

ЗАДАНИЕ 2

СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

(по С.И. Болысов, В.И. Кружалин Практикум по курсу «Геоморфология с основами геологии» (Геоморфология): Учебно-методическое пособие. М.: географический факультет МГУ. 2009. 144 с.; с изменениями и сокращениями, под ред. А.В. Панина, Е.Д. Шеремецкой)

Цель задания состоит в освоении студентами методики составления и оформления геолого-геоморфологических профилей по геологическим картам (на примере крупномасштабных). Профили дают наглядное представление о связи рельефа с геологическим строением земной коры и широко используются в научных и практических целях (при поисках полезных ископаемых, проектировании инженерных сооружений и т. д.), позволяют решать важные теоретические проблемы. Геолого-геоморфологические профили служат основой и для построения ландшафтных профилей, отражающих взаимосвязь основных компонентов природной среды.

Геолого-геоморфологический профиль имеет немало общих черт с профилем геологическим, но, вместе с тем, обладает и спецификой. Это проявляется в соотношении горизонтального и вертикального масштабов. На геологических профилях они обычно одинаковые, что позволяет непосредственно по профилю определять углы падения пластов и тектонических нарушений. Геолого-геоморфологические профили создают более наглядную картину облика рельефа и его соотношения с геологическим строением. Такой парадокс объясняется тем, что человеку обычно свойственно завышать вертикальные параметры окружающих его неровностей земной поверхности. Поэтому на геолого-геоморфологических профилях принято увеличивать вертикальный масштаб, по сравнению с горизонтальным, в 3–5 раз для горных территорий и в 5–10 раз – для равнинных. Еще одно отличие геолого-геоморфологического профиля – подробная характеристика форм и элементов рельефа (или комплексов рельефа на мелкомасштабных профилях). На геолого-геоморфологическом профиле подписываются составляющие рельефа, по возможности приводятся сведения об их возрасте, генезисе, современных экзогенных процессах.

Задачи, решаемые студентами:

- освоение содержания геологической карты (общей геологической карты или карты четвертичных отложений);
- нанесение на гипсометрический профиль (см. Задание 1) данных бурения и / или шурфования на основе соответствующих описаний;
- проведение на профиле границ между слоями и воссоздание целостной картины геологического строения в верхних толщах земной коры;
- определение основных форм и комплексов рельефа, их генезиса, возраста и современных экзогенных процессов на основании данных о морфологии и морфометрии дневной поверхности, геологическом строении территории;
- оформление геолого-геоморфологического профиля в соответствии с общепринятыми правилами.

Исходные материалы

При выполнении Задания 2 используются учебные топографические и геологические карты, описания буровых скважин. Все эти материалы относятся к той территории, которая описывалась студентами при выполнении Задания 1.

Гипсометрический (топографический) профиль студенты строят по одной из линий, нанесенных на топографическую (и геологическую) карту М 1:10 000 (данная часть задания выполняется в рамках Задания 1). Последующее нанесение на эту основу геологического строения осуществляется с использованием геологической карты того же масштаба, на которой обозначены линии профилей и местоположения скважин под соответствующими номерами. В данном задании используется карта четвертичных отложений, на которой качественным фоном показаны выходы на поверхность горных пород разного возраста и происхождения именно четвертичных отложений (при использовании общих геологических карт следует иметь в виду, что покров четвертичных отложений на них обычно «снят», а цветом показан возраст осадочных пород, состав магматических и метаморфических пород, залегающих под четвертичным покровом).

В легенде используемой геологической карты все стратиграфические подразделения располагаются в хронологической последовательности (от древних в нижней части легенды к молодым – в верхней) и обозначены соответствующим цветом и индексом, показывающим генезис отложений (левая часть индекса: а, g, l и т. д.) и их возраст (правая часть индекса: C₂, Q₂ либо II, Q₄ либо IV и т. д.). Например: mC₂ – морские отложения среднекаменноугольного возраста; gQ₂ – гляциальные (ледниковые) отложения среднечетвертичного возраста (морена среднеплейстоценового возраста); aIV – аллювиальные отложения голоценового (современного) возраста.

Описания геологических разрезов даны по единой форме, принятой для подобных геологических документов. Для каждой скважины указаны ее номер, адрес и абсолютная отметка устья (*устье скважины* – точка на земной поверхности, с которой начинается бурение; *забой скважины* – самая глубокая ее точка, до которой велось бурение) и приведена послойная характеристика горных пород, пройденных при бурении. В колонке 1 даны порядковые номера слоев, считая сверху вниз (от устья к забоя); в колонке 2 – стратиграфические (генетико-возрастные) индексы; в колонке 3 помещена собственно характеристика горных пород (литологический состав, цвет, характер слоистости, включения, наличие органических остатков и т. д.); в колонке 4 указана мощность слоя (расстояние в метрах по вертикали от его *кровли* – верхней границы слоя до *подшвы* – его нижней границы); в колонке 5 – абсолютная отметка подошвы слоя, в метрах. Надо иметь в виду, что для самого нижнего слоя в колонке 4 дается не истинная его мощность, а так называемая *видимая мощность*, пройденная при бурении. Соответственно, в колонке 5 для последнего слоя указана не абсолютная отметка его подошвы, как для других слоев, а абсолютная отметка забоя (дна) скважины. Самый нижний слой при бурении почти никогда полностью не вскрывается, и, следовательно, его подошва располагается ниже забоя скважины. Она может быть установлена приближенно по данным соседних скважин, если они пробурены на большую глубину.

