

Задание 3

ОПИСАНИЕ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ РЕЛЬЕФА

После составления и окончательного оформления геолого-геоморфологического профиля студенты приступают к его анализу.

Цель задания состоит в освоении студентами принципов анализа геолого-геоморфологических профилей с использованием топографической и геологической карт и на этой основе – реконструкции истории развития рельефа территории.

Задачи, решаемые студентами:

- на основе характера рельефа территории – выделение главных этапов истории развития рельефа;
- интерпретация информации о составе горных пород и содержащихся в них органических остатках, о характере границ пластов и особенностях их залегания для разных отрезков геологической истории, установление условий формирования и характера горных пород и соответствующего рельефа на разных этапах;
- анализ погребенного (по профилю) и поверхностного (по картам и профилю) рельефа, приблизительная оценка амплитуд высот для различных этапов развития рельефа;
- связное изложение истории развития рельефа территории в хронологической последовательности.

История формирования рельефа представляет собой последовательность геологических и геоморфологических событий на изучаемой территории (тектонических движений, морских трансгрессий и регрессий, наступаний и отступаний покровных ледников, этапов врезания эрозионной сети, заполнения долин аллювиальными наносами и т. д.), начиная с древнейших времен, о которых на профиле есть какие-либо данные, и заканчивая современными геоморфологическими процессами (Короновский, Якушова, 1991; Лютцау, 1971, 1978; Якушова, 1983; Рычагов, 2006, и др.). В ходе описания истории развития рельефа необходимо глубоко осмыслить содержание профиля и геологической карты и убедиться в том, что особенности геологического строения земной коры вполне закономерны, что рельеф земной поверхности на протяжении геологической истории неоднократно менялся и его современный облик является следствием длительного исторического развития, охватывающего нередко сотни миллионов лет. Характеристикой истории развития рельефа, как правило, заканчивается любое региональное геологическое и геоморфологическое исследование. Эта работа носит итоговый характер. Значение истории развития рельефа имеет как научное, так и практическое значение. Оно, в частности, позволяет оценивать территорию с точки зрения возможностей обнаружения месторождений полезных ископаемых, а также делать прогноз относительно ее дальнейшего развития.

Успешное выполнение задания по данной теме возможно лишь при наличии у студентов твердых знаний основ общей геологии и общей геоморфологии. Поэтому перед тем, как приступить к работе, необходимо повторить основные теоретические положения этих учебных курсов (Короновский, Якушова, 1991; Рычагов, 2006, и др.).

Исходные материалы

Описание истории формирования рельефа проводится по геолого-геоморфологическому профилю, составленному при выполнении предыдущего задания (Мг 1:10 000; Мв 1:1 000), с использованием топографической и геологической (четвертичных отложений) карт (М 1:10 000) на исследуемую территорию.

При изучении геолого-геоморфологического профиля (ГПП) следует учитывать соотношение вертикального и горизонтального масштабов, а также иметь в виду, что достоверность нарисованной на профиле картины геологического строения зависит от количества расположенных на нем скважин, их глубины и квалификации составителя.

При анализе профиля следует обращаться к геологической карте, по которой он был составлен, и к топографической карте. Если ГПП позволяет заглянуть в глубь верхних слоев, слагающих земную кору, то карты дают представление о пространственном распределении геологических тел и форм рельефа на земной поверхности. Выводы, полученные при изучении только профиля, могут быть недостаточно полными или иногда даже ошибочными, т. к. они опираются на данные о геологическом строении весьма ограниченного участка земной коры. Поэтому при анализе расположения пластов горных пород и форм рельефа на профиле следует одновременно изучать их отображение на карте, стараясь сделать выводы о положении края ледникового покрова, путях движения талых ледниковых вод, направлении течения рек, перемещениях вершин оврагов и русел рек и т. п. в разных частях изучаемой территории.

При выполнении задания необходимо знание геохронологической шкалы (Приложение III) и схемы стратиграфии четвертичных отложений для изучаемого региона (Приложение IV). Эти материалы представлены в учебниках по общей и исторической геологии (Короновский, Якушова, 1991, и др.), а также в основном учебнике по курсу «Геоморфология с основами геологии» (Рычагов, 2006). В учебниках приводится общепринятое деление истории Земли на эры, периоды, эпохи и века, дана их длительность в абсолютном летосчислении, указаны индексы всех стратиграфических подразделений и установленная для них цветовая гамма, наименования тектонических эпох и охарактеризовано развитие органического мира от архея до современности.

Выполнение задания требует знания механизмов формирования различных геологических тел и форм или комплексов рельефа. Эти знания студенты получают во время лекций по курсу и из со-

ответствующих учебников (Короновский, Якушова, 1991; Якушова, 1983; Щукин, 1960, 1964, 1974; Динамическая геоморфология, 1992; Рычагов, 2006).

