

Задание 2

СОСТАВЛЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

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, оценке опасности проявления катастрофических процессов и т. д.), позволяют решать важные теоретические проблемы в физической географии и геологии. В частности, геолого-геоморфологические профили служат основой для построения ландшафтных профилей, отражающих взаимосвязь основных компонентов природной среды (геологического строения, рельефа, водных объектов, почвенного покрова, растительности, животного населения). Необходимо отметить, что и на комплексной полевой географической практике первого курса составленный геолого-геоморфологический профиль используется на всех последующих практиках, в частности, в качестве основы для построения почвенного, геоботанического и ландшафтного профилей.

Геолого-геоморфологический профиль имеет немало общих черт с профилем геологическим, но, вместе с тем, обладает и спецификой. Это проявляется, во-первых, в соотношении горизонтального и вертикального масштабов. На геологических профилях они обычно одинаковые, что позволяет непосредственно по профилю определять углы падения пластов и тектонических нарушений. Однако 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. Именно 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 – более подробная характеристика форм и элементов рельефа (или комплексов рельефа на мелкомасштабных профилях). Соответственно, на геолого-геоморфологическом профиле подписываются эти составляющие рельефа, по возможности приводятся сведения об их возрасте и, конечно, генезисе.

Задачи, решаемые студентами:

- освоение содержания геологической карты (общей геологической карты или карты четвертичных отложений);

- построение гипсометрического профиля по топографической карте (с учетом данных об абсолютных отметках устьев скважин, расположенных на линии профиля);
- нанесение на профиль 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;
- оформление геолого-геоморфологического профиля в соответствии с общепринятыми правилами.

Исходные материалы

При выполнении Задания 2 используются учебные топографические и геологические (четвертичных отложений) карты (Приложения VII–X), описания буровых скважин (Приложения I–II). Все эти материалы относятся к той территории, которая описывалась студентами при выполнении первого задания.

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 – см. выше). 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 (цветом) показаны выходы на поверхность горных пород разного возраста и происхождения именно четвертичных отложений, знание которых для географов является наиболее важным (при использовании же общих геологических карт следует иметь в виду, что покров четвертичных отложений на них обычно «снят», и цветом на них показан возраст осадочных пород и состав магматических или метаморфических пород, залегающих под четвертичными).

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.

Для выполнения задания студенты получают один из вариантов геологической карты (к данному пособию прилагаются их черно-белые варианты – Приложения VIII и X, на которых стратиграфические подразделения показаны тоже качественным фоном, но штриховкой).

Каждый студент вычерчивает профиль по одной из трех имеющихся на карте линий (по указанию преподавателя). В тексте легенды дается литологическая характеристика пород (песок, супесь, суглинок, глина, известняк, галечник и т. д.). Именно пользуясь геологической картой и данными буровых скважин, можно показать на профиле геологическое строение верхней части земной коры.

Описания геологических разрезов по данным скважин помещены в Приложениях I (для учебной карты 1) и II (для карты 2). Все описания 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 забою); 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 студенты пользуются системами условных обозначений (стратиграфических, литологических) и геохронологическими таблицами (Приложения III–V).

Суть и порядок выполнения задания

Составление геолого-геоморфологического профиля производится поэтапно.

Этих этапов четыре.

1. Составление гипсометрического профиля (параллельно с выполнением Задания 1).
2. Нанесение на гипсометрический профиль сведений о геологическом строении.
3. Интерполяция полученных геологических данных, проведение границ между слоями (построение геологического профиля).
4. Окончательное оформление профиля.

Первый этап – составление гипсометрического профиля. Гипсометрический профиль строится по одной из линий, нанесенных на топографическую и геологическую карты (линия профиля указывается преподавателем). На первом этапе профиль вычерчивается простым карандашом (отточенный карандаш, желательно ТМ) на листе миллиметровой бумаги, размер которого следует подобрать в соответствии с длиной и предполагаемой высотой профиля в принятых для его составления масштабах и с объемом легенды, помещаемой в дальнейшем под профилем.

