

РОССИЙСКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ СЕРГО
ОРДЖОНИКИДЗЕ

КАФЕДРА РЕГИОНАЛЬНОЙ ГЕОЛОГИИ И ПАЛЕОНТОЛОГИИ

А.В. Туров, А.О. Андрухович

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА И РАЗРЕЗЫ К НЕЙ

Методическое руководство

*Рекомендовано научно-техническим советом
Российского геологического общества*

Москва 2014

ББК: 26.3
УДК: 551.24
Т. 86

Туров А.В., Андрухович А.О.

Геологическая карта и разрезы к ней. Методическое руководство. «Деловая полиграфия», 2014 г. – 129 с.

В методическом руководстве дана характеристика геологической карты и изложены сведения о ее содержании. Рассмотрены особенности построения геологического разреза в областях с различным типом залегания слоистых толщ, интрузивных комплексов, разрывных нарушений, приведены правила оформления геологических разрезов.

Отдельный раздел посвящен условиям соревнования «Геологический разрез» на Всероссийских геологических олимпиадах юных геологов. Изложены требования к построению геологических разрезов и критерии их оценки. Рассмотрены типичные ошибки в построении разрезов на соревнованиях.

Для школьников, изучающих геологию, руководителей детско-юношеских геологических организаций, а также студентов геологических специальностей.

Издается по решению президиума Исполнительного комитета Российского геологического общества от 20.03.2013 г. Руководство апробировано на IX Всероссийской полевой олимпиаде юных геологов в г. Казани 2013 году.

Рецензенты:

кафедра общей геологии и землеустройства Института природных ресурсов
Томского политехнического университета
(зав. кафедрой, доктор геол.-минер. наук, проф. А.А. Поцелуев,
доцент, геол.-минер. наук С.С. Гудымович);

кафедра региональной геологии и полезных ископаемых
Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского федерального университета
(зав. кафедрой, доктор геол.-минер. наук, академик РАЕН Р.Р. Хасанов,
старший преподаватель Э.И. Акдасов)

Гл. редактор *В.П. Орлов*

Редколлегия:

И.Ф. Вольфсон, С.И. Голиков, В.Н. Михин, Е.Г. Фаррахов

© Туров А.В., Андрухович А.О., 2014

© Деловая полиграфия, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	4
Введение	6
1. Карта и ее свойства	10
1.1. Общие понятия	10
1.2. Математическая основа карты	13
1.3. Рельеф земной поверхности и его изображение на карте	21
2. Геологическая карта	31
2.1. Содержание геологической карты	34
2.2. Объекты геологической карты	35
2.3. Изображение площадных объектов	38
2.4. Изображение прочих объектов	39
2.5. Элементы зарамочного оформления геологической карты	40
2.5.1. Легенда геологической карты	41
2.5.2. Стратиграфическая колонка	45
2.5.3. Карты и схемы зарамочного оформления	46
3. Построение геологического разреза	48
3.1. Общие понятия	48
3.2. Методические рекомендации по построению разреза	51
3.2.1. Выбор направления линии разреза на карте	51
3.2.2. Выбор масштаба геологического разреза	53
3.2.3. Подготовка миллиметровки и предварительная разметка	54
3.2.4. Построение гипсометрического профиля	56
3.2.5. Построение разреза при горизонтальном залегании слоев	57
3.2.6. Построение разреза при наклонном залегании слоев	62
3.2.7. Построение разреза при складчатом залегании слоев	68
3.2.8. Особенности изображения интрузий на разрезе	75
3.2.9. Особенности изображения разрывных нарушений на разрезе	79
3.3. Правила оформления геологических разрезов	83
4. Соревнование «геологический разрез» на олимпиадах юных геологов	85
4.1. Организация соревнования по построению геологического разреза	85
4.2. Требования, предъявляемые к разрезам на олимпиадах юных геологов, и критерии их оценки	86
4.3. Характерные ошибки	91
Словарь терминов	93
Рекомендуемая литература	105
Приложение 1. Общая стратиграфическая шкала	107
Приложение 2. Условные обозначения к геологической карте	111
Приложение 3. Обозначения видов и состава горных пород	114
Приложение 4. Индексация геологических подразделений геологической карты	118
Приложение 5. Макет легенды геологической карты	122
Приложение 6. Таблицы поправок углов падения пластов	123
Приложение 7. Последовательность построения геологического разреза	124
Приложение 8. Типовая карточка соревнования «Геологический разрез»	126

ПРЕДИСЛОВИЕ

Построение геологического разреза по геологической карте входит в перечень соревнований юных геологов, которые проводятся на школьных олимпиадах и полевых слетах любого уровня.

При построении разреза участник соревнования должен быстро и грамотно разобраться в геологическом строении района, изображенном на геологической карте, оценить рельеф земной поверхности, мысленно представить структуру земной коры на поверхности и глубине, правильно отобразить ее на геологическом разрезе, который строится и оформляется в соответствии с существующими правилами. Задание следует выполнить не только правильно, но и быстро, уложившись в отведенное условиями соревнования время.

Этот вид соревнований требует от участника устойчивых навыков работы с топографическими и геологическими картами, знания действующих инструкций по составлению и подготовке к изданию геологической карты, наработанных приемов построения разрезов.

У многих юных геологов построение геологического разреза вызывает значительные трудности, в том числе и в связи с отсутствием опыта работы с современными геологическими картами. Некоторым участникам судьи вынуждены непосредственно во время проведения соревнования объяснять основы построения разрезов.

Положение усугубляется тем, что практически отсутствуют современные методические руководства, специально рассматривающие технологию построения геологических разрезов и правила их оформления. Разделы, посвященные этим вопросам, рассеяны по разным главам вузовских учебников и учебных пособий по общей и структурной геологии, пособиям по учебным геологическим практикам. Школьникам бывает сложно собрать вместе разрозненную информацию, даже с помощью руководителя кружка, да и сами вузовские учебники часто недоступны для многих кружков юных геологов.

Авторы методического руководства являются преподавателями ВУЗа – МГРИ-РГГРУ им. С. Орджоникидзе, и в течение ряда лет привлекались для организации и судейства соревнования «Геологический разрез» на Всероссийских олимпиадах и полевых слетах юных геологов, консультировали участников и руководителей команд, подводили итоги, объясняли ошибки, писали объяснительные в ответ на жалобы, участвовали в заседаниях судебных коллегий и руководителей команд.

Полученный на олимпиадах опыт лег в основу предлагаемого методического руководства, в котором геологическая карта и геологический разрез, построенный по карте, рассматриваются как части единой системы графической геологической информации.

Книга рассчитана на юных геологов старших возрастных групп (учеников 8—10 классов), руководителей детско-юношеских геологических организаций, руководителей команд, ведущих подготовку к олимпиадам и полевым слетам юных геологов. Она может быть интересна студентам младших курсов геологических факультетов вузов, учащимся геологических техникумов и колледжей.

Авторы с благодарностью рассмотрят критические замечания и пожелания по содержанию представленного руководства от руководителей команд и судей, многие из которых являются высококлассными специалистами – геологами.

ВВЕДЕНИЕ

Геологическая карта вместе с геологическим разрезом являются наиболее информативными и наглядными, а потому наиболее распространенными видами геологической графики. Геологическая карта представляет собой изображение на топографической (географической) основе геологических объектов, выходящих на земную поверхность. Геологический разрез дополняет и уточняет геологическую карту, давая наглядное представление об изменении геологического строения с глубиной. Достаточно отметить, что геологический разрез, как и стратиграфическая колонка, в обязательном порядке размещается на листах Государственной геологической карты. В тоже время, геологические разрезы имеют самостоятельное значение, их можно использовать и без геологических карт.

Геологический разрез является выполненной в масштабе графической моделью вертикального среза земной коры, на которой показаны геологические объекты, расположенные в плоскости разреза или спроецированные на нее. Если карта представляет собой проекцию геологических объектов на горизонтальную плоскость, то геологический разрез показывает положение геологических объектов в вертикальной плоскости и позволяет «заглянуть» внутрь земной коры, проследить изменения геологического строения с глубиной и, следовательно, существенно дополняет геологическую карту.

На геологических картах и разрезах отображаются формы тел горных пород, их мощности, характер залегания и взаимоотношения горных пород различного возраста, происхождения и состава, наносятся разрывные нарушения, может быть показан состав горных пород. Как следствие, на геологических разрезах видна последовательность залегания горных пород, наглядно изображены тектонические структуры, выраженные в изгибах слоев, морфологии разрывов и смещениях слоев по ним, показаны угловые несогласия, изменения мощностей, выклинивания слоев и т.д.

Высокая информативность геологических карт и разрезов в сочетании с наглядностью делает их незаменимым инструментом геологического анализа и позволяет составить достаточно полное представление о последовательности формирования горных пород, этапах тектонических движений и магматической деятельности, сделать выводы о возможной локализации полезных ископаемых.

Геологические разрезы часто используют как геологическую основу при решении производственных задач, например, при поисковых и разведочных работах для оконтуривания рудных залежей на глубине и подсчете запасов полезных ископаемых,

отработке месторождений, при гидрогеологических исследованиях, инженерно-геологических изысканиях и т.д. В этих случаях кроме информации собственно геологического характера, на разрезы принято выносить вспомогательные данные; например, на них показываються скважины, горные выработки, отображается информация по составу и происхождению горных пород, полезным ископаемым, геохимии, геофизики и пр.

Преподаватели должны постоянно тренировать юных геологов в «чтении» геологических карт и разрезов к ним, учиться строить геологические разрезы. Анализируя геологическую карту, отстраивая на разрезах слои горных пород, границы интрузивных тел, разрывные нарушения и смещения слоев вдоль них, ошибаясь и исправляя ошибки, будущие геологи, начинают постигать основы геологической науки, развивают объемное геологическое мышление, приобретают необходимые практические навыки.

Геологический разрез строится по геологической карте в определенном масштабе, выбор которого зависит от сложности геологического строения и масштаба карты. Как правило, верхней границей разреза является профиль земной поверхности, который вычерчивается в том же масштабе, что и весь разрез. Следовательно, чтобы правильно построить геологический разрез, нужно не только хорошо представлять содержание геологических карт, но и разбираться в топографической основе, на которой они строятся, иметь представление о ее масштабе.

Эти соображения и предопределили **структуру книги**.

Первый раздел методического руководства посвящен картам. В разделе дано общее представление о картах и их элементах, уделено внимание масштабу карт, рассмотрено, каким образом на картах изображается рельеф земной поверхности.

Во втором разделе рассказано о геологических картах, их содержании, особенностях изображения стратифицированных и нестратифицированных образований, разрывных нарушений и других объектов геологической карты, принципах построения легенды и стратиграфической колонки.

В третьем разделе рассмотрена технология построения геологических разрезов, включая выбор направления линии разреза на карте, выбор масштаба разреза, построение гипсометрического профиля, построение разреза в областях с различным типом залегания слоистых толщ (горизонтальным, наклонным, складчатым), рассмотрены особенности изображения интрузий и разрывных нарушений, приведены правила оформления геологических разрезов.

Четвертый раздел содержит сведения об организации и условиях соревнования «Геологический разрез» на Всероссийских геологических олимпиадах юных геологов. Приведены требования к построению геологических разрезов и критерии, которыми

руководствуются судьи при их оценке. Рассмотрены наиболее типичные ошибки в построении разрезов на олимпиадах.

Руководство снабжено словарем некоторых терминов и приложениями, содержащими справочные материалы и иллюстрации. Приведенные в приложениях справочные материалы изложены в редакции соответствующих ГОСТов и инструктивных документов. Список рекомендуемой литературы наряду с учебниками и учебными пособиями включает действующие инструкции, методические руководства и прочие директивные документы, а также картографические материалы, в том числе адреса интернет порталов, на которых можно найти сканированные геологические и учебные геологические карты.

Обращаем внимание читателя на то, что данное руководство не содержит систематических сведений по стратиграфии, структурной геологии и другим разделам геологии, знание которых необходимо для правильного анализа геологических карт и построения разрезов по ним и тем более не подменяет соответствующие учебники.

Форматирование и пиктограммы, использованные в книге. В пособии приведены сведения теоретического характера, например о форме Земли и математической основе карт, выходящие за рамки достаточно конкретного вопроса о содержании геологических карт, и тем более, не имеющие отношения к технологии построения геологических разрезов. При обсуждении рукописи нам были высказаны замечания о том, что теоретические материалы усложняют чтение и будут плохо восприниматься школьниками. Признавая справедливость сделанных замечаний, авторы, тем не менее, считают, что эти сведения полезны, поскольку расширяют кругозор юных геологов. Опыт работы на олимпиадах показывает, что юные геологи это не простые школьники, а достаточно знающие, уже много умеющие и очень заинтересованные начинающие геологи, которым вполне по силам усвоить данный материал.



Для освещения указанного теоретического материала авторами введена рубрика «Для тех, кто хочет знать больше», текст которой не любопытный читатель может, пропустив, сосредоточившись на технологиях построения разрезов. Пиктограмму с изображением свечи вы можете увидеть на полях некоторых разделов.

Для лучшего усвоения материала правила, которые следует заучить выделены следующим образом:

Запомни правило:

Ядро синклинальной складки сложено более молодыми отложениями, чем ее крылья.

Пособие содержит авторские советы, которые имеют рекомендательный характер:



Совет

Начни построение разреза с изучения геологической карты, условных обозначений к ней и стратиграфической колонки.

Авторы выражают благодарность профессору кафедры региональной геологии и палеонтологии МГРИ-РГГРУ В.М. Цейслеру, который первым ознакомился с рукописью и чьими советами мы постоянно руководствовались; коллегам из Казанского государственного университета (заведующему кафедрой, профессору Р.Р. Хасанову и ст. преподавателю Э.И. Акдасову) и Томского политехнического университета (зав. кафедрой, профессору А.А. Поцелуеву, доцентам С.С. Гудымовичу и А.К. Полиенко), взявшим на себя труд подготовить развернутые отзывы и сделавшим ценные замечания; членам оргкомитетов и судьям Всероссийских олимпиад юных геологов последнего десятилетия: Н.И. Андрееву, С.И. Голикову, В.Я. Григоровичу, Е.В. Попову, А.Ф. Карпузову, Е.Г. Фаррахову, Г.П. Цаплину, С.В. Яшиной и многим другим за постоянную поддержку; В.В. Аристову, который уговорил нас взяться за этот труд.

Особая благодарность Российскому геологическому обществу за проявленную инициативу в подготовке рукописи и финансовое обеспечение издания этой книги.

1. КАРТА И ЕЕ СВОЙСТВА

1.1. Общие понятия

Карты имеют очень древнее происхождение. До наших дней дошли картографические изображения, созданные в древнем Вавилоне и Египте (III—I тыс. до н. э.). Научные основы картографии были заложены в Древней Греции (VI—I вв. до н.э.), где были созданы географические карты, учитывающие шарообразность Земли (карта Эратосфена).

Термин *карта* происходит от латинского слова *charta* (лист, бумага), являющегося производным от греческого *χαρτηζ* (хартес – бумага из папируса). В картографии он стал употребляться в средние века, в эпоху Возрождения и Великих географических открытий.

В допетровской России карта называлась «чертежом», что означало изображение местности чертами (штрихами), черчением, и лишь в эпоху Петра I проник в Россию из Европы и вошел употребление термин «карта».

Карта – *математически определенное, уменьшенное, генерализованное изображение поверхности Земли, другого небесного тела или космического пространства, показывающее расположенные или спроецированные на них объекты в принятой системе условных знаков [1].*

Под объектами (*картографическими объектами*) понимаются любые предметы, явления или процессы, изображенные на картах.

Каждая карта состоит из элементов, к которым относятся: картографическое изображение, математическая основа, легенда, вспомогательное оснащение и дополнительные данные.

Картографическое изображение является основным элементом, передающим содержание карты, т.е. совокупность сведений об объектах и явлениях. Выделяют тематическое или специальное содержание (например, геологическое строение территории) и географическую основу, служащую для привязки тематических объектов, а также для ориентирования по карте.

Картографическое изображение строится на *математической основе*, элементами которой на карте являются сетка меридианов и параллелей или прямоугольная координатная сеть (для топографических карт), масштаб и геодезическая основа.

Легенда карты представляет собой систему условных знаков, с помощью которых изображаются объекты на карте, и текстовых пояснений, раскрывающих их содержание.

Вспомогательное оснащение карты составляют картометрические графики, схемы изученности, справочные материалы и т.д.

К *дополнительным данным* относятся карты-врезки, диаграммы, профили, разнообразные текстовые и цифровые данные, тематически связанные с содержанием карты, дополняющие и поясняющие его.

Карта обладает многими важными и интересными свойствами, например, наглядностью, информативностью, геометрической точностью, возможностью проводить измерения по карте и т.д.

Вследствие того, что на картах не могут быть отображены все детали природных объектов из-за их размеров, на них показываются только типичные свойства и характерные особенности картографируемых объектов, согласно принятой легенде. Это достигается генерализацией и формализацией картографических изображений.

Картографическая генерализация – это отбор и обобщение изображаемых на карте объектов соответственно ее назначению, масштабу, содержанию и особенностям картографируемой территории.

На рис. 1.1. приведен пример генерализации изображения картографических объектов при переходе от карты масштаба 1:50 000 к карте масштаба 1:200 000.

На геологической карте масштаба 1:200 000:

- не удалось отобразить все изгибы геологических границ (сравните на картах границу распространения неогена);
- мелкие интрузии среднего состава, расположенные на северо-востоке листа, в масштабе карты получились в поперечнике менее 0,5 мм, поэтому их пришлось объединить одним контуром;
- интрузия среднего состава (самая южная) столь мала, что превратилась в точку и на карте не показана;
- интрузия основного состава, локализованная в зоне разрыва, имеет минимально допустимый размер (ее можно оставить на карте, а можно удалить), но она имеет большое значение для понимания геологии района и поэтому была оставлена.

Формализация заключается в применяемой системе картографических знаков и способах картографического изображения (легенды карт – это формальные системы абстрактных символов, принятых по соглашению ю).

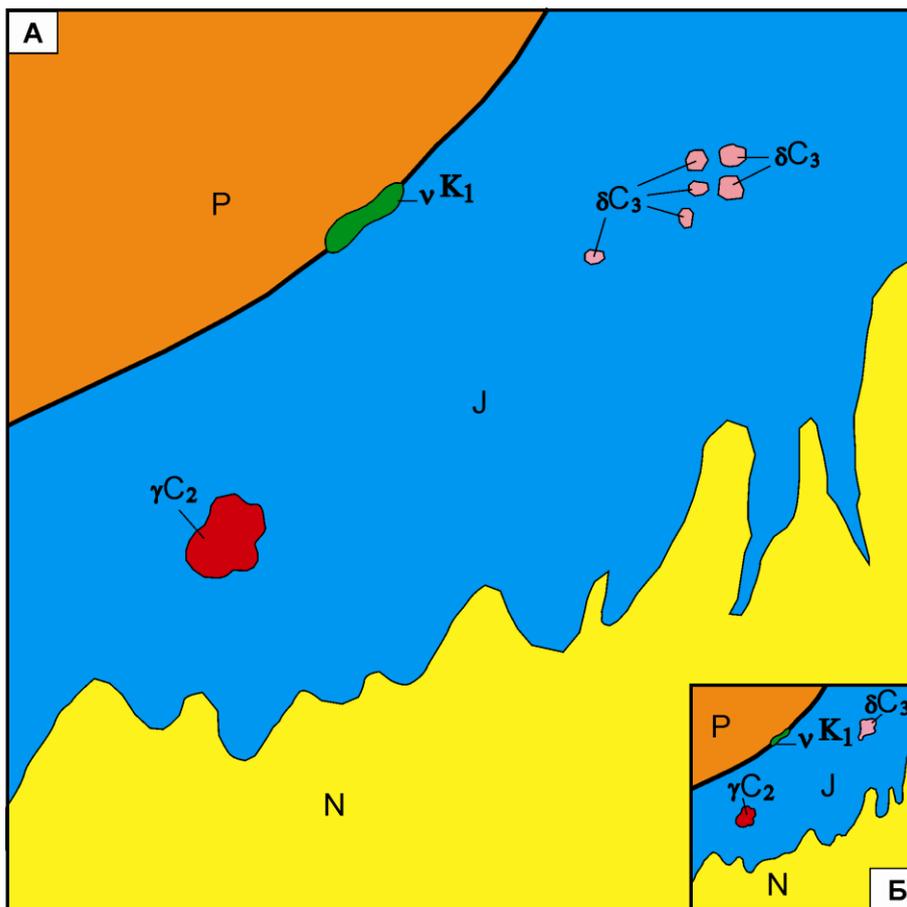


Рис. 1.1. Пример генерализации картографического изображения при изменении масштаба геологической карты:
 А – масштаба 1:50 000; Б – масштаба 1:200 000.

Генерализация картографического изображения, типизация характеристик изображаемых объектов, их картографическая формализация придают картам свойство абстрактности. Все это делает карту абстрактной графической моделью некоторой части пространства.

Классификация карт по содержанию

В зависимости от содержания карты подразделяются на общегеографические и тематические. На *общегеографических картах* отображаются элементы местности: рельеф, гидрография, населенные пункты, дороги и т. д. К общегеографическим картам относятся все *топографические карты* – подробные карты местности, позволяющие определять плановые и высотные положения точек.

Карты, содержание которых определяется спецификой отображаемых объектов, называются тематическими или специализированными. На *тематических картах*

показываются различные природные или социально-экономические явления. Картографической основой для них служат общегеографические (в том числе топографические) карты. К тематическим картам относятся карты геологического содержания: геологические, тектонические, геоморфологические, металлогенические, гидрогеологические, инженерно-геологические и прочие специализированные карты. В настоящее время карты геологического содержания насчитывают более ста видов [2].

1.2. Математическая основа карты

Важнейшей задачей геодезии и картографии является перенос точек с физической поверхности Земли на плоскость карты. Поскольку наша планета представляет собой шарообразное, немного приплюснутое у полюсов тело, то есть не имеет форму идеального шара, решение этой задачи связано со значительными трудностями. Кроме того, на поверхности Земли располагаются хорошо выраженные поднятия материков и впадины океанов, осложненные в свою очередь горными хребтами и глубокими депрессиями. Развернуть такую поверхность в плоскость (карту) невозможно без разрывов и складок, что всегда приводит к ошибкам (искажениям на картах).

В этой связи, при составлении карт физическую поверхность Земли вначале переносят (проецируют) на поверхность более простой, идеальной по форме геометрической фигуры. Такая поверхность должна быть сферической и максимально приближена к Земле по своим параметрам. Эта математическая модель рассматривается в качестве *геодезической основы* карты.