При выполнении задания используются системы условных обозначений (стратиграфических, литологических; приложение 7) и геохронологическими таблицами.

Суть и порядок выполнения задания

Составление геолого-геоморфологического профиля производится поэтапно. Этих этапов пять:

1. нанесение на гипсометрический профиль (Задание 1) сведений о геологическом строении;
2. интерполяция полученных геологических данных, проведение границ между слоями (построение геологического профиля);
3. нанесение в форме трансект на геологический профиль информации о формах рельефа, их возрасте и протекающих современных экзогенных процессах;
4. окончательное оформление работы.

1. Нанесение на гипсометрический профиль (Задание 1) сведений о геологическом строении.

Работа ведется на основе имеющихся описаний буровых скважин (шурфов, обнажений и т. п.) и геологической карты. При этом первые действия направлены на то, чтобы уточнить рисовку гипсометрического профиля, осуществленную на первом этапе, а также показать местоположение на профиле геологических выработок (скважин и др.). Необходимо перенести на гипсометрическую линию профиля положение всех пробуренных на нем скважин (делается это аналогично тому, как переносились на миллиметровку точки пересечения линии профиля с горизонталями; попутно проверяется положение скважин с учетом приведенных в их описании адресов). Устья скважин должны быть показаны жирными точками или небольшими треугольниками («острием» вниз), над которыми подписывают их порядковые номера (например, «Скв. 3»).

При перенесении абсолютных отметок устьев скважин нужно проверить и уточнить произведенную ранее рисовку гипсометрического профиля: в некоторых случаях высотное положение устья скважины может не совпасть с соответствующей (по плановому положению) точкой на нарисованной линии земной поверхности. Дело в том, что на предыдущем этапе проводилась интерполяция между точками пересечения линии профиля с горизонталями без учета данных об абсолютных отметках устьев скважин. Теперь эти дополнительные данные необходимо учесть. Из-за интерполяции точки устьев скважин в отдельных случаях могут оказаться либо ниже, либо выше карандашной линии земной поверхности. В таких случаях нарисованную ранее линию нужно поправить, привести ее в соответствие с данными об абсолютных отметках устьев.

После этого производится нанесение собственно линий пробуренных скважин (практически всегда – вертикальных). Длина линии скважин отражает их глубину. От устья скважины вертикально вниз вычерчивается линия скважины до забоя (глубочайшей точки скважины) в выбранном вертикальном масштабе (в 1 см – 10 м). Положение забоя определяется по последнему (нижнему) числу в колонке 5 (пересечение линии скважины и абсолютной высоты «подошвы» – забоя; абсолютная высота берется со шкалы абсолютных отметок). Сумма чисел колонки 4 (мощностей пробуренных слоев)

должна совпадать с длиной скважины (в вертикальном масштабе). Забой отмечается горизонтальной черточкой длиной в 2 мм. Далее наносятся границы пробуренных пластов: либо по мощностям слоев от верхнего к нижнему по колонке 4, либо по абсолютным отметкам подошв в колонке 5. Границы пластов отмечают горизонтальными черточками длиной по 4–6 мм (по 2–3 мм в стороны от линии скважины).

Пространство между границами пластов (т. е. мощность слоя) заполняют литологическими обозначениями, соответствующими описанию горных пород, приведенными в колонке 3. На данном промежуточном этапе работы из описания пород нужно выбрать только ту информацию, которая касается их литологического состава (заполнителя и включений): песок, глина, галька, известняк и т. д. (пока без учета дополнительной информации, важной на этапе анализа профиля: цвета пород, характера слоистости и т. п.). В сводке условных обозначений приведены, в основном, «простые» знаки (отдельно песок или суглинок, отдельно гравий или галька и т. д.). При нанесении на профиль («на скважины») знаки «смешиваются». Например, если в описании пород сказано, что данный слой представлен песком с галькой, то на профиль (между границами слоев) наносится смесь соответствующих условных знаков – песка и гальки. Аналогично показывается и толща, представляющая собой чередование пластов (чередующиеся соответствующие знаки по вертикали). Кроме того, условными знаками показываются имеющиеся в слое органические остатки (флористические и фаунистические).

Далее необходимо указать генетико-возрастные индексы (колонка 2). Они представляют собой результаты геологической интерпретации пробуренных слоев. Индексы наносятся сбоку от нанесенных литологических обозначений, напротив середины слоя (а не кровли или подошвы!). Если мощность слоя мала, можно подписать индекс выше (даже над гипсометрической линией), «выводя» его отрезком прямой из середины слоя.

Наконец, на профиль наносится информация с карты четвертичных отложений о пространственном положении и границах слоев на дневной поверхности. Если профиль строится в том же горизонтальном масштабе, в каком составлена геологическая карта (в нашем случае – 1:10 000), то эта работа выполняется путем прикладывания листа миллиметровки с вычерченным профилем к линии профиля на геологической карте. На гипсометрическую линию профиля переносятся границы слоев, слагающих земную поверхность по линии профиля (границы цветов, оттенков или видов штриховки). Они отмечаются вертикальными черточками длиной 2–3 мм, направленными вверх от линии гипсометрического профиля. Между черточками над линией профиля наносится генетико-возрастной индекс соответствующего слоя (все эти действия относятся к предварительным этапам работы и выполняются простым карандашом).

2. Интерполяция полученных геологических данных, проведение границ между слоями (построение геологического профиля).

После нанесения имеющегося фактического материала по скважинам необходимо провести границы слоев между скважинами (отражая в необходимых случаях неровности кровли и подошвы, выклинивание или выход на земную поверхность и др.).