Суть и порядок выполнения задания

В первую очередь, нужно выделить основные этапы в истории развития рельефа изучаемой территории, рассматривая составленный геолого-геоморфологический профиль совместно с картами – топографической и геологической (четвертичных отложений). Поскольку речь идет об этапах в развитии рельефа, то критерием их выделения является именно рельеф территории. Так, на прилагаемых к пособию картах (Приложения VII–X) по морфологическим особенностям (внешнему облику) и по геологическому строению весьма четко различаются два комплекса рельефа – междуречный и долинный комплексы. Данные геолого-геоморфологического профиля показывают, что они различаются и по возрасту (соответственно, до среднего плейстоцена включительно и с конца этой эпохи до настоящего времени). Разная морфология комплексов создана разными агентами рельефообразования (см. профиль и геологическую карту), т. е. у них различается и генезис (что предопределяет различия в морфологии). Исходя из генезиса отложений, слагающих междуречья, рельеф этого комплекса создан ледниковыми и водно-ледниковыми процессами. Долинный комплекс – результат флювиальной деятельности (о чем свидетельствует и наличие аллювия в пределах аккумулятивных форм). Таким образом, в развитии рельефа территории были, по крайней мере, два принципиально различавшиеся этапа (по условиям рельефообразования и по господству определенных рельефообразующих процессов), и результатом каждого из них стал распространенный на территории комплекс рельефа (лучше или хуже сохранившийся): более древний междуречный и более молодой долинный. Внимательное рассмотрение профиля позволяет уточнить, что ледниковые и водно-ледниковые процессы, создавшие облик междуречий, действовали не всегда, а только в четвертичное время (на изучаемой территории – до среднего плейстоцена включительно). Но рельеф развивался и в дочетвертичное время. Так, за счет эпейрогенических движений неоднократно сменяли друг друга морской и континентальный режимы осадконакопления и рельефообразования. Длительная дочетвертичная история развития (в послепротерозойское время) главным итогом имела то, что рельеф, по крайней мере, к концу неогена (реально – конечно, раньше) приобрел равнинный характер. Соответственно, покровные ледники плейстоцена наступали уже на равнинные территории региона, что во многом определяло особенности их рельефообразующего воздействия. Следовательно, выделяется еще один, наиболее древний, этап в развитии рельефа – дочетвертичный.

Таким образом, исходя из анализа рельефа (с учетом геологического строения), уверенно можно выделить **три основных этапа** в развитии рельефа.

1. **Дочетвертичный** (смена морских и континентальных режимов), в течение которого рельеф территории приобрел равнинный характер.
2. **Ледниковый** (ранне-среднечетвертичный) – смена ледниковых и межледниковых эпох, во время которого был создан ледниковый и водно-ледниковый рельеф междуречий.
3. **Послеледниковый** (с конца среднего плейстоцена до настоящего времени), когда в результате деятельности целого комплекса рельефообразующих процессов сформировался современный облик рельефа, в первую очередь – речные долины и овражно-балочная сеть; более или менее активно действовали склоновые процессы, а также образовались мезо- и микроформы иного генезиса.

Описание истории развития рельефа подразделяется на три основных части, соответствующие трем этапам в развитии рельефа.

Переходя к основной части задания, следует иметь в виду, что оно посвящено истории развития именно рельефа, а не описанию горных пород и геологического строения. В описании должно быть изложено, как менялся рельеф территории, а данные по геологическому строению служат только фактическим материалом для интерпретации геоморфологических изменений во времени (при этом все же нужно уделять внимание и процессам осадконакопления – важному механизму изменения рельефа земной поверхности). Вместе с тем, если о каких-либо изменениях в рельефе свидетельствуют геологические данные (в первую очередь – наличие определенных пластов горных пород, пройденных при бурении), то в тексте следует давать ссылку на присутствие этих пород в той или иной скважине.

Анализируя ход истории рельефообразования, необходимо иметь представление о *морфолито-генезе* – едином процессе формирования и преобразования горных пород (отложений) и рельефа земной поверхности. Накопление или вынос вещества на поверхности приводят одновременно к изменениям ее рельефа. Знание этого единства и позволяет грамотно реконструировать историю развития рельефа, основываясь на геологической информации.

На занятиях преподаватель сообщает студентам об основных тенденциях и закономерностях в развитии рельефа описываемой территории за тот промежуток времени, который «читается» по составленному профилю. На основании этих сведений, а также тех, которые получены на лекциях и из учебников, составляется детальное описание истории развития рельефа участка профиля.

Детальный анализ профиля следует начинать с изучения самых древних отложений, показанных на профиле (в нашем случае – со среднекаменноугольной эпохи, C_2). Затем следует переходить к исследованию более молодых осадков, анализируя и описывая развитие рельефа в хронологической последовательности, отраженной в геохронологической таблице (Приложение III) и схеме стратиграфии четвертичных отложений (Приложение IV). В этих приложениях можно полу-

чить сведения и об абсолютном возрасте (датировках) тех или иных геологических и геоморфологических событий.

Описывая каждый отрезок геологического времени, надо **ответить на главные вопросы**:

- Каковы были условия формирования рельефа и отложения осадков на изучаемой территории в данный период (в первую очередь – морские или континентальные)?
- Если на территории в определенное время было море, то какова была его глубина, какие осадки отлагались в его пределах, было ли оно теплым или холодным и как далеко от этого района находилась береговая линия?
- Если была суша, то какой она имела рельеф (горный или равнинный, сильно или слабо расчлененный, флювиальный или ледниковый, и т. п.), какие процессы рельефообразования на ней происходили (тектонические поднятия или опускания, преобладала ли денудация или аккумуляция, господствовала ли деятельность рек, ледников или склоновые процессы и т. д.)?

