая эрозия и аккумуляция.

Ледниковая эрозия связана с двумя процессами: 1 - истиранием (абразией) – состоит в стачивании ложа с помощью обломков, включенных в придонные слои ледника; 2 - отщеплением, или выламыванием (плакингом) – лед, двигаясь по поверхности ложа и в отдельные моменты примерзая к нему, вырывает и увлекает за собой блоки его пород. Фактор, благоприятствующий процессу - механические нарушения в подледных породах. В количественном отношении плакинг более производительен, чем истирание. Он активно действует на больших площадях ледникового ложа. Следы обоих процессов выражены в морфологии *бараньих лбов* и *курчавых скал* - ледниково-эрозионных образований. Проксимальные (обращенные к леднику - передние) склоны скал всегда закруглены ледниковой абразией; дистальные (удаленные от ледника – задние) - имеют угловатые очертания, обусловленные выламыванием блоков. *Штрихованные мостовые* – наиболее распространенные мелкие формы со следами ледниковой абразии - тонкими бороздами и царапинами, ориентированными в направлении движения льда. С уменьшением размера царапин штрихованные поверхности переходят в полированные. С увеличением их размеров поверхность становится желобчатой - проявляются различные формы флютинга. Известны борозды выпаживания глубиной до 30 м и протяженностью более 10 км.

Ледниковые цирки – это крутосклонные полузамкнутые бассейны ледниковых высокогорий, принадлежат к числу наиболее заметных форм рельефа. Выработка цирков начинается с накопления в водосборных воронках рек или в нишах, созданных процессами нивации, мощных толщ снега, которые трансформируются в ледниковый лед. Образовавшийся ледник под влиянием повышенной аккумуляции у задней стенки и интенсивной абляции на конце начинает вращаться вокруг горизонтальной оси. Под его подошвой развиваются абразия и плакинг, которые совместно с эффектами замерзания-

таяния вверху новообразованной задней стенки, приводят к формированию типичного цирка. Хотя в образовании цирков геологическое строение имеет подчиненное строение, настоящие цирки развиты только в областях развития пород, способных держать высокие крутые обрывы. Обычные размеры цирка характеризуются шириной 1-2 км при высоте задней стенки около 300 м, но могут достигать ширины 16 км при высоте задней стенки 3000 м. Зарождение и выработка цирков происходят вблизи снеговой границы. Для цирков северного полушария характерна предпочтительная ориентировка на север и восток, для цирков южного полушария – на юг и восток.

Ледниковые трогои - долины ледниковых и древнеледниковых областей, особенности которых связаны с ледниковой эрозией. Их поперечный профиль обычно U-образный. Часто наблюдается чередование участков типичного U-образного сечения с V-образным, т.е. долина подвергалась как ледниковой, так и водной эрозии.

Борта троговых долин горных стран вверху переходят в наклонные площадки – *плечи трогов*. Некоторые троговые долины имеют две или три пары плеч. Такие долины называют *вложенные трогои* и рассматривают как систему разновозрастных трогов. Существует также гипотеза, по которой вложенные трогои – результат ледникового моделирования водно-эрозионных форм, сформировавшихся в доледниковое время в условиях прерывистого поднятия. Троговые долины имеют ступенчатый продольный профиль, обусловленный чередованием *бассейнов выпахивания с ригелями*. Бассейны служат ваннами озер или заполнены осадками. Ригели обнажены и подобно бараньим лбам резко асимметричны. В плане для троговых долин характерна выровненность. Для них характерно наличие висячих *долин-притоков*, днища которых лежат выше дна главной долины, отделяясь от него *устьевыми ступенями*, высотой часто более 150-200 м. В местах впадения притоков в продольном профиле наблюдаются нисходящие (*конфлюэнтные*) ступени. С местами фуркации связаны восходящие (*диффлюэнтные*) ступени. Троговые долины, связанные с геологической деятельностью ледниковых покровов и

полупокровных систем: 1 - трогии выводных ледников –мало отличаются от трогов горных областей; 2 - долины ледникового прорыва, глубина может достигать 1000 м: а) связаны с ветвлением долинных и выводных ледников. Ветвление характерно для областей высокоинтенсивного горного оледенения; происходит при переполнении льдом собственных трогов и его стекании через водоразделы в соседние бассейны; б) трогии, связанные со струйным течением льда в ледниковых покровах – для ледниковых покровов характерна концентрация максимальных скоростей течения вдоль линейных зон, в целом совпадающих с погребенными льдом доледниковыми долинами. Покров выпахивает долины, ориентированные вкост доледниковых водоразделов, создавая единую систему подледных лотков. Ледниковые покровы подразделяются на пассивные участки (под ними консервируются подледные возвышенности), и зоны концентрированного линейного движения (происходит выпахивание трогов). С развитием оледенения, ледоразделы больших ледниковых покровов часто испытывают многокилометровые смещения относительно доледниковых водоразделов. В областях оледенений материковых окраин троговые долины продолжаютя в береговой зоне и на шельфах. В береговой зоне они переходят во *фьорды*, на шельфах – в подводные *желоба-трогии*.

Ледниково-эрозионные формы на низменностях.

Ледниковые покровы не всегда являются агентами выпахивания. Однако, некоторые низменности сильно эродированы ледниками. Для районов с выходами изверженных и метаморфических пород типичны: 1 - рельеф крупных ледниковых борозд; 2 - озерно-холмистые ландшафты - многочисленные замкнутые впадины, занятые озерами и болотами, бессистемно комбинируются с низкими скалистыми холмами неправильных очертаний. Образуются за счет селективной эрозии ослабленных зон; следы абразии сохраняются на отдельных курчавых скалах и участках штрихованных мостовых. На низменностях с выходами устойчивых пород

часто образуются обтекаемые экзарационные формы – *друмлиноиды*, или *друмлины с ядрами коренных пород*. Их проксимальные концы обычно крутые скалистые, а дистальные имеют мягко-округлые очертания. *Крэг-энд-тейл* - друмлиноиды, на задних концах которых сохраняются остатки неустойчивых пород, формируются в результате интенсивной ледниковой эрозии. На равнинных низменностях ледниковая эрозия сосредоточивается под лопастными выступами краевой зоны ледниковых покровов, в результате образуются бассейны, сильно углубленные и вытянутые в направлении движения ледникового покрова. Они аналогичны *языковым бассейнам* – глубоким замкнутым понижениям, выработанным концевыми частями горных ледников - для участков выхода ледниковых языков на предгорные равнины характерно усиление ледниковой эрозии.

Ледниковая аккумуляция.

Переносимая льдом масса обломков горных пород, или *влекомая морена*, подразделяется на *внутреннюю, поверхностную и донную*. Внутренняя морена хорошо выражена лишь на участках сжимающих течений, когда обломочный материал переносится от подошвы ледников к их поверхности. Поверхностная морена разделяется на *боковые моренные гряды* и *гряды срединных морен*. Она имеет тенденцию расползаться по поверхности области абляции. Придонный лед всегда обогащен моренным материалом (*придонная морена*). Комплекс процессов, приводящих к преобразованию влекомой морены в *отложенную*, называют *ледниковой аккумуляцией*.