Сущность проведения геологических границ сводится к разделению между собой слоев, отличающихся по времени и механизму накопления (и одновременно в соединении тех фрагментов верхов земной коры, которые формировались в одно и то же время за счет единого процесса и практически в одинаковых условиях, т.е. в соединении разных фрагментов одного и того же слоя). Проведение границ между слоями определяется, в первую очередь, законом Стено о порядке напластования («золотое правило стратиграфии») и «триединой» задачей разделения слоев по трем признакам.

В соответствии с законом Стено, в вертикальном разрезе каждый нижележащий слой – древнее вышележащих. Этот закон может быть нарушен последующими тектоническими деформациями (надвигами, лежащими складками и др.). Поскольку составленный профиль относится к осадочной толще центральной части Русской плиты, подобные деформации для вскрытых скважинами отложений (со среднего палеозоя) не характерны. Это означает, что данное правило должно действовать для любого участка профиля и после проведения границ. Следует иметь в виду, что закон Стено справедлив только для вертикальных разрезов: в пространстве стратиграфически более молодые отложения могут залегать гипсометрически ниже более древних, но в этих случаях они лежат в разных вертикальных разрезах. Например, стратиграфически самые молодые на профиле отложения поймы (aQ_4) располагаются гипсометрически ниже более древних отложений, слагающих террасы и междуречья, но они их не подстилают в вертикальном разрезе. Наглядной иллюстрацией является геологический профиль от Главного здания МГУ (ГЗ МГУ) к Лужникам через Москву-реку (рис. 3). Лужники располагаются на аллювиальных отложениях голоценовой поймы (несколько «подсыпанной» при строительстве стадиона), гипсометрически заметно ниже ГЗ МГУ, находящегося на пологом склоне моренного холма, на междуречье (т.е. на более древних среднечетвертичных ледниковых отложениях, местами перекрытых покровными суглинками). Однако в каждом вертикальном разрезе (и на пойме, и на моренной равнине междуречья) более древние слои залегают ниже более молодых.

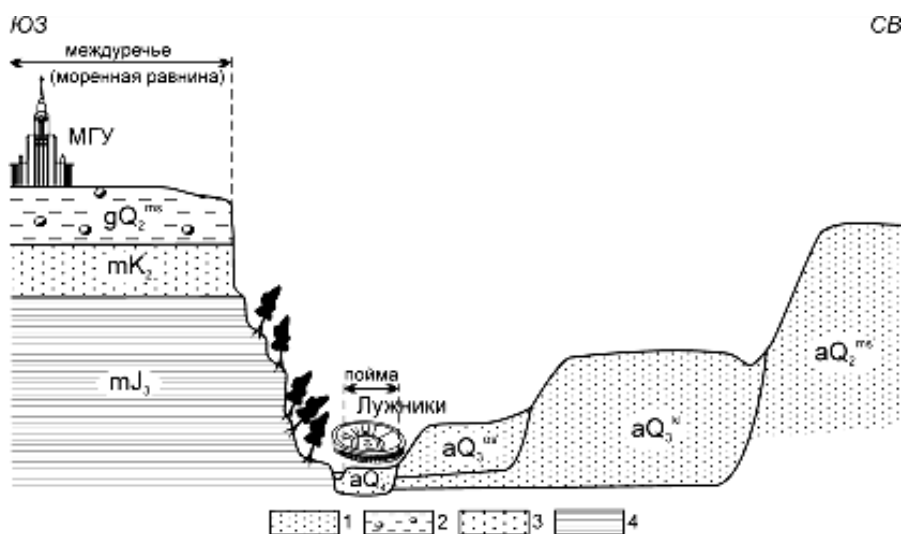


Рис. 3. Геолого-геоморфологический профиль через долину р. Москвы в створе ГЗ МГУ: 1 – аллювиальные отложения голоценового и позднелайстоценового возраста; 2 – ледниковые отложения (морена) среднелайстоценового (московского) возраста; 3 – морские отложения позднемелового возраста; 4 – морские отложения позднерурского возраста

Что касается триединой задачи разделения слоев, при проведении границ между ними необходимо исходить из следующих оснований.

Первое: все слои должны быть разделены между собой **по возрасту** (правая часть индекса в колонке 2), при этом между ними проводится граница не только в том случае, если они были сформированы в разные периоды, но и в разные эпохи, в разные их интервалы (при накоплении разных горизонтов) и т. д.

Второе: все слои должны быть разделены **по генезису** (происхождению), который отражен в левой части индекса (колонка 2), даже если накапливались они в одно и то же время.

Третье: все слои должны быть разделены **по литологическому составу**, даже если они одновозрастные и генетически единые. Литологический состав отражает динамические условия осадконакопления, которые различны для разных по механическому (иногда и по химическому) составу пород. Так, например, различаются по литологическому составу разные фации аллювия (речных отложений) – русловая, пойменная, старичная, накапливающиеся синхронно в одной и той же реке на ее разных участках с различными скоростями течения (*фация* – элементарное геологическое тело, формирование которого происходило в однородных условиях, обычно в пределах сравнительно небольшой формы рельефа). Следует иметь в виду, что разные фации аллювия обозначены разными подстрочными (малыми) латинскими индексами (колонка 2 в описании скважин) – соответственно «г» (русловая), «р» (пойменная), «s» (старичная) (например, индекс а_рQ₄ означает аллювий пойменной фации голоценового возраста).