При описании смены периодов (эпох) надо указать, сопровождалась ли эта смена какими-либо изменениями в условиях осадконакопления и формирования рельефа (суша сменилась морем, море сменилось сушей; море углубилось или обмелело; наступал ли или отступал ледник; в долинах рек преобладала глубинная эрозия или, наоборот, аккумуляция). Необходимо указать возможные причины этих изменений (тектонические поднятия или опускания, потепление или похолодание климата, изменение количества атмосферных осадков, понижение или повышение базиса эрозии и т. д.), хотя бы в предположительной форме.

Если при переходе от одного отрезка геологического времени к другому условия формирования рельефа не менялись, то это также надо указать в описании (продолжал существовать морской бассейн; территория по-прежнему была покрыта ледником; реки, как и раньше, углубляли свои долины и т. п.). В таких случаях можно дать обобщенное описание геологических и геоморфологических событий сразу для нескольких периодов (эпох).

Особое внимание нужно обратить на взаимодействие эндогенных и экзогенных сил. Известно, что поднятия земной коры превращают территорию, занятую морем, в сушу, на которой активизируются процессы денудации (выноса вещества), которые расчленяют и снижают поднимающиеся участки тем сильнее, чем интенсивнее происходит процесс поднятия. Поэтому рельеф поднимающихся участков характеризуется интенсивной расчлененностью и маломощностью (вплоть до полного отсутствия) рыхлых отложений. Опускания земной коры приводят к смене континентальных условий морскими, а в пределах суши ослабляют денудацию, активизируют процессы аккумуляции (накопления вещества). Опускающиеся территории характеризуются меньшими абсолютными высотами и размахом высот, относительно большими мощностями отложений.

Морское или озерное осадконакопление

О процессах осадконакопления прошлого геологического времени можно судить по отложениям, часто содержащим соответствующую ископаемую фауну. На профиле и карте они обозначены индексом *m* (морские) или *l* (озерные). О глубине отложившего их моря (озера) судят по характеру осадков. В морях или озерах вдали от берега накапливаются преимущественно глины, ближе к берегу – пески и/или галька. Накопления известняковых илов, затем преобразующихся в известняки и обычно отлагающихся на малых и средних глубинах, характерны для теплых морей. Важнейшую информацию о времени и условиях накопления морских толщ (как и континентальных) несут в себе органические остатки (включения) – фаунистические и флористические. Особенно важны так называемые *руководящие виды*, обитавшие в ограниченный временной промежуток геологической истории (и/или в строго определенных условиях). Они позволяют довольно надежно определять время накопления осадков и реконструировать условия осадконакопления (рис. 6).