В зависимости от механизма аккумуляции морены, выделяются фации и подфации ледниковых отложений: 1 – *основная морена* – образуется в подледных условиях в процессе донного таяния мореносодержащего льда. При этом происходит отложение отдельных обломков горных пород и линз (чешуй) придонной морены; 2 – *абляционная морена* – в формировании участвуют два механизма, ведущих в образованию подфаций: а) проектирование поверхностной морены вытаивания и внутренней морены на

ложе при растаивании омертвевшего ледника – ведет к образованию *морены вытаивания*; б) стекание водонасыщенной поверхностной морены к краям ледников по ледяным склонам – приводит к формированию *морены течения*, или *флоу-тилла*.

Характерные особенности материала отложенной морены - плохая сортировка и отсутствие слоистости. В ее состав входят *ледогранники* - крупные обломки пород с притупленными абразией ребрами и углами и отдельными штрихованными фасетами.

Фации морен различаются по текстурно-структурным особенностям. Основная морена – массивная порода, уплотненная под давлением льда, обычно с ясно выраженными гляциодинамическими текстурами и высоким содержанием ледогранников; характерна ориентировка обломков, совпадающая с направлением движения льда. Абляционная морена – обычно более рыхлое и более глинистое образование, чем основная морена; несет следы действия талых вод. Во флоу-тилле наблюдаются текстуры течения.

Моренные равнины имеют *неправильно-волнистый* рельеф и сложены основной мореной, местами перекрытой скоплениями абляционной морены и водно-ледниковых осадков.

Механизмы высвобождения и накопления включенного в подошву ледников материала: 1 - *донное таяние* - включенные в лед обломки приводятся в контакт с ложем. Сопротивление сдвигу, возникающее при трении обломков о ложе, нарастает до тех пор, пока не превысит силу сцепления со льдом, после чего обломки отлагаются; 2 - последовательная стагнация чешуй переполненного мореной придонного льда. Увеличение трения мореносодержащей толщи о ложе приводит к образованию на ее контакте с чистым льдом поверхностей срыва. Последующее таяние отделившихся чешуй высвобождает включенные в них обломки.

Единые моренные покровы иногда распадаются на слои, характеризующиеся особым комплексом *эратики*. Это связано с неоднократными изменениями направления движения льда в течение одного

эпизода оледенения. В результате особенностей образования основной морены и добавления к ней абляционной морены и водно-ледниковых осадков, в разрезах, соответствующих одному оледенению, выделяются пачки различных по литологии и генезису слоев.

Ледниковая эрозия и аккумуляция и формы рельефа связанные с ними. Кары, цирки, трог, ледниковые морены, конечные морены, друмлины. Флювиогляциальная эрозия и аккумуляция.

9. Основы четвертичной геологии

Распространение четвертичных отложений. Их значение для поисков полезных ископаемых.

Введение. Четвертичная (антропогенная) система существенно отличается от остальных систем фанерозоя и ее изучение выделилось в отдельную научную дисциплину – четвертичную геологию. Ее обособление обусловлено своеобразием используемых методических приемов исследования и спецификой комплекса разрабатываемых проблем.

Четвертичный период – последний и относительно краткий (1,65 млн. лет) отрезок геологической истории, на протяжении которого рельеф Земли, площади и очертания ее морей и суши практически не отличались от современных. Морские отложения преобладают в составе четвертичной системы. Однако их изучение связано с большими трудностями. Поэтому основным объектом четвертичной геологии остаются отложения, развитые в пределах суши, где господствуют континентальные отложения.

Континентальные четвертичные отложения распространены на поверхности суши практически повсеместно, образуя сплошной сомкнутый покров или локализуясь преимущественно в депрессиях рельефа. Обычно они слагают разобщенные тела, находящиеся в сложных взаимоотношениях прислонения и латеральных переходов, чаще всего располагаясь на разновысотных уровнях. Поэтому их генезис, обстановку образования и возрастные различия невозможно понять без анализа истории развития

рельефа. Поэтому первостепенное значение приобретают геоморфологические исследования как предпосылки литогенетических и стратиграфических построений.

Большая пестрота литологического состава и сложное строение покрова четвертичных континентальных отложений сильно осложняют фациальный анализ, без применения которого трудно или невозможно решить генетические и стратиграфические задачи. Этот анализ успешно осуществляется только на базе учения о генетических типах континентальных отложений.

10. Генетические типы континентальных отложений.

Элювий, почвы, коллювий, делювий, пролювий. Озерные отложения. Под генетическими типами понимаются комплексы осадочных образований, образующих тесные парагенезы, причинно обусловленные деятельностью определенного ведущего фактора аккумуляции.

Каждому генетическому типу свойственны особая форма залегания составляющих его отложений, их пространственная и генетическая связь с определенными формами и элементами рельефа, а также стадиями их развития и специфическими закономерностями латеральной и вертикальной фациально-литологической изменчивости.

Только выделение генетических типов позволяет разработать надежную методику расчленения и корреляции разрезов этих отложений и их картирования.

Все континентальные четвертичные отложения подразделяются на два класса: кор выветривания и осадочных отложений. Класс кор выветривания включает элювиальный ряд; класс осадочных отложений – пять рядов: субэраально-фитогенный, склоновый, водный, ледниковый и ветровой. Отложения подземно-водного ряда, включающего осадочные отложения пещер и источников, играют незначительную роль в общем четвертичном покрове суши.

Элювиальный ряд

Этот ряд выделяется в особый класс кор выветривания. Процесс формирования элювиальных образований связан с выветриванием различных горных пород под влиянием физических, химических и биогенных факторов. В пределах элювиального ряда выделяется две генетических группы: собственно элювий и почвы. **Элювий** – топографически не смещенные продукты изменения коренных пород. Чаще всего – рыхлые образования, располагающиеся на материнских коренных породах, продуктами разрушения которых являются. Литологический состав элювия и мощность кор выветривания определяют: климат; состав горных пород; рельеф поверхности; время (продолжительность процессов выветривания).

Наиболее мощные (80-100 м и более) коры выветривания на магматических и метаморфических породах известны в тропических и субтропических зонах, где сочетаются высокие температуры, значительная влажность, относительная выровненность рельефа и продолжительность времени формирования. В них четко выражена вертикальная зональность (снизу вверх): исходная порода – дезинтегрированная дресвянистая зона (обломки горных пород и минералов) – глинистая (гидрослюдисто-монтмориллонитово-бейделлитовая) – каолинитовая – каолинито-гиббситовая – зона гидроокислов Fe и Al. Элювиальные образования являются одним из основных источников исходного материала, разносимого различными агентами денудации.

Почвы – особая генетическая группа элювиального ряда, представляющая собой поверхностную часть кор выветривания. Их развитие тесно связано с подстилающими материнскими образованиями (создают их минеральную основу) и со значительным взаимодействием с растительным покровом суши, вызывающим биолого-химический круговорот вещества. При этом важное значение имеет сложное сочетание химического разложения минеральной основы почв (образование почвенного элювия) и накопления перегноя, или гумуса. Таким образом, почва является сложной

геобиологической системой, существенно отличающейся от подпочвенной зоны.

Распространение почв, их состав зависят от биоклиматической обстановки, состава материнских пород, рельефа поверхности и положения уровня грунтовых вод. В.В.Докучаев на основе изучения распределения и различного сочетания указанных природных факторов выдвинул положение о широтной (или горизонтальной) зональности почв на равнинах и вертикальной в горных районах. По этой схеме намечена закономерная смена почвенного покрова по мере перехода от полярных широт к экваториальным.