Если все перечисленные условия соблюдены, то на профиле вырисовываются единые по всем признакам толщи – пласты и линзы. Совокупность же всех этих толщ позволяет получить полноценную общую картину геологического строения в верхней части земной коры на участке территории вдоль профиля.

Местоположение границ слоев между скважинами, конечно, точно неизвестно, и границы проводятся на основе определенных логических построений как наиболее вероятные (с учетом имеющихся сведений и представлений о строении земной коры, излагаемых в учебниках и курсах по общей геологии – Короновский, Якушова, 1991, и др.). Чем глубже скважины, чем чаще они располагаются, и чем квалифицированнее составитель, тем достовернее будет итоговая картина геологического строения территории вдоль линии профиля, получаемая в ходе данного задания (рис. 4).

В первую очередь, следует объединять идентичные участки слоя по возможности близко к субгоризонтальному их залеганию (доминирующему для осадочных толщ на плите древней платформы), имея в виду, однако, что это только тенденция, но не «закон», особенно для залегания континентальных толщ. Нужно понимать, что подошва каждого слоя является одновременно кровлей нижележащего, а подошва самого нижнего слоя лежит несколько ниже забоя скважины на неопределенной глубине. Кровлей самого верхнего слоя является земная поверхность.

При разграничении слоев необходимо пользоваться легендой к геологической карте, где все они располагаются в хронологической последовательности. При вычерчивании границ слоев следует руководствоваться индексами возраста и генезиса отло-

жений. Одновозрастные породы в соседних скважинах обычно залегают на близких глубинах, но могут быть и на разных гипсометрических уровнях, а также прерываться (выклиниваться) в результате последующего размыва или пространственной ограниченности условий образования (факторов литогенеза). Такие варианты границ особенно характерны для отложений континентального генезиса (озерных, речных, склоновых и др.), выдержанность которых, по сравнению с морскими осадками, весьма невелика.

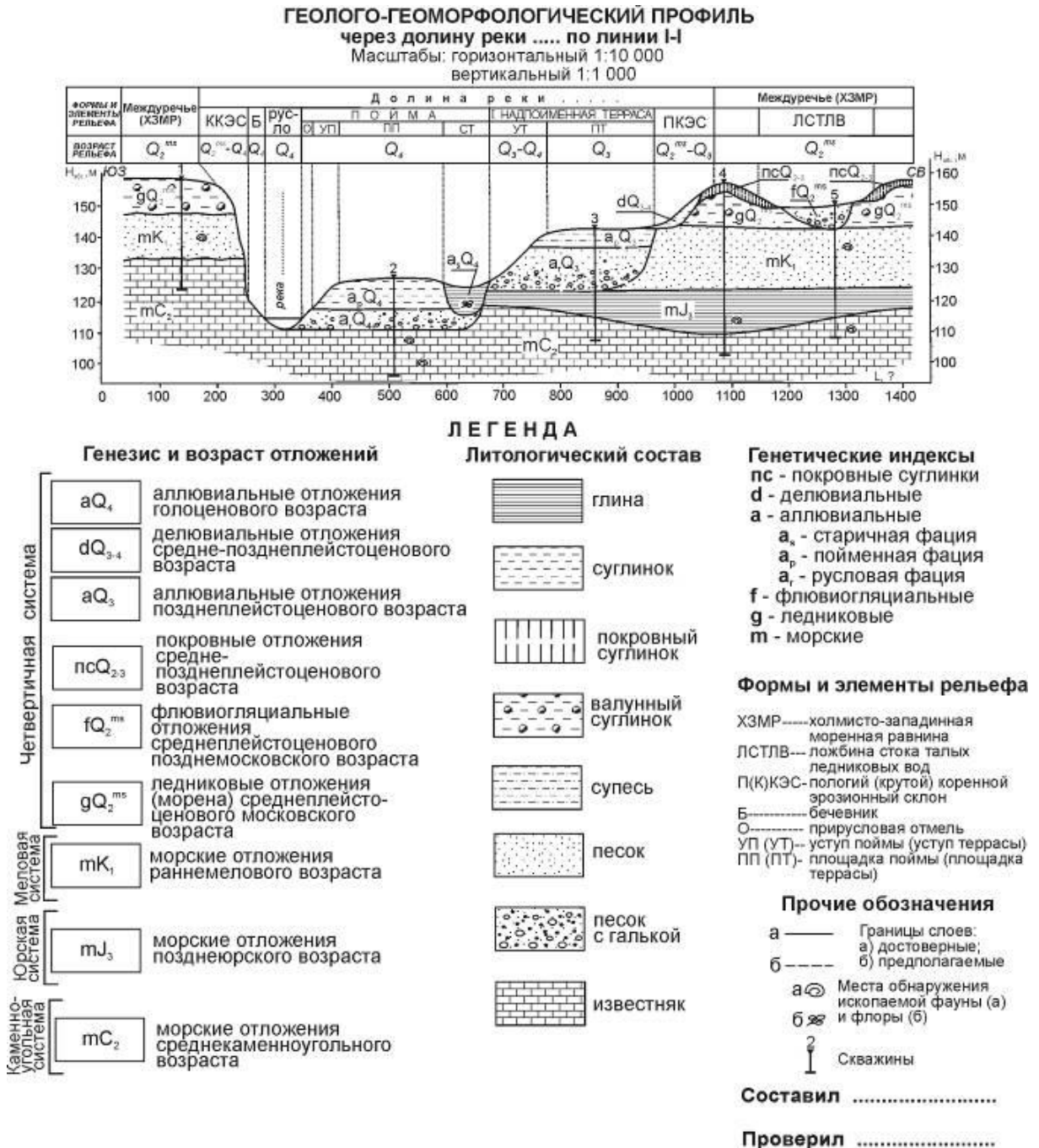


Рис. 4. Вариант оформления геолого-геоморфологического профиля

При проведении границ между слоями следует осознавать, что это процесс интерполяции по отдельным, более или менее отрывочным фактическим данным – фрагментам слоя, вскрытым разными скважинами. Соответственно, имеющиеся данные являются «точечными», достоверно известно только их положение по вертикальной линии

