

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ГЕОЛОГИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Учебное пособие

А. И. Трегуб

Воронеж
2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Формации четвертичных образований	5
1.1. Континентальные образования	6
1.2. Морские образования	11
2. Методы стратиграфии и корреляции разрезов четвертичных отложений	16
2.1. Стратиграфические шкалы четвертичной системы	16
2.2. Методы биостратиграфии	19
2.3. Физические методы	22
2.4. Геологические и геоморфологические методы	27
3. Развитие природы в четвертичном периоде	28
3.1. Изменения климата в позднем кайнозое	28
3.2. Неотектонические процессы и формирование рельефа	32
3.3. Появление человека и стадии развития его материальной культуры.	33
3.4. Возможные причины изменений климата	38
3.5. Некоторые эколого-геологические следствия развития современной цивилизации	40
4. Четвертичные отложения и палеогеография квартера России	43
4.1. Европейская часть России	43
4.2. Азиатская часть России	52
4.3. Четвертичные отложения шельфов России.	60
5. Краткая характеристика квартера за пределами России	66
5.1. Четвертичные отложения Северного полушария	66
5.2. Четвертичные отложения тропического пояса и Южного полушария.	68
6. Картирование четвертичных отложений	69

А

Формации четвертичных отложений могут быть разделены на две крупные группы: континентальные и морские.

1.1. Континентальные образования

Формации континентальных четвертичных образований по характеру рельефа можно разделить на формации равнинных и горных стран.

Формации равнинных стран ассоциируются с равнинами, которые в большинстве своем в тектоническом отношении сопоставляются с платформами. Платформы по сравнению с подвижными поясами обладают значительно меньшей тектонической активностью и меньшей энергетикой экзогенных геологических процессов.

На равнинах среди основных четвертичных континентальных формаций выделяются: ледниковая, перигляциальная лёссовая, аллювиальная и лимническая. В зонах полупустынь и пустынь – эоловая формация.

Покровно-ледниковая формация генетически связана с неоднократно возникавшими на равнинах северного полушария Земли в эпохи похолодания климата покровными ледниками. В качестве важнейших элементов этой формации выступают собственно ледниковые отложения – **морены**; отложения талых вод, представленные отложениями водных потоков – **флювиогляциальными** образованиями (**озами, зандрами**), а также отложениями ледниковых и приледниковых (подпрудных) озер – **лимногляциальными** образованиями. Морены в литологическом отношении обычно резко отличаются от отложений других генетических типов – они образованы неоднородными, преимущественно суглинисто-глинистыми отложениями с включениями различных по размеру и петрографическому составу обломков пород. Для отложений талых вод характерен преимущественно песчаный состав. Ледниковой формации свойственно плащеобразное залегание – облекание неровностей доледникового рельефа на огромных площадях. Строение формации в общем случае подчиняется цикличности развития оледенения и представлено своеобразным «слоеным пирогом», в котором под мореной залегают водно-ледниковые отложения стадии наступания ледника, а над мореной – стадии его отступления. Для формации также характерны разнообразные внутренние и внешние деформации (гляциодислокации) – результат воздействия движущегося льда, как на собственные отложения, так и на подстилающие породы. Мощности отложений, слагающих формацию, обычно не превышают первых десятков метров. Они несколько сокращаются в пределах возвышенностей и возрастают в пределах низменностей.

Перигляциальная лёссовая формация, помимо собственно лёссов, чередующихся с прослоями ископаемых почв, включает широкий спектр склоновых отложений, объединяющихся с лёссами общим термином «**лёссоиды**». Формация обладает сложным генезисом, однако доминантой при ее образовании признается эоловое происхождение. Оно обусловлено

действием стоковых ветров, формирующихся над ледниковыми покровами и направленными к периферии ледника. Стоковые ветры выносят от края ледника большое количество пыли – продукта интенсивного физического выветривания коренных пород. Эта пыль, осаждаясь, преобразуясь мерзлотными и склоновыми процессами, составляет основу формации. Лёссы накапливаются за пределами распространения ледника в перигляциальной области. Залегают они плащеобразно, покрывая, как и отложения ледниковой формации, большие площади. Формация, таким образом, является своеобразным продолжением ледниковой формации за пределами ее распространения и характеризует условия холодного климата. Мощность лёссово-почвенных отложений изменяется обычно плавно, без резких скачков, от нескольких метров до первых десятков метров.

Своеобразен литологический состав формации. В ней преобладают алевриты на 75% и более представленные кварцем. В *субаэриальных* лёссах, формирующихся вне водной среды, отсутствуют признаки слоистости. В *субаквальных* лёссах, осаждающихся в мелководных бассейнах, обычно видна прерывистая параллельная слоистость. В них же встречаются остатки пресноводной фауны. Для лёссов характерна высокая пористость, вторичная карбонатность обуславливающие их просадочные свойства, отчетливо выраженные в рельефе блюдцеобразными западинами.