Геодезическая основа карты

Поскольку выбор геодезической основы, которая тесно связана с формой Земли, имеет важнейшее значение в картографии, рассмотрим этот вопрос более подробно. На форме Земли сказались гравитационное поле планеты, обусловленное притяжением Земли (тяготением) и центробежной силой, вызванной суточным вращением Земли вокруг своей оси. Притяжение заставляет планету сжиматься. Если бы Земля не вращалась и состояла из однородного вещества, то вектор силы тяжести был бы направлен строго к ее центру, а Земля стремилась бы принять форму идеального шара. Однако Земля вращается, и вследствие различной удаленности от оси вращения экваториальных и полярных ее частей образуется разная по величине центробежная сила: минимальная у полюсов и максимальная

у экватора. Под действием этих сил планета становится как бы “приплюснутой” у полюсов (точек пересечения оси вращения Земли и физической поверхности). Это явление носит название полярное сжатие. На форме Земли сказались также влияние силы тяжести, обусловленное неоднородностью внутреннего строения Земли, что вызывает отклонение направления силы тяжести в разных ее точках от направления к центру Земли. Эти факторы привели к образованию сложной не поддающейся математическому описанию фигуры планеты.



Направление силы тяжести является наиболее универсальной характеристикой гравитационного поля, легко определяемой и измеряемой в любой точке планеты, даже без специальных приборов, достаточно использовать простейший отвес. Легко представить себе (или смоделировать) некую замкнутую поверхность, в каждой точке которой сила тяжести имеет одинаковый потенциал. Поверхность, построенную таким образом, называют *экипотенциальной (или уровенной)* поверхностью гравитационного поля Земли. Основное ее свойство заключается в том, что на ней *потенциал силы тяжести имеет одно и то же значение, а сама поверхность перпендикулярна к направлению силы тяжести (отвесной линии) и, таким образом, везде горизонтальна*. Конфигурация уровенной поверхности определяется путем измерения силы тяжести, которую можно фиксировать на разном расстоянии от центра Земли, поэтому уровенных поверхностей может быть бесчисленное множество, все они будут замкнутыми и почти параллельны друг другу. *Экипотенциальная поверхность, примерно совпадающая со средним уровнем вод Мирового океана в состоянии полного покоя и равновесия и мысленно продолженная под материками, принимается в качестве **основной (главной) уровенной поверхности***. Отличие реального среднего уровня поверхности океана от основной уровенной поверхности может достигать 1 м. Основная уровенная поверхность образует замкнутую фигуру называемую *геоидом (землеподобный)*, которую принимают за обобщенную поверхность Земли.

Термин геоид ввёл германский математик Иоганн Бенедикт Листинг в 1873 году для обозначения геометрической фигуры, наиболее точно отражающей форму Земли. Однако вскоре стало ясно, что форма геоида имеет сложное строение. Главные из причин, как было отмечено ранее – закономерное изменение силы земного тяготения, обусловленное уменьшением земного радиуса к полюсам, и хаотичное, вызываемое изменениями плотности пород слагающих Землю, как с глубиной, так и на ее поверхности, влиянием на гравитацию тектонических деформаций. Поэтому поверхность геоида, оставаясь в каждой точке перпендикулярной к отвесным линиям, приобретает сложную, изменяющуюся, неправильную геометрическую форму. Точно определить его фигуру практически невозможно, но современные

высокоточные измерения со спутников позволяют иметь о ней достаточно полное представление и даже описать математическими уравнениями.

Геоид сплюснут около полюсов, так, что расстояние от центра Земли до полюсов примерно на 22 километра меньше, чем до экватора. Более того, Земля имеет грушевидную форму: оказывается, что Южный полюс почти на 45 м ближе к центру, чем Северный. Кроме того, Южный полюс при этом располагается на 25,8 м ниже поверхности приплюснутой сферы, а северный полюс выступает на 18,9 м.

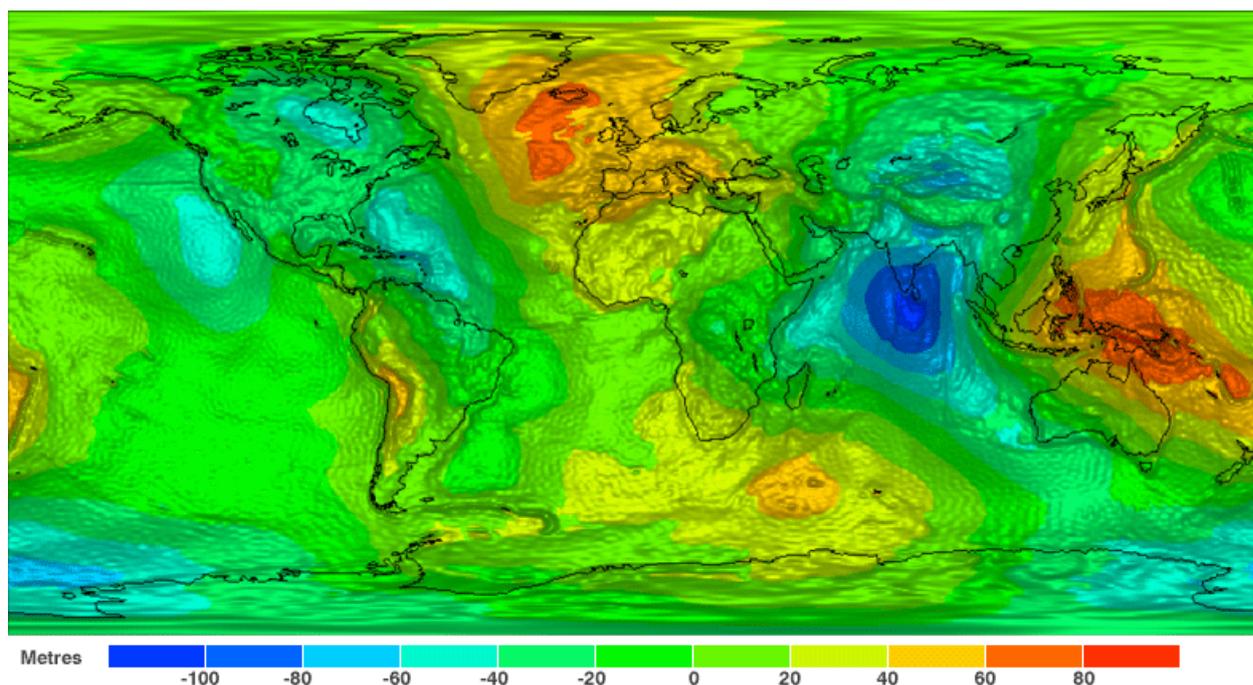


Рис. 1.2. Карта рельефа урвеной поверхности геоида, в метрах.

Составлена по результатам измерений, сделанных европейским низкоорбитальным спутником GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer).

Синий цвет – отрицательные формы рельефа поверхности, красный – положительные.

[Источник: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/8767763.stm>]

Измерения, сделанные со спутников, также показали, что у Земли имеются «вмятины» и «выпуклости», отчетливо прослеживающиеся на фоне сложной фигуры геоида (рис. 1.2.). Крупнейшие «вмятины» расположены на поверхности Индийского океана к югу от Индостанского полуострова, примерно на экваторе (глубина -112 м) и около Антарктиды к юго-востоку от Австралии (-50 м), в восточной части Тихого океана около побережья США (-56 м), в районе Антильских островов и Бермуд (-60 м).

Наиболее значительные «выпуклости» находятся у Новой Гвинеи (+78 м), в Западной Европе и Северной Атлантике (+68 м), в Индийском океане, к юго-востоку от оконечности Африки (+40 м) и в средней части Анд (+30 м). Установлено также, что экватор Земли – это не круг, а эллипс, при этом один из

его диаметров больше другого на 200 м.

Существенные расхождения теоретических представлений и данных практических наблюдений заставило отказаться от использования геоида для геодезических вычислений. Из правильных математических поверхностей ближе всего к поверхности геоида подходит трехосный эллипсоид вращения, полученный от вращения эллипса вокруг его малой оси и называемый земным эллипсоидом.

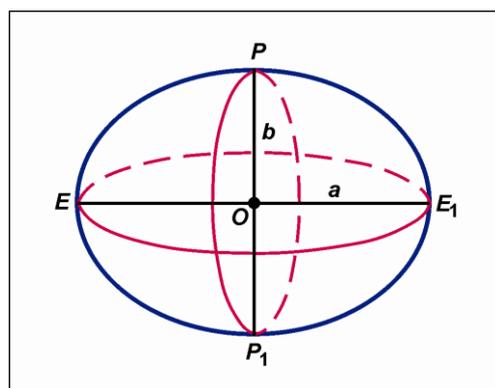


Рис. 1.3. Эллипсоид вращения.



Малая ось земного эллипсоида (рис. 1.3.) совпадает с полярной ось Земли, а сжатие эллипса моделирует сжатие планеты у полюсов. Размеры земного эллипсоида характеризуются длинами его большой (a) и малой (b) полуосей, а также сжатием (α).



Рис. 1.4. Математическая основа географических карт. [В.С.Южанинов, 2001]

Нормали эллипсоида и отвесные линии геоида не совпадают и образуют угол в точках Земли (уклонение отвесной линии u). Среднее значение уклонения $2-4''$ (рис. 1.4.).

Таким образом, существуют значительные расхождения между поверхностями геоида и земного эллипсоида. Соотношение формы и размеров геоида и земного эллипсоида в меридиональном сечении приведено на рис. 1.5.

От размеров принятого эллипсоида зависит положение точек, спроецированных на карту, их взаимное расположение. Первые попытки расчета размеров земного эллипсоида были предприняты еще в XVIII веке и с тех пор его параметры неоднократно уточнялись.

Начиная с конца XX века для расчетов широко используются данные



исследований Земли со спутников и гравиметрические наблюдения. В разных странах для проведения геодезических и картографических работ применяются различные эллипсоиды, что обусловлено использованием для расчетов разных исходных данных и методик расчетов. Связано это со стремлением каждой страны получить максимально точные топографические карты своей территории. Для этого эллипсоид должен быть ориентирован так, чтобы максимально точно быть приближенным к поверхности геоида в пределах территории именно этой страны, что позволяет проводить наиболее точные геодезические измерения на данной территории и, следовательно, – получать точные карты. Такие эллипсоиды называются *референц-эллипсоидами*. Ориентирование референц-эллипсоида зависит от выбора точки земной поверхности, в которой **нормаль совпадает с отвесной линией**.

В СССР с 1942 г., а затем в России используется эллипсоид Красовского, вычисленный в 1940 г. Точкой ориентирования референц-эллипсоида Ф.Н. Красовского служит центр круглого зала Пулковской обсерватории. Отклонение

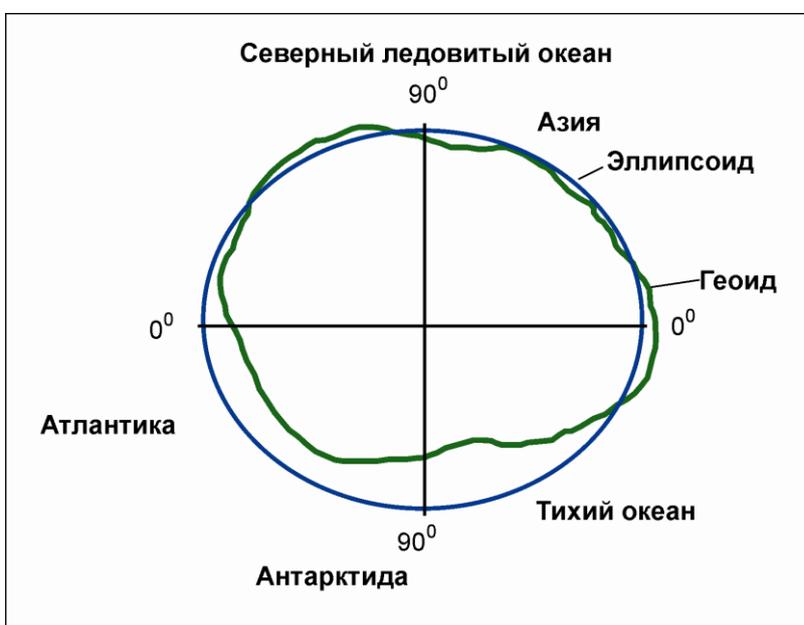


Рис. 1.5. Меридиональное сечение геоида и земного эллипсоида [А.М. Берлянт, 2002]

поверхности эллипсоида Красовского от геоида в пределах территории бывшего СССР не превышает 100—150 м.

Последовательность действий по переносу физической поверхности Земли на карту в самом общем виде выглядит следующим образом. Земной эллипсоид задается системой меридианов и параллелей (рис. 1.6.), которые создают некую основу, на которую затем переносятся объекты земной поверхности.

Тем самым точки земной поверхности, спроецированные на эллипсоид, приобретают географические координаты (долгота и широта), так как точки определяются системой меридианов и параллелей. Поверхность эллипсоида, уменьшенную до масштаба будущей карты, изображают на плоскости (карте). Для того, чтобы развернуть поверхность эллипсоида в плоскость, картографические данные переносят с его поверхности на поверхность более простой геометрической фигуры, которую легко развернуть в плоскость. Обычно для этого используют цилиндр или конус. Математический способ изображения на плоскости поверхности эллипсоида называется *картографическая проекция*.

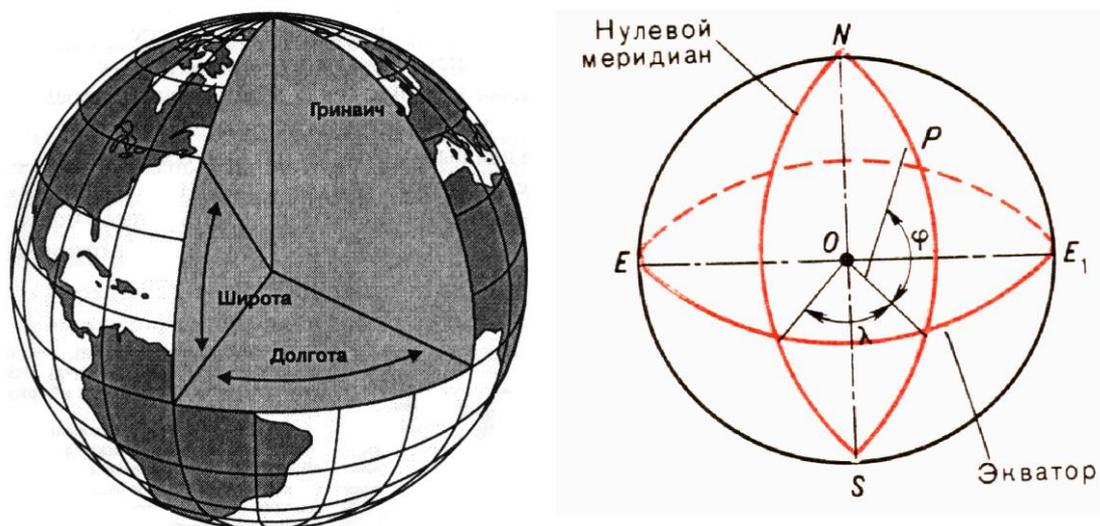


Рис. 1.6. Географическая система координат

Существует около 1000 проекций и соответственно проекционных преобразований. Все они основаны на формировании рисунка параллелей широты и меридианов долготы эллипсоида на выравниваемую или развертываемую поверхность.

Масштаб карты

На картах изображаются значительные части поверхности Земли или вся Земля целиком. Для того чтобы картографические объекты уместились на небольшой площади листа карты, они показываются в уменьшенном виде, в соответствии с заранее выбранным масштабом, использование которого позволяет сохранить пропорции размеров этих объектов. Истинные размеры объектов при переносе на карту уменьшаются, но их пропорции сохраняются. Карта составляется в едином масштабе, вследствие чего размеры всех объектов уменьшаются в одинаковое число раз.

Масштаб карты – степень уменьшения объектов на карте относительно их размеров на земной поверхности.

От масштаба карты зависит полнота содержания и подробность изображения. С уменьшением масштаба карты уменьшаются все размеры и отдельные объекты становятся настолько малыми, что их нельзя изобразить, сохраняя размеры в заданном масштабе. Таким образом, предельную точность масштаба (0,1 мм) следует считать предельной точностью измерений на карте.

Система масштабов, установленная в России для географических (топографических) карт приведена в табл. 1.

Таблица 1

Масштабы топографических карт принятых в России и СНГ

Масштаб карты	Название карты ¹	1 см на карте соответствует на местности расстоянию	1 см ² на карте соответствует на местности площади	1 км на местности соответствует на карте
1:5 000	Пятитысячная	50 м	0,25 га	20 см
1:10 000	Десятитысячная	100 м	1 га	10 см
1:25 000	Двадцатипятитысячная	250 м	625 га	4 см
1:50 000	Пятидесятитысячная	500 м	25 га	2 см
1:100 000	Сотысячная	1 км	1 км ²	1 см
1:200 000	Двухсоттысячная	2 км	4 км ²	5 мм
1:500 000	Пятисоттысячная	5 км	25 км ²	2 мм
1:1 000 000	Миллионная	10 км	100 км ²	1 мм

Масштаб карты указывается в нескольких вариантах (рис. 1.7.).

Численный масштаб (наиболее универсальный) представляет собой дробь с единицей в числителе, он показывает, во сколько раз длины на карте меньше соответствующих длин на местности (например, запись «масштаб 1:100 000» означает, что каждый сантиметр карты соответствует 1 км на местности). Этот вывод сделан на основании следующих рассуждений:

¹ Упрощенная форма названия карты в зависимости от ее масштаба, используется в устной речи.

надпись на карте 1:100 000 означает, что 1 см на карте равен 100 000 см на местности или 1 000 м, или 1 км. В таблице 1 в колонке «Масштаб карты» приведен численный масштаб.

Именованный масштаб указывает в виде надписи, какое расстояние на местности соответствует одному сантиметру на карте (например, в 1 см 1 км).

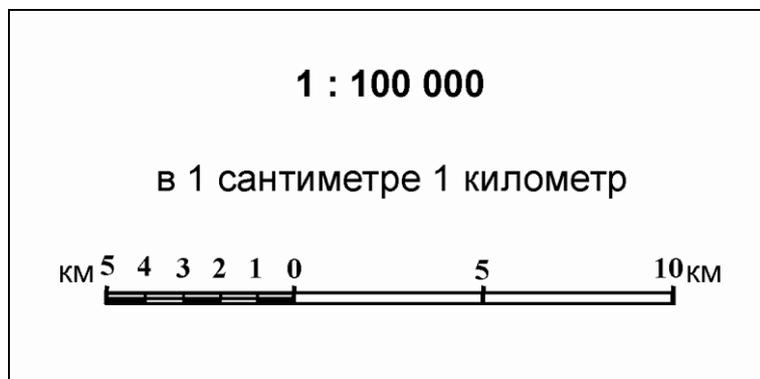


Рис. 1.7. **Виды масштабов на картах**

Линейный (графический) масштаб размещается на полях карты в виде линейки, разделенной на равные отрезки (обычно сантиметры) с подписями, соответствующими определенному расстоянию на местности. Он удобен для измерений по карте, поскольку позволяет определять расстояния (размеры объектов), не прибегая к вычислениям.

1.3. Рельеф земной поверхности и его изображение на карте

Рельеф, основные формы рельефа

Термин *рельеф* произошел от французского – relief (трансформированное латинское слово *relievo* – поднимаю). Рельеф является важнейшей характеристикой местности, он объединяет различные по размеру, возрасту и происхождению неровности земной поверхности, рассматриваемые как формы рельефа.

Рельеф – это совокупность неровностей земной поверхности.

Главными формами рельефа Земля являются материки и океанические впадины, рельеф которых чрезвычайно разнообразен, но и на материках и в океанах в рельефе земной поверхности преобладают горные сооружения и обширные равнинные пространства.



По возвышению над уровнем моря², густоте и глубине расчленения земной поверхности на материках различают два основных типа рельефа – горный и равнинный. *Горный рельеф* образован главным образом линейно вытянутыми, протягивающимися на большие расстояния горными хребтами с их вершинами и отрогами, разделёнными продольными долинами и другими межгорными понижениями. Горный рельеф подразделяют на низкогорный, среднегорный и высокогорный.

Равнинный рельеф (равнины) характеризуется формами поверхности с небольшими колебаниями высот. Чем выше над уровнем моря расположена поверхность, тем сильнее она может быть расчленена. Среди равнинного рельефа выделяют низменности, возвышенные равнины и плоскогорья. По форме неровностей и степени расчлененности различают плоскоравнинный, волнистый, холмистый, овражно-балочный и другие разновидности равнинного рельефа.

Определение высоты рельефа

Важнейшей характеристикой рельефа как поверхности Земли является абсолютная высота, все измерения которой проводятся от уровня моря. Поверхность мирового океана, продолженная в пределы континентов, рассматривается как *уровенная поверхность* (см. также раздел «Геодезическая основа карты» и астр.13), имеющая нулевую высоту. Все точки

² Подводный рельеф в пособии не рассматривается.

рельефа расположенные выше этой поверхности имеют положительные значения высот, ниже – отрицательные (их принято называть глубинами). Есть на поверхности суши и такие места, где абсолютная высота над уровнем моря отрицательная, т.е. лежит ниже уровня моря. Это Прикаспийская низменность (-28 м), впадина Мёртвого моря (-395 м), Долина смерти в Калифорнии (-85 м). Чтобы оценить контрастность высот, используется понятие *относительная высота*. Это, например, высота горы над днищем соседней долины.

Однако, в реальности поверхность океана достаточно неровная и подвержена значительным колебаниям (на нее влияет вращение Земли, приливы, нагонные ветра и течения, формы берегов и т. д.), поэтому в разных странах в качестве эталона нулевой отметки принимаются уровни Мирового океана, которые имеют региональное значение и, следовательно, отличаются между собой. Например, по Амстердамскому футштоку (рейка с делениями для наблюдений за уровнем воды) вычисляются высоты и глубины в Западной Европе. По Марсельскому футштоку проводятся замеры уровня Средиземного моря. В России отсчет высот ведется от нуля-пункта (нулевая метка) футштока в Кронштадте (медная табличка на каменном устое Синего моста через кронштадтский Обводный канал), который отвечает поверхности Балтийского моря в Финском заливе. Таким образом, *на всех картах России рельеф изображается в Балтийской системе высот*, то есть в системе исчисления абсолютных высот от среднего уровня Балтийского моря.

Изображение рельефа на картах

Рельеф на топографических картах показывают с помощью *горизонталей*, в сочетании с условными знаками немасштабных объектов, которые невозможно отобразить горизонталями (обрывы, скалы, овраги, промоины, каменные реки, фирновые поля и пр.). Изображение рельефа горизонталями дополняется отметками высот характерных точек местности (вершин гор и холмов, высших точек водоразделов, перевалов, седловин и наиболее низких точек дна долин), а также точек, являющихся ориентирами – перекрестки дорог и т.п., подписями горизонталей и указателями направления скатов (см. далее).

Горизонтали можно представить как линии, полученные в результате сечения рельефа местности уреченными поверхностями, то есть поверхностями параллельными уровню воды в океанах и проведенными (рассчитанными) через одинаковые интервалы по высоте.

Рассмотрим следующий пример (рис. 1.8.). Поскольку береговая линия является сечением рельефа (на рисунке – остров) уреченной поверхностью океана, изображение этой линии на карте представляет собой нулевую горизонталь, все точки которой имеют высоту, равную нулю. Допустим, что уровень мирового океана несколько раз поднимался на одну и

ту же фиксированную величину h . В соответствие с этим подъемом будет меняться и положение уральной поверхности, относительно исходной. Каждому уровню воды, начиная с исходного (линия CDE), будет соответствовать своя береговая линия ($C_1D_1E_1$, C_2E_2 , C_3E_3) в виде замкнутой кривой, все точки которой имеют одну и ту же высоту.