той или иной скважины. Таким образом, соединять подошвы или кровли того или иного слоя по разным скважинам нужно от точки пересечения кровли или подошвы слоя в одной скважине до такой же точки в другой скважине, а не от краев тех черточек, которыми на предыдущем этапе работы отмечались границы слоев (это были «рабочие» черточки, которые далее убираются при рисовке общих границ). В противном случае возникают ничем не обоснованные «ступени» при рисовке границ слоев (по сути, отсутствующие в реальности погребенные формы рельефа).

Отсутствие какого-либо слоя, вскрытого одной из скважин, в смежной скважине может быть связано с выклиниванием слоя (либо неглубокая скважина его не достигла). Показывая выклинивание слоев, нужно учитывать их возраст, рисуя линзу так, чтобы молодые породы не заходили под древние, а, наоборот, прислонялись к ним. Перед тем, как показать выклинивание какого-либо слоя, надо сначала нарисовать кровлю нижележащего пласта, а затем уже свести «на нет» выклинивающийся слой, причем выклинивание правильно проводить между скважинами, в которых слой (или линза) зафиксирован, и скважинами, в которых он отсутствует (маловероятно, что скважина, в которой слой не зафиксирован, попала точно на то место, где выклинивается пласт).

Если выклинивание связано с выходом пласта на дневную (земную) поверхность, то кровлю и подошву пласта в скважине следует соединить с соответствующими границами на линии профиля, нанесенными на нее по данным геологической карты. Если смежная скважина не достигла слоя из-за незначительной глубины или из-за понижения его кровли (что может быть связано с размывом или в других регионах – с изгибом пласта в результате тектонических перемещений), то надо найти этот слой в следующей (одной из следующих) скважине и зафиксировать его границы. Кровлю такого слоя показывают пунктирной линией несколько ниже забоя тех скважин, которые его не достигли (обычно близко к гипсометрическому положению кровли для тех скважин, где слой был пробурен). Нужно помнить, что забои – нижние концы скважин – соединять с границами слоев неправильно. Как отмечалось ранее, скважины обычно заканчиваются в тех или иных слоях, а границы пластов должны проходить или выше, или ниже забоев. Подошву самого нижнего слоя на профиле обычно не показывают, если нет косвенных данных о ее положении.

Когда расстояния между скважинами значительны, то границы слоев между ними оказываются проведенными в большей мере предположительно, особенно – если это осадки континентального происхождения. В таких случаях границы между слоями следует рисовать не сплошной линией (так рисуются «достоверные» границы), а пунктиром (границы «предполагаемые»), показывая тем самым, что положение их нанесено на профиль недостаточно точно или условно.

Таковы общие правила проведения границ слоев на профилях. В зависимости от конкретных условий геологического строения территории, все разнообразие которых рассмотреть практически невозможно, границы между слоями могут иметь те или иные частные особенности (на занятиях преподаватель рассматривает типичные варианты залегания слоев, свойственные данной территории). Но уже на этом этапе работы проводить ее необходимо не «механически», а учитывая возраст слоев, генезис горных по-

род (особенно!), историю осадконакопления, а также обращая особое внимание на связь рельефа земной поверхности с коренными породами и особенностями залегания рыхлых четвертичных отложений. Надо постоянно вдумываться в причины наклонного положения слоев, причины их выклинивания и, в зависимости от этого, принимать тот или иной вариант проведения границ (Лебедева, 1986, с. 75–99).

Примеры залегания осадочных пород разного генезиса

Морские отложения

Морские отложения залегают на равнинах, как правило, горизонтально или почти горизонтально (что, как отмечалось, характерно для центральной части Русской плиты древней Восточно-Европейской платформы, на которой расположена Восточно-Европейская равнина). Поэтому при составлении профилей равнинных территорий пласты обычно не изгибаются. Однако кровли и подошвы пластов могут быть неровными и иметь существенный наклон. Такими они и будут выглядеть на профиле, если об этом свидетельствуют данные бурения. В таких случаях неровности кровли чаще всего бывают связаны с размывом, последовавшим за отложением осадков. Литологические (штриховые) условные обозначения должны наноситься горизонтально (глины, суглинки, известняки и др.), а не параллельно неровным границам слоев (именно последний вариант отражал бы не горизонтальную, а складчатую структуру). Неровности подошвы обычно обусловлены особенностями того рельефа, который существовал в континентальные периоды развития, предшествовавшие накоплению слоя более молодых морских отложений (эрозионный, карстовый и т. п.).