Прослой ископаемых почв фиксируют перерывы в накоплении лёссов и отмечают теплые (межледниковые) эпохи. Вместе с лёссами они образуют лёссово-почвенные комплексы.

Наблюдаемые в настоящее время перигляциальные лёссы являются результатом переработки первичной эоловой пыли не только мерзлотными процессами, но и результатом последующей деградацией мерзлоты. В лёссах отмечаются псевдоморфозы по морозобойным клиньям, другие виды деформаций, объединяемые термином **«криотурбации»**.

В районах с суровым современным климатом, где многолетняя мерзлота еще сохраняется (северо-восток азиатской части России), относительно недавно выделены своеобразные промороженные грунты, состоящие из эоловой пыли и других отложений с большим количеством льда. Многими исследователями они рассматриваются как прообраз будущих лёссовых толщ. За этими образованиями закрепились термины **«едома, едомные отложения»**, которые часто выделяются в самостоятельную **криогенно-эоловую формацию**, образовавшуюся в условиях холодного климата среднего и позднего неоплейстоцена.

Аллювиальная формация – важная формация равнин. Она связана с аккумулятивной деятельностью постоянных и временных водных потоков. Кроме собственно аллювиальных образований (во всем многообразии их фациальных разновидностей) она объединяет балочный аллювий, пролювий, а также широкий спектр склоновых отложений. Формация ограничена в своем распространении контурами эрозионных долин. Для нее характерно циклическое строение, выраженное террасовым рядом. Цикличность обусловлена изменениями положения базиса эрозии, которое в условиях

равнин связано в основном с климатическими колебаниями. Эта связь осуществляется через гляциоэвстатический фактор для долин, конечный базис эрозии которых образован уровнем Мирового океана. В этом случае понижение уровня океана в ледниковые периоды выражено инстративной фазой, а его повышение в межледниковья – констративной. Для долин, выпадающих в изолированные от Мирового океана бассейны, инстративная фаза приходится на межледниковья, когда увеличиваются объемы испаряемой влаги, а констративная – на ледниковые периоды, в продолжение которых уровень изолированного бассейна может повышаться за счет притока талых вод. Влияние неравномерных вертикальных неотектонических движений в условиях равнин имеет в значительной степени локальный характер и выражено на уровне террасового ряда соотношением глубин эрозионных врезов террас с мощностью аллювия. В областях устойчивых поднятий формируются прислоненные террасы. В областях устойчивых прогибаний – наложенные, а в стабильных – вложенные. Кроме того, неотектонические движения отражаются на гранулометрическом составе аллювия, его фациальных особенностях.

В литологическом отношении аллювиальная формация равнин представлена преимущественно мономинеральными кварцевыми песками с прослоями и линзами глин, суглинков.

Лимническая (озерная) формация равнин образована осадками озер различного типа, а также болотными отложениями, возникающими в процессе эволюции озерного осадконакопления. Она самым тесным образом связана с аллювиальной формацией. Озера занимают 2,7 млн. кв. км (1,8%) площади суши. Их классификации весьма разнообразны. По количеству растворенных в воде веществ озера бывают пресными (содержание растворенных солей не превышает 1 г/л), солоноватыми (содержание солей от 1 до 35 г/л) и солеными (более 35 г/л). Солоноватые и соленые озера обычно распространены в бессточных котловинах засушливых областей. Донные отложения таких озер, кроме песчано-глинистых образований, могут быть представлены гипсом, галитом, содой и другими солями.

Большинство пресных озер богато растительными и животными организмами, за счет которых в них накапливается органическое вещество, а при его избытке в процессе заболачивания образуются торф и сапропель (вязкая масса органического ила). При затвердевании сапропель превращается в сапроколь. В озерах могут формироваться железистые осадки (вплоть до железных руд), отложения богатые аморфным кремнеземом, а также диатомиты, карбонатные породы (озерные известняки и мергели). Но основной тип озерных отложений равнин представлен тонкозернистыми песками, алевроитами и глинами.

На озерную седиментацию большое влияние оказывают изменения климата. Климатически обусловленная трансгрессивно-регрессивная цикличность разрезов может быть напрямую связана с поступлением талых вод от края ледника в ледниковые эпохи и возрастанием объемов испаряемой

влаги в межледниковья. В соленых озерах такая цикличность, кроме того, отражается в уровне солености вод (а значит и в характере фауны).