Работа над гипсометрическим профилем начинается с выбора горизонтального и вертикального масштабов. Горизонтальный масштаб обычно выбирается тот же, что и масштаб карты (для данных карт – 1:10 000). В этом случае длина листа миллиметровки должна быть немного больше длины линии профиля. Затем выбирают масштаб вертикальный. Как было сказано ранее, он обычно превышает горизонтальный (для равнинных территорий – в 5–10 раз, в нашем случае – в 10), т. е. Мв 1:1 000. На листе миллиметровки (вверху) необходимо оставить место для заголовка (3–4 см). Ниже вычерчивается собственно профиль. По вертикали он займет пространство листа от максимальной абсолютной отметки рельефа до наиболее глубокого забоя расположенных на профиле скважин (если он ниже минимальной абсолютной отметки рельефа) или, точнее, несколько ниже этой отметки. В указанных высотных пределах следует поместить ось ординат – шкалу абсолютных высот (две шкалы с обеих сторон профиля), которую (которые) следует подписать «Н абс., м» (т. е. абсолютная высота, м), приведя на самой шкале также отметки через 1 см (при масштабе 1:1 000 – через 10 м на местности; желательно, чтобы эти отметки были кратны 10 м). Нижняя отметка на шкале наносится на 2–3 см ниже самого глубокого забоя скважин, наивысшая отметка на шкале – на 1–2 см выше максимальной абсолютной отметки рельефа в пределах профиля. Например, если забой самой глубокой скважины лежит на отметке 112,3 м над уровнем моря (и ниже минимальной отметки рельефа на профиле), а самая высокая точка на линии профиля имеет абсолютную отметку 160 м, то абсолютные отметки на шкалах высот следует подписывать, начиная с отметок 90 или 100 м, а заканчивая на отметках 170 или 180 м. Рядом с названием шкалы высот (слева и справа от профиля) указывается генеральная ориентировка профиля (например: С и Ю, СЗ и ЮВ и т. п.). На первом этапе рисовки горизонтальную линию, соединяющую шкалы высот (ось абсцисс), проводить необязательно, хотя с самого начала необходимо осознавать, что эта ось представляет собой шкалу заложений (расстояний по карте) и в дальнейшем она будет нанесена.

При рисовке гипсометрического профиля (пока простым карандашом) заложения между горизонталями вдоль линии профиля измеряются на карте циркулем-измерителем, линейкой или полоской миллиметровой бумаги, а затем откладываются на основании профиля в принятом горизонтальном масштабе. Местоположение каждой горизонтали отмечается черточкой, около которой проставляется соответствующая ей абсолютная отметка. Если горизонтальный масштаб взят таким

же, что и масштаб карты (как в нашем случае), то работа упрощается: миллиметровку прикладывают длинной стороной к линии профиля и переносят на ее край все горизонталы, пересекаемые профилем (как и отдельные подписанные на карте абсолютные отметки, попавшие на линию профиля). Расстояния между ними в таком случае менять не следует.

Иногда, если склоны крутые, горизонталы проходят очень часто и технически трудно учесть каждую из них. Если расстояния между горизонталями на этом отрезке остаются постоянными (так проявляются на картах прямые по форме склоны), то склон может быть отражен на карте более простым способом – переносятся лишь крайние из горизонталей (самая верхняя и самая нижняя) на участке их сгущения. Если же расстояния между горизонталями не постоянны, а нарастают или убывают, то это говорит о постепенном изменении крутизны склона, которое должно быть отражено на профиле. В данном случае необходимо учитывать каждую горизонталь, если это технически выполнимо.