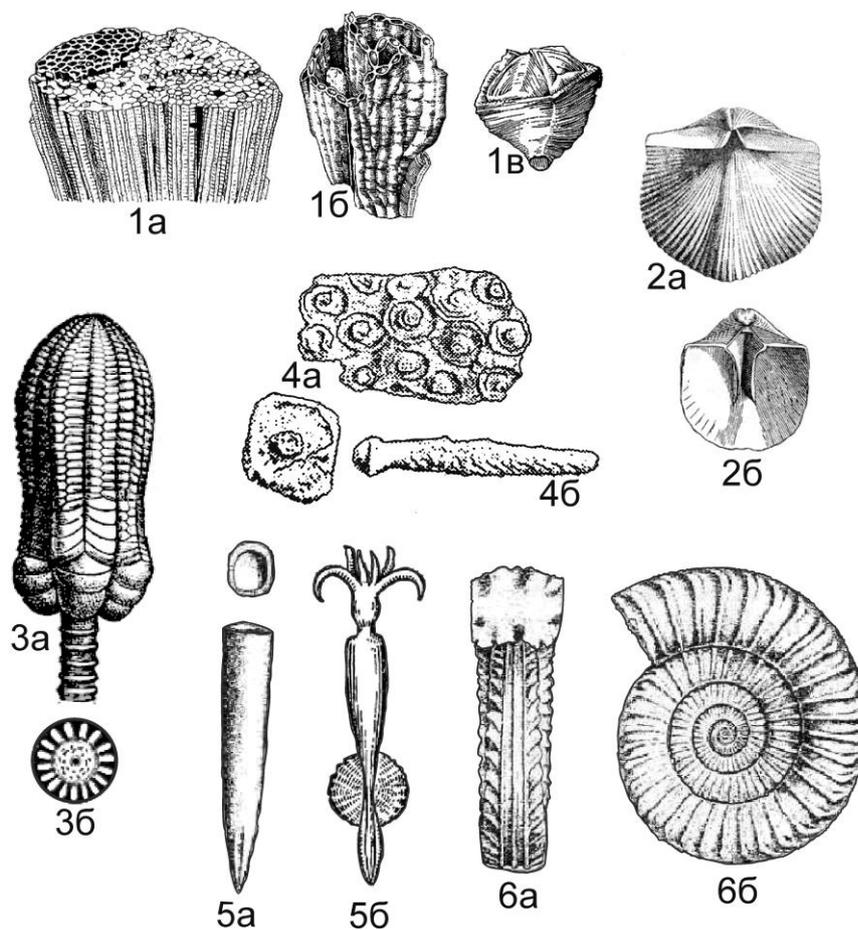


Рис. 6. Руководящая морская фауна для позднего палеозоя и мезозоя: 1 – четырехлучевые кораллы (а – *Favosites gothlandicus* (трубчатые), б – *Halysites labyrinthicus* (трубчатые), в – *Goniophyllum pyramidale* (одиночный)) (O_2 – P_3); 2 – спириферы (Brachiopoda) *Choristites* (а – вид со стороны спинной створки, б – внутренняя сторона брюшной створки) (C – P_3); 3, 4 – иглокожие (Echinodermata): 3 – морская лилия *Encrinurus liliiformis* (а – вид сбоку, б – строение членика стебля) (O_1 – P_3); 4а – иглы и 4б – таблички панциря морского ежа *Archaeocidaris rossica* (O_1 – K_1); 5 – белемнит (Belemnitoidea) *Pachyteuthis* (а – вид сбоку, б – реконструкция) (P – K); 6 – аммонит (Ammonoidea) *Arietites bucklandi* (а – вид спереди, б – вид сбоку) (J – K)

Континентальные условия

О континентальных условиях косвенно свидетельствует выпадение из разреза отложений какого-либо периода, эпохи или века (стратиграфическое несогласие), а также признаки размыва ранее отложенных осадков: неровность кровли морских отложений, базальные галечники или песчаники. Реже сохраняются в разрезе континентальные осадки (аллювий, делювий, морена, водноледниковые отложения и т. д.), за исключением недавних геологических эпох.

«Выпадение» из разреза (отсутствие) отложений описываемого периода (эпохи, века и т. д.), неровности кровли нижележащих морских пород свидетельствуют о денудации на древней суше. По амплитуде этих неровностей можно судить о степени ее эрозионного расчленения, а следовательно, и об интенсивности эрозионных процессов в отдаленные эпохи. При этом надо учитывать, что древний рельеф мог быть сильно сглажен в последующее время морскими трансгрессиями, благодаря чему наблюдаемые на профиле колебания высот обычно оказываются несколько заниженными по сравнению с теми, которые имели место в прошлом. Однако приблизительно (с указанными допущениями) можно оценить амплитуды (размах) высот рельефа для того или иного геологического времени, используя данные о перепадах высот кровли соответствующих слоев (для начала эпохи – подошвы слоя).

О процессах аккумуляции на суше говорят континентальные отложения, по облику которых можно судить о событиях, имевших место в прошлом. Об оледенении и господстве ледникового рельефа свидетельствуют ледниковые отложения (морены), представленные обычно валунным суглинком или супесью (с включениями не только валунов, но и щебня, дресвы, гравия и др.) без признаков сортировки материала в водной среде. На разрезах и профилях они обозначаются индексом *g*. О процессах деградации ледника и деятельности водно-ледниковых потоков можно судить по наличию флювиогляциальных отложений (*f*), обычно представленных более или менее сортированными песками и галечниками, нередко – песчано-галечной смесью. Чередование в вертикальном разрезе нескольких морен и пачек флювиогляциальных песков между ними может указывать на чередование во времени ледниковых и межледниковых эпох. При этом следует иметь в виду, что накопление флювиогляциальных отложений происходило не в межледниковья, а в ледниковые эпохи: в их конце (при таянии ледника) или в начале (перед фронтом наступавшего ледника). Во время межледниковий на большей части территорий обычно доминировали эрозионно-денудационные процессы (если был гумидный климат), о чем косвенно свидетельствует отсутствие в большинстве случаев отложений этих эпох (кроме современного межледниковья).

История развития речных долин устанавливается по результатам изучения долинных врезов и заполняющих их аллювиальных отложений. Узкие долины (в том числе погребенные!) – признак врезания реки в глубину (в случае преобладания донной эрозии). Широкие долины формируются при преимущественном развитии процессов боковой эрозии, в ходе которой русло перемещается,

главным образом, в горизонтальной плоскости (с аккумуляцией, в основном, на противоположном берегу). Направление смещения русла в общих чертах легко восстанавливается по карте и профилю. Русло меандрирующей реки обычно смещается от выпуклого (в плане) в сторону вогнутого берега, от пологого склона к крутому. Смещение речного русла фиксируется на профиле в виде слоя руслового аллювия, представленного чаще всего песком и галькой. Зная современное положение речного русла и направление его смещения в различные этапы формирования долины, можно определить его начальное положение в момент заложения этой формы. Исходное положение русла обычно находится в районе тылового шва самой древней надпойменной террасы (НПТ), на уровне кровли самого молодого пласта, прорезанного рекой в ходе заложения долины (в прибрежной части коренного склона долины).

Изучение профиля позволяет установить не только место, но и время заложения эрозионной формы. Оно определяется методом возрастных рубежей (Динамическая геоморфология, 1992; Рычагов, 2006). Речная долина моложе самого молодого пласта горных пород, который она прорезает, и древнее самого древнего пласта, который ее выполняет (залегает в долине). Определив «момент» заложения долины, необходимо установить последовательность и время формирования отдельных элементов ее рельефа (НПТ, поймы и опирающихся на них эрозионных склонов). Наиболее древняя морфологически выраженная терраса находится, как правило, на более высоком гипсометрическом уровне над урезом воды в реке.

Опирающийся на НПТ эрозионный склон древнее (не моложе) ее поверхности и слагающего ее аллювия. Самым молодым (по крайней мере, в нижней своей части) является склон, подрезаемый руслом современной реки. Вероятная схема формирования долины равнинной реки и ее элементов представлена на рис. 7.