Если все линии равных высот изобразить в заданном масштабе на карте, то получим на ней изображение рельефа в плане в виде системы замкнутых кривых линий – горизонталей. Для изображения рельефа морского дна используются *изобаты* – изолинии равных глубин.

Таким образом, горизонталы (изобаты) представляют собой проекции на плоскость следов сечения рельефа уранными поверхностями, проведенными через заданный интервал по высоте, который называется *высотой сечения рельефа*.

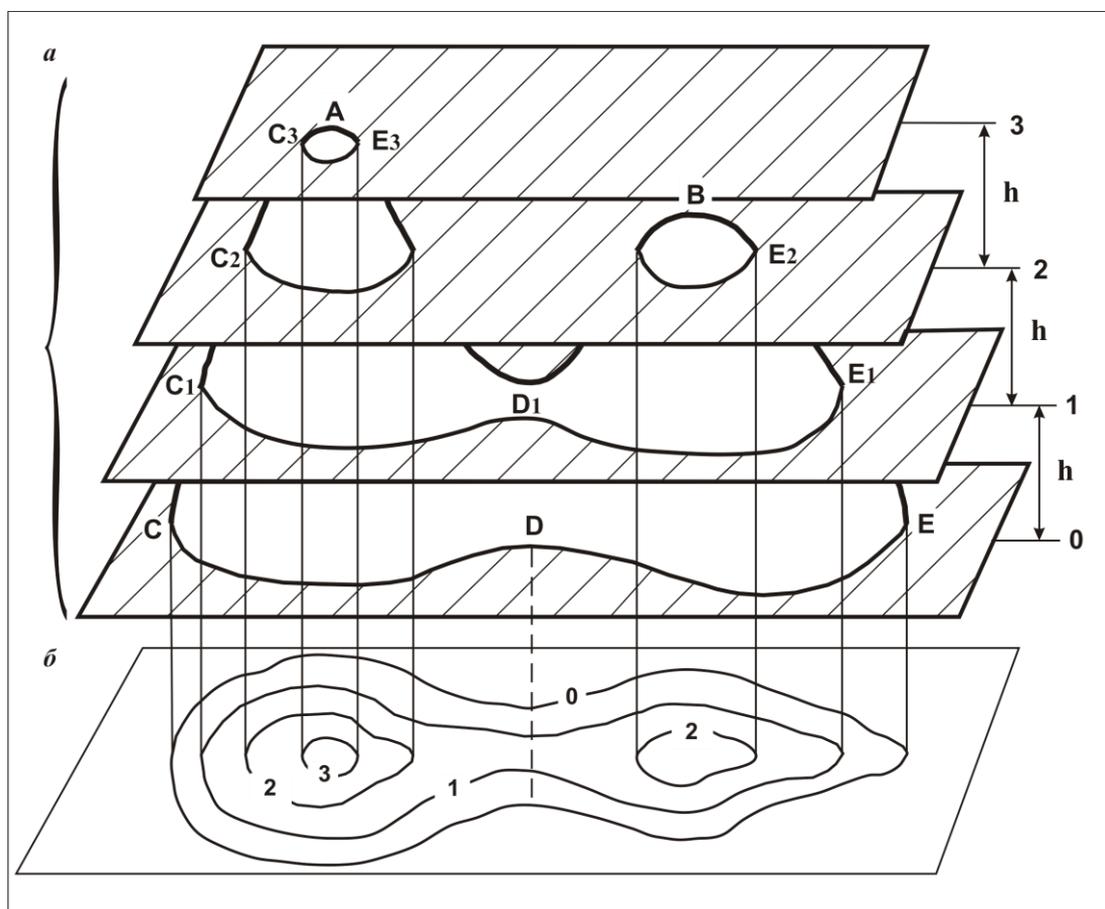


Рис. 1.8. Принципиальная схема изображения рельефа горизонталями.

a – уранные поверхности: 0 – исходная поверхность уровня моря; 1-3 – поверхности, отвечающие последовательным подъемам уровня моря. h – расстояние по высоте между смежными поверхностями (высота сечения). Элементы рельефа: A и B – вершины острова; CDE – линия берега; $C_1D_1E_1$, C_2E_2 , C_3E_3 – линии берега, отвечающие соответствующим уровням моря.

б – проекции береговых линий на горизонтальную плоскость: 0-3 – горизонталы, отвечающие соответствующим уранным поверхностям.

На карте она выражается разностью высот двух смежных горизонталей. В пределах листа карты высота сечения рельефа, как правило, является постоянной. Высоту сечения подписывают на каждом листе карты под ее графическим (линейным) масштабом. Например, «Сплошные горизонталы проведены через 80 метров».

Для топографических карт установлены стандартные сечения в зависимости от масштаба карты и характера рельефа (табл. 2). Обычно оно бывает, равно 0,02 величины масштаба карты (например, на картах масштабов 1:50000 и 1:100000 нормальная высота сечения соответственно равна 10 и 20 м).

Таблица 2

Принятая в России высота сечения рельефа для топографических карт

Территории	Высота сечения рельефа, в м						
	1:10 000	1:25 000	1:50 000	1:100 000	1:200 000	1:500 000	1:1 000 000
Плоскоравнинные открытые	2,5	2,5	10	20	20	50	Над уровнем моря: от 0 до 400 м – через 50 м, от 400 м до 1000 м – через 100 м, выше 1000 м – через 200 м.
Плоскоравнинные залесенные, равнинные пересеченные, холмистые, а также песчаные пустыни	5	5	10	20	20	50	
Предгорные и горные	5	5	10	20	40	100	
Высокогорные	-	10	20	40	80	100	

Горизонталы, отстоящие одна от другой на принятое значение высоты сечения рельефа, называют *основными*, их показывают тонкими сплошными линиями. Если значение высоты сечения рельефа выражается в целых метрах, то каждую пятую основную горизонталь отображают утолщенной линией, а при сечении 0,5 и 2,5 м – каждую четвертую. Эти горизонталы называют *утолщёнными*. В тех случаях, когда с помощью основных горизонталей не удастся показать какие-либо существенные детали рельефа, применяют дополнительные и вспомогательные горизонталы. *Дополнительные горизонталы* или *полугоризонталы* проводят через половину высоты принятого сечения рельефа и показывают тонкой штриховой линией. Например, на плоской поверхности Прикаспийской низменности полугоризонталами показывают многочисленные невысокие холмы и гряды. *Вспомогательные горизонталы* равны одной четверти основного сечения (их также называют *четвертными*) или имеют произвольно выбранную высоту сечения. Они изображаются также тонкими штриховыми линиями, но с укороченными отрезками. Все

разновидности горизонталей, как правило, на карте отображаются линиями коричневого цвета.

Для удобства чтения рельефа на карте, для быстрого определения горизонталей, их надписывают в соответствии со значением высот, которым они отвечают. Надпись (ее называют *оцифровка горизонталей*) располагают в разрыве горизонтали, в удобном для чтения месте, так, чтобы верх цифры был обращен в сторону повышения рельефа. На картах отображающих горный, сильно расчлененный рельеф оцифровываются только утолщенные горизонталей.

В трудных для чтения рельефа местах, при отображении вершин, котловин, седловин и участков с малыми уклонами используют *бергштрихи* (указатели скатов) – короткие штрихи на горизонталях топографической карты, указывающие направление вниз по склону. Их размещают в наиболее характерных местах: преимущественно у вершин, седловин или на дне котловин, а также на пологих склонах (рис.1.9).

Характерные точки местности на картах показываются специальными внесмасштабными знаками, рядом с которыми выписываются их высотные отметки. Например, на рис. 1.9. точкой коричневого цвета показана вершина с отметкой 480,0 м.

Изображение типичных форм рельефа горизонталями

Изображение рельефа на топографических картах с помощью горизонталей дает достаточно полное и относительно детальное (зависит от масштаба карты) представление о неровностях земной поверхности: их форме и взаимном расположении, превышениях и абсолютных высотах точек местности, преобладающей крутизне и протяженности склонов, позволяет определять взаимную видимость точек, строить профили местности.

По форме горизонталей, их взаимному расположению можно судить о характере рельефа, изображенного на карте: замкнутые, как бы вложенные одна в другую горизонталей изображают холм (гору) или впадину, причем различить их помогают бергштрихи. Выпуклая петля горизонталей изображает выступ, мыс, водораздел, а втянутая – понижение, долину или балку. Большая густота горизонталей на карте указывает на большую крутизну склона, а разреженность горизонталей – на его пологость. Чтобы на карте определить разность высот двух точек, надо умножить число горизонталей между ними на сечение рельефа, а измерив, расстояние между ними по карте, можно по двум катетам найти гипотенузу, т.е. протяженность склона, и угол его наклона.

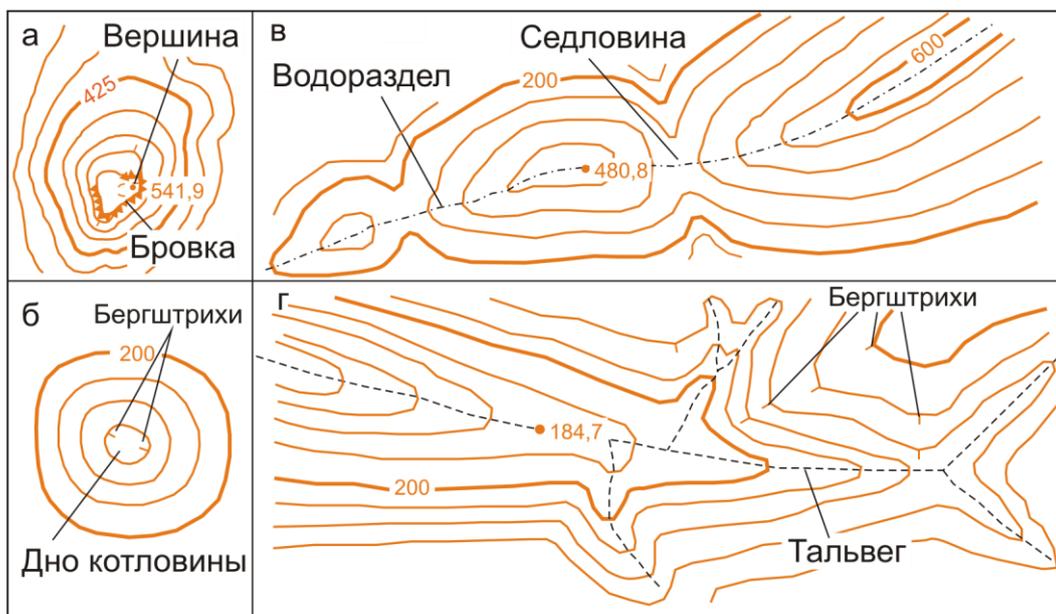


Рис. 1.9. Изображение на топографических картах основных форм рельефа
а – гора; б – котловина; в – хребет; г – долина

По характерным особенностям изображения на топографических картах все бесконечное разнообразие форм рельефа можно свести к пяти основным (элементарным): гора, котловина, хребет, долина, седловина (рис. 1.9.).



Гора – куполообразное или конусообразное поднятие рельефа, возвышающееся над окружающей местностью более чем на 200 м. Наивысшая точка ее называется *вершиной*, боковые поверхности – *склонами* или *скатами*, линия соединяющая склоны с окружающей местностью образует *основание* (*подожву*). На вершине горы или ее склонах могут располагаться ровные площадки, отделенные от крутых нижерасположенных частей склонов резким перегибом – *бровкой*³. Невысокая гора округлой или овальной формы, с пологими склонами (менее 30°), нечетко выраженным подножием и с относительной высотой не более 200 м называется *холмом*, а искусственный холм – *курганом*. Вытянутый в длину холм называется *грядой*, *увалом*, *гривой*.

На топографических картах гора изображается системой замкнутых горизонталей, которые как бы вложены одна в другую. Форма горизонталей изометричная, округлая или немного вытянутая. Горизонталы, расположенные в центральной части, имеют большую высоту, чем периферийные. Бергштрихи, изображенные на горизонталях (рис.1.9.б, в), всегда направлены в стороны, противоположные вершине. Бровки показываются сплошной утолщенной линией с частыми бергштрихами, обычно треугольной формы (рис. 1.9.а), направленными вниз по склону.

³ Следует иметь в виду, что на равнинах бровки встречаются не реже, чем в горах, фиксируя, например, обрывы террас, расположенных на склонах речных и овражных долин.

Котловина (впадина) – форма рельефа, представляющая замкнутое углубление земной поверхности. Самая нижняя часть котловины называется дном. Боковые поверхности образуют склоны, линия их слияния с окружающей местностью – бровку котловины.

Изображение котловин на топографических картах внешне напоминает рисовку гор. Это также совокупность замкнутых как бы вложенных друг в друга горизонталей, очертание которых близко к изометричной форме, но внутренние горизонталю имеют меньшую высоту, чем внешние, а бергштрихи на горизонталях направлены в сторону днища.

Хребет – линейно вытянутое возвышение, понижающееся к одному или обоим своим концам. Хребет имеет два относительно крутых противоположных склона (ската), линия их слияния образует *водораздельную линию* (*водораздел* – см. Словарь терминов). *Горный хребет* – цепь гор, простирающаяся в одном направлении.

На карте хребты изображаются горизонталями, вытянутыми вдоль водораздельных линий и расположенными в целом симметрично относительно них. Хребты, как правило, имеют извилистый и ветвистый вид, который придают им отходящие в стороны горные отроги и более мелкие ответвления водоразделов. Водоразделы имеют обычно сглаженные очертания, что отражается в плавных изгибах горизонталей. Четко выраженные гребневидные водоразделы изображаются резкими перегибами горизонталей.

Долина – линейно вытянутое незамкнутое понижение с уклоном в одну сторону, часто с обнаженными склонами различной крутизны, нередко осложненными террасами, оползнями, промоинами. Долина обычно расположена между холмами или горами. Линию по дну, к которой направлены склоны (борта) долины, называют *тальвег* (см. Словарь терминов). Часто по дну долины протекает река или ручей, в которые стекают воды с окрестных возвышенностей, в этом случае тальвег отвечает самым глубоким частям русла водотоков. В зависимости от формы различают: *каньоны, ущелья, теснины, корытообразные, V-образные, симметричные и асимметричные долины*. Долины, выработанные временными водотоками, образованными тальми и дождевыми водами, стекающими по их склонам и днищам, называются *ложбинами, лощинами, оврагами, балками*.

Горизонталю, отображающие долины, всегда вытянуты и в целом симметричны линиям тальвегов. Система горизонталей одного склона характеризуется наличием общих изгибов и поворотов, обусловленных изрезанностью бортов долины, наличием притоков. Четко выраженные тальвеги обычно изображаются резкими изгибами горизонталей. Широкие плоские днища долин, не имеющие четко выраженного тальвега,

характеризуются овально-трапецевидной формой горизонталей. По главному водотоку горизонталы затягиваются дальше к истоку, чем у его притоков.

Седловина – понижение на гребне хребта между двумя смежными вершинами; к ней с двух противоположных направлений, поперечных к хребту, подходят своими верховьями долины, расходящиеся в противоположных направлениях. Таким образом, седловина сочетает в себе нижние части склонов двух смежных вершин и верховий двух смежных долин, что находит свое отражение в крестообразном рисунке горизонталей.

Вершину горы, дно котловины и низшую точку седловины называют *характерными точками рельефа*, а линии водоразделов и тальвегов – *орографическими линиями*. Важно помнить, что

Запомни правило:

***Орографические линии пересекаются
горизонталями в точках наибольшего изгиба
горизонталей.***

На рис. 1.9 видно, что небольшая гора (холм) и котловина выглядят очень похоже – в виде системы замкнутых горизонталей. Схожи между собой изображения хребта и долины. Нередко отличить их можно лишь по направлению бергштрихов.

Определение высот точек на карте

Определение высот точек на карте – наиболее часто встречаемая задача при работе с топографическими картами. Приходится решать эту задачу и геологам, например, при построении гипсометрического профиля геологического разреза. Ее решение существенно упрощается, если вблизи от определяемых точек находится оцифровка горизонталей, подписанные на карте отметки высоты характерных точек местности; если характер рельефа выражен наглядными формами. В случае мелкопочечного расчлененного рельефа, а также горного и высокогорного – определение высот точек вызывает затруднения и ошибки.

В общем случае, для определения высоты точки выполняют следующие действия:

- а) определяют высоту сечения горизонталями;
- б) вблизи от точки отыскивают оцифровку, как правило, утолщенной горизонтали или отметку высоты характерной точки местности и по ней определяют высоту ближайшей к точке утолщенной горизонтали;

в) определив высоту утолщенной горизонтали, отсчитывают число основных горизонталей до точки.

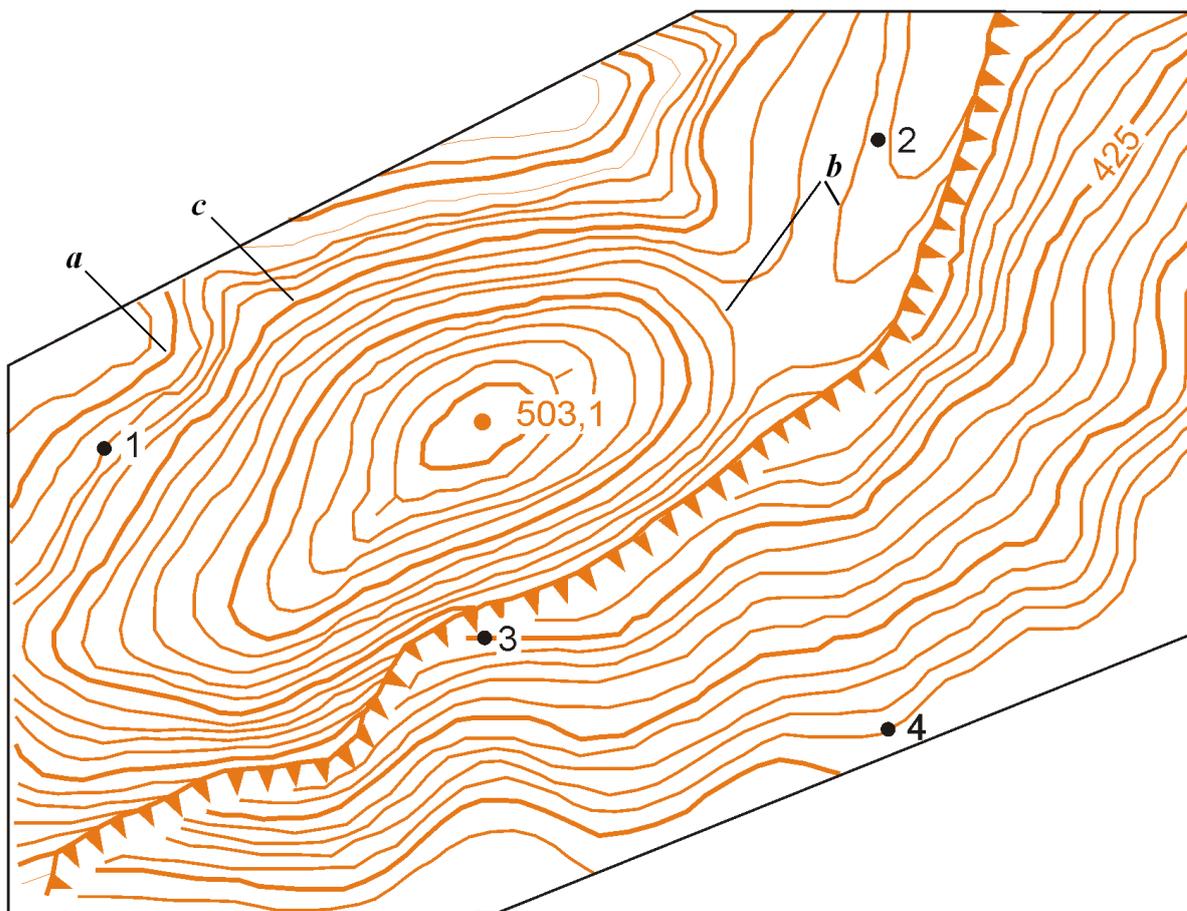


Рис. 1.10. Определение высоты положения точки на топографической карте с сечением рельефа 5 м.

Например, на рис. 1.10. горизонтали на карте проведены через 5 м, следовательно, все горизонтали, кратные 25 м, являются утолщенными. Определим высоту горизонтали, на которой располагается точка 1. Для этого, используем вершину с отметкой 503,1 м, рядом с которой находится утолщенная горизонталь – 500 м. Ближайшая к точке 1 утолщенная горизонталь *a* располагается ниже по склону и является третьей по счету от утолщенной горизонтали 500 м. Проведя нехитрые вычисления ($25 \cdot 3 = 75$; $500 - 75 = 425$), получаем высоту утолщенной горизонтали *a*, равную 425 м. Точка находится выше по склону от утолщенной горизонтали *a* на две основные горизонтали, т.е. на 10 м. Таким образом, высота горизонтали в точке 1 составляет 435 м.

В случае, когда точка располагается между горизонталями, находят величину ближайшей к ней горизонтали и к полученной высоте прибавляют превышение данной точки над горизонталью, определяемое на глаз. Рассчитаем высоту рельефа в точке 2. Особенность местоположения точки 2 состоит в том, что она отделена от вершины с отметкой 503,1 м седловиной, а ближайшая к точке горизонталь *b*, образует два контура разделенные этой

седловиной. Учитывая данное обстоятельство, подсчитаем количество горизонталей между утолщенной горизонталью 500 м, находящейся на вершине с отметкой 503,1, и горизонталью b , расположенной на ее склоне. Полученное значение умножим на сечение рельефа (5 м) и узнаем высоту горизонтали b – 465 м. Точка располагается на склоне соседней вершины примерно посередине между горизонталями 465 м и 470 м и ее абсолютная высота может быть оценена в 467,5 м.

В ряде случаев, при сложном рисунке горизонталей на карте, бывает удобнее вначале найти высоту горизонтали расположенной ниже седловины (например, 460 м) и дальнейшие расчеты вести от нее.

Если на карте присутствуют элементы рельефа, не выраженные горизонталями, то приходится оценивать их высоты. Например, на рисунке 9 юго-восточная часть территории карты отделена от северо-восточной обрывом. Для определения его высоты выбирается участок обрыва, на котором по линии, перпендикулярной к нему, обрываются (у его основания и на его бровке) горизонтали, лучше – утолщенные, и рассчитывается разница между ними. Так, в точке 3, расположенной под обрывом, заканчивается горизонталь высотой 425 м. Выше точки на бровке обрыва начинается горизонталь c высотой 450 м. Разница высот между ними составляет 25 м, что отвечает высоте обрыва.

Определите абсолютную высоту точки 4 самостоятельно⁴.

⁴ Абсолютная высота точки 4 равна 380 м.

2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

Древнейшей геологической картой, дошедшей до нашего времени, считается карта (Туринский папирус), составленная около 1150 г. до н. э. в Древнем Египте. На карте (рис. 2.1.) изображен 15-километровый участок долины Вади-Хаммамат (высохший в древности правый приток Нила, по которому проходила караванная дорога из столицы Древнего Египта – Фив к Красному морю) с нанесенными деревнями, холмами, золотыми копиями и каменоломнями; указаны расстояния между ними. Карта была составлена для участников экспедиции, организованной Рамзесом IV за строительным камнем, добывавшимся в каменоломнях Вади-Хаммамата.