Особо внимательно нужно фиксировать повторяющиеся горизонталы, поскольку они отражают существенные изменения в рельефе территории (смену повышений понижениями и наоборот). При этом необходимо осознавать, что при интерполяции между соседними повторяющимися горизонталями, пересекающими профиль (собственно это одна и та же горизонталь), неправильно соединять точки пересечения их (ее) с профилем горизонтальной линией. Горизонтальная линия получится только в том случае, если горизонталь тянется вдоль линии профиля. Если же линия профиля пересекает подряд два раза или несколько раз одну и ту же изогипсу, то это обозначает при перемещении на местности движение вниз – к тальвегу, или вверх – к водоразделу, на данном участке. Иными словами, если две горизонталы и соответствующие им точки профиля находятся на одном уровне, а в обе стороны от них идет понижение, то эти точки следует соединять выпуклой линией, поскольку между ними лежит водораздел (если не указана точно его высота, следует показать его приблизительно, обычно на отметке, превышающей нанесенные здесь горизонталы на половину сечения рельефа, например: при сечении рельефа 2 м – на 1 м выше нанесенных по карте точек с одинаковой высотой). Наоборот, если две одноименные горизонталы находятся в понижении, оконтуривая, например, дно балки или котловины, то линия, соединяющая соответствующие им одновысотные точки на линии профиля, должна быть вогнутой (здесь проходит тальвег, который тоже наносится ниже пересекаемых одноименных горизонталей на половину сечения рельефа). Если количество точек, лежащих на одном уровне, больше двух, то в этом случае проводится кривая линия, попеременно изгибающаяся то вверх (водораздел), то вниз (тальвег), в каждом случае на величину около половины сечения рельефа. Дополнительные горизонталы тоже должны быть учтены, т. к. с их помощью отображаются хотя и незначительные, но весьма характерные неровности земной поверхности.

Кроме горизонталей, на основании профиля переносят местоположения обрывов, с указанием абсолютных отметок их бровки и подошвы, а также береговых линий морей, озер, водохранилищ и рек, с фиксацией абсолютной отметки уреза воды (ее поверхности) и глубины этих водоемов, если эти сведения имеются на карте (в противном случае – приблизительно). Абсолютная отметка бровки обрыва соответствует высоте той горизонтали, которая «входит в обрыв» на линии профиля (следующая «вниз» после обозначенной на карте), а отметка подошвы отвечает высоте самой нижней «выходящей из обрыва» горизонтали (следующей «вверх» после обозначенной на карте ниже обрыва). Если профиль пересекает обрыв между горизонталями, то высоты бровки и подошвы находятся путем интерполяции. Все данные наносят (тоже простым карандашом) на основание профиля, делая в необходимых случаях пояснительные надписи: обрыв, русло реки и т.д. (в дальнейшем вспомогательные значки и надписи с профиля убираются).

Закончив подготовительную работу, приступают к построению собственно гипсометрического профиля (простым карандашом). Из каждой метки на основании профиля, соответствующей той или иной горизонтали, бровке или подошве обрыва, берегу реки, водоема и др., мысленно проводят перпендикуляр до высоты, соответствующей абсолютной отметке горизонтали. На этом уровне ставят на миллиметровке точку. Аналогичным образом наносятся отдельные точки с показанными на карте абсолютными высотами, если они попали на линию профиля. Все полученные таким образом точки соединяются плавной, обычно кривой линией, учитывающей особенности пластики рельефа (Картография с основами топографии, 1973). Как отмечалось выше, резкие границы свойственны обрывистым склонам.

Данную работу следует проводить не механически, а именно с учетом рельефа, изображенного на карте. Выполняя ее, надо четко представлять себе местоположение отрицательных и положительных форм рельефа на линии профиля, что определяется по рисовке горизонталей (изогипс). Следует обращать особое внимание на *бергштрихи* (черточки на карте, показывающие направление падения склона: они направлены от горизонтали вниз), а также на различные косвенные признаки (ручьи, озера, болота и др.), помогающие отличить отрицательные формы от положительных. В некоторых случаях по таким косвенным признакам можно отрисовать относительно невысокие (неглубокие) формы, которые не выражаются в изогипсах. Например, если профиль пересекает небольшое болото, которое показано на топографической карте соответствующим условным знаком, но болото не оконтуривается изогипсой, то это означает, что на данном участке профиля существует понижение, глубина которого меньше сечения рельефа. Тогда на профиле следует по контуру болота показать понижение с условной глубиной около половины сечения рельефа (в нашем случае – 1 м).