Почвы подразделяются на две подгруппы: **автоморфные (зональные)** – наиболее широко развиты и формируются в условиях, когда положение уровня грунтовых вод и высота их капиллярного поднятия располагается глубже нижней границы почвы. При этом происходит аэрация почв, вертикальное просачивание в них атмосферных осадков. В результате нисходящие водные растворы способствуют миграции части продуктов выветривания и почвообразования. Некоторые из них удаляются из почвы, остальные выносятся из ее верхней части, накапливаясь в нижней; **гидроморфные (интразональные)** – приурочены в основном к различным понижениям. Главное значение в их формировании имеет высокое приповерхностное положение уровня подземных грунтовых вод и зон их капиллярного поднятия. Поэтому почва постоянно или большую часть времени насыщена водой, и вертикальное просачивание атмосферных осадков становится невозможным, затрудняется поступление кислорода, что вызывает восстановительные условия среды. Продукты выветривания не удаляются из почвы, а окисные соединения железа переходят в закисные.

К этому типу почв относятся *торфяно-глеевые (болотные) почвы и солончаки.*

Субэзрально-фитогенный ряд. К отложениям субэзрально-фитогенного ряда относятся **автохтонные торфяники**, которые являются аккумулятивным образованием. Среди них выделяется два типа торфяников.

Низинные торфяники формируются в пониженных участках рельефа. Они широко распространены на месте озерных водоемов в результате их закономерного стадийного зарастания и превращения в болота. При этом происходит постепенная последовательная смена торфообразующих растений, отражающаяся в названиях слоев торфа: камышовый, тростниковый, осоковый, осоково-гипновый, гипновый. Наблюдается как бы этапность процесса почвообразования: 1 - накопление живой органической массы вследствие ежегодного прироста растений (торфообразователей); 2 - накопление торфа в результате отмирания и неполного распада остатков исходных растений. Низинные торфяники образуются также в пределах суходолов, в поймах рек. В этих условиях развиты лесные торфа, травяные и гипновые торфа.

Верховые торфяники образуются на водоразделах в большинстве случаев в зонах тайги и лесотундры. Условия их формирования часто связаны с наличием водоупорных подпочвенных горизонтов, что способствует значительному переувлажнению, местному застаиванию дождевых и снеговых осадков. Главными торфообразователями здесь являются сфагоновые мхи.

Склоновый (коллювиальный) ряд. Коллювий обрушения.

Обвальные накопления наиболее выражены в горных районах. Они играют подчиненную роль в комплексе склоновых отложений горных стран. Только у подножия крупных уступов с активно развивающимися разрывными нарушениями они развиты на значительной площади и имеют большую мощность. Обвальные накопления состоят из различного смешанного несортированного материала – от крупнейших глыб до мелкого щебня и даже тонкого метериала.

Осыпные накопления образуются у подножия горных склонов в результате периодического скатывания разноразмерного материала, отделяющегося от скальных склонов вследствие физического выветривания. Осыпи в рельефе образуют отдельные крутые конусы или сомкнутые более пологие шлейфы, уклоны которых близки к углу естественного откоса сыпучих тел. Мощность осыпных накоплений достигает 20-30 м и более. В осыпях наблюдается отчетливая дифференциация материала: периферические части сложены более крупными обломками по сравнению с вершинными.

В пределах равнинных территорий осыпи встречаются редко и состоят преимущественно из маломощного песчано-глинистого материала, часто в смеси с другими типами склоновых отложений.

Коллювий сползания. Оползневые накопления (деляпсий) – это смещенные массы горных пород, слагающих берега рек, озер, морей. Оползнеобразование происходит под влиянием комплекса факторов, одним из которых является крутизна склонов и состав слагающих их пород. Нарушению равновесия склонов может предшествовать подмыв берегов. Большую роль играет насыщение пород склона грунтовыми и поверхностными водами. Среди оползней по форме проявления и строению выделяются блоковые и поточные. *Блоковые оползни* образуются в результате соскальзывания крупных блоков пород склона, в которых в разной степени сохраняется внутреннее строение. В зависимости от положения плоскости скольжения оползни разделяются на деляпсивные и детрузивные. *Поточные оползни* – это насыщенные водой разрыхленные массы преимущественно глинистого состава, в полужидком состоянии перемещающиеся вниз по склону по законам пластического или вязкого течения.

Солифлюкционные накопления (дефлюксий, солифлюксий) образуются в результате медленного вязкопластического течения рыхлых сильно переувлажненных дисперсных отложений на склонах крутизной 3-10°. Наиболее широко развиты в зоне распространения многолетнемерзлых

горных пород. Солифлюкция активно протекает во влажном экваториальном или тропическом климате, где широко развит элювиальный глинистый покров. В дождливые периоды глинистая часть элювия значительно переувлажняется, что вызывает вязкопластическое течение переувлажненной массы. Особый вид солифлюкционных образований - *курумы* – дресвяно-глыбово-щебнистые накопления на склонах различной крутизны (от 3-5 до 40-45°), сложенных скальными породами. Образование обломочного материала курумов связано с морозным выветриванием скальных пород, выпучиванием камней из мелкозема и суффозией. Размеры, форма и расположение курумов на местности весьма различны. В курумах выделяется три основных пояса, закономерно сменяющих друг друга: - пояс грубообломочного материала, образующегося в результате разрушения скальных пород под действием морозного выветривания, выпучивания (вымораживания) камней из мелкоземистого материала и суффозии; - пояс подвижных каменных потоков по склонам, днищам пологих ложбин, где происходит активное движение; - пояс аккумуляции – движение затихает или полностью прекращается, образуются конусы выноса, валы, курумные шлейфы, нагорные террасы.

Движение курумов связывают с гольцовым льдом, который образуется весной в результате проникновения талых вод в основание грубообломочного материала и их замерзания.

11. Четвертичный период. Особенности четвертичного периода.

Стратиграфические подразделения четвертичной системы. Методики изучения четвертичных отложений.

1. Малая продолжительность четвертичного периода. Четвертичная система соответствует части обычного стратиграфического яруса или зоны. Малая продолжительность периода требует особых принципов и методов для его стратиграфического расчленения.

2. Крайняя геологическая молодость отложений проявляется в ряде особенностей: **а** – *повсеместность распространения*; **б** – решительно преобладают *рыхлые отложения*; **в** – господствуют *недислоцированные отложения*; **г** – характерна *малая мощность отложений*.

3. Полное господство континентальных отложений в составе покрова четвертичных отложений суши.

Важнейшие особенности четвертичных отложений обусловлены их тесной связью с рельефом и с процессами его формирования - для них характерны сильная фациальная изменчивость, литологическая пестрота в плане, залегание в виде сложных линзовидных тел. Осадконакопление происходит в многочисленных обособленных впадинах, в понижениях рельефа и на их склонах при очень большом разнообразии экзогенных процессов.

Характерна повторяемость в разрезе однообразных литогенетических комплексов, обусловленная неоднократным повторением сходных условий осадконакопления. Постоянно проявляется сложное сочетание процессов аккумуляции и денудации. Типично разновысотное положение одновозрастных отложений и равновысотное положение разновозрастных отложений. Обычно почти полное отсутствие остатков организмов

Колебания климата и оледенения. Важнейшая особенность антропогена - глобальные колебания климата. Колебания климата выражались в неоднократной смене холодных и теплых эпох разной продолжительности и интенсивности. В средних и высоких широтах сильным и длительным похолоданиям соответствовали *ледниковья (гляциалы)*, длительным потеплениям – *межледниковья (интергляциалы)*. В аридной зоне и субтропиках чередовались эпохи увлажнения – *плювиалы* и иссушения – *ариды*. Оледенения вызывали крупные *эвстатические* колебания уровня океана и изменяли его температурный режим.