При анализе геологического строения земной коры и рельефа описываемой территории по данным профиля можно установить не только характер событий прошлых геологических эпох, но и установить их возможные причины. Обмеление морского бассейна, фиксируемое в разрезе появлением песков, песчаников или галечников, или его полное исчезновение являются признаками тектонических поднятий. Углубление морского бассейна, приводящее к появлению в разрезе глин, или смена континентальных условий морскими являются обычно показателями тектонических опусканий. О похолодании климата говорит появление в разрезе ледниковых отложений (морен), а о потеплении в конце ледниковой эпохи – наличие флювиогляциальных песков, образующихся в ходе таяния ледников. Врезание реки (в глубину), устанавливаемое по уступам речных террас, может быть связано с рядом причин: тектоническим поднятием местности, опусканием базиса эрозии, изменением климатических условий. Перемещение русла в сторону, сопровождающееся аккумуляцией аллювия, обычно происходит из-за тектонического опускания местности (либо, по крайней мере, при стабилизации тектонического режима, когда отсутствует тектоническое подня-

тие) или при повышении базиса эрозии, а также вследствие климатических изменений. Какой из этих процессов оказал решающее влияние на работу реки – определить по характеру поперечного профиля затруднительно. Необходимы специальные исследования, охватывающие значительные по площади территории и сопровождающиеся лабораторными анализами рыхлых отложений (минералогическим, гранулометрическим, палеоботаническим, фаунистическим и др.). Можно опираться в своих выводах на известные для соседних территорий данные по эталонным разрезам для исследуемого региона, отмечая при этом причины изменений в направленности флювиальных (или иных) процессов в ту или иную эпоху в предположительной форме, или же сослаться на литературные источники (Короновский, Якушова, 1991; Якушова, 1983).

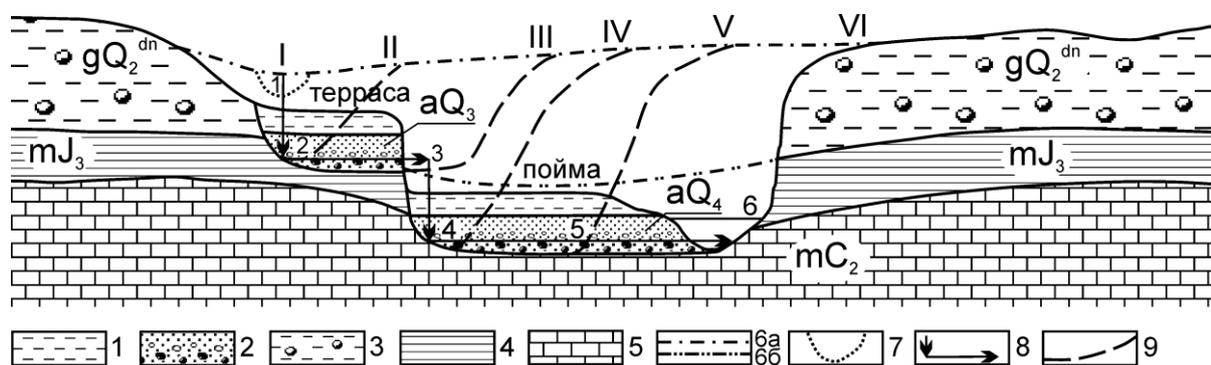


Рис. 7. Реконструкция разных стадий развития рельефа по геолого-геоморфологическому профилю: 1 – пойменная фация аллювия; 2 – русловая фация аллювия; 3 – ледниковые отложения (морена) среднелейстоценового (днепровского) возраста; 4 – морские отложения позднеюрского возраста; 5 – морские отложения среднекаменноугольного возраста; 6 – предполагаемое положение земной поверхности: 6а – после днепровского оледенения, 6б – перед началом днепровского оледенения; 7 – возможный контур русла реки в момент заложения долины; 8 – предполагаемая траектория перемещения русла в результате глубинной (вертикальная стрелка) и боковой (горизонтальная стрелка) эрозии; 9 – предполагаемые положения правого борта долины: 1–6 – последовательные стадии перемещения русла с момента заложения (1) по настоящее время (6), I–VI – последовательные положения правого (подмываемого рекой) борта долины

Большие затруднения нередко вызывает истолкование фактов выклинивания по профилю отдельных слоев (их «исчезновения» в скважинах), что выражается в следующем. Мощность пласта, при прослеживании его по данным скважин в горизонтальном направлении, постепенно уменьшается и, в конце концов, сходит «на нет» (выклинивается) или, не меняя мощности, пласт резко обрывается и в следующей по линии профиля скважине не обнаруживается. Исчезновение пласта в разрезе может произойти по разным причинам, для установления которых необходимо проанализировать морфологию, возраст, литологический состав слоев и особенно тщательно установить характер их контактов.

Во-первых, пласт может прерваться вследствие размыва, имевшего место в последующую за его отложением континентальную эпоху. Размыв обычно приводит к резкому выклиниванию пла-

ста (он сходит «на нет» на коротком расстоянии), причем на участке выклинивания его кровля падает в сторону перекрывающего его более молодого пласта. Если размыв был связан с деятельностью русловых водных потоков, то часто можно обнаружить продолжение пласта на противоположном склоне эрозионной формы, нередко на том же самом гипсометрическом уровне.