В местах пересечения линией профиля рек, озер, морей, прудов надо показать уровень воды в этих водотоках и водоемах в виде прямой горизонтальной линии, лежащей на отметке их уреза и

соединяющей их берега. Схематично показывается профиль дна водоемов с учетом данных (если таковые имеются) об их глубине либо приблизительно. Обрывы рисуются в виде вертикальных или субвертикальных линий, соединяющих бровку с подошвой.

Построенный гипсометрический профиль необходимо тщательно проверить и представить на проверку преподавателю, и только после внесения всех исправлений и уточнений можно приступить к следующему этапу работы.

Второй этап – нанесение на гипсометрический профиль 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. Действительно, 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 (естественно, в вертикальном масштабе). Забой отмечается горизонтальной черточкой длиной в 2 мм (по 1 мм в стороны от нижней точки линии скважины). Далее так же 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 (Приложение VB), 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 (чередую соответствующие знаки по вертикали). Кроме того, условными знаками (Приложение VI) показываются имеющиеся в слое органические остатки (флористические и фаунистические).

Далее необходимо указать генетико-возрастные индексы, указанные в колонке 2 (их расшифровка приводится в Приложениях III, IV, VB). 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 земной 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 (как можно точнее). Таким образом, 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).

Третий этап – 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 границ между слоями 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 стратиграфических границ (границ между слоями) определяется, в первую очередь, двумя принципами – 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 данный 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: мысленно «пробурите» скважину в любом месте профиля и проверьте, везде ли по вертикали более древние слои располагаются ниже более молодых. Если это не так, значит при интерполяции допущена существенная ошибка. 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 (aQ₄) 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. 4). 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.

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 сфор-

мированы в разные периоды, но и в разные эпохи, в разные их интервалы (при накоплении разных горизонтов) и т. д. (используйте Приложения III, IV).

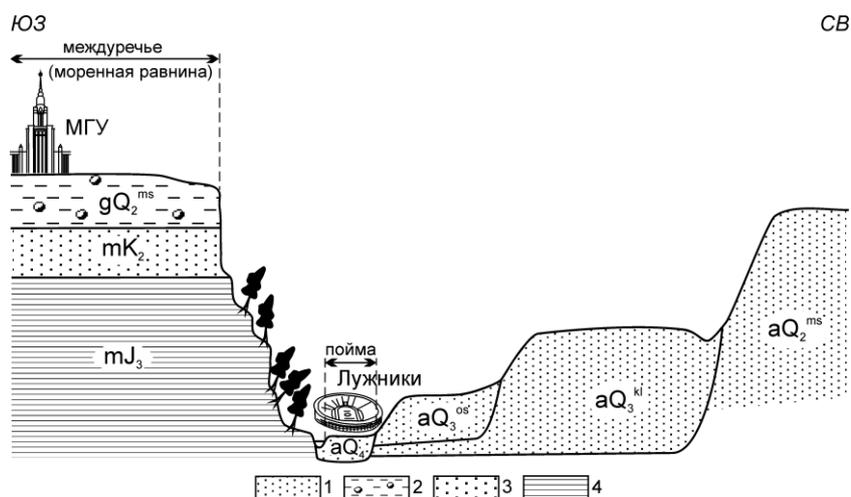


Рис. 4. Геолого-геоморфологический профиль через долину р. Москвы в створе ГЗ МГУ: 1 – аллювиальные отложения голоценового и позднелейстоценового возраста; 2 – ледниковые отложения (морена) среднеплейстоценового (московского) возраста; 3 – морские отложения позднемелового возраста; 4 – морские отложения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

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.