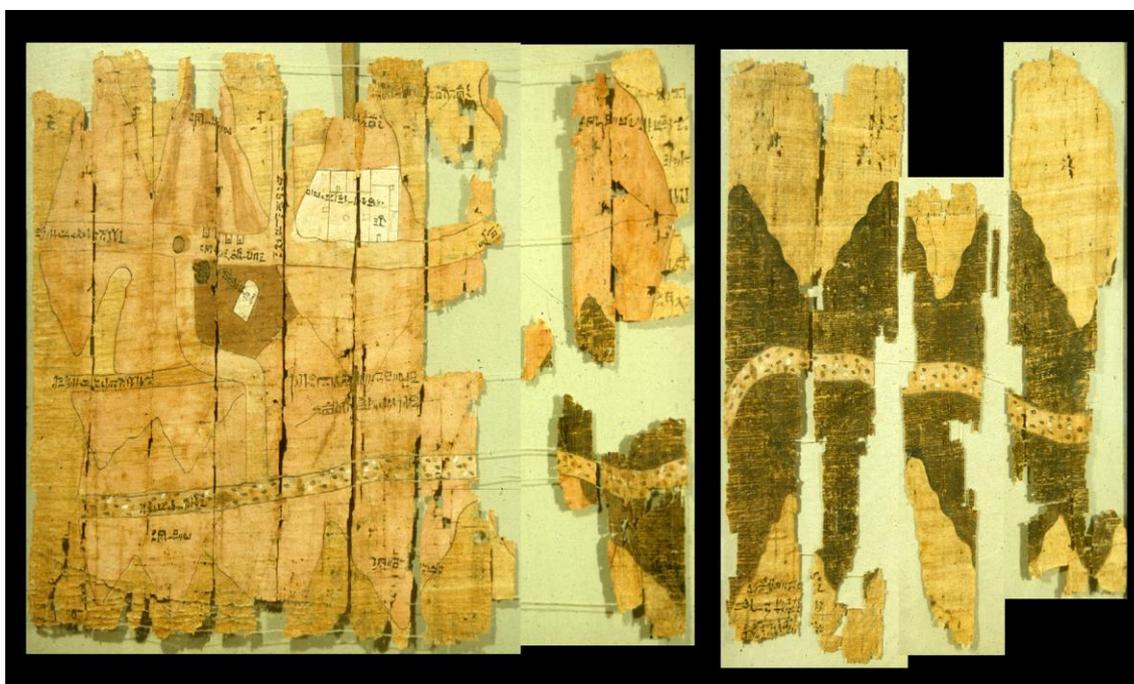


Рис. 2.1. **Фрагмент «Туринского папируса»**
[Источник: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>]

Геологические карты в современном их понимании появились в начале XVIII века, когда были созданы первые сводные стратиграфические шкалы, основанные на расчленении горных пород по возрасту, и был разработан способ прослеживания слоев горных пород на местности с нанесением всех наблюдений на географическую карту или план местности. Первоначально карты составлялись на территории отдельных месторождений в Европе, Сев. Америке, России. В начале XIX века в связи с развитием горнодобывающей промышленности составление средне- и крупномасштабных геологических карт повсеместно становится обыденной обязанностью горных инженеров.

Первой геологической картой, отображающей строение целого региона, стала знаменитая геологическая карта Англии и Уэльса, опубликованная английским геологом Уильямом Смитом в 1815 г.

Начало составления региональных геологических карт в России относится к 30—50 годам XIX века: в 1834 г. по инициативе Д.И. Соколова начались систематические работы по геологической съемке горных округов, на их основе в 1841 г. была составлена первая сводная геологическая карта «Генеральная карта горных формаций Европейской России» масштаба 30 верст в дюйме (1:1 260 000), а в 1845 г. «Геологическая карта Европейской России и хребта Уральского» (150 верст в дюйме). Во второй половине XIX века под руководством академиков Г.П. Гельмерсена и А.П. Карпинского были составлены первые полистные геологические карты Европейской России и Урала, долгие годы, служившие научной основой для проведения поисковых работ на многие виды полезных ископаемых в этих районах. Это были первые карты, созданные коллективом геологов на единой топографической основе и по единой методике.

Основные принципы составления геологической карты, цветная легенда и индексы были приняты на 2-й сессии Международного геологического конгресса в Болонье в 1881г. по предложениям российской делегации, которые с небольшими изменениями применяются и ныне. С этого времени стратиграфический принцип стал общепризнанным при составлении любых геологических карт, на которых стали отображать разновозрастные стратиграфические подразделения, объединяющие горные породы примерно одного возраста, а вещественный состав подразделений приводился в легенде в виде простого перечисления слагающих их пород.

Первая геологическая карта всей территории СССР масштаба 1:5 000 000 была издана в 1937 г., масштаба 1:2 500 000 – в 1940 г. В 1964 г. завершилось издание всех листов государственной геологической карты СССР масштаба 1:1 000 000, а к началу 80-х гг. – составление геологических карт масштаба 1:200 000 всех экономически освоенных районов (85 % территории страны). В СССР издавались также геологические карты континентов и Мира; в 1975 г. впервые был создан Геологический глобус в масштабе 1:15 000 000. В настоящее время имеются геологические карты Луны, Марса, Венеры, некоторых спутников Юпитера (Европа, Ганимед), составлена подробная геологическая карта Титана (спутник Сатурна), отдельных участков Меркурия [3].

В конце 80-х – начале 90-х годов XX века в геологической отрасли началось активное внедрение компьютерных технологий, среди которых ведущее место занимали геоинформационные системы (ГИС). Использование ГИС позволило перейти к созданию компьютерных (цифровых) геологических карт и картографических геологических баз

данных, совместному анализу разнородной геологической, геохимической и геофизической информации, материалов дистанционного зондирования Земли, осуществлению на этой основе прогноза месторождений полезных ископаемых в интерактивном (полуавтоматическом) и даже в автоматическом режиме.

После распада СССР в 1991 г. в России были развернуты работы по созданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (третье поколение) и масштаба 1:200 000 (второе издание), которые полностью реализовывались в цифровых форматах ГИС. Издание карт осуществлялось одновременно на бумажном носителе и в цифровом виде – на компакт-дисках⁵. В результате обобщения материалов листов Государственной геологической карты РФ в 2000 г. была издана Геологическая карта России масштаба 1:2 500 000.

Дальнейшее развитие работ по региональному изучению недр страны позволило перейти к построению сводной цифровой геолого-картографической основы России, ядром которой является «Информационно-аналитическая геолого-картографическая система «ГИС-Атлас России». «ГИС-Атлас России» содержит комплект карт геологического содержания с интегрированной в них разнообразной координатно привязанной информацией о геологической изученности, геологическом строении, закономерностях размещения полезных ископаемых, геоэкологии, распределенном и нераспределенном фонде недр Российской Федерации. С 2011 года интерактивная электронная карта⁶ используется в качестве средства представления материалов сводной цифровой геолого-картографической основы России.

В 2010 г. на основе обобщения результатов картографирования территории России и её континентального шельфа масштабов 1:1 000 000 и 1:200 000 была составлена Государственная геологическая карта РФ в масштабе 1:2 500 000, получившая Государственную премию в области науки и техники за 2011 год. В постановлении Правительства в частности отмечено, что «В ходе государственного геологического картографирования территории России формируется банк фундаментальной геологической информации, обеспечивающий развитие геологической науки, общих знаний о геологическом строении и минерагеническом потенциале суши и континентального шельфа». Карта издана в 2012 г.

⁵ В настоящее время принято решение издавать Государственные геологические карты только на цифровых носителях.

⁶ ГИС атлас можно посмотреть на сайте ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского по адресу: <http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/>.

2.1. Содержание геологической карты

Геологическая карта представляет собой графическое изображение на топографической карте распространения и условий залегания тел горных пород на земной поверхности или на глубине, разделенных по возрасту и составу.

В соответствии с этим определением на геологической карте должны быть показаны горные породы разного возраста, в том числе – четвертичные. Однако, учитывая то, что четвертичные отложения, в особенности голоценовые (современные), пользуются практически повсеместным распространением на поверхности Земли, их на картах не отображают, а показывают более древние породы, за исключением нескольких особо оговоренных случаев. Четвертичные отложения изображаются в долинах рек, в зонах морских побережий, областях развития горно-ледникового оледенения, в кайнозойских впадинах, в случаях невозможности достоверного изображения дочетвертичных образований. Вследствие этого, геологическая карта полностью или в значительной степени является картой дочетвертичных образований. При необходимости показа покрова четвертичных образований составляется специальная карта четвертичных отложений.

По масштабу геологические карты подразделяются на:

- обзорные (мельче 1:1 000 000)
- мелкомасштабные (1:1 000 000–1:500000)
- среднемасштабные (1:200 000–1:100 000)
- крупномасштабные (1:50 000–1:25 000)
- детальные (1:10 000 и крупнее).

Среди карт геологического содержания выделяется особая группа – *Государственные геологические карты*. В настоящее время статус «Государственные» имеют геологические карты масштабов 1:200 000 и 1:1 000 000, которые издаются полистно или группой листов. Государственные геологические карты составляются и оформляются в соответствии с действующими инструкциями [6, 8] и методическими руководствами [12, 13]. Издание этих документов позволило унифицировать содержание средне- и мелкомасштабных геологических карт.

Карты масштаба 1:50 000 (1:25 000) в настоящее время формально не являются «Государственными», они создаются для горнопромышленных областей и районов и издаются по заявкам конкретных потребителей. Их содержание определяется инструкцией

по составлению крупномасштабных карт [7], которая в целом соответствует инструктивным требованиям к картам средних и мелких масштабов.

Для карт иных масштабов (детальных и обзорных) специальных инструкций не существует, поэтому они составляются и оформляются в соответствии с вышеуказанными инструкциями и руководствами, положения которых выполняются по аналогии настолько полно, насколько это возможно, с учетом масштаба конечной карты. В тех случаях, когда при составлении карт 1:1 500 000 масштаба и мельче применить инструкцию по составлению карт масштаба 1:1 000 000 не удастся, используются несколько устаревшие «Типовые условные обозначения ...» [20].

На школьных геологических олимпиадах и полевых слетах при проведении соревнований по построению геологического разреза обычно используются карты масштаба 1:200 000 – 1:50 000, реже масштаба 1:25 000. Поэтому юные геологи должны иметь представление о стандартах, правилах составления и оформления современных Государственных геологических карт, изложенных в директивных и методических документах.

2.2. Объекты геологической карты

На геологической карте показываются поля распространения горных пород различного возраста⁷, состава и генезиса, их взаимоотношения, характер залегания, разрывные нарушения и другие элементы тектоники, а также некоторые дополнительные данные, уточняющие содержание геологических объектов и геологической карты в целом. В зависимости от формы и размера геологические объекты могут иметь площадное, линейное или точечно-знаковое картографическое отображение.

Площадные объекты являются основными на геологической карте и образованы двумя группами – стратифицированными и нестратифицированными горными породами.

⁷ До середины 80-х годов XX в. на геологической карте показывались площади распространения горных пород, расчлененных на подразделения общей стратиграфической шкалы (системы, отделы, ярусы). Использовались и литостратиграфические подразделения местной шкалы (свиты, серии), но только в тех случаях, когда перейти к биостратиграфическим подразделениям общей шкалы не удавалось. После принятия в 1986 г. Инструкции по составлению Государственной геологической карты СССР масштаба 1:50 000 (1:25 000), на картах стали отображать подразделения местной шкалы – содержание карт принципиально изменилось: биостратиграфические подразделения уступили место литостратиграфическим. Подразделения общей шкалы остались только на картах обзорных масштабов.

К *стратифицированным (дочетвертичным и четвертичным) горным породам* относятся: *осадочные, вулканогенно-осадочные, вулканогенные* и сохранившие первичную стратификацию *метаморфические* породы.

На карте дочетвертичные стратифицированные образования представлены подразделениями *местной стратиграфической шкалы*, главными из которых являются – *свита, подсвита, пачка и слой* [18]. При невозможности выделения вышеуказанных подразделений осадочные и вулканогенно-осадочные отложения расчленяются на *серии*, а вулканогенные и метаморфические – на *комплексы*. Отображенные на карте местные стратиграфические подразделения должны быть строго соотнесены с подразделениями общей (*система, отдел, ярус* – приложение 1) и региональной (*горизонты* – если они выделены) стратиграфических шкал.

Четвертичные стратифицированные образования на геологической карте обычно бывают расчленены по возрасту с выделением подразделений общей шкалы (раздел, звено, ступень – приложение 1) и использованием (если они выделены на территории листа карты) региональных (*горизонты*) и местных стратиграфических подразделений (*свиты*), а также генезису и составу.

Нестратифицированные образования геологической карты включают в себя: *магматические, метаморфические, метасоматические* и *импактные (коптогенные)* горные породы, расчлененные на комплексы. *Комплекс (петрографический комплекс)* является той главной единицей петрографических подразделений, которая выделяется на геологической карте. Кроме того, в качестве нестратифицированных образований показываются *тектониты*.

Магматические комплексы. Следует иметь в виду, что понятие «*магматический комплекс*» собирательное [16]. Оно объединяет такие противоположные по условиям формирования горные породы как интрузивные (кристаллизовавшиеся из магматического расплава на разных глубинах внутри земной коры) и вулканические (образовавшиеся из магмы на земной поверхности или вблизи нее). В свою очередь интрузивные породы образуют *плутонические* и *гипабиссальные* магматические тела, которые наряду с вулканическими образованиями группируются в *плутонические, гипабиссальные и вулканические комплексы* – базовые петрографические (картографические) подразделения.

Вулканические комплексы, сложенные преимущественно стратифицированными эффузивными (потоки, покровы) и вулканогенно-осадочными (слои, пачки) горными породами, показываются на карте в качестве стратиграфических подразделений. Однако наряду со стратифицированными телами горных пород в их составе присутствуют ассоциирующиеся с лавами *субвулканические* и *экструзивно-жерловые* образования,

являющиеся нестратифицированными телами горных пород. Если они выражены в масштабе, их отображают на карте в составе вулканических комплексов, но особыми знаками.

Магматические комплексы, не однородные по времени формирования, составу и строению, могут подразделяться на закономерно обособляющиеся части – дополнительные петрографические подразделения – *фазы и фации*.

Метаморфические комплексы могут быть подразделены на *подкомплексы* с указанием их состава и возраста. При необходимости внутри метаморфических комплексов и подкомплексов выделяют породы разного состава.

Линейными объектами геологической карты являются: геологические границы; разрывные нарушения; маркирующие (опорные) горизонты, изогипсы и изопахиты; не выраженные в масштабе карты дайки; жилы и жилообразные малые интрузии.

К прочим (точечным, знаковым) элементам геологической карты относятся:

- крап состава, знаки структур, типов пород и т.п.;
- плоскостные и линейные структурные элементы (ориентировка слоистости, кливажа, зеркал складчатости, шарниров складок и др.);
- объекты, связанные с вулканической деятельностью (центры извержений, жерловины, маары, кольдеры, грязевые вулканы и др.), сейсмичностью, трубки взрыва;
- места находок ископаемых органических остатков, обосновывающих возраст отложений;
- пункты, для которых имеются определения возраста пород и минералов по изотопно-геохронологическим и палеомагнитным данным;
- места археологических находок;
- знаки местоположения стратотипов, петротипов и опорных обнажений;
- геологические памятники;
- буровые скважины, шахты, карьеры,
- отвалы и эфеля (хвостохранилища).

2.3. Изображение площадных объектов

Геологические подразделения на геологической карте обозначаются цветом, крапом, штриховкой, а также геологическими индексами и символами. Существуют некоторые различия в изображении на карте стратиграфических и нестратиграфических подразделений.

Изображение стратиграфических подразделений

Стратиграфические подразделения (стратоны) на геологической карте показываются общепринятыми условными знаками, отражающими их возраст и состав.

Возраст (положение местных стратиграфических подразделений в общей стратиграфической шкале) обозначается соответствующим цветом и символами подразделений общей стратиграфической шкалы, с которыми они сопоставляются по времени формирования. Интенсивность оттенков цвета уменьшается от древних подразделений к молодым (приложение 2).

Состав осадочных образований отображается крапом только при необходимости отражения их литологических особенностей, подчеркивания структуры, понимания закономерностей размещения полезных ископаемых; состав вулканических комплексов показывается во всех случаях (приложение 3).

Каждое обособленное на карте поле распространения стратиграфического подразделения в обязательном порядке обозначается его индексом.

Полный индекс картографируемого подразделения состоит из возрастного символа таксона общей стратиграфической шкалы (для венда и фанерозоя указывается система и отдел, для довендской части докембрия – *зонтема* и *эратема*) и располагающегося правее символа географического (для отдельных толщ – литологического) названия подразделения. Символ таксона общей шкалы состоит из одной-двух букв латинского алфавита и пишется прямым шрифтом (приложение 1). Символ географического названия подразделения состоит, как правило, из двух букв латинского алфавита и изображается курсивным шрифтом для индексации комплексов, серий, свит или прямым шрифтом для – горизонтов и толщ.

Индексы четвертичных отложений на геологической карте состоят из символа системы и символа более мелкого подразделения общей шкалы четвертичной системы (приложение 1). Левее символа возраста помещается символ генетического типа образований. Например, aQ_{III} – аллювиальные отложения позднеплейстоценового возраста.

Более подробно правила индексации стратонов изложены в приложении 4.

Изображение нестратиграфических подразделений

Для изображения нестратифицированных геологических тел используются: цвет, крап, штриховка, буквенно-цифровые геологические индексы и символы.

Состав петрографических комплексов показывается цветом преобладающего семейства пород (приложение 3).

Возраст нестратиграфических подразделений (комплексов и их частей) показывается оттенками цвета, интенсивность которого возрастает от древних образований к молодым, и индексами.

Для показа особенностей строения крупных магматических тел (интрузивных фаций), специфических пород в метаморфических комплексах применяется разного рода крап.

Дайки, силлы, жилы магматических пород, мощность которых не выражается в масштабе карты, показываются линиями, цвет которых отвечает составу образований, а ориентировка отвечает простиранию тел.

Полный индекс комплексов (плутонических, гипабиссальных, метаморфических, метасоматических, импактных и тектоногенных) состоит из *символа состава* (прямой шрифт), располагаемого правее него *символа возраста* (прямой шрифт) и *символа географического наименования комплекса* (курсивный шрифт).

Возраст нестратиграфических подразделений указывается символами общей геохронологической шкалы с детальностью до эпохи.

Символ географического названия образуется одной (первая буква названия), реже двумя буквами латинского алфавита.

Более подробно правила индексации нестратиграфических образований изложены в приложении 4.

2.4. Изображение прочих объектов

Прочие (неплощадные) объекты геологической карты подразделяются на линейные и точечно-знаковые.

Изображение линейных объектов

Геологические границы и разрывные нарушения показываются линиями черного цвета: тонкими – границы, утолщенными – разрывы. В зависимости от степени

обоснованности они разделяются на *достоверные* и *предполагаемые*, а по отношению к земной поверхности – на *выходящие на поверхность* или *скрытые под вышележащими образованиями*. Разные типы геологических границ (согласные, несогласные и т.д.) и разрывных нарушений (сдвиги, сбросы, взбросы, надвиги, шарьяжи и т. д.) показываются различными типами линий (приложение 2).

Другими линейными объектами являются маркирующие горизонты, стратоизогипсы и изопахиты.

Маркирующие горизонты, не выражающиеся в масштабе карты, показываются цветными линиями с буквенными символами, отвечающими литологическому составу горизонта.

Изогипсы и изопахиты изображаются линиями различного вида и цвета в соответствии с принятой системой условных знаков. Оцифровка *изогипс* ведется от принятого в стране картоиздателя уровня Мирового океана, в России – от нуль-пункта Кронштадского футштока (нулевая изогипса). Значения изогипс (в метрах или километрах) могут быть отрицательные (со знаком «–») или положительные (знак «+» перед цифровым символом не приводится). Значения *изопахит* всегда положительные.

Изображение точечно-знаковых объектов

Отдельные трубки взрыва, астроблемы, центры вулканических извержений (действующие и потухшие), грязевые вулканы, шлаковые конусы, жерловины, маары, эпицентры крупных землетрясений отображаются специальными внесмасштабными знаками.

Буровые скважины, стратотипы, петротипы, опорные обнажения и пункты, для которых имеются определения абсолютного возраста пород, также изображаются внесмасштабными знаками и дополнительно нумеруются в одном порядке (слева направо сверху вниз). Внесмасштабные условные знаки можно найти на сайте ВСЕГЕИ [21].

2.5. Элементы зарамочного оформления геологической карты

Обязательными элементами, сопровождающими геологическую карту, являются: легенда, стратиграфическая колонка и геологические разрезы. Кроме того на листах государственных геологических карт в обязательном порядке помещаются различные мелкомасштабные карты и схемы тектонического, геолого-геофизического, геолого-экологического содержания, схемы изученности и пр.

2.5.1. Легенда геологической карты

Легенда (система условных обозначений) геологической карты *представляет собой совокупность всех применяемых на геологической карте и разрезах условных знаков и объяснений их содержаний.*

Легенда располагается справа от рамки геологической карты или на отдельном листе (если не хватает места на листе карты) и состоит из следующих блоков условных знаков и пояснительных текстов к ним:

- геологические подразделения, для которых определяется их возраст;
- знаки вещественного состава пород разного происхождения (крап, штриховка);
- знаки соотношения геологических тел (геологические границы, разрывные нарушения);
- внесмасштабные знаки, дополняющие и уточняющие строение вулканических тел (центры вулканизма, шлаковые конусы, кальдеры и др.);
- знаки объектов, не являющихся геологическими телами (буровые скважины, эпицентры землетрясений, элементы залегания, опорные обнажения и др.).

Условные обозначения (знаки) геологических подразделений (первый блок легенды) заключаются в прямоугольники, которые располагаются в виде двух вертикальных рядов (колонок). Левый ряд содержит условные обозначения стратиграфических подразделений (на картах обзорных масштабов – системы, отделы, ярусы, реже серии и свиты; на мелко–средне–крупномасштабных картах – свиты, подсвиты, толщи). Правый ряд предназначен для условных знаков нестратиграфических подразделений (комплексы, подкомплексы, фазы, фации). Знаки правого ряда смещены на половину длины условного знака относительно правой стороны прямоугольников левого ряда (приложение 5).

Знаки стратиграфических и нестратиграфических подразделений размещаются в единой возрастной последовательности и в строгом соответствии с их положением в общей геохронологической шкале.

Слева от условных знаков подразделений приводится соответствующая часть общей стратиграфической (геохронологической) шкалы (рифей, мел, нижний, валанжин и т. п.), причем название яруса записывается существительным мужского рода (визе, вятский, титон, даний и т. д.).