Во-вторых, пласт может выклиниваться вследствие ограниченного распространения на территории факторов литогенеза (формирования толщ), с которыми связано его образование. Тогда выклинивание наблюдается в том месте, где раньше проходила или береговая линия реки, озера, моря, болота, или край ледникового потока, или иной природный рубеж. По одну сторону от этой линии пласт залегает, так как там проявил себя сформировавший его фактор (море, озеро, река, ледник и др.), а по другую – отсутствует, так как там осадконакопления не происходило. В этом случае наблюдается чаще всего постепенное выклинивание пласта. Описанные здесь причины исчезновения (выклинивания) пластов горных пород могут быть определены на профиле из условий залегания сохранившихся пластов. Например, на рис. 5 меловые отложения (mK_1), вскрытые скважиной 4, в скважине 3 отсутствуют, так как были здесь размывы рекой, а лежащий аллювий (aQ_3), в свою очередь, не обнаружен в скважине 4, т. к. там никогда не было реки.

История развития рельефа может быть описана с разной степенью детальности для разных отрезков геологического времени, что определяется, в основном, количеством и качеством исходного фактического материала. На практических занятиях, проводимых по материалам данного пособия, можно ограничиться характеристикой событий в пределах геологических периодов, но самый последний из них (продолжающийся и сейчас – четвертичный) необходимо описать более подробно, вплоть до эпох (раннечетвертичная, или раннеплейстоценовая; среднечетвертичная – среднеплейстоценовая и т. д.) и времен (днепровское время, московское время и др.), руководствуясь схемой стратиграфии четвертичных отложений для Восточно-Европейской равнины (Приложение IV). Дело в том, что от ближайших геологических и геоморфологических событий прошлого сохраняется больше фактического материала, чем от удаленных от нас на десятки и сотни миллионов лет. Более того, когда описываются события тех времен, которые оставили следы не только в отложениях, но и в современном рельефе (а это относительно недавние временные отрезки), при характеристике истории развития рельефа нужно особенно активно использовать карты (в частности, топографическую), а не только профиль. Так, если рельеф междуречья на рассматриваемой территории имеет московский возраст формирования (средний плейстоцен), то топографическая карта (именно для междуречий) в общих чертах отражает и общий характер рельефа конца московского времени: преобладание субгоризонтальных поверхностей, «мягкие» переходы между формами, примерные амплитуды высот, набор форм рельефа, которые сформировались в то время (в современном рельефе эти формы являются реликтовыми). Например, на междуречьях, созданных покровным ледником, на топографической карте наблюдается холмисто-

западный моренный рельеф (по геологической карте видно, что он сложен московской мореной); возможно, сохранились и позднемосковские водно-ледниковые формы – ложбины стока талых ледниковых вод, обширные зандровые равнины или вытянутые долинные зандры и т. д. Особенно много информации дают карты о более молодом по возрасту долинном комплексе.

При описании истории, как и во многих других случаях, нужно идти от общего к частному. Это означает, что к подробному анализу того или иного геологического периода по отдельным эпохам следует приступать после того, как он охарактеризован в целом, хотя бы в самых общих чертах. Например, переходя к описанию четвертичных событий, следует отметить, что для исследуемого региона четвертичный период в целом охарактеризовался значительным похолоданием, вследствие чего Восточно-Европейская равнина неоднократно подвергалась наступлению покровных ледников (по материалам лекций и объяснениям преподавателя на семинарских занятиях). После этого необходимо детально охарактеризовать события ледникового этапа в развитии рельефа (процессы рельефообразования, связанные с наступлением и последующим таянием покровных ледников, – формирование холмисто-западной моренной равнины, осложненной водно-ледниковыми формами; процессы, доминировавшие в эпохи межледниковий, – чаще всего эрозионно-денудационные).

Важнейшими моментами в истории развития рельефа описываемой территории были заложение эрозионной сети и последующие (сменявшие друг друга) этапы преобладания врезания реки и МЭФ и аккумуляции аллювия (с преобладанием боковой эрозии) в речных долинах. Современные долины рек заложены в конце последней для данного региона московской ледниковой эпохи, при таянии московского ледника. Вероятно, изначально долины формировались за счет деятельности талых ледниковых вод (нередко наследуя долинные зандры), а в дальнейшем – уже вследствие деятельности водотоков, питавшихся атмосферными и подземными водами. Заметное углубление «молодых» долин происходило на рубеже среднего и позднего плейстоцена (московской ледниковой и микулинской межледниковой эпох). Причинами активного врезания рек были гляциоизостатическое поднятие территории, приведшее к увеличению уклонов водотоков и, соответственно, скоростей их течения и живой силы, а также климатические изменения. *Гляциоизостатическое поднятие территории* – реакция литосферы на освобождение от значительной ледниковой нагрузки при таянии ледника, имевшего на данной территории мощность в несколько сотен метров. Смена холодного перигляциального климата, господствовавшего в позднемосковское время, на теплый климат микулинского межледниковья (около 150 тыс. лет назад) привела к исчезновению многолетней мерзлоты и к смене тундровых ландшафтов на лесные (смешанные и широколиственные леса). Если в перигляциальных условиях тундры на склонах зарождавшихся эрозионных форм активно протекали склоновые делювиально-солифлюкционные процессы, поставившие значительные массы материала в русла рек, то в лесной зоне микулинского времени

на склонах преобладали весьма медленные дефлюкционные процессы, и в русла стало поступать существенно меньше твердого материала. В этой связи у водотоков высвобождалась энергия, которая ранее затрачивалась на перемыв и транспорт поступавших в русла склоновых отложений. Высвободившаяся энергия теперь расходовалась на глубинную эрозию рек, что и вело к углублению речных долин. В конце московского – начале микулинского времени на сформировавшихся склонах речных долин стала закладываться и овражно-балочная сеть.