Важную роль озерные отложения играют при стратиграфическом расчленении четвертичных отложений, поскольку в них в силу отсутствия перерывов в осадконакоплении сохраняется непрерывная «летопись» палеоклиматических событий.

Эоловая формация аридных климатических зон связана с областями пустынь, полупустынь и сухих степей. В литологическом отношении эта формация представлена двумя главными типами пород: эоловыми песками и пустынными («теплыми» лёссами). Песчаные отложения эолового происхождения обладают, как правило, мономинеральным кварцевым составом специфической эоловой слоистостью. В качестве сопутствующих отложений она может включать флювиальные и озерные образования эфемерид.

Вторая составляющая зон аридного климата – пустынные лёссы. Они, как и перигляциальные лёссы, имеют первично эоловое происхождение – формируются путем выноса пыли ветром с последующим ее накоплением на окраинах пустынь. Эти накопления подвергаются в дальнейшем переотложению водными потоками, перемещению склоновыми процессами. Однако в них отсутствуют следы мерзлотной переработки. Поскольку активизация пустынь приходится на теплые (межледниковые) периоды, в ледниковья накопление лёссов существенно сокращается, им на смену приходят процессы почвообразования. Таким путем возникают лёссово-почвенные комплексы, в которых прослой лёссов отмечают теплые климатические эпохи, а погребенные почвенные горизонты – холодные.

Формации четвертичных отложений горных стран характеризуются значительно большей зависимостью от неотектонических движений и образуемых ими структур. Горные страны выделяются по гипсометрическому положению (более 500 м над уровнем моря и относительным превышением водоразделов над тальвегами долин более 150-200 м). В тектоническом отношении им, как правило, соответствуют подвижные пояса - орогены различных типов, для которых характерна высокая тектоническая подвижность, сейсмическая активность и, достаточно часто, вулканизм. Все это сказывается, прежде всего, на высокой активности экзогенных геологических процессов и специфике образуемых ими отложений.

В горных районах важнейшими отложениями являются: склоновые образования (с преобладанием обвального и осыпного коллювия); аллювий горных рек, представленный преимущественно гравийно-галечными отложениями, слагающими днища долин и многочисленные террасовые уровни, морены каров, горно-долинных ледников. В вулканически активных районах важное значение приобретают эффузивные и пирокластические породы.

Формация склоновых отложений горных стран образована широким спектром генетических типов, объединяющихся в три главные группы:

гравитационную (коллювиальные отложения обвалов, осыпей, снежных лавин); водно-гравитационную (деляпсий разнообразных оползней, солифлюкционные отложения и курумы, дефлюкционные образования); водную (делювий и пролювий склоновых оврагов).

Аллювиальная формация горных стран объединяет аллювий мелких, часто временных, водотоков, которые не могут полностью переработать поступающий со склонов материал; аллювий малых рек, находящихся преимущественно в инстративной фазе развития и представленный русловой фацией; аллювий крупных рек, в которых широкие участки долин с множеством надпойменных террас, чередуются с узкими крутостенными ущельями. С долинами временных водотоков часто связаны селевые отложения высокоплотных потоков обломочного материала, содержание которого может достигать 150 кг/м³. Такие потоки формируются во время интенсивных дождей или быстрого таяния снега. В состав формации входит также пролювий, образованный конусами выноса временных потоков, а также наземных «сухих» дельт, образующихся преимущественно в аридных климатических условиях.

Ледниковая формация горных стран образована совокупностью гляциальных, флювиогляциальных и лимногляциальных отложений ледников стока, формирующихся в высокогорьях. Собственно ледниковые отложения представлены каровыми моренами и моренами троговых долин, в состав которых входят морены перигляциальной зоны (морены напора, основные и краевые морены) и морены гляциальной зоны, располагающиеся в пределах долинных ледников, находящиеся в подвижном состоянии (боковые, срединные, донные, внутренние морены). Водно-ледниковые отложения представлены преимущественно каковыми террасами, расположенными на плечах ледниковых трогов, а также долинными зандрами, по простиранию замещающимися аллювиальными образованиями или конусами выноса.

В предгорных и межгорных прогибах, характеризующихся интенсивными процессами аккумуляции неогеновых и четвертичных отложений, выделяется **молассовая формация**. Ее главными особенностями являются большие мощности отложений, преимущественно их континентальный генезис. Среди генетических типов четвертичных образований преобладают аллювиальные и озерные отложения.

Для отложений формаций горных стран характерно циклическое строение, обусловленное, с одной стороны, неравномерными во времени и в пространстве вертикальными тектоническими движениями, а с другой – глобальными изменениями климата. Сложение этих факторов, их интерференция существенно усложняют интерпретацию цикличности разрезов четвертичных образований.