Справа от условных знаков подразделений приводится краткий пояснительный текст, содержащий названия местных основных или вспомогательных стратиграфических и нестратиграфических геологических подразделений (таврическая серия, патильская свита, нижняя подсвита, валунно-галечниковая толща, бодракский комплекс долеритов и т. д.),

сведения об их вещественном составе и мощностях. Перечисление пород в составе подразделения начинается с наиболее распространенных. Для объединенных и нерасчлененных подразделений перед названием подразделения (ий) указывается его (их) принадлежность к подразделениям общей стратиграфической шкалы (системе, отделу, ярусу).

Условные знаки геологических подразделений (свит, комплексов), расчлененных на более мелкие элементы, показываются в виде комбинации соединенных прямоугольников (расположенных вертикально для разновозрастных или горизонтально – одновозрастных подразделений) этих элементов (подсвит, подкомплексов, фаз и т. д.). Внемасштабные дайки, силлы, жильные образования, метасоматиты показываются в отдельных прямоугольниках, расположенных правее (и слитно) условных знаков, отражающих петрографический состав площадных тел соответствующих комплексов, например, дайки и силлы Россохинского комплекса габбро (приложение 5).

Характер контактов между выделяемыми подразделениями отражается формой нижней границы соответствующего прямоугольника.

Все прямоугольники закрашиваются цветом, соответствующим цвету этих подразделений на геологической карте. Индексы подразделений располагаются внутри прямоугольников.

Геологические подразделения, не выходящие на поверхность и не показанные на карте, но участвующие в геологическом строении района и изображенные на разрезах помещаются в легенде на соответствующем геохронологическом уровне и сопровождаются указанием «Только на разрезе».

Зональные легенды. В районах со сложным геологическим строением, с высокой степенью вертикальной и латеральной изменчивости земной коры приходится выделять одновозрастные геологические (стратифицированные и нестратифицированные) тела горных пород, отражающие зональное строение земной коры.



Геологическое содержание и степень проявления этой зональности может быть разной. Например, при переходе от одного района к другому существенно меняется состав одновозрастных отложений, что может быть обусловлено изменившимися условиями осадконакопления. Различный состав отложений предполагает выделение нескольких одновозрастных свит, которые будут распространены в соответствующих им фациальных зонах (стратиграфических районах). Такая зональность может проявляться на разных стратиграфических интервалах и даже по всему разрезу. Точно также магматические, метаморфические и метасоматические горные породы, распространенные на одной территории, изменяются на другой, отражая

геодинамическую зональность условий их образования. Разные участки земной коры могут отличаться не только составом слагающих их горных пород, но и тектоническими структурами (характером деформаций), обуславливая выделение *структурно-формационных* зон.

Таким образом, при сложном геологическом строении картографируемой территории на отдельных стратиграфических (геохронологических) интервалах может быть выделено несколько разновозрастных или близких по возрасту картируемых подразделений (свит, комплексов и т. д.), сменяющих друг друга по латерали и характеризующих разные структурно-формационные (фациальные, стратиграфические, структурно-геологические, геодинамические) зоны (подзоны, районы, области).

Зональность геологического строения находит отражение в легенде геологической карты. В зависимости от сложности геологического строения картографируемой площади применяются различные способы построения зональной легенды и отображения в ней зональных геологических подразделений.

1. Если картографируемая площадь характеризуется относительно небольшим количеством элементов вертикального и латерального районирования, то зональная легенда строится по общим правилам, изложенным в начале раздела, но с некоторыми изменениями и дополнениями.

Во-первых, на свободном месте в легенде для каждого возрастного среза, отличающегося расположением структурно-формационных или других геологических зон, размещается схема геологического районирования, с указанием интервалов времени, для которых показывается расположение зон, их географические названия и геологическое содержание.

Во-вторых, для представления в легенде нескольких близких по возрасту *стратиграфических подразделений*, развитых в различных зонах (районах) отображенной на карте территории и имеющих одинаковый возрастной символ используется один элемент (прямоугольник) легенды. К этому символу общей шкалы добавляется индекс того подразделения местной схемы, которое занимает наиболее высокое положение в разрезе. В текстовой части легенды этот индекс расшифровывается первым, затем перечисляются остальные от молодых к древним. После названия каждого подразделения приводится соответствующий ему символ (в круглых скобках), а в квадратных скобках номер (арабскими цифрами) геологической зоны по схеме районирования, после чего ставится тире и приводится характеристика пород, начиная с преобладающих.

Для подразделений сходного состава допускается общая характеристика пород, которая приводится после перечисления наименований свит и индексов с заглавной буквы.

В-третьих, если в одном условном обозначении объединено несколько одновозрастных и однотипных *петрографических комплексов*, развитых в разных зонах (подзонах), в прямоугольнике ставится индекс комплекса, развитого в первой по порядку зоне, остальные приводятся в порядке возрастания нумерации зон, в которых они распространены. После названия каждого комплекса, его индекса (за исключением первого) в круглых скобках и номера зоны в квадратных скобках ставится двоеточие, и перечисляются породы, составляющие комплекс. Для перечисленных пород, состав которых отражается в текстовой части легенды после каждого названия породы, начиная со второго, в скобках приводится ее петрографический символ.

2. Если картографируемая площадь характеризуется достаточно большим количеством элементов вертикального и латерального районирования, то легенда строится по зональному принципу (например, Сибиконская и Хара-Улахская зоны, приложение 5). Для каждой зоны в пределах соответствующего ей геохронологического интервала составляются отдельные вертикальные ряды условных обозначений стратиграфических и нестратиграфических подразделений (свит, комплексов и т. д.) с пояснительным текстом, строго привязанных к единой стратиграфической (геохронологической) шкале, которая размещается в левой части легенды. Над вертикальными рядами приводятся географические названия зон (районов т. д.), а на свободных местах помещаются схемы геологического районирования указанных интервалов времени, на которых показываются расположение зон, их географические названия и геологическое содержание.

3. В складчатых областях сложного покровно-складчатого строения, на площадях сочленения складчатых и платформенных областей, существенно различающихся разрезами, допускается применение так называемой матричной легенды. В матричной легенде блоки условных обозначений размещаются отдельно для каждой структурно-формационной зоны. Для каждого блока слева от вертикальных рядов условных знаков приводится соответствующая часть стратиграфической (геохронологической) шкалы. Блоки условных обозначений подписываются сверху географическим названием структурно-формационных зон (тектонических структур) и сопровождаются схемами районирования.

Для наглядности в легенде проводятся корреляционные линии от общей шкалы по основным рубежам развития территории.

2.5.2. Стратиграфическая колонка

Стратиграфическая колонка содержит информацию о стратиграфических подразделениях геологической карты: их составе, мощности, характере границ, соотношении с подразделениями общей стратиграфической шкалы.

Четвертичные отложения в стратиграфической колонке не отображаются. Стратиграфическая колонка размещается слева от геологической карты или при недостатке места на отдельном листе.

Стратиграфическая колонка представляет собой таблицу, выполненную в вертикальном масштабе и состоящую из ряда (восьми-девяти) вертикальных граф, включающих в себя (слева направо):

- общую стратиграфическую шкалу с указанием системы, отдела, яруса и региональную стратиграфическую шкалу с указанием горизонта (четыре графы для фанерозоя);
- индекс местного стратиграфического подразделения;
- литологический состав и положение находок органических остатков (в условных обозначениях) – собственно колонка;
- мощность картографируемых подразделений (в метрах) или интервалы мощности при ее изменчивости (если мощность точно не установлена, пишутся слова: более..., менее...);
- характеристика геологических подразделений (наименования и таксоны стратиграфических подразделений, краткое описание вещественного состава, перечень важнейших (руководящих) ископаемых органических остатков).

В стратиграфической колонке стратоны отображаются в строгом соответствии с их возрастной последовательностью. Самые древние отложения показываются в нижней части колонки, а самые молодые – в верхней. Характер соотношений между подразделениями в разрезе изображается различными типами линий (приложение 2).

Стратиграфические подразделения в колонке раскрашиваются и индексируются в полном соответствии с цветами и индексами геологических подразделений геологической карты. Индексы стратиграфических подразделений пишутся горизонтально в одну строку. Расшифровка индексов приводится словами, которые могут быть написаны как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении.

Литологический состав стратиграфических подразделений отображается горизонтально расположенными черными условными знаками. Для наглядности колонка с литологическим составом может быть построена по ритмостратиграфическому принципу

(или «устойчивости пород»). В этом случае условные знаки, которыми показан состав отложений, ограничены справа ломаной линией, подчеркивающей существующую в разрезе ритмичность, а при ее отсутствии – степень устойчивости пород к выветриванию. В последнем случае более плотным породам (конгломераты, песчаники, известняки, эффузивы) будут соответствовать карнизообразные выступы (на 6—12 мм), менее плотным породам (глинистые сланцы, туфы, глинистые известняки) – ниши, разделяющие выступы.

Вертикальный масштаб колонки выбирается таким образом, чтобы ее высота не превышала размеров вертикальной рамки карты, и на ней можно было бы отобразить основные особенности внутреннего строения выделенных подразделений. Колонка строится по максимальным мощностям отложений, но если из-за большой мощности некоторых стратиграфических подразделений длина колонки резко увеличивается, то делаются пропуски («разрывы») внутри однородных в вещественном отношении интервалов разреза, изображаемые тонкой двойной (с промежутком в 2 мм) волнистой линией. Если мощность частей разреза (например, юры и мела) резко различна, то для них колонка составляется в разных масштабах, что оговаривается в примечании под разрезом. В этом случае колонка делится на две части с промежутком в 5 мм, причем «шапка» колонки приводится только для верхней части.

Если в пределах листа карты располагаются две и более зоны различного геологического строения, стратиграфические колонки строятся на каждую из них. В заглавную надпись каждой колонки включается название зоны. Общая стратиграфическая шкала приводится лишь у крайней левой колонки, между колонками проводятся корреляционные линии, показывающие, как сопоставляются изображенные на колонке подразделения разных зон.

2.5.3. Карты и схемы зарамочного оформления

Обязательными элементами, сопровождающими государственную геологическую карту, являются карты и схемы, которые размещаются на листе карты в зарамочном оформлении, а при необходимости на специальных листах:

- схемы структурно-формационного (структурно-фациального) районирования;
- карта аномального магнитного поля;
- схема гравитационных аномалий;
- схема тектонического районирования;
- тектоническая схема;
- схема использованных картографических материалов;

- схема расположения листов серии;
- схема памятников природы.

Допускается составление других (дополнительных) схем (глубинного строения, метаморфизма, корреляции картографируемых подразделений и пр.), позволяющих наиболее полно отобразить геологическое строение территории и обосновать ее прогнозную оценку.

Для геологической карты масштаба 1:200 000 указанные карты и схемы представляются в масштабе 1:500 000, кроме схемы использованных картографических материалов, которая составляется в масштабе 1:1 000 000. Содержание мелкомасштабных карт и схем должно быть строго согласовано с объектами и их границами на базовой карте. Геологические тела, важные для содержания соответствующей схемы, но не соответствующие ее масштабу, изображаются вне масштаба, но с сохранением их конфигурации.

3. ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА

3.1. Общие понятия

Геологические разрезы представляют собой вертикальные сечения верхней части земной коры от ее поверхности на ту или иную глубину. Графически они представляют собой изображения на вертикальной плоскости характера залегания горных пород, их возраста, мощности, состава, формы геологических тел, складчатых и разрывных нарушений и т. д. Другими словами, геологический разрез – это «геологическая карта» вертикальной плоскости. При построении разреза геолог мысленно «разрезает» территорию по определенной линии, затем «убирает» одну половину, «смотрит», что видно на вертикальном срезе, и на основании «увиденного» строит геологический разрез.

Геологический разрез – *графическое изображение геологического строения по воображаемой плоской вертикальной поверхности, пересекающей земную кору от поверхности Земли до определенной глубины [12].*

Геологические разрезы являются неотъемлемой частью геологических карт, отражающей геологическое строение земной коры на глубине. Составление геологических разрезов позволяет не только иллюстрировать строение участка земной коры, но и изучать залегание пород, выявлять дополнительные структуры, уточнять представления о формах складчатых структур, уяснять положение разрывных нарушений на глубине. Строятся геологические разрезы обычно вместе с картой района, который они пересекают. Геологические разрезы составляются в условных обозначениях карты по линиям через участки, наиболее важные для общей характеристики геологического строения.

При построении разрезов, кроме геологической карты, привлекаются данные бурения, геофизики и некоторые другие материалы.

Перед построением разреза следует самым тщательным образом проанализировать геологическую карту, стратиграфическую колонку и условные обозначения к геологической карте. Необходимо уяснить;

- стратиграфическую последовательность картографических подразделений (слоев горных пород), их индексацию и мощности (следует обратить внимание на слои с максимальной и минимальной мощностью);

- наличие, тип и возраст интрузивных образований;
- наличие складчатых деформаций, их морфологию (в целом), простирания;
- наличие стратоизогипс (если они нанесены на карту, то в условных обозначениях следует посмотреть, к кровле или подошве какого слоя они приурочены, а затем проанализировать их рисунок на карте, что позволит определить морфологию тектонических структур);
- наличие разрывных нарушений и определить их тип;
- выделить на карте участки с различным характером деформаций;
- установить наличие структурных этажей.

Кроме того, следует оценить наличие на карте значков элементов залегания, скважин и горных выработок, установить их местоположение.

Геологические разрезы составляются в следующей последовательности (см. также приложение 7):

1. На геологической карте по выбранному направлению наносится линия разреза необходимой длины, в конечных точках и точках излома (если линия разреза ломаная) которой проставляются обозначения наименования линии разреза (буквы и цифры). Если линия разреза располагается внутри листа карты и не пересекает рамки, то ее ограничивают короткими штрихами, перпендикулярными линии разреза.

2. Перед построением разреза необходимо выбрать горизонтальный и вертикальный масштабы будущего разреза, которые обычно соответствуют масштабу карты. Для разрезов с горизонтальным и слабонаклонным залеганием слоев возможно увеличение вертикального масштаба, о чем будет рассказано далее. При складчатом и круто наклонном залегании пород изменение вертикального масштаба по сравнению с горизонтальным не допускается.

3. Выбор масштаба позволяет оценить размеры будущего разреза и подготовить лист миллиметровой бумаги соответствующего размера, сделать на нем предварительную разметку, нанести шкалу вертикального масштаба.

4. Построение геологического разреза следует начинать с построения топографического (гипсометрического) профиля, горизонтальный и вертикальный масштабы которого должны соответствовать выбранному масштабу разреза.

5. Построив топографический профиль, необходимо аккуратно нанести на него буровые скважины и горные выработки, расположенные на линии разреза и вблизи него, а затем точки пресечения линии разреза с геологическими границами и разрывными нарушениями, изображенными на карте.

6. Следующим шагом на разрезе отстраиваются разрывные нарушения (показывается положение сместителей на плоскости разреза), а затем границы тел интрузивных горных пород.

7. Последними на разрезе отображаются слоистые образования. Задача, которую при этом приходится решать, в значительной степени сводится к соединению между собой точек выходов на поверхность разновозрастных границ слоев, при соблюдении углов наклона слоев и выдержанности мощностей слоев. Углы наклона контролируются по карте, мощности – по стратиграфической колонке. Приемы построения разрезов с горизонтальным, наклонным и складчатым залеганием слоев имеют свои особенности, о которых будет рассказано ниже.

8. После того как построение разреза будет завершено, следует еще раз внимательно просмотреть весь разрез и при необходимости внести в него коррективы.

9. Затем разрез раскрашивается, по необходимости наносится крап; проставляются индексы геологических подразделений, которые должны строго соответствовать индексам карты.

10. В последнюю очередь выполняется «зарамочное» оформление разреза, при необходимости составляются условные обозначения.

При построении разреза особое внимание нужно уделять построению гипсометрического профиля, выносу на него геологических границ и разрывов, правильному откладыванию углов наклона слоев и разрывных нарушений, выдержанности мощностей слоев, правильности отображения стратиграфической последовательности слоев.

При этом следует руководствоваться следующими положениями:

- необходимо непрерывно и тщательно анализировать геологическую карту в процессе построения разреза, точно переносить выходы границ на кривую рельефа, показывать границы тонкими четкими линиями, в замковых частях складок делая плавные перегибы, контролировать мощности слоев на разрезе по стратиграфической колонке;
- при выносе с геологической карты на разрез точек выхода на поверхность геологических границ и разрывных нарушений, расположенных на линии разреза, необходимо последовательно откладывать расстояние от *начальной* точки линии разреза до точки *выхода*, а не между двумя точками выхода. Это правило также касается выноса на разрез горизонталей рельефа и других элементов топографической основы карты при построении гипсометрического профиля;
- разрезы обычно строятся «сверху вниз», то есть от молодых пород к более древним, при этом нанесение границ слоев и линий разрывных нарушений следует начинать с тех участков, где лучше всего выявляются формы складок и на карте имеются данные о падении слоев;

- необходимо оценить характер залегания пород на карте в целом и по линии будущего разреза, выделив участки горизонтального залегания, участки с моноклинальным залеганием слоев, участки складчатого строения, участки распространения интрузивных образований и разрывных нарушений;
- пользуясь элементами залегания, изображенными на карте, на геологическом разрезе показывают соответствующие наклоны границ слоев, таким образом, чтобы мощность каждого в отдельности слоя не менялась на различных участках разреза;
- если на карте выделяется несколько структурных этажей и по линии разреза верхние этажи перекрывают нижние, то на разрезе отображаются структурные формы верхних этажей, а затем нижних этажей;
- если на карте проведено несколько взаимно пересекающихся линий разрезов, необходимо проверить изображения границ в точках пересечения на всех разрезах – положение рельефа и геологических границ в этих местах должно быть совершенно одинаковым на всех разрезах, а вот углы наклона слоев могут отличаться, поскольку они зависят от ориентировки разрезов и элементов залегания (см. также п.п. 3.2.6.).

Глубина, на которую строят разрез, зависит от масштаба геологической карты, величины эрозионного вреза и тех данных, которыми располагает составитель – глубинности ранее проведенных геологоразведочных работ и надежности глубинной интерпретации геологических и геофизических данных. На практике разрез в выбранном масштабе изображается полосой, ширина которой редко превышает 5-10 см.

3.2. Методические рекомендации по построению разреза

3.2.1. Выбор направления линии разреза на карте

Перед составлением разреза необходимо выбрать линию, по которой он будет строиться. Разрезы должны давать представления о залегании пород, скрытых под земной поверхностью, и поэтому выбору направления разреза уделяется большое внимание. На геологической карте разрезы составляются по прямым линиям в направлениях, которые позволяют наиболее полно отобразить геологическое строение исследуемой территории (рис. 3.1). Как правило, они пересекают геологическую карту от рамки до рамки.

Количество разрезов зависит от сложности геологического строения территории. Если строение простое – можно обойтись одним разрезом, если сложное – выбирают несколько линий разрезов, ориентируя их таким образом, чтобы они пересекли участки с наиболее

сложным геологическим строением. Это могут быть многофазовые интрузивные комплексы, разрывные нарушения, районы со сложной складчатостью и т. д. Кроме того, количество разрезов определяется еще одним правилом: все типы геологических тел, имеющиеся на карте, должны быть показаны на разрезах, для изображения их взаимоотношений с окружающими.

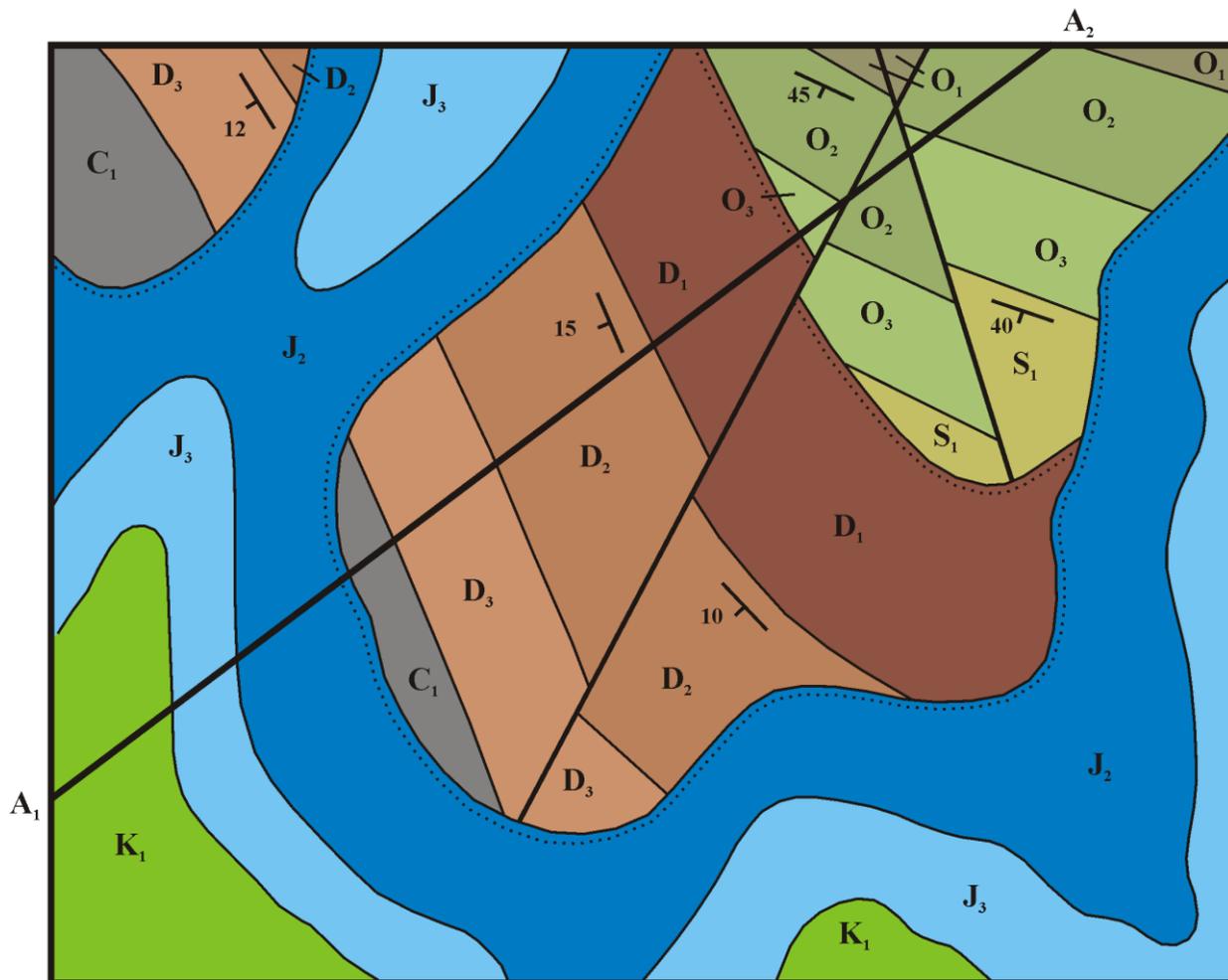


Рис. 3.1. Пример проведения линии геологического разреза

Условные обозначения к геологическим картам и разрезам приведены в Приложениях 1—5 и объясняются в тексте.

Линии разрезов предпочтительнее ориентировать перпендикулярно простиранию толщ горных пород и основных тектонических структур. В этом случае на разрезе будут показаны участки с разным геологическим строением, их взаимоотношения между собой, будут сохранены истинные углы наклона слоев горных пород и т. д. Разрезы, совпадающие с простиранием толщ, строятся крайне редко.