В последовавшую затем (примерно от 110 000 до 12 000–10 000 лет назад) валдайскую ледниковую эпоху (включающую две холодных стадии – калининскую и осташковскую – и разделяющее их молодого-шекснинское потепление) ледник не доходил до описываемой территории, и его край располагался в районе Валдайской возвышенности (около 300 км к СЗ). На изучаемой территории установился вновь холодный перигляциальный климат и как следствие – сформировалась многолетняя мерзлота, распространились преимущественно тундровые (тундрово-степные) ландшафты. Снова активизировались склоновые процессы, перегружавшие русла рек твердым материалом. Реки «не справлялись» с перемывом этих отложений, в днищах долин преобладала аккумуляция, что приводило к смене преобладающего типа эрозии. На смену глубинной эрозии приходила боковая эрозия, что вело к расширению поймы. Потепление климата на рубеже плейстоцена и голоцена (около 12–10 тыс. лет назад) и залесение территории привели к новому врезанию водотоков (по причинам, отмеченным выше), переходу бывшей поймы в надпойменную террасу и формированию новой (современной) поймы на более низком гипсометрическом уровне. Врезание рек (базиса эрозии для малых водотоков) привело, в свою очередь, к активизации овражной эрозии.

Важным показателем при выявлении условий и направленности флювиальных процессов в речных долинах является так называемая *нормальная мощность аллювия*. Количественно она равна сумме двух величин – высоты максимальных половодий (или паводков) реки и максимальной глубины речных плесов. Например, если высота половодий на реке достигает 6 м, а максимальная глубина плесов – 3 м, то нормальная мощность аллювия составляет 9 м. Повышенная мощность аллювия (для приведенного примера – на несколько метров более 9) свидетельствует об интенсивной аккумуляции (что может указывать на тектоническое опускание, повышение базиса эрозии или специфику климатических условий), а меньшие мощности (менее 9 м в указанном случае) – о преобладании эрозионных процессов (преимущественно глубинной эрозии).

Резюмируя сказанное, отметим важнейшие моменты, которые должны быть отображены в описании истории развития рельефа.

Для различных отрезков геологического времени с возможной степенью подробности (в зависимости от имеющейся информации) должны быть показаны:

- условия формирования рельефа (факторы рельефообразования);

- основные рельефообразующие процессы;
- формы и комплексы рельефа, сформировавшиеся в это время;
- общий характер рельефа в конце этого времени;
- в каком направлении развивался рельеф за охарактеризованный отрезок времени (сглаживался или расчленился; увеличивались или уменьшались контрасты высот на территории);
- необходимо приводить величины амплитуды высот (хотя бы приблизительные) для территории (повторим, что для конца той или иной эпохи их можно примерно оценить по перепаду абсолютных высот кровли соответствующих пластов, а для начала эпохи – по перепаду отметок подошвы пласта, исключая из анализа участки в пределах более молодых эрозионных форм, прорезавших эти пласты);
- желательно также отмечать, какие формы рельефа наследуют свое положение в течение длительного геологического времени, а какие испытали перестройки (в частности, плановые) в тот или иной момент истории.

В заключительной части описания истории развития рельефа (последледникового этапа) приводится характеристика современных рельефообразующих процессов, имевших место в голоцене (современная эпоха четвертичного периода) и продолжающих формировать рельеф в настоящее время. Следует указать направление смещения рек, места проявления обвальных, осыпных и оползневых процессов, участки накопления аллювиальных, склоновых, эоловых и др. отложений, места усиленного проявления плоскостного (делювиального) смыва, овражной эрозии, деятельности человека и т. п. Подробнее желательно охарактеризовать ведущие геоморфологические процессы. Так, в гумидном климате Центра Восточно-Европейской равнины это – флювиальные и склоновые процессы. Соответственно, нужно отразить в описании участки преобладающей флювиальной аккумуляции и боковой эрозии, активного регрессивного прироста оврагов; используя данные профиля о геологическом строении и топографической карты о характере растительности (и, конечно, о морфологии склонов как по профилю, так и по карте), по возможности детально рассмотреть доминирующие склоновые процессы на разных участках долинных и междуречных склонов. Указать, происходят ли на территории карстовые, эоловые и др. процессы. Следует также высказать предположение о направленности современных тектонических процессов (поднятие, опускание или относительно стабильный тектонический режим).