Развитие человека. Принципы стратиграфии четвертичных отложений.

В основе стратиграфии антропогена лежат *палеоклиматический* и *биостратиграфический* принципы. Главнейшее значение для расчленения четвертичного периода приобретает свойственная ему *климатическая периодичность*. Многократные крупные колебания климата Земли дают достаточную дробность деления четвертичных отложений и обеспечивают, благодаря глобальности климатических эпох, возможность широкой корреляции климатостратиграфических подразделений.

Это выводит на первое место *климатостратиграфическую методiku* расчленения отложений, опирающуюся на смену в разрезе ледниковых и межледниковых отложений, холодо- и теплолюбивых видов ископаемой флоры и фауны, на ход и проявление процессов рельефообразования. Многократные крупные колебания климата Земли дают достаточную дробность деления четвертичных отложений и обеспечивают, благодаря глобальности климатических эпох, возможность широкой корреляции климатостратиграфических подразделений.

Основой методики является палеоклиматическая интерпретация палеонтологических и литологических особенностей напластований, последовательно сменяющихся в разрезе. Важное значение имеет геоморфологический анализ. Палеонтологический материал исследуется с палеоэкологической стороны – как показатель климатических условий обитания организмов. В морских прибрежных отложениях существенные данные дают смены биоценозов донной фауны моллюсков, связанные с крупными смещениями зон обитания. Для глубоководных отложений отчетливо выявляются смены в разрезах тепло- и холодолюбивых фораминифер. В связи с наличием непрерывных разрезов четвертичных отложений возможно получение наиболее полных эталонов климатостратиграфической шкалы. Вспомогательным средством является определение палеотемператур с помощью изотопного метода по

соотношениям изотопов кислорода ^{16}O и ^{18}O в карбонате раковин фораминифер.

Для отложений суши важнейшее значение имеет палеофлористический анализ, основанный, главным образом, на палинологическом и карпологическом методах, т.к. растительность очень чутко реагирует на изменения климата – это позволяет проследивать общий процесс потеплений и похолоданий, а также выявить климатические *оптимумы* (эпизоды особо благоприятного климата, максимального потепления или увлажнения). Изучение растительности позволяет выявить смещения растительных (палеофитоценологических) зон в связи с изменениями климата. Важное значение имеет выявление и анализ генетических типов отложений, при диагностике которых важнейшее значение имеют геоморфологические методы.

Положение *биостратиграфического принципа* в стратиграфии антропогена значительно сложнее. Особенности применения палеонтологического метода связаны с господством на суше континентальных отложений. Подразделение антропогена строится на разрезах континентальных, а не морских отложений, как это делается для всех других систем.

Для подразделения четвертичного периода эволюция морских организмов протекала слишком медленно. Для его расчленения имеет значение только ископаемая фауна наземных млекопитающих, некоторые семейства которых эволюционировали быстрее. Подразделение антропогена основано на разработанном В.И.Громовым методе выявления *руководящих фаунистических комплексов*. В условиях суши чрезвычайно затрудняется широкое распространение эволюционирующих видов. Препятствия к расселению видов и климатические различия ведут к возникновению устойчивых различий фауны разных зоогеографических областей. Периодическое возобновление связей между континентами приводило к осложнениям в ходе расселения животных. Значительно резче проявляется

изолирующее влияние климата, физико-географической обстановки. Отрицательную роль играет крайне малое количество остатков ископаемых. Все это ограничивает возможности палеонтологического метода. Однако, биостратиграфический принцип сохраняет свое значение, основанное на необратимости развития органического мира и возможности межрегиональной корреляции. Развитие материальной культуры человека позволяет дополнить его использованием *археологических данных*.

Вспомогательное значение имеет *тектонический принцип*, основанный на тесной связи между образованием континентальных отложений с развитием рельефа и с колебательными движениями земной коры. Он находит выражение в геоморфологическом и ритмостратиграфическом методах расчленения отложений и применяется в основном на начальных стадиях изучения в подвижных зонах.

Все большее значение приобретают *геохронометрические методы* определения абсолютного возраста. Радиологические и другие физические датировки, а также палеомагнетизм дают подтверждения стратиграфическим построениям, полученным другими методами, и служат надежным методом межрегиональной и глобальной корреляции отложений. В связи с большой сложностью применения основных принципов расчленения, для получения единой геохронологической шкалы антропогена необходимо параллельное изучение литологических, палеонтологических и геохронометрических данных и взаимный контроль между ними. Лишь такой комплексный подход позволит разработать достоверную стратиграфическую схему квартала.

Схема стратиграфии четвертичных отложений.

Общие стратиграфические подразделения четвертичной системы.

В схеме стратиграфии квартала выделяются общая стратиграфическая шкала и местные или региональные схемы расчленения четвертичных отложений отдельных регионов. Общими называются стратиграфические подразделения, служащие всеобщими эталонами межрегиональной и

глобальной корреляции и в совокупности составляющие общую стратиграфическую шкалу. Четвертичная система соответствует *зоне* общей стратиграфической шкалы кайнозоя, выделяемой по фауне фораминифер. Поэтому из общих подразделений биостратиграфического обоснования в ее составе выделяются только *подзоны*, которые служат для корреляции разрезов осадков океанического дна. В стратиграфии континентальных отложений используются *дробные* подразделения климатостратиграфического обоснования, или, наряду с ним, различающиеся и по фауне наземных млекопитающих (в провинциальном масштабе).

В Стратиграфическом Кодексе СССР выделяется пять основных единиц климатостратиграфических подразделений, подчиненных зоне общей шкалы:

1. *Раздел (этап)* – высшая по рангу единица подразделений четвертичной системы. Соответствует длительному (0,8-1 млн.лет) этапу истории изменения климата, слагающемуся из многочисленных климатических ритмов похолодания-потепления. В четвертичной системе выделяется три раздела: *эоплейстоцен* – в целом относительно теплый климатический этап; *плейстоцен* – соответствует более холодному климатическому этапу; *голоцен*.

2. *Звено (пора)* – климатостратиграфическая единица, подчиненная разделу.

Звено соответствует сложному ритму климатических изменений длительностью 200-300 тыс.лет. Оно слагается из серии ритмов более низкого порядка, которые группируются, образуя две части сложного ритма – в целом более теплую и более холодную.

3. *Ступень (климатолит, или климатема)* – климатостратиграфическая единица, подчиненная звену. Соответствует крупной фазе глобального похолодания (*криохрон*) или потепления (*термохрон*) климата, во время которой происходит коренная перестройка растительно-климатической зональности и изменение хода экзогенных процессов, по крайней мере в поясе средних широт. Палеонтологическая (главным образом палинологическая)

характеристика ступеней ограничивается выявлением типичных экологических группировок организмов, используемых как показатели климатической обстановки. Длительность отрезков времени, соответствующих ступеням плейстоцена, колеблется от 20 до 100 тыс. лет. Ступени могут группироваться в *надступени* (дополнительные подразделения). Длительность соответствующих им отрезков времени – 80-150 тыс. лет. Существует еще два более низких по рангу подразделения – *стадиал* и *уровень (наслой)*. Хронологический объем стадиала 5-10 тыс. лет, уровня – 1-5 тыс. лет.