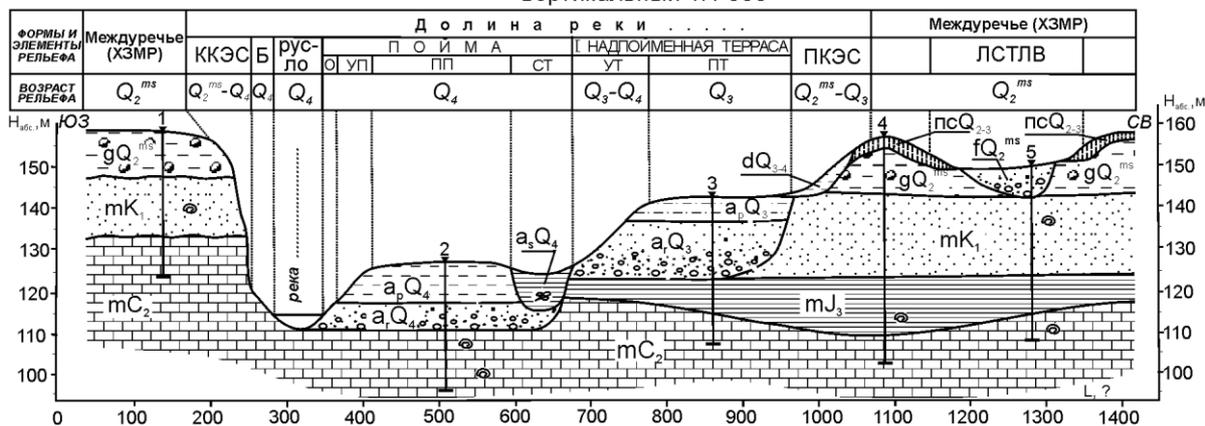
Третье: все слои должны быть разделены **по литологическому составу**, даже если они одно-возрастные и генетически единые. Литологический состав отражает динамические условия осадконакопления, которые различны для разных по механическому (иногда и по химическому) составу пород. Так, например, различаются 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 «r» (русловая), «p» (пойменная), «s» (старичная) (например, индекс $a_p Q_4$ 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 (естественно, с учетом имеющихся сведений и представлений о строении земной коры, излагаемых в учебниках и

курсах по общей геологии – Короновский, Якушова, 1991; Якушова, 1983, 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. 5).

ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ
через долину реки по линии I-I
 Масштабы: горизонтальный 1:10 000
 вертикальный 1:1 000



ЛЕГЕНДА

Генезис и возраст отложений		Литологический состав		Генетические индексы	
Четвертичная система	aQ ₄	аллювиальные отложения голоценового возраста		глина	пс - покровные суглинки d - делювиальные а - аллювиальные а _с - старичная фаация а _р - пойменная фаация а _г - русловая фаация f - флювиогляциальные g - ледниковые m - морские
	dQ ₃₋₄	делювиальные отложения средне-позднеплейстоценового возраста		суглинок	
	aQ ₃	аллювиальные отложения позднеплейстоценового возраста		покровный суглинок	
	псQ ₂₋₃	покровные отложения средне-позднеплейстоценового возраста		валунный суглинок	
	fQ ₂ ^{ms}	флювиогляциальные отложения среднеплейстоценового позднемосковского возраста		супесь	
	gQ ₂ ^{ms}	ледниковые отложения (морена) среднеплейстоценового московского возраста		песок	
Меловая система	mK ₁	морские отложения раннемелового возраста		песок с галькой	Формы и элементы рельефа ХЗМР-----холмисто-западинная моренная равнина ЛСТЛВ----ложбина стока талых ледниковых вод П(К)КЭС- пологий (крутой) коренной эрозийный склон Б-----бечевник О-----прирусловая отмель УП (УТ)-- уступ поймы (уступ террасы) ПП (ПТ)- площадка поймы (площадка террасы)
	mJ ₃	морские отложения позднеюрского возраста		известняк	
Юрская система	mC ₂	морские отложения среднекаменноугольного возраста		известняк	
	mC ₂	морские отложения среднекаменноугольного возраста		известняк	

Прочие обозначения	
а —————	Границы слоев: а) достоверные; б) предполагаемые
б - - - - -	
а ⊕	Места обнаружения ископаемой фауны (а) и флоры (б)
б ⊗	
⊥	Скважины

Составил

Проверил

Рис. 5. Пример оформления геолого-геоморфологического профиля

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 (а также Приложением VA), где все они располагаются в хронологической последовательности. При вычерчивании границ слоев следует руководствоваться индексами возраста и генезиса отложений. 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.

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 таким образом, 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 пород (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

Прежде всего, следует иметь в виду, что 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 суще-

ственный 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 водного генезиса

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 толщ. 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 (русловая 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)

Отложения, 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. 5).