Описание заканчивается прогнозом дальнейшего развития рельефа. Можно дать прогноз в общей форме: исходя из выявленных тенденций в развитии рельефа, высказать предположение о том, в каком направлении будут происходить его последующие изменения при сохранении существующих тектонических и климатических условий (например, вторичная моренная равнина, сформировавшаяся в последледниковое время из первичной моренной равнины, в гумидном климате, видимо, постепенно трансформируется в эрозионную равнину). Вместе с тем, можно попы-

таться предсказать и более конкретные изменения в рельефе: что будет происходить с ним через несколько лет, через десятки лет, через сотни, тысячи лет и т. д.

Описание хода истории развития рельефа следует снабдить графиком изменения тенденций в рельефообразовании в разные периоды и эпохи (упрощенный вариант палеогеографической кривой). По оси абсцисс слева направо указываются периоды и эпохи (можно вне масштаба времени), а по оси ординат – тенденции в развитии рельефа, причем сама ось абсцисс принимается условно за уровень моря (0 м). Соответственно, для морских условий осадконакопления и рельефообразования кривая располагается ниже 0 м (с показом относительных глубин для разных эпох), для континентальных – выше 0 м (с учетом более или менее значительных абсолютных высот для территории в разные эпохи).

При выполнении задания особое внимание следует обратить на последовательность изложения. Нарушение в описании геологической хронологии (например, описание событий юрского периода после мелового) – грубая смысловая ошибка. Основной упор следует сделать на **характеристику рельефообразующих** (в меньшей степени – геологических) **процессов** прошлых геологических эпох (морское осадконакопление, размыв и аккумуляция аллювия, наступание и таяние ледника, тектонические поднятия и опускания) и, что особенно важно, **на геоморфологические результаты этих процессов** (какие изменения в рельефе произошли в тот или иной момент времени вследствие деятельности этих процессов). Указанные геоморфологические процессы на профиле и картах, конечно, не показаны, но о них можно судить по осадкам и формам рельефа, которые они после себя оставили и которые отражены на профиле и картах. Правильность суждения зависит от уровня усвоения студентами теоретической части курса «Геоморфология с основами геологии».

Задание считается выполненным, если описание сделано в хронологической последовательности, хорошим языком, включает полную и грамотную интерпретацию имеющегося фактического материала. Такое описание показывает, что автор работы хорошо понимает содержание геолого-геоморфологического профиля и геологической карты и свободно владеет геологической и геоморфологической терминологией.

Окончательное оформление задания (чистовой текст в специальной тетради по семинарским заданиям) проводится во внеаудиторное время при консультациях преподавателя. Допустимо представление задания в форме таблицы, но с обязательными «текстовыми» комментариями к ней (таблица). Следует подчеркнуть, что структура таблицы в целом отражает план написания задания. Внутри таблицы должны быть выделены основные этапы в развитии рельефа. На усмотрение преподавателя, ведущего семинарские занятия, структура таблицы (или описания) может быть уточнена. Для современных процессов и прогноза развития рельефа лучше отказаться от табличной формы изложения и дать подробное текстовое описание.

Таблица *История развития рельефа территории*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Возрастной индекс Абсолютный возраст, млн. лет	Эра	Период	Эпоха	Век (время)	Основные факторы (условия) рельефообразования	Основные рельефообразующие процессы	Образовавшиеся формы и комплексы рельефа	Общий характер рельефа к концу эпохи (периода и др.)	Примерная амплитуда высот к концу эпохи (периода и др.)	Тенденции в изменениях рельефа (расчленение, нивелировка)	Фактический материал (доказательства или косвенные свидетельства)

Примечания к таблице

- В колонке 2 приводится абсолютный возраст в млн. лет (для четвертичного времени предпочтительнее – в тыс. лет), соответствующий тому или иному отрезку геологической истории (данные по абсолютному возрасту приведены в Приложениях III и IV).
- Если данные какой-либо колонки относятся к ряду строк (периоду), не следует в этой колонке давать разделение (проводить граничные линии) для этих строк (например, в колонке 3 «Эра» при характеристике территории будет всего две разделительных линии).
- В колонке 7 приводится характеристика основных условий рельефообразования (тектоническое опускание, гляциоизостатическое поднятие, похолодание климата, многолетняя мерзлота, смена природных зон и т. д.).
- В колонке 8 дается перечень основных рельефообразующих процессов (агентов рельефообразования) для того или иного временного отрезка.
- В колонке 9 указываются формы или комплексы рельефа (иногда элементы рельефа), которые образовались в данное время.
- В колонке 10 отображается общий характер рельефа, сформировавшегося к концу данного времени (например: морская аккумулятивная равнина, первичная моренная равнина, эрозионно-денудационная равнина и т. п.).
- В колонке 11 на основании анализа рисовки кровли пластов (для конца эпохи) или подошвы пластов (для начала эпохи) дается приблизительная оценка существовавших в данное время перепадов высот.
- В колонке 12 делается вывод о тенденциях в развитии рельефа (его высотных амплитуд) в результате процессов рельефообразования в данное время: увеличились ли контрасты высот или рельеф несколько сивелировался (на основе сопоставления цифр в колонке 11).

- В колонке 13 приводится важнейший фактический материал, на основе которого сделаны выводы по колонкам 7–12: прямые доказательства (например, наличие морских отложений определенного возраста, однозначно свидетельствующее о существовании донного рельефа) или косвенные свидетельства (отсутствие отложений какого-либо возраста может косвенно указывать на преобладание денудации в данное время).

Для объяснения содержания задания и его выполнения отводится 5–6 аудиторных часов.