Континентальные осадки

Эти осадки (*болотные, озерные, речные, нередко флювиогляциальные*) залегают преимущественно в виде линз, обращенных выпуклостью вниз, поскольку водоемы или водотоки, в которых они накапливались, располагались в отрицательных формах рельефа (котловинах, западинах, руслах и т. д.). Отложения же флювиогляциального генезиса могли также откладываться и в толще или поверх льда, не согласуясь с рельефом подстилавшей лед земной поверхности, и тогда в процессе деградации льда они проецировались (оседали) на эту поверхность, образуя положительные формы рельефа (округлые в плане камы, вытянутые озы). Поэтому флювиогляциальные отложения могут изображаться на профиле в виде линз, обращенных выпуклой стороной не только вниз, но и вверх. Наконец, на профиле может проявиться и достаточно обширный по простиранию близкий к горизонтальному слой флювиогляциальных отложений, который мог образоваться при формировании тальными ледниковыми водами зандровых равнин (субгоризонтальные или пологонаклонные равнины, сложенные песками и песчано-галечными отложениями, которые накапливались за счет деятельности многочисленных потоков талых вод, оттекавших от края ледника).

Речные отложения (аллювий) слагают поймы и надпойменные террасы речных долин. На более высоких, морфологически выраженных террасовых ступенях следует показывать более древние речные осадки, которые не должны смыкаться с аллювием более низких уровней. Иначе говоря, каждой террасе должен соответствовать свой

комплекс аллювиальных отложений. Они сложены аналогичными по генезису и строению осадками, но различаются по времени их образования – по возрасту.

Приуроченный к надпойменной террасе (НПТ) аллювий изображают толщей с практически горизонтальной подошвой и примерно одинаковой мощностью на всем протяжении террасы, что связано с механизмом его накопления в ходе блуждания русла в близкой к горизонтальной плоскости днища долины. У тылового шва НПТ (далее которого перемещение русла при ее формировании не распространялось) должно быть показано «прислонение» аллювия к породам, слагающим коренные склоны долины (ограничивающие долину), или к более древнему аллювию вышележащей террасы. Прислонение отражается на профиле относительно резкой наклонной или даже субвертикальной границей всей аллювиальной толщи НПТ: эта граница отражает момент врезания водотока в более древние породы за счет глубинной эрозии. Нужно стремиться осознавать и учитывать механизмы процессов, создававших те или иные формы рельефа и пачки отложений (в указанном случае – флювиальных), используя полученные на лекциях и семинарах знания и соответствующую учебную литературу (Щукин, 1960; Лютцау, 1971; Рычагов, 2006; и др.).

Нужно понимать, что границы пластов и элементы рельефа земной поверхности во многих случаях находятся в «гармонии» между собой, правильно сочетаясь или продолжая друг друга. Особенно наглядно это проявляется именно для флювиальных комплексов, и данные знания помогают при проведении границ на профиле. Так, субвертикальная граница аллювиальной толщи НПТ обычно плавно переходит вверх в вышележащий (над террасой) эрозионный склон (для верхней или же единственной НПТ – в коренной склон долины). По существу указанная единая линия есть след врезания реки от уровня междуречий до уровня НПТ (хотя и несколько измененный в дальнейшем склоновыми процессами). Аналогично уступ нижней (или единственной) надпойменной террасы плавно переходит в субвертикальную границу, отделяющую ее аллювиальную толщу от аллювия поймы, и их единая линия есть след врезания реки от уровня данной НПТ до уровня современной поймы (точнее – русла). Это – результат этапа преобладающей глубинной эрозии. Если же этап преобладания глубинной эрозии сменяется этапом преобладания боковой эрозии (обычно вследствие климатических или тектонических изменений), то смещение русла и формирование поймы (и слагающего ее аллювия) происходит практически в горизонтальном направлении, что и отражают субгоризонтальные границы, разделяющие разные фации аллювия внутри всей аллювиальной толщи поймы, а также подошва толщи. В районе тылового шва НПТ ее аллювий нередко бывает перекрыт делювием или другими склоновыми отложениями, поступившими на террасу с вышележащих склонов. Мощность подобных склоновых толщ обычно бывает тем больше, чем древнее терраса.

Разрез аллювия высокой поймы и надпойменной террасы имеет, как правило, двучленное строение, которое отражается на профиле. Внизу обычно залегают пески или песчано-галечные отложения, накапливавшиеся в русле реки (русовая фация аллювия), выше по разрезу они перекрываются более тонкими осадками (мелкозернистыми песками, супесями или суглинками), отложенными на поверхности террасы в то

время, когда она была поймой и заливалась в половодья или паводки (пойменная фация аллювия). На уровне современной низкой поймы (в первую очередь, на прирусловых отмелях) слой пойменной фации еще не сформирован, и она сложена только русловым аллювием. Местами среди аллювиальных толщ поймы и НПТ (русловой и пойменной фаций) встречаются линзы глин или тяжелых суглинков, богатых органическими остатками. Они образовались в отчлененных от реки участках прежнего русла (старицах), представляющих собой замкнутые водоемы, и относятся к старичной фации аллювия. Ширина линз старичного аллювия на профилях должна находиться в соответствии с шириной стариц, в которых отложились эти осадки. Обычно она соизмерима с шириной современного русла (при образовании старицы изменилось лишь положение русла в пределах поймы). На пойме и наиболее молодых (низких) НПТ старицы бывают выражены в рельефе в виде более или менее четко выраженных продолговатых замкнутых или полужамкнутых понижений. На поймах в них обычно располагаются старичные озера или – при зарастании – болота, в которых продолжается отложение старичного аллювия (в болотах тонкие старичные отложения перекрываются торфом). На НПТ старицы в рельефе выражены хуже, а нередко вообще не заметны, т. к. полностью перекрыты отложениями пойменной фации аллювия либо склоновыми осадками.