Региональные стратиграфические подразделения. В стратиграфии четвертичной системы используются региональные подразделения биостратиграфического и климатостратиграфического обоснования.

Биостратиграфическое обоснование имеют *палинозоны* (выделяются по составу спорово-пыльцевых спектров) и *провинциальные зоны (лоны)* (выделяются по фауне наземных млекопитающих). Несмотря на большое значение таких подразделений, проведение границ на основе биостратиграфии, вследствие бедности отложений ископаемыми, возможно лишь в редких случаях.

Основой построения региональных стратиграфических схем являются региональные подразделения климатостратиграфического обоснования. Основным региональным климатостратиграфическим подразделением является *климатостратиграфический горизонт* - комплекс отложений, образовавшийся за время одной крупной фазы похолодания (ледниковый горизонт) или потепления (межледниковый горизонт) климата (т.е. на тех же принципах, что и ступень). Если на значительной площади несколько климатостратиграфических горизонтов не могут быть прослежены отдельно, их объединяют в *климатостратиграфические надгоризонты*.

Нижняя граница антропогена. Нижняя граница антропогена отвечает рубежу 1,65 млн.лет, т.е. располагается непосредственно выше палеомагнитного эпизода Олдувей. Примерно этот же рубеж (1,8 млн.лет –

начало эпизода Олдувей) отвечает подошве верхнего виллафранка (в СССР ему соответствует подошва апшеронского яруса в Каспийском бассейне). В океане нижняя граница четвертичной системы отвечает подошве зоны *Globorotalia truncatulinoides*.

Колебания климата и оледенения. Принципы стратиграфии и особенность стратиграфического расчленения и корреляции четвертичных отложений. Палеоклиматический, климатостратиграфический и биостратиграфический методы. Общие стратиграфические подразделения. Антропоген.

12. Геоморфологическая графика и карты четвертичных отложений.

Морфометрия и морфография рельефа. Продольные и поперечные профили. Геоморфологические карты и легенды. Карты четвертичных отложений.

Строение четвертичных отложений Русской равнины. Строение четвертичного покрова в разных областях существенно различен. Был выделен ряд регионов, границы которых, как правило, совпадают с контурами крупных структурных областей. Внутри регионов выделяются районы, в которых особенности строения четвертичной толщи обусловлены историей геологического развития каждого района. Европейская часть России в структурном отношении представляет собой Восточно-Европейскую платформу. Она подразделяется на две области: северную – ледниковую и южную – внеледниковую.

Ледниковая область. Строение четвертичного покрова. Оледенения оставили специфический рельеф и комплекс отложений - холмы и гряды, сложенные моренами и водно-ледниковыми отложениями, зандры, глубокие, большей частью ныне погребенные долины выпахивания. В разрезах наблюдается чередование или наложение друг на друга ледниковых и межледниковых отложений. Большая часть разрезов неполная. Ледниковые и водно-ледниковые отложения сохранились лучше, чем межледниковые. Наибольшая мощность отложений (120-250 м) наблюдается в доледниковых

понижениях, ложбинах ледникового выпахивания и в краевых зонах оледенений.

Эоплейстоцен (1670-800 тыс.лет). Отложения развиты незначительно, изучены плохо и отнесены к эоплейстоцену условно. Выполняют древние глубокие долины, погребенные под моренами и флювиогляциальными отложениями. В долинах пра-Волги, пра-Оки, пра-Москвы и притоках Дона залегают на глубине 100-150 м. Представлены аллювиальными песками мощностью 3-4 м, реже – лессовидными суглинками. Климат имел устойчивый характер похолодания (по пыльце).

Нижнее звено (нижний плейстоцен) объединяет несколько горизонтов. **Донской горизонт**. К нему предположительно относятся моренные образования СЗ России и Белоруссии; залегают в основании четвертичной толщи. Более определенно развит в Прибалтике (назван **дзукийским**) – моренные и флювиогляциальные отложения. **Беловежский горизонт** (около 600 тыс.лет) – межледниковый. Известен в Подмосковье, Прибалтике, Белоруссии, на Украине. Это древний аллювий Волги, Дона, Оки, Немана, Днепра, Москвы и др. Мощность от 5-10 до 30-35 м. Кроме того – маломощные озерные супеси, пески, глины с торфом и растительными остатками. Залегают во врезках в коренные породы, в настоящее время погребен. В это время были широко распространены хвойные леса с примесью широколиственных; к югу сменялись лесостепями. **Окский (березинский) горизонт** (542-440 тыс.лет) – моренные образования. Обычно находится в погребенном состоянии. Известен в долинах рек Москвы, Волги, Дона, Днепра, Мезени, Печоры, Вычегды, Камы и др. Мощность морены на СВ Русской равнины изменяется от 1 м на возвышенностях до 40-45 м в погребенных долинах. В Белоруссии (березинский горизонт) - от 2-3-м до 50-60, иногда до 70-100 м. В бассейне р.Оки – тяжелые темно-серые или бурые суглинки с обломками местных известняков и кремней и кристаллических пород, принесенных из Фенноскандии и с Новой Земли. В долине р.Дона – серовато-желтые, бурые суглинки с галькой и валунами кристаллических и

осадочных пород мощностью около 20 м (ранее относились к днепровскому горизонту).

Среднее звено (средний плейстоцен) широко развито на Русской равнине. На севере – погребены, за пределами позднеплейстоценовых оледенений слагают основные формы рельефа. **Лихвинский горизонт** (440-300 тыс.лет) – межледниковый. Известен севернее и западнее Московской области, в долинах Волги, Оки, Москвы. Представлен озерными и аллювиальными отложениями. В эталонном разрезе наблюдается следующее. В нижней части III террасы р.Оки высотой 40 м на размытой поверхности окской морены и беловежского аллювия залегают аллювиальные гравийные пески, озерные глины и лессовидные суглинки с погребенными почвами мощностью 15 м. Отложения содержат растительные остатки, микрофауну, диатомовые водоросли, моллюски, большое количество остатков рыб, кости млекопитающих среднеплейстоценового возраста (хазарский комплекс). На побережьях Балтийского, Белого и Баренцева морей накопились морские глины и пески мощностью 5-70 м с фауной морских моллюсков и фораминиферами. **Днепровский горизонт** (300-250 тыс.лет) представлен ледниковыми и флювиогляциальными отложениями, покрывающими сплошным чехлом нижележащие отложения. На поверхность отложения выходят южнее границы московского оледенения, где слагает водоразделы, обнажаются в долинах рек, вскрывается оврагами и балками. Днепровское оледенение было одним из самых значительных на Русской равнине. Наиболее далеко на юг ледник спускался по долине Днепра. Морена представлена плотными валунными суглинками бурого, темно-коричневого цвета, иногда приобретает черный цвет от подстилающих юрских глин и меловых песков. Грубообломочный материал образован известняками, гнейсами, метаморфическими сланцами, кварцитами и гранитами. Во многих местах преобладают местные карбонатные породы. Мощность морены на водоразделах 10-20 м, в древних понижениях рельефа и в краевой зоне увеличивается до 25-30 м. Поверхность морены размыта, сглажена, очень

часто перекрыта лессовидными суглинками. Флювиогляциальные отложения днепровского оледенения залегают под, внутри и на морене в виде отдельных песчано-гравийно-галечных линз. Они также выполняют более крупные ложбины стока, вложенные в морену или образуют плоские задровые равнины, переходящие к югу в поверхности IV надпойменных террас Дона и Днепра. Мощность аллювия достигает 80 м. В отдельных местах известны озерно-ледниковые ленточные глинистые отложения, залегающие на морене.