При сложном геологическом строении, когда невозможно провести прямую линию вкрест простирания всех структур, допускается построение разрезов по ломаной линии.

Ломаные линии выбираются и в том случае, если необходимо на одном разрезе показать участки с разным геологическим строением, не попадающие на прямую линию. При

построении разрезов большое значение имеют данные буровых скважин, поэтому линии разрезов следует направлять так, чтобы они пересекали скважины; если скважины лежат не на одной прямой, линия также может быть ломаной.

Положение разреза показывают на геологической карте тонкими черными линиями. Точки пересечения линии разреза с рамкой карты и точки излома обозначают прописными буквами русского алфавита с цифровым индексом справа внизу. Например, А₁–А₂, Б₁–Б₂–Б₃ и т. п.

При построении разреза необходимо иметь в виду, что слева должны располагаться западный, северо-западный, юго-западный и южный концы разреза. Таким образом, ориентировка разреза соответствует проекции линии разреза на горизонтальную рамку карты; меридиональные разрезы «поворачивают» направо.

3.2.2. Выбор масштаба геологического разреза

Геологические разрезы вычерчиваются в определенном масштабе, поэтому прежде чем приступить к построению разреза, следует выбрать его вертикальный и горизонтальный масштабы.

Горизонтальный масштаб всегда принимается равным масштабу карты. Выбор вертикального масштаба зависит от характера деформаций и мощностей стратиграфических подразделений (слоев) изображаемых на разрезе, а также цели построения разреза.

При наклонном и складчатом залегании отложений, изображенных на карте, вертикальный масштаб разреза должен быть строго равен горизонтальному, т.е. масштабу карты. Для районов с горизонтальным залеганием слоев горных пород допускается увеличение вертикального масштаба разреза относительно горизонтального в следующих случаях.

1. Если слои малой мощности, важные в геологическом отношении, невозможно показать на разрезе в масштабе карты.

Запомни правило:

Самый маломощный слой, изображенный на разрезе, должен иметь мощность в выбранном масштабе не менее 1 мм.

При мелком масштабе карты и небольших мощностях пород это условие становится невыполнимым и приходится либо объединять на разрезе слои незначительной мощности, либо изменять его вертикальный масштаб. В последнем случае вертикальный масштаб

увеличивают до значений, при которых самый маломощный слой может быть изображен полоской шириной 1 мм или более. Например, когда масштаб карты равен 1:50 000, а самый тонкий слой имеет мощность 10 м, то в масштабе карты он будет иметь на разрезе толщину всего 0,2 мм и его будет технически невозможно изобразить. Целесообразно выбрать масштаб 1:10 000 или 1:5 000, в первом случае слой на разрезе выразится полоской в 1 мм, во втором случае ширина полоски составит 2 мм. Необходимо избегать чрезмерного увеличения вертикального масштаба, так как это ведет к заметному увеличению крутизны склонов земной поверхности и искажению (увеличению) углов наклона слоев горных пород и разрывных нарушений на разрезе, а вместе с ними и к искажению представлений о геологическом строении территории. Разрез при этом утрачивает свое главное свойство – наглядность представления о геологическом строении на глубину. На практике допустимо увеличение вертикального масштаба разреза по сравнению с горизонтальным не более чем в 100 раз (1:2 000 при карте масштаба 1:200 000) для хозяйственно освоенных районов платформенного строения с практически горизонтальным залеганием пород.

2. Если на разрезе необходимо показать дополнительную информацию, часто не содержащуюся на геологической карте, например, различные сведения, связанные с полезными ископаемыми, инженерно-геологического содержания и т.д. Поэтому, как правило, инженерно-геологические разрезы имеют увеличенный вертикальный масштаб.

Для частей района, различающихся степенью дислоцированности, могут быть составлены разрезы с разными вертикальными масштабами, в пункте смены масштаба на линии разреза и самом разрезе делается разрыв шириной 0,5 мм.

3.2.3. Подготовка миллиметровки и предварительная разметка

Разрез удобнее вначале построить на миллиметровке, а уже затем при необходимости перенести на ватман. Подготовленная для построения разреза миллиметровка сгибается по длине так, чтобы меньшая (верхняя) часть была шириной не более 20 мм (рис. 3.2.). На широкой (нижней) части полосы бумаги обозначают начало и конец разреза, шкалу высот и нулевую линию. Положение шкал высот выбирается так, чтобы на широкой части бумаги поместился весь разрез; при этом над верхней отметкой должно оставаться не более 20 мм. Подготовив, таким образом, бумагу, ее местом сгиба прикладывают к линии разреза на геологической карте, следя за ориентировкой разреза. Буквы, нанесенные на миллиметровку, должны совпадать с буквами на концах разреза или точками его перелома на геологической карте. Затем разными знаками (сплошной линией, пунктирной, точками и т.д.) с карты переносят точки пересечения линии разреза с:

- горизонталями, указав их гипсометрические отметки, бровками и другими элементами рельефа;
- разрывными нарушениями (с указанием направления и угла падения плоскости сместителя, относительного перемещения крыльев);
- геологическими границами, указав индексы возраста геологических тел между ними;
- осями складок (обычно их отмечают удлиненными линиями со стрелками, указывающими направление наклона оси; например, антиклинали – сплошными, синклинали – пунктиром или другим типом линий);
- буровыми скважинами и горными выработками (в случае их расположения не на линии разреза, но вблизи нее – показываются пунктирными линиями). Целесообразно указать номер скважины или выработки и гипсометрическую отметку устья.

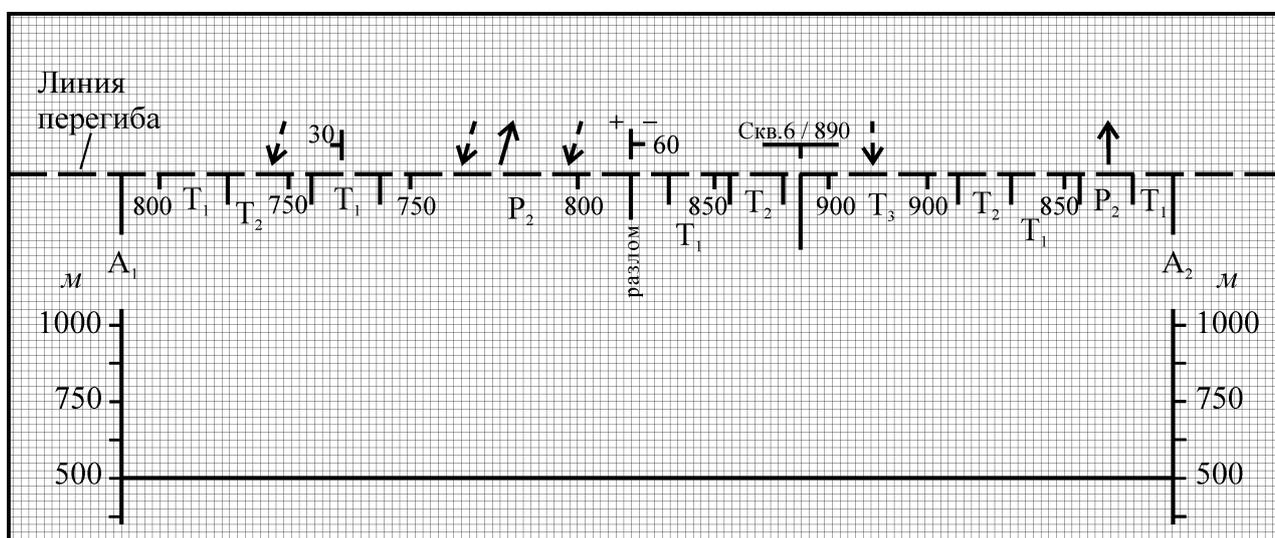


Рис. 3.2. Предварительная разметка миллиметровки (разъяснения – в тексте).

При необходимости на узкой части полосы указывают углы наклона слоев, элементы залегания разломов и др. После этого миллиметровка разворачивается в первоначальное положение, и можно приступить к построению разреза.

3.2.4. Построение гипсометрического профиля

Линия гипсометрического профиля должна быть расположена на листе миллиметровки с таким расчетом, чтобы сверху было достаточно места для написания заголовка геологического разреза, отображения точек перелома линии разреза и пересечения с другими разрезами, а снизу – для написания масштаба, условных обозначений, подписи исполнителя разреза и даты построения разреза. Концы гипсометрической кривой, а соответственно и разреза должны ограничиваться предварительно построенными вертикальными прямыми линиями, опущенными к основанию разреза – вертикальными масштабными линейками с обозначением высотных делений. Через их нулевые высотные отметки должна быть проведена горизонтальная («нулевая») линия уровня моря. Для высокогорных районов допускается проведение горизонтальной линии через другие высотные отметки, попадающие на разрез (на рис. 3.2. это 500 м).

Масштаб 1:25000

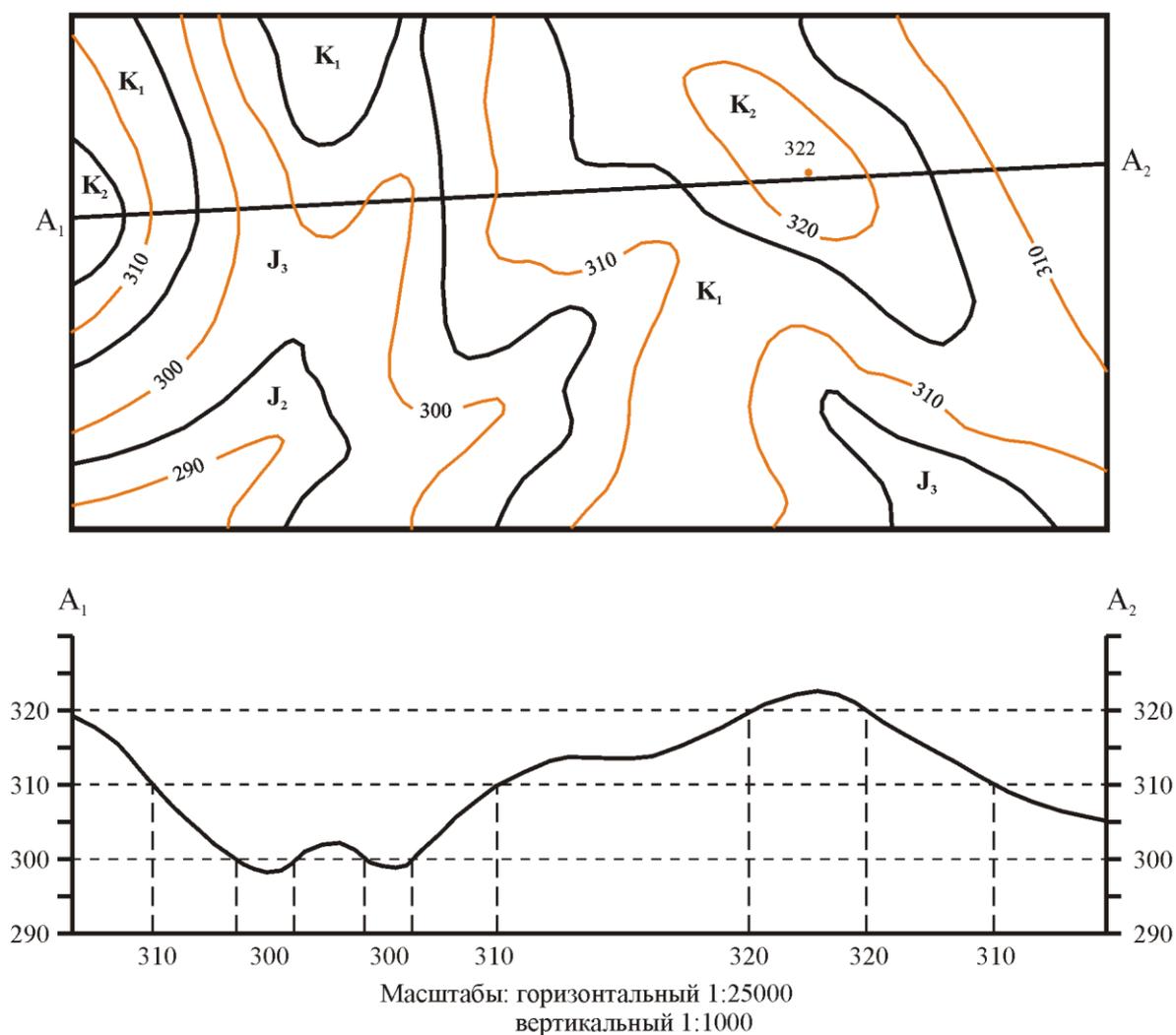
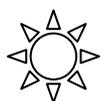


Рис. 3.3. Построение гипсометрического профиля рельефа

Для построения профиля рельефа отметки горизонталей с линии перегиба (или верхнего обреза) миллиметровки вертикальными линиями переносят на поле разреза. В местах пересечения этих линий с горизонтальными линиями миллиметровой бумаги, имеющими такие же абсолютные отметки на шкале высот, что и горизонтали, ставят точки. Таким же образом переносятся показанные на карте отметки высот характерных точек местности (вершины гор и холмов, днищ оврагов и пр.). Полученные точки соединяют плавной кривой, которая и будет представлять собой профиль рельефа (рис. 3.3.).

При вычерчивании гипсометрического профиля особое внимание нужно обратить на характерные точки рельефа (талъвеги долин, линии водоразделов). Их целесообразно выносить на верхний обрез миллиметровки, подписывая высоты, которые затем необходимо учитывать при построении линии рельефа. Следует также отметить места пересечения линией разреза обрывов, указав высотные отметки их верхней и нижней кромок. На профиле обрывы показываются субвертикальными линиями, длина которых равна взятой в вертикальном масштабе разреза разнице высот верхней и нижней кромки обрыва.

Если профиль строится по карте, рельеф на которой выражен горизонталями, то топографическая кривая строится по точкам пересечения линии разреза с горизонталями обычным способом. Если топографический профиль строится по карте с отдельными высотными отметками, то следует построить схематический профиль в масштабе карты.



Совет *Перед тем как приступить к выносу на миллиметровку точек пересечения горизонталей с линией разреза, внимательно изучите рисовку горизонталей на карте, выделив днища долин, талъвеги оврагов и водоразделы. Установите самую высокую и самую низкую точки на карте по линии разреза, и определите величину относительного превышения высот между ними: вначале в метрах, а затем в миллиметрах с учетом вертикального масштаба разреза. Для наглядности нанесите эти две точки на разрез и визуально оцените «размах» рельефа. Весьма вероятно, что при относительно плоском рельефе построение гипсометрического профиля может ограничиться проведением субгоризонтальной линии с изгибами в местах расположения талъвегов и водоразделов.*

3.2.5. Построение разреза при горизонтальном залегании слоев

Горизонтальное залегание слоистых толщ определяется общим горизонтальным или близким к нему расположением поверхностей наслоения (границ слоя), при условии, что каждый вышележащий слой более молодой, чем нижележащий.

Если слоистые отложения имеют горизонтальное залегание в условиях выровненного рельефа местности, то на поверхности будет обнажен только один самый верхний слой. В условиях пересеченного, изрезанного долинами рек и оврагов рельефа самые молодые отложения обнажаются на водоразделах, более древние – на склонах долин, а наиболее древние – в днищах. Граница (кровля или подошва) любого слоя, залегающего горизонтально, всегда имеет одинаковые абсолютные отметки.

На рис. 3.4. видно, что ширина выходов пластов на дневную поверхность зависит от мощности слоя и характера рельефа местности. При одинаковой мощности слоя, чем положе рельеф, тем больше ширина выхода горизонтально лежащего слоя на поверхность и наоборот.

Горизонтально залегающие слои на геологической карте, таким образом, можно узнать по следующим признакам:

- а) границы между слоями повторяют элементы рельефа;*
- б) границы слоев совпадают с горизонталями рельефа или располагаются параллельно им;*
- в) границы одновозрастных слоев имеют одинаковые гипсометрические отметки;*
- г) наиболее древние слои располагаются в понижениях рельефа, а наиболее молодые – на возвышенностях и водоразделах.*

При горизонтальном залегании слоев наиболее рациональным направлением геологического разреза будет линия, проходящая через самую высокую и самую низкую точки рельефа, так как при такой ориентировке на нем будут изображены все подразделения стратиграфического разреза, обнаженные на поверхности. Глубина разреза ниже поверхности Земли определяется конкретными данными о мощностях и залегании пород, не обнажающихся на поверхности. Основным источником этих данных служат стратиграфическая колонка к карте и разрезы буровых скважин.

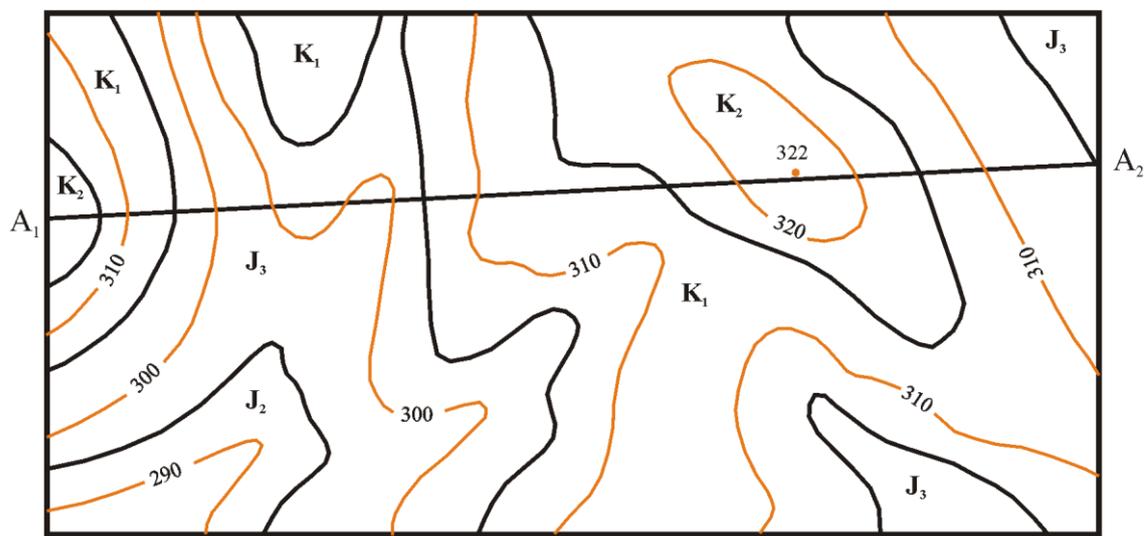
Построение на разрезе горизонтально залегающих слоев начинается с того, что отметки геологических границ с линии перегиба (или верхнего обреза) миллиметровки вертикальными линиями переносят на гипсометрический профиль, а затем соединяют между собой точки на профиле, отвечающие одновозрастным геологическим границам (рис. 3.4.).

При этом должны получиться горизонтальные линии, каждая из которых будет представлять собой кровлю одного слоя и одновременно подошву вышележащего слоя. Если залегание строго горизонтальное (контуры горизонталей параллельны геологическим границам и нигде не пересекают их), то и построенная граница слоя будет горизонтальной. Если залегание с небольшим наклоном (горизонталы и геологические границы пересекаются

под острым углом), то полученная граница будет иметь небольшой наклон.

При значительном увеличении вертикального масштаба даже слабонаклонное залегание на разрезе может выглядеть крутопадающим.

Масштаб 1:25000



Геологический разрез по линии A₁-A₂



Рис. 3.4. Разрез участка с горизонтальным залеганием слоев

Правильность построения разреза при горизонтальном залегании отложений во многом зависит от того, насколько точно построен гипсометрический профиль. Если имеются даже незначительные ошибки в его построении, то слои на разрезе получат значительный наклон, и при этом углы наклона будут разные для каждого слоя. В этом случае необходимо построить профиль рельефа заново. Иногда профиль может быть построен формально правильно, но все равно отдельные слои будут иметь не горизонтальное залегание, а наклонное. В этом случае необходимо провести корректировку рельефа (рис. 3.5.).

Обычно при построении профиля местности точки, в которых линия разреза пересекается с горизонталями, соединяются плавными линиями, предполагая, что рельеф между горизонталями меняется плавно. На самом деле так бывает не всегда. На фоне общего

повышения или понижения профиля местности могут быть небольшие возвышенности или западины, участки более крутого или пологого рельефа, которые не фиксируются горизонталями. Суть процедуры корректировки заключается в том, что в промежутках между горизонталями геолог показывает такое изменение рельефа, которое согласуется с горизонтальным залеганием слоев, но при этом эти изменения по абсолютным отметкам не должны выходить за пределы значений горизонталей.

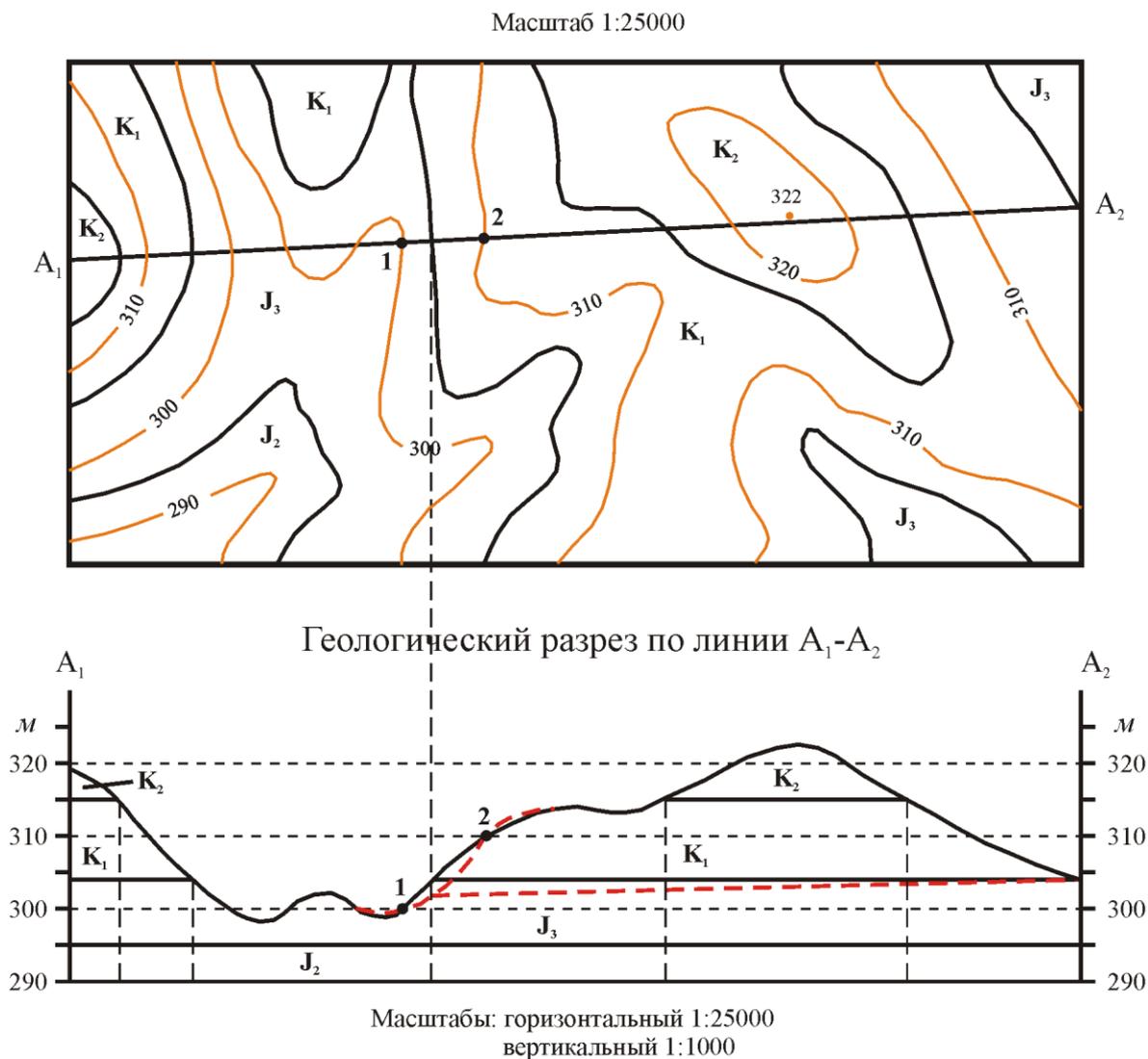


Рис. 3.5. Корректировка рельефа на разрезе с горизонтальным залеганием слоев

На рис. 3.5. точки пересечения линии разреза с горизонталями 300 и 310 для удобства пронумерованы цифрами 1 и 2. При построении рельефа на разрезе их соединили плавной дугообразной линией (красная пунктирная изогнутая линия). При нанесении границ слоев подошва слоя нижнего мела (красная пунктирная прямая линия) получила заметный наклон в западном направлении, а ее точка выхода на поверхность в восточном борту долины оказалась существенно ниже, чем в западном борту, что невозможно при горизонтальном залегании слоев. Для исправления разреза отрезок линии рельефа между точками 1 и 2 был

приподнят до его пересечения с горизонтально залегающей границей слоя нижнего мела, так чтобы положение границы на карте и разрезе совпали.