Ледниковые отложения (морена), связанные с материковыми оледенениями, чаще всего залегают плащеобразно на разновозрастных доледниковых породах, смягчая неровности доледникового рельефа. При этом морены разновозрастных ледниковых покровов (в нашем случае окского, днепровского, московского) могут чередоваться с межледниковыми осадками флювиогляциального, древнеаллювиального или озерного генезиса, но могут и непосредственно налегать друг на друга (если в межледниковые эпохи на данном участке преобладала денудация либо более молодой ледник экзарировал – «выпахивал» – поверхность, сложенную более древней мореной). Наибольшее распространение и максимальную мощность имеет обычно морена самого последнего ледника, покрывавшего ту или иную территорию (хотя и не всегда – так, днепровская морена может иметь заметно большую мощность, чем московская, поскольку сам днепровский ледник, видимо, был более мощным). Следует обратить внимание на то, что фрагменты одного и того же слоя морены, залегающие на разных берегах реки (слагающие противоположные коренные склоны долин и цоколи террас на разных бортах речной долины), чаще всего располагаются на одних и тех же или близких высотах. Обусловлено это тем, что ранее они представляли собой единый слой, но в послеледниковое время были прорезаны рекой. Это нужно иметь в виду при проведении подошвы и кровли моренного слоя, «разорванного» речной долиной, особенно при недостаточном количестве результатов бурения (см. рис. 4).

Покровные суглинки обычно залегают плащеобразно на ледниковых и водноледниковых осадках, мало изменяя рельеф подстилающей поверхности и лишь несколько увеличивая ее абсолютные высоты.

Делювиальные отложения также залегают плащеобразно на пологих склонах. Их мощность увеличивается в нижней части склонов и сокращается в верхних. На крутых участках склонов мощность делювия относительно мала, или он отсутствует совсем.

После проведения границ слоев разного возраста и генезиса некоторые из них следует еще подразделить по литологическому признаку. Это должно быть сделано в тех случаях, когда единая по генезису и возрасту толща неоднородна по литологии в горизонтальном (при фациальном замещении) или вертикальном (при напластовании) направлении, что отражает фациальные различия в условиях накопления осадков.

После завершения данного этапа работу представляют преподавателю на проверку, после чего вносят соответствующие исправления и уточнения.

3. Нанесение в форме трансект на геологический профиль информации о формах рельефа, их возрасте и протекающих современных экзогенных процессах.

На геолого-геоморфологический профиль наносится (после консультаций с преподавателем) текстовая информация в виде трансект. Над гипсометрической линией строятся последовательно сверху вниз три прямоугольника, в которых отражается информация (сверху вниз) о пересекаемых профилем элементах, формах и комплексах рельефа, их возрасте и преобладающем современном экзогенном процессе (рис. 5).

Формы и элементы рельефа	Долина реки ...								
	ККЭС	Б	Русло	Пойма				НПТ	
				ПО	УП	ПП	СТ	УТ	ПТ
Возраст форм и элементов рельефа	Q ₂ ^{ms}	Q ₄	Q ₄	Q ₄				Q ₃₋₄	Q ₃
Современные экзогенные процессы	О	БЭ	БЭ, ГЭ	РА	ДФ, В	ПА, В	СА, Т	ДФ	В

Рис. 6. Вариант оформления трансекты на геолого-геоморфологическом профиле. Условные обозначения форм рельефа: ККЭС – крутой коренной эрозионный склон, Б – бечевник, ПО – прирусловая отмель, УП (УТ) – уступ поймы (уступ террасы), ПП (ПТ) – площадка поймы (площадка террасы), СТ – старица. Условные обозначения современных экзогенных процессов: О – оползневые процессы, БЭ (ГЭ) – боковая эрозия (глубинная эрозия), РА (ПА, СА) – аккумуляция руслового аллювия (пойменная аккумуляция, старичная аккумуляция), ДФ – дефлюкция, В – выветривание, Т – торфонакопление

Вначале вертикальными линиями над гипсометрической линией указываются границы долины реки (бровки долины) и междуречья с соответствующими надписями. Затем выделяются отдельные элементы (при необходимости) и формы рельефа. Подписи внутри трансект можно выполнять аббревиатурой с расшифровкой ее в правой части блока «Условные обозначения». Например, П (пойма), I НПТ (I надпойменная терраса), ККЭС (крутой коренной эрозионный склон), ХЗМР (холмисто-западинная моренная равнина); Б (бровка), ТШ (тыловой шов) и т.п.

Возрастными (без генетических) индексами под названиями форм и элементов подписывается их (не отложений!) возраст. Следует помнить, что формы аккумулятивные (моренные холмы и западины, пойма, аккумулятивные НПТ) имеют тот же возраст, что и слагающие их отложения (для междуречных участков, перекрытых покровными суглинками, возраст последних не учитывается, поскольку они мало меняют морфологию ранее образованных поверхностей). Возраст денудационных элементов и форм рельефа определяется чаще всего методом возрастных рубежей. Так, возраст эрозионных склонов моложе, чем вышележащая поверхность, которую он «срезает», но более древний (точнее, не моложе), чем нижележащая поверхность, на которую он «опирает-

ся». Например, уступ позднеплейстоценовой НПТ, опирающийся на голоценовую пойму, моложе площадки этой террасы, но старше поверхности поймы, т. е. возраст этого уступа – рубеж Q₃–Q₄.

Нижняя трансекта предназначена для нанесения информации о преобладающих в пределах каждой из выделенных форм рельефа типе современных экзогенных процессах. Определение процессов проводится на основе анализа морфологии и геологии форм рельефа, анализа условных обозначений на топографической карте и теоретических знаний, полученных в ходе лекционного курса. Подписи внутри трансект можно выполнять аббревиатурой с расшифровкой ее в правой части блока «Условные обозначения». Например, ПА (пойменная аккумуляция), О (оползневые процессы), В (выветривание) и т.п. Возможно использование цветовых обозначений, в соответствии с традиционной легендой для карт современных экзогенных процессов.