Одинцовский (рославльский) горизонт – межледниковый – включает аллювиальные, озерные и болотные отложения; на севере – морские осадки, образовавшиеся на неровной поверхности. Отложения представлены песками, глинами, мергелями, торфом и гиттией, залегающими на днепровской морене. Мощность – от 0,5-1 до 40-50 м. Местами горизонт представлен погребенными почвами, развитыми на днепровской морене. Отложения содержат остатки и пыльцу дуба, граба, вяза, липы.

Московский горизонт (140-150 тыс.лет) – ледниковый. Морена широко распространена и залегает плащеобразно, облекая водоразделы и заполняя древние долины. На востоке московский покров смыкается с тазовским покровом Западной Сибири. Ледниковый покров состоял из отдельных потоков льда, двигавшихся по древним понижениям и речным долинам. Морена в центральной части Русской равнины состоит из валунных суглинков красновато-бурого цвета. На СЗ морена серая и темно-серая в зависимости от цвета подстилающих коренных пород. Суглинки неслоистые, несортированные, известковистые, часто опесчаненные, с валунами разнообразного состава (граниты, кварциты, гнейсы, известняки, сланцы). По сравнению с днепровской мореной, московская содержит меньше кристаллических пород, валуны хуже окатаны, она менее карбонатная. Мощность 10-30 м, в отдельных понижениях рельефа и в краевой зоне увеличивается до 50-60 м. В связи с неравномерностью отступления покрова, иногда выделяется два горизонта морены, разделенных маломощными флювиогляциальными песками. Край ледника долгое время находился на

уровне Клина и Дмитрова, где сформировалась мощная (до 100 м) конечная стадияльная морена, образующая в рельефе Клинско-Дмитровскую гряду. Флювиогляциальные отложения, связанные с оледенением, образовывались во время наступания и таяния ледников. Они представлены в основном слоистыми буровато-серыми или желтоватыми песками с гравием и галькой, часто деформированными.; местами материал валунно-галечный. Мощность отложений 5-10 м. Флювиогляциальные отложения времени отступления ледника слагают поверхность третьей террасы и представлены песчаными, гравийно-песчаными и галечными отложениями горизонтально- и косослоистыми, хорошо сортированными, часто ожелезненными. Мощность отложений 8-10 м. Южнее распространения морен московского оледенения развиты обширные зандровые равнины.

Верхнее звено (верхний плейстоцен). Микулинский горизонт (межледниковый) включает аллювиальные, озерные, болотные и морские отложения, образовавшиеся после отступления ледников московского оледенения 120-110 тыс. лет назад. В области развития позднеплейстоценовых оледенений отложения разделяют московскую и калининскую морены. В стратотипическом разрезе горизонта озерно-болотные отложения представлены глинами, песками, гиттией мощностью 10 м. Они содержат пыльцу дуба, граба, лещины и др. В ЮЗ части ледниковой области среди лессовидных суглинков, перекрывающих водоразделы, широко развиты микулинские погребенные почвы, относящиеся к лесному типу. Вне зоны покровного оледенения микулинский горизонт чаще всего представлен аллювием, слагающим нижние части вторых надпойменных террас в речных долинах – это слоистые пески и супеси, часто с прослоями торфа, с гравием, мелкой галькой; мощность – первые метры. **Валдайский надгоризонт.** Калининское (ранневалдайское - 50-60 тыс.лет) и осташковское (поздневалдайское - 20 тыс. лет) оледенения часто рассматривают как единое валдайское оледенение. Оно было намного меньше московского. Выделялось несколько ледниковых потоков, двигавшихся по понижениям рельефа и

речным долинам. Отступление ледника было неравномерным, в результате чего образовалось 6-7 крупных стадийных морен, выделяющихся в рельефе в виде высоких гряд. Валдайский ледниковый рельеф имеет свежий облик. Множество моренных гряд, холмов, озон и камов развито на всей площади бывшего ледникового покрова. На Скандинавском щите располагалась область экзарации, где сохранилось множество бараньих лбов и впадин выпаживания. Морены калининского и осташковского оледенений состоят из темно-серых и красно-бурых суглинков и глин, содержащих большое количество валунов и глыб, а также оттрженцев. Мощность морен обычно 10-15 м, в краевых грядах увеличивается до 40-45 м. У концов краевых морен валдайского оледенения широко развиты зандровые равнины и озы, а также ледниково-озерные отложения, слагающие камы и ленточные глины. Южнее границы распространения ледникового покрова отложения, образовавшиеся в ледниковую эпоху, представлены аллювием верхних частей I и II надпойменных террас, а также лессовидными суглинками, перекрывающими водоразделы и поверхности высоких террас. **Средневалдайский (мологосексинский) горизонт** (50-23 тыс. лет) формировался между калининским и осташковским оледенениями. В него входят аллювиальные, аллювиально-озерные и болотные отложения. Аллювиальные отложения развиты южнее осташковской морены, слагают нижние части первых надпойменных террас долины всех рек и содержат остатки теплолюбивых растений. Озерные и болотные осадки представлены преимущественно глинами и торфом мощностью 10-20 м. К югу от границ осташковского оледенения формировались почвы, развитые на различных по генезису отложениях.

Внеледниковая область. Внеледниковая область непосредственно примыкает к ледниковой; граница между ними проводится условно по южной границе распространения днепровского оледенения. На западе область примыкает к Карпатам, на востоке – к Уралу.

Строение четвертичного покрова. В пределах внеледниковой области развиты различные по генезису отложения, залегающие на неровной

поверхности коренных пород. Во внеледниковой области влияние ледников сказывалось на природе области и в строении ее четвертичного покрова. На площади, непосредственно примыкающей к покровам льда, устанавливаются *перигляциальные условия* с отрицательными среднегодовыми температурами, развитием многолетней мерзлоты, преобладанием антициклонального климата, эпизодическим выпадением осадков, разрозненным растительным покровом и холодолюбивой фауной. Развивались криогенные процессы. Во время оледенения ветры, дующие с ледниковых покровов, развеивали морены, водно-ледниковые и др. отложения, выносили мысы пыли на юг, где они отлагались, образуя мощные толщи лессов. Т.к. границы ледниковых покровов в каждом оледенении отступали на север, вместе с ними перемещалась и перигляциальная область.

Эоплейстоценовые отложения. Аллювиальные отложения слагают высокие VII, VIII, IX террасы Днепра, Днестра и их притоков. Они представлены русловыми и пойменными осадками – песками, гравием, глинами и суглинками мощностью 10-20 м. Эоплейстоценовые террасы к югу постепенно понижаются и погружаются под более молодые; аллювий террас замещается аллювиально-озерными, лиманными, а затем и морскими осадками. Морские осадки широко распространены в Прикаспии (апшеронские слои), Приазовье и Причерноморье. Это глины с прослоями песков и алевролитов, с фауной солонатоводных, а иногда и пресноводных моллюсков и микрофауной. Среди отложений внеледниковой области выделяются покровные образования – скифские глины. Они широко распространены на междуречьях от Предуралья до Карпат, залегая плащеобразно на коренных породах и эоплейстоценовом аллювии и перекрываясь плейстоценовыми лессами. Глины пестроцветные (красновато-бурые, серые, зеленые), неслоистые, в них встречаются пески, много известковистых и Mn-Fe образований. В глинах прослеживаются 3-4 погребенных красно-бурых почвенных горизонтов, образованных в условиях переменного-влажного и жаркого климата.