Соединив между собой одновозрастные геологические границы, получают слои горных пород, которые выходят на дневную поверхность. Для контроля необходимо измерить мощность построенных слоев с учетом вертикального масштаба разреза. Она не должна превышать мощность, указанную для данного слоя в стратиграфической колонке. Если мощность слоя оказывается больше, то необходимо искать ошибку, либо в профиле рельефа, либо в положении геологических границ. Нижние слои, не выходящие на поверхность, необходимо подстраивать снизу, учитывая мощности, приведенные в стратиграфической колонке. Если пробурены скважины, и они попадают на линию разреза или находятся вблизи ее, необходимо ориентироваться на мощность слоев по скважинам. По скважинам можно получить информацию о *выклинивании* слоев.

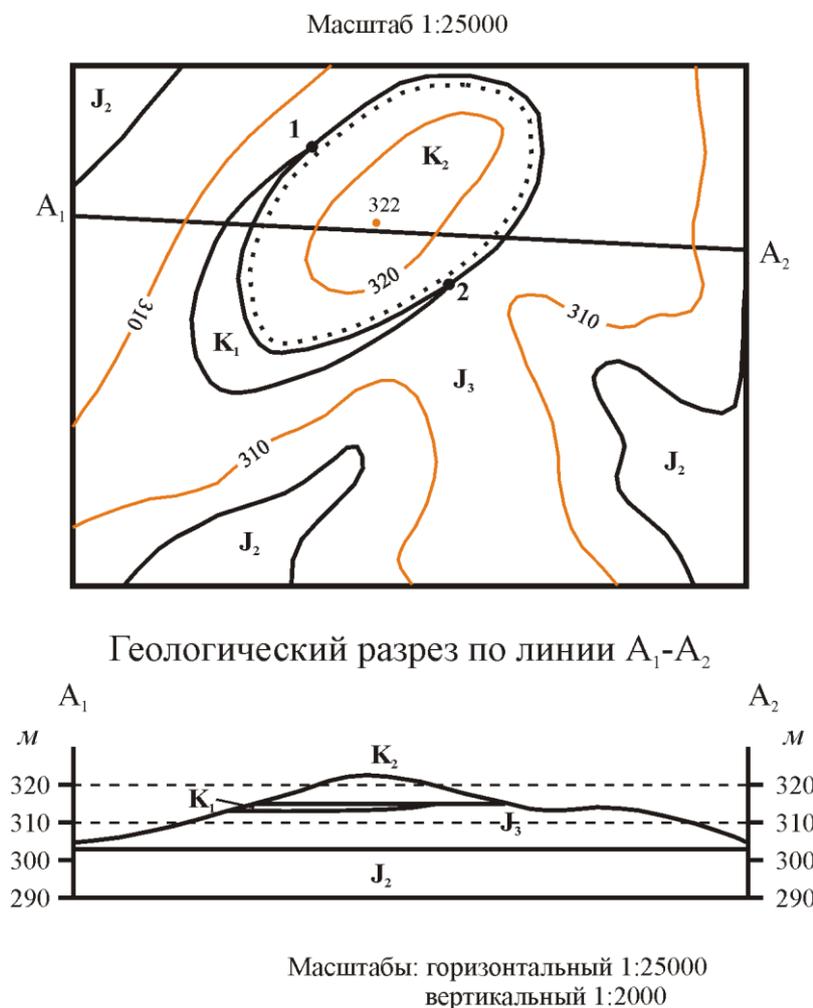


Рис. 3.6. **Выклинивание слоя**

В случае выклинивания видно, что в одной скважине слой есть, а в другой, рядом расположенной, отсутствует. При построении разреза мощность слоя необходимо постепенно уменьшать и полностью выклинить его между скважинами. Выклинивание слоя между двумя соседними обнажениями (или скважинами) при отсутствии другой информации принимается условно посередине. На карте выклинивание слоя выражается в перекрытии его границ другими слоями (точки 1 и 2 на рис. 3.6.).

Изменения мощности горизонтально залегающих слоев показывается на геологическом разрезе в масштабе карты, если разрез строится по карте с горизонталями или с высотными отметками.

Мелкомасштабная геологическая карта, на которой иногда не бывает даже указаний на относительные превышения точек рельефа местности, не всегда позволяет точно определять мощность таких толщ. На схематическом разрезе, составляемом по такой карте, мощность слоев можно показывать, исходя из анализа форм рельефа и границ выходов слоев, но так, чтобы выделялись все слои, прослеживаемые на карте по линии разреза.

3.2.6. Построение разреза при наклонном залегании слоев

При наклонном (или моноклинальном) залегании слои наклонены в одном направлении, при этом слои могут иметь как одинаковые, так и несколько отличающиеся ориентировки наклона и величины угла наклона, которые изменяются как от слоя к слою, так и по простиранию слоя.

Положение наклонного слоя в пространстве характеризуется элементами залегания: линией простирания, линией падения и углом падения. *Линия простирания* – это линия пересечения поверхности слоя с горизонтальной плоскостью или, другими словами, любая горизонтальная линия на поверхности слоя является линией простирания данного слоя. *Линия падения* – это направление наибольшего наклона слоя. Положение линии простирания и линии падения в пространстве определяется их азимутами⁸ и отличается на 90° . *Угол падения* – это угол наклона пласта относительно горизонта.

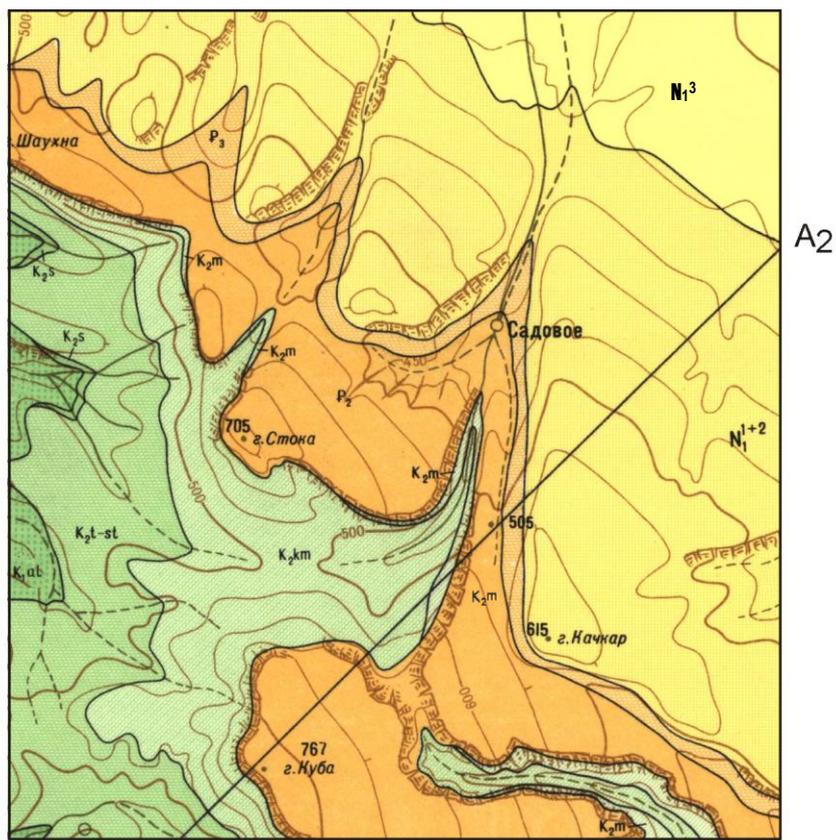
При горизонтальном залегании, как отмечалось ранее, каждый вышележащий слой моложе подстилающего, а кровля любого слоя расположена выше его подошвы. Такие взаимоотношения разновозрастных слоев и их границ указывают на *нормальное залегание слоев*. При повороте слоев в интервале от 0° до 90° нормальное залегание слоев сохранится. При повороте на большие углы относительно более древние слои станут располагаться над более молодыми, а их подошва – выше кровли, слои окажутся в *опрокинутом залегании*. Недоучет характера залегания слоев при построении разрезов приводит к многочисленным ошибкам в отображении стратиграфической последовательности слоев в разрезе, структурных форм и т.п.

Положение границ (форма выхода) наклонного слоя на поверхности Земли зависит от его мощности, угла падения и форм рельефа. При прочих равных условиях, чем больше мощность слоя, тем шире выход его на поверхности; чем круче наклон слоя, тем уже полоса его выходов, вплоть до истинной мощности при вертикальном падении. В районах с пересеченным рельефом границы выхода наклонного слоя сравнительно резко изгибаются в

⁸ Азимутом данного направления является угол, отсчитываемый от северного направления истинного меридиана до заданного направления по ходу часовой стрелки.

самых низких (днища долин) и в самых высоких (водоразделы) точках рельефа, образуя в плане изогнутый, пилообразный рисунок. Если мысленно соединить точки изгиба, то получатся треугольники, которые называются *пластовыми треугольниками* (рис. 3.7.).

Вершины пластовых треугольников, расположенные в днищах долин, ориентированы в сторону падения слоя, а на водоразделах – в сторону его восстания, при условии, что угол наклона слоя больше, чем угол наклона рельефа местности. Если угол наклона слоя меньше, чем угол рельефа местности, то в долинах вершина пластового треугольника направлена в сторону восстания слоя, а на водоразделе в сторону падения.



A1

A2

Геологический разрез по линии A1-A2

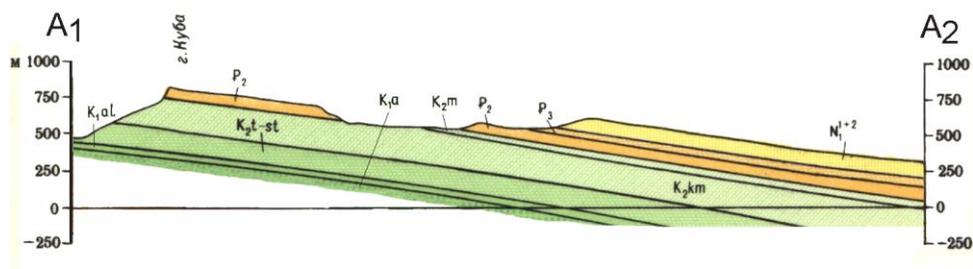


Рис. 3.7. **Фрагмент учебной геологической карты № 4 с геологическим разрезом**
 Индексы стратиграфических подразделений – см. стратиграфическую шкалу фанерозоя в прил. 1

На карте (см. рис. 3.7) изображены слои меловых, палеогеновых и неогеновых отложений, полого наклоненных в северо-восточном направлении.



Направление падения слоев определяется по ориентировке вершин пластовых треугольников в долинах оврагов. Особенно хорошо пластовые треугольники вычитываются в изгибах границы, разделяющей палеогеновые и неогеновые отложения в северо-западной части карты. Угол наклона слоев можно оценить по вытянутости пластовых треугольников в оврагах и острым углам пересечения горизонталей геологическими границами.

Наклонное залегание слоев на геологической карте отображается с помощью специального знака «элементы залегания слоев», длинная сторона которого отвечает линии простирания слоя, короткая – линии падения, угол падения слоя написан рядом со знаком (на рис. 3.8. угол падения слоев равен 12°).

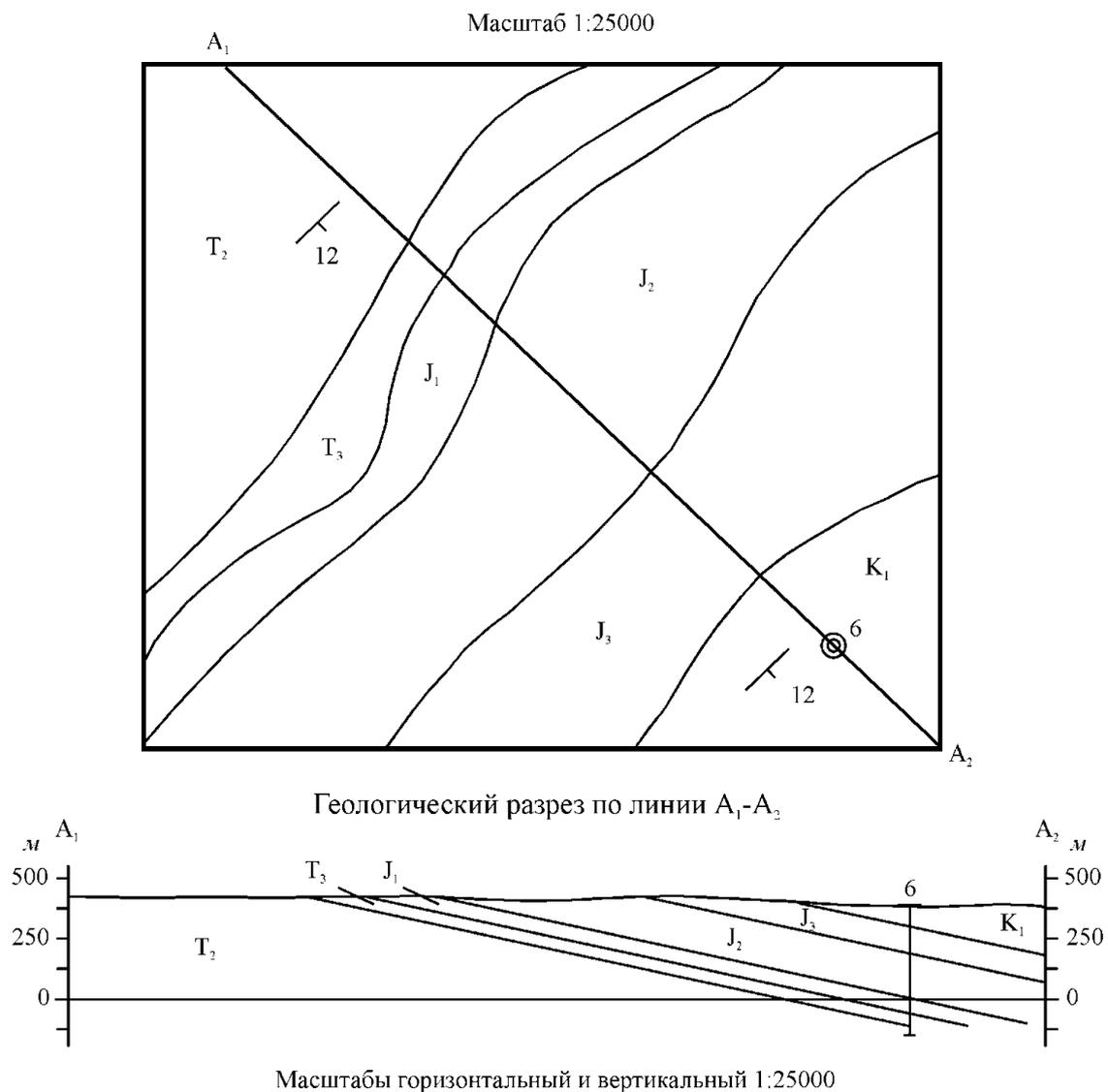


Рис. 3.8. Разрез участка с наклонным залеганием слоев

Но даже при отсутствии таких знаков наклонно залегающие слои можно увидеть на геологической карте благодаря следующим признакам:

- а) полосовидный рисунок геологической карты, обусловленный последовательно сменяющимися друг друга выходами пород различного возраста;*
- б) границы слоев приблизительно параллельны, изогнуты и пересекают горизонтали рельефа под острыми углами; при одинаковой расчлененности рельефа, чем круче залегают слои, тем менее криволинейны их границы на карте и тем большее количество горизонталей пересекают;*
- в) наличие пластовых треугольников.*

Запомни правило:

При нормальном залегании слои наклонены в сторону более молодых отложений.

Построение на разрезе наклонно залегающих слоев начинается с выноса на топографический профиль точек, отвечающих границам слоев, как описано выше. Далее на топографическом профиле из точек пересечения линии разреза с геологическими границами с помощью транспортира откладываются истинные углы падения.

При изображении наклонно залегающих слоев на разрезах необходимо учитывать ориентировку линии разреза относительно линии падения и линии простирания слоев, соотношения горизонтального и вертикального масштабов разреза, углы падения слоев, мощности слоев и форму рельефа.

На геологических разрезах, построенных под прямым углом к линии простирания, отображаются истинные углы залегания пород и истинные мощности слоев. Геологические разрезы, составленные по линиям, отклоняющимся от направлений падения слоев, показывают искаженные углы падения пород и измененные мощности. При этом в разрезах, направление которых совпадает с направлением линии простирания, слои имеют горизонтальное положение. При косом направлении разреза относительно линии простирания угол наклона слоев на разрезе будет иметь промежуточное значение между 0° и истинным углом падения. Мощность слоев на таких разрезах окажется больше истинной. Чтобы понять какой угол следует отложить на разрезах ориентированных не вкрест простирания, следует:

- измерить на карте угол образованный линией разреза и линией простирания слоев (лучше всего для этого воспользоваться значком элемента залегания изображенного на карте);

- найти значение истинного угла падения слоя, написанного рядом со значком элемента залегания;

- воспользовавшись таблицей поправок (приложение 6, таблица 1) определить видимый угол, который следует откладывать.

При изображении наклонно залегающих слоев вертикальный масштаб разрезов должен быть строго равен горизонтальному. На таких разрезах углы падения слоев будут соответствовать углам, наблюдающимся в действительности. Однако, в ряде случаев (рассмотренных ранее, раздел 3.2.2.) от этого правила приходится отступать, увеличивая вертикальный масштаб разреза, при этом углы наклона слоев меняются и становятся больше истинных углов. Новые, увеличенные углы падения слоев приведены в приложении 6, таблица 2.

Еще более сложная ситуация возникает, когда разрез с увеличенным вертикальным масштабом строится по косому направлению относительно линии простирания. В этом случае вначале по таблице поправок устанавливают измененный угол для косога направления (приложение 6, таблица 1), а затем полученное значение пересчитывают с помощью таблиц поправок в соответствии с отношением вертикального и горизонтального масштабов (приложение 6, таблица 2).

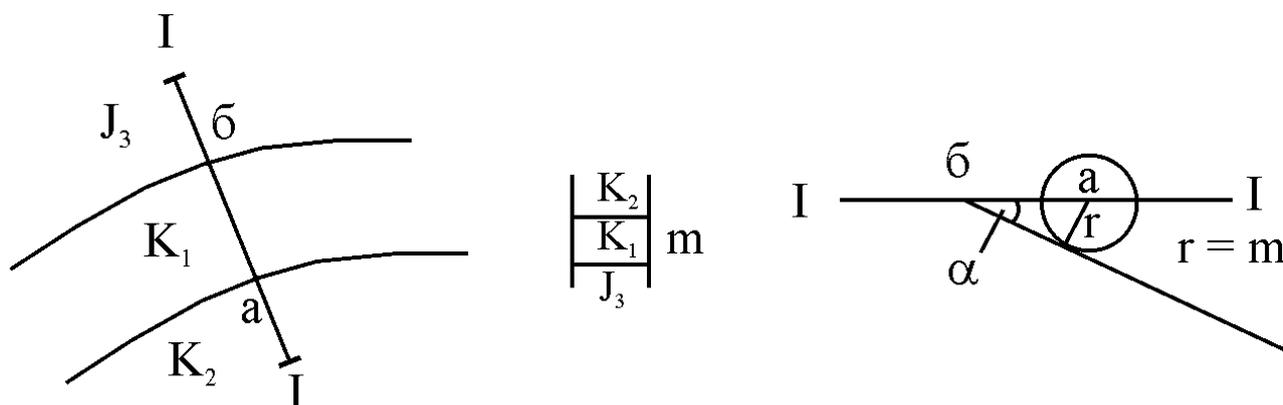


Рис. 3.9. Определение графическим способом угла падения слоя

m – мощность слоя; α – угол падения

Необходимо иметь в виду, что на разрезах с увеличенным вертикальным масштабом искажаются не только углы падения слоев, но и их мощность.

В том случае, если линия разреза пересекает границу (кровлю или подошву) наклонно залегающего слоя не менее двух раз, то для его построения достаточно соединить точки пересечения разреза границ этого слоя. Границы других слоев отстраиваются параллельно первой, с учетом их мощностей, контролируемых по стратиграфической колонке. Этот прием широко применяется при построении разрезов в областях развития *структурного рельефа*, так как по наклону кровли *бронирующего* слоя легко отстроить границы

подстилающих слоев. Примером бронирующих слоев могут служить изображенные на геологической карте и разрезе (рис. 3.7.) отложения эоцена и отложения нижнего и среднего миоцена, кровля которых отпрепарирована процессами эрозии и совпадает с поверхностью рельефа.

Угол наклона можно определить также методом радиусов (рис. 3.9.). На разрезе из точки кровли слоя (*a*), мощность которого известна, проводится окружность радиусом, равным мощности слоя в вертикальном масштабе разреза, а из точки подошвы (*b*) – касательная к этой окружности. Эта линия является подошвой слоя, а полученный при этом угол – углом наклона слоя. При моноклинальном залегании он будет постоянным для всех горных пород. Затем из точки выхода кровли проводят линию, параллельную подошве – линию кровли слоя.