4. Окончательное оформление профиля.

К этому этапу следует приступать после утверждения преподавателем черного («карандашного») варианта профиля. При окончательном оформлении профиля пласты горных пород закрашиваются (цветными карандашами или акварельными красками) соответствующими цветами в зависимости от их возраста и генезиса; штриховыми обозначениями отражают литологический состав отложений (вместе с включениями органических остатков) в соответствии с легендой. Сначала лучше дать фоновую раскраску, а поверх нее черной гелевой ручкой (или черной тушью) нанести границы слоев, их генетико-возрастные индексы и литологические обозначения (по всей площади слоя на профиле). Перед началом «чистового» этапа все «рабочие» нанесенные ранее пометки с профиля убираются (штрихи по краю миллиметровки; черточки, отображающие границы слоев на земной поверхности, вместе с индексами слоев; черточки, показывавшие подошвы и кровли пластов и многочисленные индексы пластов около линий скважин и т. п.). Общие границы пластов «поднимаются» черным цветом. Теперь наносится и горизонтальная линия по основанию профиля (ниже самого нижнего забоя на 2–3 см), соединяющая нижние концы шкал высот и служащая шкалой заложений для профиля.

Раскраску и штриховку нижнего слоя следует постепенно сводить «на нет» ниже забоев самых глубоких скважин, вскрывших его: тем самым показывается, что положение подошвы слоя и его истинная мощность точно неизвестны. На каждый слой достаточно одного или двух индексов. Если слой «разорван» на фрагменты, то индекс дается для каждого фрагмента. В пределах слоя (фрагмента) индекс помещается в кружок, оставляя его свободным от раскраски. Индексы маломощных слоев подписываются за их пределами, но с использованием черточек-указателей. Черным цветом «поднимаются» на профиле также шкалы высот с обеих сторон, индексы ориентировки профиля (например, СЗ–ЮВ), линии скважин, включая значки устья (малым треугольником или жирной точкой) и забоя (горизонтальной черточкой по 1 мм в стороны от линии скважины) и номера скважин. Вся информация нанесенная простым карандашом убирается.

В нижней половине листа миллиметровки (или на отдельном листе) приводятся условные обозначения. Для профилей, карт и т. п. действует обязательное «двуединое»

правило: в условных обозначениях должно быть **все**, что есть на профиле (карте), и, наоборот, в условных обозначениях должно быть **только** то, что есть на профиле (карте). Левую часть блока «Условные обозначения» занимает раздел «Генезис и возраст отложений» («Стратиграфические»). Здесь особенно важен порядок приводимых условных знаков. В соответствии с геохронологической шкалой, более нижний знак относится к более древним отложениям. Нарушение возрастного порядка в легенде является существенной ошибкой. Собственно условное обозначение приводится в прямоугольнике размером 2x1 см (либо 1x0,5 см), который закрашивается цветом соответствующего слоя, поверх которого черным цветом подписывается индекс генезиса и возраста отложений; справа дается расшифровка знака. Обязательно, как внутренняя рубрикация, дается название систем (каменноугольная, юрская и т. п.). Цвета и штриховые обозначения (см. ниже) являются традиционными, их не следует менять.

В средней части блока «Условные обозначения» приводится литологическая составляющая легенды «Литологический состав отложений» для штриховых обозначений. В прямоугольниках (с теми же размерами) дается штриховой знак черным цветом, справа от прямоугольника – его расшифровка (название породы). Располагать условные знаки следует в зависимости от литологических особенностей горных пород. При этом приводятся «простые знаки», т. е. если на профиле есть «смеси» из разных пород (например, песок с гравием и галькой), то эта смесь снова «распадается» на составляющие: отдельно показываются в легенде песок, гравий и галька (т. е. не нужно давать все имеющиеся сочетания на профиле). Исключение составляет знак «валунный суглинок» (характерный состав морен), который может фигурировать для районов, где морены широко представлены (как и в нашем случае). Отдельной подгруппой приводятся обозначения встречающихся органических и некоторых других включений.

В правой части блока «Условные обозначения», в колонке «Прочие обозначения» показываются обозначения линий и номеров скважин, выходов грунтовых вод, границы слоев (сплошной черной линией – достоверные, пунктирной – предполагаемые) и др. Здесь же приводится расшифровка подстрочных индексов фаций (например, фаций аллювия), которые не следует приводить в генетико-возрастной (левой) части. В отдельные блоки выделяются расшифровка аббревиатурных названий элементов и форм рельефа, указанных над гипсометрической линией профиля и обозначений современных экзогенных процессов.

Над профилем черным цветом (тушь, гелевая ручка) подписывается его название. Например: *Геолого-геоморфологический профиль через долину р. Спокойной по линии II–II (карта 2)*. Под заголовком указываются принятые при составлении профиля горизонтальный и вертикальный масштабы (в данном случае – Мг 1:10 000; Мв 1:1 000). Трансекты также оформляются черным цветом. В нижнем правом углу указывается фамилия составителя профиля (*Выполнил: _____*).

Значительная часть работы выполняется студентами самостоятельно, во внеаудиторное время. При этом необходимо, чтобы профиль был не только правильным по содержанию, но и аккуратно вычерченным. Всю работу (на разных ее этапах) лучше проводить при периодических консультациях с преподавателем.