Плейстоценовые отложения. Выделяются ниже-, средне- и верхнеплейстоценовые отложения. В каждом звене выделяются все горизонты. Как правило, каждый горизонт включает аллювиальные, озерные, болотные и эоловые отложения. **Аллювиальные отложения.** На юге реки существовали как в межледниковые, так и в ледниковые эпохи, и в них формировался аллювий. Аллювий слагает террасы, количество которых во всех долинах 5-6. На участках пересечения растущих поднятий появляются дополнительные локальные террасы. В аллювии каждой террасы выделяется две свиты: нижняя, как правило более мощная (10-20 м), отлагалась в теплой климатической обстановке, отвечающей межледниковью; верхняя - менее мощная (5-6 м и менее) накапливалась в холодных условиях, соответствующих оледенению. Разновозрастный аллювий крупных рек имеет пестрый фациальный состав. Среди основных горизонтально- и косослоистых галечно-гравийно-песчаных отложений русловой фации присутствуют глинистые, часто с торфом, осадки старичной фации и супесчано-суглинистые горизонтально- и волнисто-слоистые осадки пойменной фации. В основании почти всегда выделяется базальный горизонт. Аллювий всех террас перекрывается субаэральными образованиями, причем чем древнее терраса, тем больше мощность покровных образований. Вверх по течению рек Днепра, Дона, Волги и их притоков "холодные" свиты аллювия средне- и позднеплейстоценового возраста переходят во зандровые пески краевых зон днепровского, московского и валдайского оледенений. Вниз по течению террасы снижаются, ниже- и среднеплейстоценовый аллювий перекрывается более молодыми отложениями и замещается аллювиально-озерными, лиманными и морскими осадками.

Субаэральные отложения. Сюда относятся лессы и лессовидные суглинки. Они имеют покровное залегание и эоловое происхождение.

Лессы залегают на водоразделах и поверхностях террас, образуя покровные толщи мощностью в несколько десятков метров. Горизонты лессов чередуются с горизонтами погребенных почв (границы почв и лессов не

нарушены и не несут следов размыва). Лессы образовались в эпохи оледенений. Образование почв происходило в межледниковые эпохи, когда прекращался интенсивный вынос пыли. Их мощность 0,5-2 м. Среди них встречаются различные зональные типы, в зависимости от климата и ландшафта, существовавших в данном районе. Особенно хорошо развиты почвы, образовавшиеся в микулинское межледниковье. На расчленении лессов с горизонтами погребенных почв и их корреляции с оледенением строится стратиграфия четвертичных отложений южных районов.

Морские осадки. На побережьях Черного и Каспийского морей развиты разновозрастные морские осадки, находящиеся на различной высоте. Они указывают на эвстатические колебания уровня морей на протяжении четвертичного периода.

Голоценовые отложения ледниковой и внеледниковой областей. Начало голоцена датируется 10-12 тыс.лет и является важным рубежом в истории Земли: закончилось последнее оледенение; исчезли перигляциальные ландшафты; расширились лесные зоны; мамонтовый комплекс млекопитающих сменился комплексом фауны современного типа; в первобытном обществе поздний палеолит сменился мезолитом и затем неолитом. Голоценовые отложения широко развиты на всей территории ледниковой и внеледниковой области и представлены аллювиальными, озерными, болотными, элювиальными, склоновыми и морскими осадками. Формирование осадков продолжается и ныне. Голоценовый аллювий слагает пойму и низкие террасы рек. Выделяются русловая, пойменная и старичная фации. Мощность аллювия достигает 10-15 м и более. Распространение и тип почв подчинено современной климатической зональности. Голоцен может быть разделен на четыре этапа, границы которых имеют радиуглеродное обоснование: древний, ранний (бореальный период), средний (атлантический и суббореальный периоды) и поздний (субатлантический период). Голоцен является типичным межледниковьем. Главная тенденция изменений его климата – переход от холодных условий конца плейстоцена к теплomu

климатическому оптимуму, а затем к новому похолоданию. Климатический оптимум падает на на средний голоцен, максимум потепления – примерно 6 тыс.лет. Поздний голоцен отмечен расширением зоны многолетней мерзлоты, а период – XV-XIX вв. н.э. – усилением оледенения многих горных областей и полярных архипелагов (этот интервал называют *малым ледниковым периодом* или *неогляциальным временем*). Температура воздуха в умеренных широтах в голоцене были на 6-12° выше, чем в максимум последнего оледенения. Граница питания ледников повысилась в среднем на 900 100 м. Ледники полярных и горных областей сокращались, причем в климатический оптимум сокращение ускорялось, а при похолоданиях замедлялось или сменялось наступанием. Колебания высоты границы питания ледников в голоцене составляли 150-200 м.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Раздел	Звено	Альпы		Русская платформа		Западная Сибирь	
Голоцен	Современное	Современные		Современные		Современные	
Плейстоцен	Верхнее	Вюрмское оледенение W	W ₃	Валдайский надгоризонт	Осташковский <i>os</i>	Зырянский надгоризонт	Сартанский
			W ₂		Ленинградский (мологосхексинский) <i>ld</i>		Каргинский
			W ₁		Подпорожский (калининский) <i>pd</i>		Ермаковский
		Рисс-вюрмское межледниковье R-W		Микулинское (межледниковье) <i>mk</i>		Казанцевский (=микулинскому)	
	Среднее	Рисское оледенение R	R ₃	Средне-русский надгоризонт	Московский <i>ms</i>	Бахтинский надгоризонт	Тазовский (=московскому)
			R ₂		Шкловский (одинцовский) <i>sk</i>		Ширтинский
			R ₁		Днепровский <i>dn</i>		Самаровский (=днепровскому)
	Миндель-рисское межледниковье M-R		Лихвинский (межледниковье) <i>lh</i>		Тобольский (=лихвинскому)		
	Нижнее	Миндельское оледенение M	M ₃	Белорусский надгоризонт	Окский <i>ok</i>		Шайтанский (=окскому)
			M ₂		Беловежский <i>bv</i>		Талагайский
M ₁			Дзукийский (донской) <i>dz</i>				

		Гюнц-миндельское межледниковье G-M	Вильнюсский надгоризонт	Ильинский <i>il</i>	
				Покровский <i>pk</i>	
				Михайловский <i>mh</i>	
Эоплейстоцен	Верхнее	Гюнцевское оледенение G			
		Дунайско-гюнцевское межледниковье D-G			
	Нижнее	Дунайское оледенение			

Словарь геоморфологических терминов

Аккумуляция
Аллювий
Анализ фациальный,
морфометрический,
геоморфологический
Асимметрия рельефа
Базис аккумуляции
Базис эрозии
Денудация
Борозда
Бровка
Блюдца
Бугор
Вал
Ванна
Вершина
Водораздел
Возвышенность
Возраст рельефа
Впадина
Выполаживание
Геодинамика
Геоморфогенез
Геоморфология
Геоморфология динамическая
Гипсометрия
Гора
Грани рельефа
Грива
Депрессия
Денудация
Делювий
Катена
Классификация рельефа
Котловина
Коллювий
Ландшафт
Литодинамика
Материк
Мегарельеф
Межгорье
Мелкосопочник
Морфогенез
Морфоструктура
Морфоскульптура
Морфометрия
Морфоцикл
Нагорье
Низкогорье
Низменность
Орогенез
Орогения
Орография
Палеогеоморфология
Педимент
Педиплен
Пенеплен
Пластика рельефа
Платформа
Плоскогорье
Поверхность выравнивания
Предгорья
Процессы озоновые
Процессы полизональные
Процессы экзогенные
Процессы эндогенные
Проллювий
Пъедмонт
Равнина
Район орографический
Расчленение рельефа
Рельеф гольцовый
Рельеф дериватный
Ритмичность морфогенеза
Седиментация
Седловина
Система Девиса лон
Сопка
Стадии развития рельефа
Страна горная
Структура рельефа
Сырты
Терраса
Узел
Уровень аккумуляционный
Фаза развития рельефа
Фон геоморфологический

Форма рельефа
Холм
Хронология
Хребет
Цикл
Шкала геохронологическая
Шлейф
Шток
Экзоморфолитосистема
Элемент рельефа Эпейрогенез
Эпигенез
Эпицикл
Эпоха
Эрозия
Этажность рельефа
Этап
Элювий
Юность рельефа

2.1.7. **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ**

Не предусмотрено.