Покровные суглинки обычно залегают плащеобразно на ледниковых и водно-ледниковых 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.

Как указывалось выше, 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.

Четвертый этап – окончательное оформление профиля. К этому этапу следует приступать после утверждения преподавателем чернового («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 легендами, приведенными в Приложении V (А, Б, Г). При этом 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 этого «чистового» этапа (и после утверждения «карандашного» варианта преподавателем) 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 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 (аналогично, штриховка, наносимая на участок наиболее древнего слоя, в его нижней части обрывается ниже забоев самых глубоких скважин). На каждый слой достаточно одного индекса. Если слой «разорван» на фрагменты, то индекс обязательно дается для каждого фрагмента (ранее нанесенные карандашом «рабочие» индексы у каждой скважины перед раскраской стираются). В пределах слоя (фрагмента) индекс помещается в кружок, оставляя его свободным от раскраски. Индексы маломощных слоев могут быть подписаны 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. Ранее нанесенные простым карандашом границы пластов убираются, поскольку на профиле проведены общие границы пластов.

На геолого-геоморфологический профиль наносится также (после консультаций с преподавателем) текстовая информация о формах и элементах рельефа. Подписываются черным цветом (над гипсометрической линией) названия пересекаемых профилем элементов и форм рельефа (можно 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. Кроме того, вертикальными линиями над гипсометрической линией указываются границы долины реки (бровки долины) и междуречья с соответствующими надписями. Возрастными (без генетических) индексами рядом с названиями форм и элементов подписывается их 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 «опирается». Например, уступ позднеплейстоценовой НПТ, опирающийся на голоценовую пойму, моложе площадки этой террасы, но старше поверхности поймы, т. е. возраст этого уступа – рубеж Q₃–Q₄. Данную часть работы – нанесение на профиль названий и индексов возраста элементов и форм рельефа (не отложений!) – рационально проводить позднее, вместе с составлением геоморфологической карты на участок вдоль линии профиля (задание 4). Таким образом, на проверку преподавателю профиль представляется дважды, сначала без этой информации (только геологическая составляющая профиля), а затем – в окончательном виде (одновременно с представлением на проверку задания 4).

В нижней половине листа миллиметровки приводятся легенды к профилю под общим названием «Условные обозначения». Для профилей, карт и т. п. действует обязательное «двуединое» правило: в легенде должно быть **все**, что есть на профиле (карте), и, наоборот, в легенде должно быть **только** то, что есть на профиле (карте). Соответственно, из Приложения V следует (в том же порядке!) выбрать именно те составляющие, которые фигурируют на построенном профиле. Левую часть легенды занимает раздел «Генезис и возраст отложений» («Стратиграфические»), обычно 1 или 2 колонки. Для этой легенды особенно важен порядок приводимых условных знаков. В соответствии с геохронологической шкалой, внутри каждой колонки более нижний знак относится к более древним отложениям (в правой колонке – более древние отложения, чем в левой). 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 (Приложение VA). Обязательно дается название систем (каменноугольная, юрская и т. п.) как внутренняя рубрикация в легенде. Следует иметь в виду, что предлагаемые в легенде (Приложение VA) цвета являются традиционными, их не следует менять. Общепринятыми являются и штриховые обозначения пород, о чем сказано ниже.

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 в этой части легенды следует в зависимости от литологических особенностей горных пород (Приложение VB). При этом в легенде 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 в этой легенде для районов, где морены широко представлены (как и в нашем случае). В этой же части легенды отдельной подгруппой приводятся обозначения встречающихся органических и некоторых других включений (Приложение VG).

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 легенды. В самой правой колонке блока дается расшифровка аббревиатурных названий элементов и форм рельефа, указанных над гипсометрической линией профиля.

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). В нижнем правом углу указывается фамилия составителя профиля (Выполнил: _____).

Значительная часть работы (в том числе и ее оформление) 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.

На выполнение задания отводится от 5 до 8 аудиторных часов, часть из которых приходится на выполнение гипсометрической линии профиля параллельно с заданием 1.