2.1.8. **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Смотри пункт 2.1. 5. УМКД.

**2.1.9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ
(СЕМИНАРСКИМ) ЗАНЯТИЯМ**

См. пункт 2.1.5

2.1.10. **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

Для студентов очного обучения предусмотрены домашние задания в виде самостоятельного изучения отдельных тем. Задания выполняются письменно и докладываются на занятии во время экспресс-опроса. Для студентов заочно-сокращенной формы предусмотрены индивидуальные темы для выполнения контрольных работ.

2.1.11. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ

Не имеется. Идет работа над созданием атласа форм рельефа.

2.1.12. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные информационные технологии применяются для проверки остаточных знаний у студентов с помощью тестирования. В учебном процессе также используются: электронные библиотечные ресурсы АмГУ и других ВУЗов России.

2.1.13. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПРОФЕССОРско-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОМУ СОСТАВУ ПО ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖСЕССИОННОГО И ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

См. материалы в УМО АмГУ

2.1.14. КОМПЛЕКТЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ

Выдача заданий к лабораторным работам осуществляется по методическим пособиям:

1. Леонтьев О.К., Рычагов Г.И. Общая геоморфология. – М.: Высшая школа, - 1979.,- 272 с.

2. Спиридонов А.И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. – М.: Высшая школа, - 1970.

Темы контрольных работ включают 2 вопроса. 1 - направлен на усвоение геоморфологических терминов; 2 – направлен на самостоятельное изучение форм рельефа.

Образец варианта контрольной работы.

1. Тектоническая геоморфология.
2. Мегарельеф материков.

2.1.16. КОМПЛЕКТЫ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА ПО «ГЕОМОРФОЛОГИИ И ЧЕТВЕРТИЧНОЙ ГЕОЛОГИИ» И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

Билеты к экзамену утверждаются ежегодно на заседании кафедры.

Образец экзаменационного билета

АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ		
Утверждено на заседании кафедры		Факультет
Кафедра ГиП		Специальность
« »	2007г.	Курс
		Дисциплина
Зав. кафедрой	Т.В.Кезина	«Геоморфология и четвертичная геология»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Геоморфология и четвертичной геологии. Цели и задачи дисциплины.
2. Экзогенный рельеф континентов и геосинклинальных областей.
3. Четвертичный период. Особенности четвертичного периода.

Перечень вопросов к экзамену.

1. Геоморфология и четвертичной геологии. Цели и задачи дисциплины.
2. Рельеф. Формы рельефа. Элементы рельефа. Морфолитогенез.
3. Морфология и морфометрия рельефа. Генезис рельефа. Возраст рельефа.
4. Экзогенные и эндогенные факторы рельефообразования. Выветривание, денудация, аккумуляция.
5. Экзогенный рельеф континентов и геосинклинальных областей. Мега-, макро-, мезо-, микрорельеф.
6. Эндогенные факторы и процессы. Экзогенные факторы и процессы.
7. Платформы. Поверхности выравнивания. Области горообразования.
8. Геоморфология склонов. Склоновые процессы, формы рельефа и

отложения. Генетические типы склонов. Экспозиция склона.

9. Рельеф аридных и гумидных областей. Карст.

10. Выветривание и формы рельефа связанные с ним. Десквамация, дефляция.

11. Пустынные коры, устьинный загар. Типы пустынь. Формы рельефа пустынь. Барханы, дюны, кучевые пески, грядовые пески.

12. Геоморфология речных долин. Флювиальные формы рельефа. Строение речной долины в продольном сечении. Морфологические типы речных долин.

13. Динамические фазы аллювия. Террасы. Полезные ископаемые, связанные с аллювием.

14. Геоморфология побережий. Элементы рельефа побережий. Рельефообразующие факторы.

15. Формы берегов. Типы побережья. Прибрежно-морские россыпи.

16. Геоморфология криолитозоны, районов платформенных и горных леденений. Строение и распространение криолитозоны. Криогенный рельеф.

17. Термокарстовые формы. Ледниковая эрозия и аккумуляция. Кары, цирки, трюги, ледниковые морены, конечные морены, друмлины. Флювиогляциальная эрозия и аккумуляция.

18. Основы четвертичной геологии. Распространение четвертичных отложений. Значение для поисков полезных ископаемых.

19. Генетические типы континентальных отложений. Элювий, почвы, коллювий, делювий, пролювий. Озерные отложения.

20. Четвертичный период. Особенности четвертичного периода. Стратиграфические подразделения четвертичной системы.

20. Методики изучения четвертичных отложений.

21. Колебания климата и оледенения. Принципы стратиграфии и особенность стратиграфического расчленения и корреляции четвертичных отложений.

22. Палеоклиматический, климатостратиграфический и биостратиграфический методы. Общие стратиграфические подразделения. Антропоген.

23. Геоморфологическая графика и карты четвертичных отложений.

Морфометрия и морфография рельефа. Продольные и поперечные профили.

24. Геоморфологические карты и легенды. Карты четвертичных отложений.

25. Полезные ископаемые, связанные с четвертичными отложениями.

Основные критерии оценки знаний студентов

Оценка	Полнота, системность, прочность знаний	Обобщенность знаний
5	Изложение полученных знаний в устной, письменной или графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются единичные несущественные ошибки, самостоятельно исправляемые студентами	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений; свободное оперирование известными фактами и сведениями с использованием сведений из других предметов
4	Изложение полученных знаний в устной, письменной и графической форме, полное, в системе, в соответствии с требованиями учебной программы; допускаются отдельные несущественные ошибки, исправляемые студентами после указания преподавателя на них	Выделение существенных признаков изученного с помощью операций анализа и синтеза; выявление причинно-следственных связей; формулировка выводов и обобщений, в которых могут быть отдельные несущественные ошибки; подтверждение изученного известными фактами и сведениями
3	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего программного материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя	Затруднения при выполнении существенных признаков изученного, при выявлении причинно-следственных связей и формулировке выводов
2	Изложение учебного материала неполное, бессистемное, что препятствует усвоению последующей учебной информации; существенные ошибки, не исправляемые даже с помощью преподавателя	Бессистемное выделение случайных признаков изученного; неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы

2.1.17. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ КАДРАМИ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА

Ф.И.О.	должность	специальности
Кезина Т.В.	Профессор, Д.Г.-М.Н.	25.00.02