Если в разрезе выделяются две-три пачки слоев с разными элементами залегания, то угол наклона определяется для каждой пачки отдельно. Наличие толщ с разными углами наклона определяется при анализе геологической карты. Проведя на разрезе одну границу слоя, из других точек строятся параллельные линии, которые будут границами (подошвами и кровлями) других слоев. Правильность построения разреза контролируется через мощности слоев, которые не должны превышать указанные в стратиграфической колонке.

Запомни правило:

Если мощности слоев больше указанных в стратиграфической колонке, то, скорее всего, угол, под которым построены слои на разрезе, больше истинного; если мощности значительно меньше, то угол, скорее всего, меньше истинного.

Небольшие отклонения можно исправить, скорректировав положение рельефа между горизонталями (как в случае горизонтального залегания) и углов наклона слоев. При больших расхождениях в мощности слоев необходимо существенно уточнять рельеф.

При построении геологического разреза необходимо учесть, что обычно мощность каждого в отдельности слоя условно принимается неизменяющейся. Поэтому если один и тот же слой выходит на дневную поверхность в нескольких участках, имея разную ширину полос выхода, то это объясняется как рельефом, так и различными углами падения слоя. Расширение полосы выхода слоя на карте объясняется уменьшением угла падения, а сужение полосы выхода слоя обуславливается увеличением угла его падения.

На некоторых геологических картах с горизонтальным или пологим залеганием слоев нанесены стратоизогипсы («горизонтали» подземного рельефа) кровли или подошвы одного

из слоев. По абсолютным отметкам стратоизогипс следует уточнить границы такого слоя на разрезе.

3.2.7. Построение разреза при складчатом залегании слоев

Слоистые толщи под действием тектонических сил (пластических деформаций горных пород) часто приобретают волнообразные изгибы, которые называются складками.

Складчатое залегание слоев на геологической карте отличается следующими характерными признаками:

- а) в рисунке карты складки отображаются в виде узких изогнутых, эллипсоидно-кольцевых и зигзагообразных полос, отвечающих выходам разновозрастных слоев, границы их не согласуются с гидрографической сетью и секут горизонтали;*
- б) преобладают полосы, симметрично повторяющиеся относительно одной непарной полосы; при этом непарные полосы отвечают ядрам складок (ядра антиклинальных складок сложены древними породами, ядра синклинальных – молодыми), симметрично повторяющиеся полосы – крыльям складок;*
- в) знаки элементов залегания слоев расположены таким образом, что показывают направления падения слоев в разные стороны: на крыльях синклинальных складок навстречу друг другу, антиклинальных – в противоположные стороны.*

Дополнительными (косвенными) признаками являются:

- а) многочисленные разрывные нарушения;*
- б) наличие многочисленных интрузивных тел.*

Перед построением геологического разреза в области развития складчатых структур необходимо установить по геологической карте возраст всех отложений, смятых в складки; определить наиболее древние породы и стратиграфическую последовательность всех остальных пород до самых молодых отложений; выявить отсутствующие возрастные горизонты и определить причину их отсутствия (размыв, перекрытие, выклинивание, разрывные нарушения). Нередко выявить причину отсутствия того или иного слоя в стратиграфической последовательности только по анализу участка построения разреза нельзя, в таком случае необходимо проанализировать геологическую карту в смежных участках. Если отсутствующие на поверхности слои выходят на соседних участках, то следует проследить их по простираанию и установить, где и в результате чего они исчезают на карте.

При построении разрезов через складчатые структуры направления разрезов следует выбирать так, чтобы они были ориентированы вкрест простирания *осей складок*. При ориентировке разреза под углом к линии простирания пород, составляющих складки, в значения угла их наклона на разрезе вводятся соответствующие поправки (приложение 6, таблица 1).

Последовательность построения разрезов при складчатом залегании слоев отражена в приложении 7 и в кратком виде изложена ниже.

После стандартных операций по подготовке миллиметровки и выноса на нее всех имеющихся на карте данных строится гипсометрический профиль (приложение 7, разрезы Б, В, Г), на который наносятся точки пересечения на карте линии разреза с геологическими границами и положение осей складок (приложение 7, разрез Д).

Для того, чтобы определить, какие складки пересекаются линией разреза, необходимо проанализировать геологическую карту на участках, расположенных по обе стороны от линии разреза. Характер складки (антиклинальная, синклиналиная) определяется по возрасту пород на крыльях и в ядре и направлениям наклона слоев на крыльях. Шарниры и оси складок на карте определяются по точкам перегибов слоев в замковых частях *периклинальных* или *центриклинальных замыканий* (окончаний) складок. По ширине выходов слоев на крыльях складок и в их замыканиях необходимо уяснить морфологические типы складок, пересекаемых линией разреза, уточнить положение осевых поверхностей и определить направление падения крыльев, относительную крутизну их наклона. Положение осевой поверхности складки с учетом возможного ее наклона на разрезе показывается вспомогательными линиями (например, антиклинали – штрих-пунктирными, синклинали – пунктирными) и отвечает биссектрисам углов, образуемых крыльями складок. Эти линии нужны для построения складок и после окончательной редакции разреза стираются.

Построение складок начинается с того, что из нанесенных на гипсометрический профиль точек выхода геологических границ вниз от профиля проводятся наклонные линии произвольной длины (будущие границы слоев), их угол наклона соответствует углам падения слоев. Угол откладывается при помощи транспортира от условной горизонтальной линии, пересекающей гипсометрический профиль в точке выхода границы слоя. Для дальнейших построений бывает удобно заранее показать намечаемые границы слоев не только ниже профиля, но и выше его, как бы восстанавливая складку.

Первыми отстраиваются наиболее простые, не осложненные другими структурами синклиналиные складки (например, синклиналиная складка в левой части разреза на рис. 3.10.), а в них – границы наиболее молодых слоев с известными углами падения. Для этого, намеченные геологические границы, ближайšie к осям складок, короткими штрихами

наклоняют в сторону осей синклиналиных складок и в сторону от осей антиклиналиных складок. Однозначные границы соединяют, перегибая их по осевым линиям: ниже линии разреза – сплошными линиями, выше – пунктирными (восстанавливая размытые части складок, а в ряде случаев уточняя этим соотношение слоев и структур) (приложение 7, разрез Е).

В случае если на каком-то участке отсутствуют углы падения, то можно использовать метод радиусов, как это было описано при построении разреза с наклонным залеганием. Применять метод радиусов можно только для крыла, не осложненного мелкой дополнительной складчатостью, иначе углы будут сильно искажены. Определив угол наклона слоя в крыле складки, под этим углом параллельно проводят серию слоев в сторону оси синклинали или от оси антиклинали. При этом необходимо иметь в виду, что крыло синклиналиной складки может одновременно являться и крылом соседней антиклинали. Если по другую сторону оси складки ширина выхода одноименных слоев такая же, то слои проводятся под такими же углами до соединения их с одноименными слоями смежного крыла складок (приложение 7, разрез Е).

Различная ширина выходов слоев на крыльях складки может быть обусловлена разными углами наклона крыльев или дополнительной складчатостью. Узкие выходы слоев в одном крыле говорят о крутом залегании слоев, а широкие выходы в другом – о пологих углах наклона. В этом случае складки будут наклонные по положению осевой поверхности.

При изображении замков складок основное внимание должно быть обращено на форму замков и мощности пород.

Мощность смятого в складку слоя должна оставаться постоянной по разрезу, если нет данных о ее изменении. В большинстве случаев изменения в мощностях слоев в замках и крыльях складок не отражаются на масштабе построения. В этих случаях на разрезах изображают концентрические складки, имеющие общий для всех слоев центр изгиба. В тоже время, складки с постоянной мощностью слоев могут иметь разную кривизну изгиба в различных частях, что должно учитываться при построении.

Исключения составляют складки с резким изменением мощностей в замках и на крыльях, что должно быть отражено на разрезах. Следует внимательно следить за тем, чтобы изменение мощностей слоев пород на разрезах не произошло за счет неверно продолженных в глубину указанных на поверхности углов наклонов слоев.

При изображении замков складок на разрезе следует ориентироваться на форму их замыкания на карте, которая в той или иной степени повторяется в разрезе. Заостренное замыкание складок в плане дает основание изображать их острыми и на разрезе; при закругленном замыкании таким же должны быть и замки складок на разрезе.

Запомни правило:

Форма замка складки на карте и на разрезе должны быть примерно одинаковой.

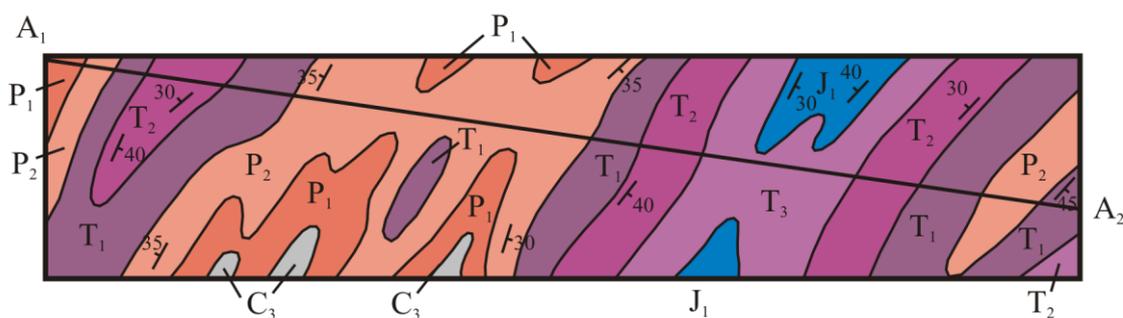
Дополнительная складчатость выявляется при анализе геологической карты.



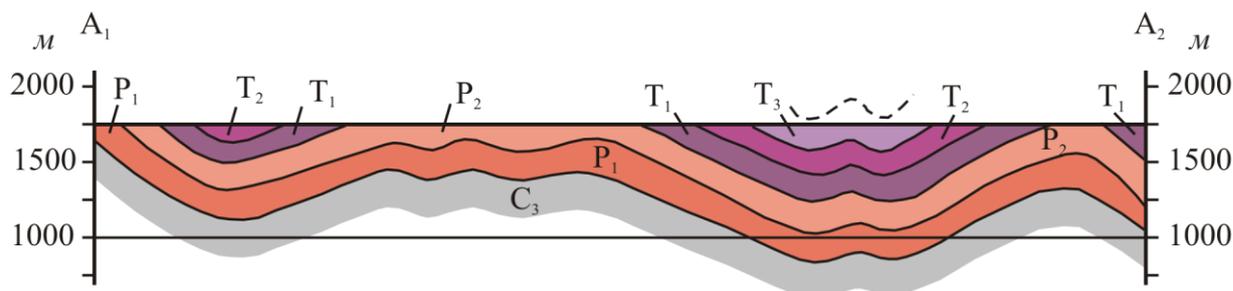
Совет

Мысленно проведите оси мелких, осложняющих складок до линии разреза, чтобы понять, где на разрезе находятся ундулирующие шарниры.

Участок геологической карты масштаба 1:50000



Геологический разрез по линии A₁-A₂



Масштабы горизонтальный и вертикальный 1:50000

Рис. 3.10. Разрез участка со складчатым залеганием слоев

Иногда линия геологического разреза пересекает широкое поле выхода одного слоя, смятого в несколько складок, проходя в стороне от выходящих в ядрах этих складок более древних или более молодых пород. Например, на рис. 3.10. линия разреза на карте пересекает поле верхнего триаса в стороне от нижней юры, которая слагает ядра синклиналиальных складок. Учет их позволяет правильно изобразить складки по линии разреза.

Построение таких складок на разрезе необходимо делать, показывая изгибы в подошве слоя, определяя положение осевых поверхностей по изгибам (окончаниям) в ядрах мелких, соседних с линией разреза складках, учитывая выдержанную мощность слоя (рис. 3.11.).

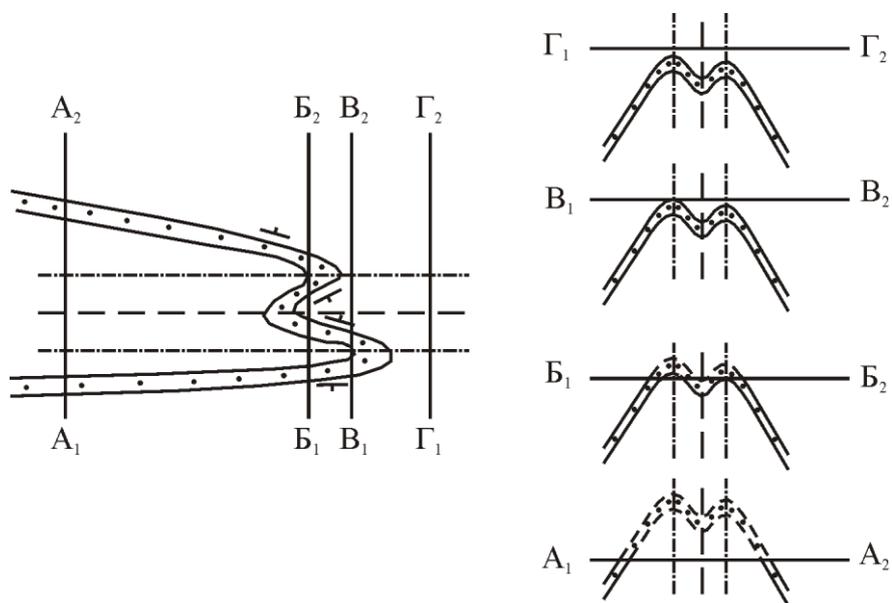


Рис. 3.11. Схема построения разреза антиклинальной складки, осложненной складчатостью второго порядка

В приведенном примере антиклинальная складка первого порядка осложнена тремя (одной синклиальной и двумя антиклинальными) складками второго порядка; они устанавливаются по наличию замков с точками перегиба, через которые проводятся осевые линии в горизонтальном сечении. Характер складок (антиклинальная или синклиальная) устанавливается по более молодому возрасту слоя внутри изгиба для синклинали и по более древнему возрасту слоя внутри изгиба для антиклинали.

Наибольшие затруднения обычно представляют разрезы складчатой структуры с опрокинутым залеганием, которое на карте определяется особым знаком элементов залегания. При построении геологического разреза через опрокинутые складки особенно важно разобраться в стратиграфической последовательности слоев и установить, какое крыло залегает нормально, а какое опрокинуто; определить положение осей складок, предварительно показав на разрезе осевые поверхности складок.

Запомни правило:

В синклиальных складках осевая поверхность падает в сторону более крутого крыла, а в антиклинальных – в сторону более пологого.

Дальнейшие действия не отличаются от вышеизложенных. На линию разреза наносят границы слоев в крыльях складки с наклоном этих границ соответственно падению слоев. Затем однозначные границы слоев соединяют, перегибая их по осевой линии. Остальные границы будут изгибаться параллельно.

Если на геологической карте участка построения геологического разреза выделяются структурные этажи, тогда требуется определить, какой возраст имеют породы каждого структурного этажа и каковы соотношения в залегании между породами каждого комплекса.

Некоторыми особенностями отличается построение разрезов складчатых структур с наличием угловых несогласий.

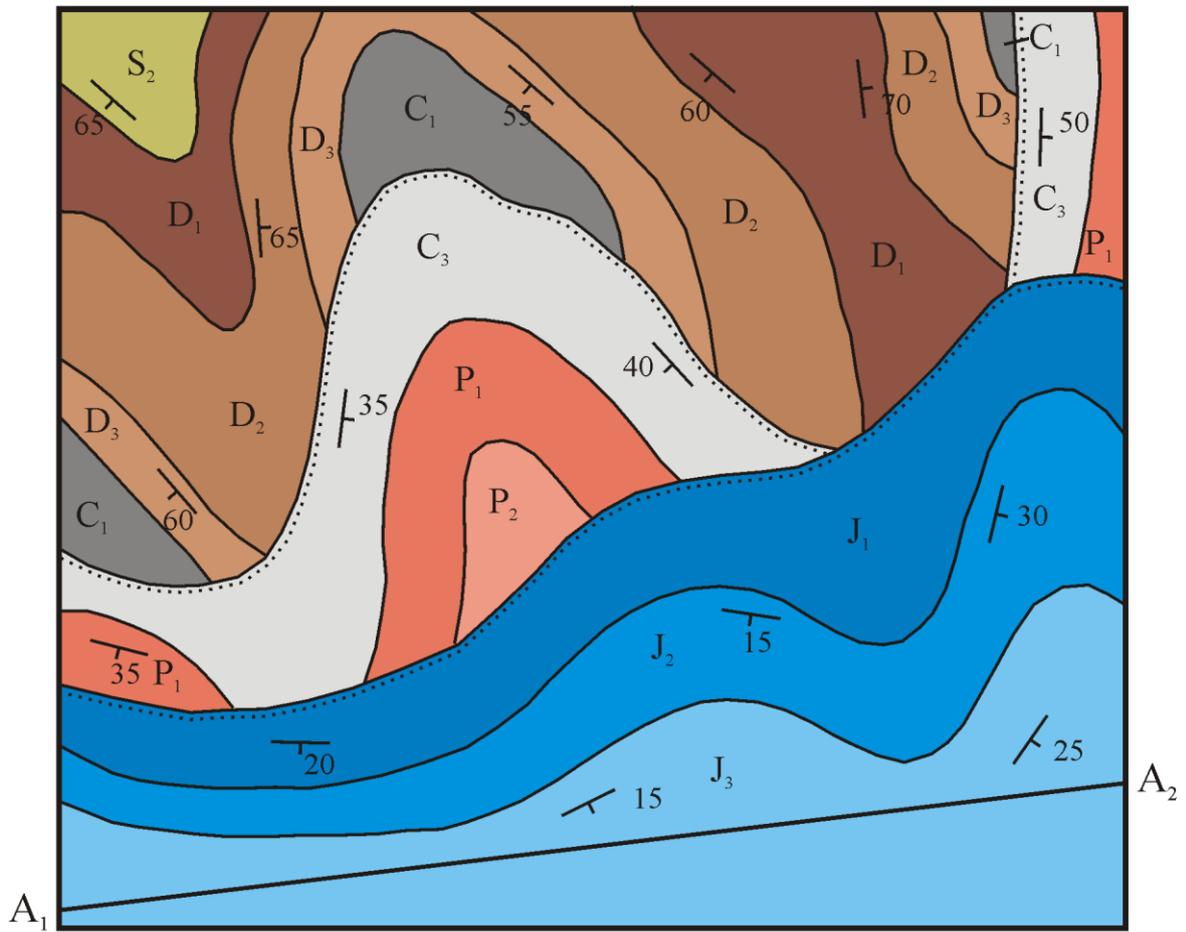
Запомни правило:

При угловом несогласии нижний слой верхнего этажа залегает на разных слоях нижнего этажа, располагаясь параллельно поверхности несогласия между ними.

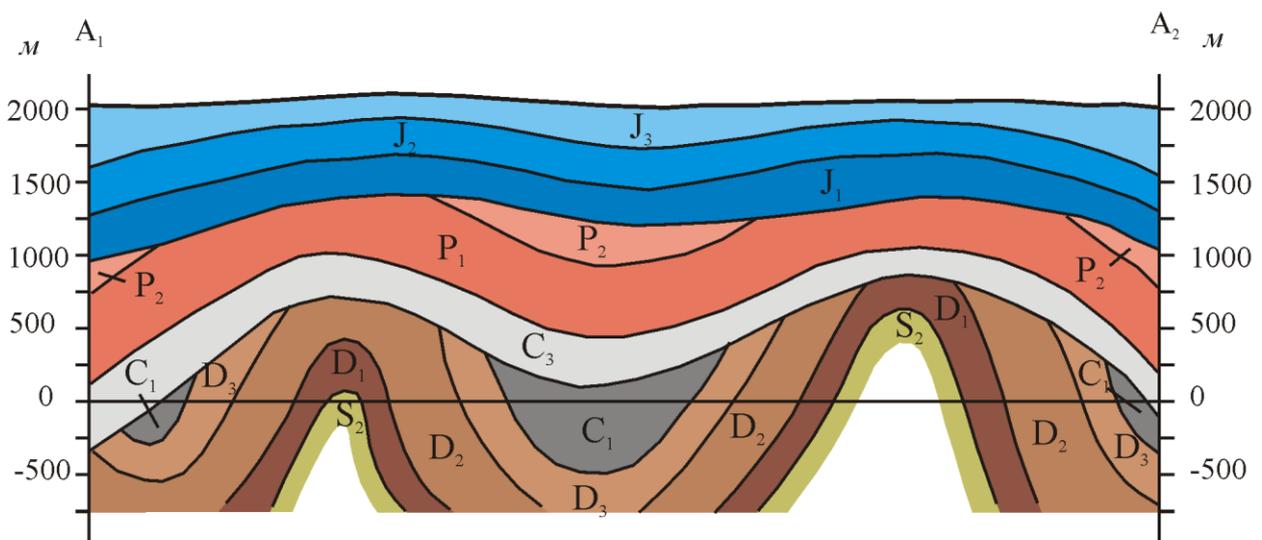
Рассмотрим пример построения разреза на участке, характеризующемся наличием двух угловых несогласий, разделяющих три структурных этажа (рис. 3.12.). Построение разреза необходимо начинать с изображения верхнего этажа путём нанесения на разрез горных пород, его образующих, по общим правилам построения разрезов складчатых структур.

Затем, от нижней границы верхнего этажа (поверхности несогласия), строится разрез второго этажа. Используя отстроенную подошву второго этажа (еще одна поверхность несогласия) в качестве профиля рельефа кровли третьего этажа, строится разрез нижнего этажа. При этом границы слоев нижнего этажа прослеживаются на карте под поверхностью несогласия, в местах перекрытия их верхними этажами, до точек пересечения их с линией разреза. На разрезе осевые линии складок нижнего этажа, как и границы слоев в нем, обрываются у поверхности несогласия, подчёркивая этим явления размыва структур нижнего этажа перед отложением слоев верхних этажей.

Участок геологической карты масштаба 1:50000



Геологический разрез по линии A₁-A₂



Масштабы горизонтальный и вертикальный 1:50000

Рис. 3.12. Разрез складчатых отложений, разделенных угловыми несогласиями

3.2.8. Особенности изображения интрузий на разрезе

Интрузивные тела, выражающиеся в масштабе карты, показываются на разрезе в виде площадных объектов, ограниченных черными линиями с толщиной, равной толщине прочих геологических границ, и закрашиваются цветом преобладающей породы или семейства пород. Не выражающиеся в масштабе тела показываются цветными линиями, цвет которых соответствует составу пород.

На разрезах также отображаются ареалы и зоны контактово-измененных пород. Ореолы контактовых изменений («горячие контакты») показываются вдоль границ интрузивного тела в поле развития вмещающих пород и отражают ее более молодой по сравнению с ними возраст.

Границы интрузивных тел выносятся на профиль рельефа аналогично прочим геологическим границам. Наклон поверхности интрузии может быть указан на карте или определен по прототектоническим элементам (структуры течения, полосчатость, трещиноватость), по соотношению зон измененных приконтактных пород (при более пологих границах ширина зон увеличивается), а также по взаимоотношению границ массива с горизонталями рельефа (см. п.п. 3.2.6., 3.2.7.).

Границы между интрузивными массивами или между интрузивами и вмещающими породами должны отражать их пространственные (согласные, несогласные) и возрастные соотношения и указывать на активный контакт более поздней интрузии.

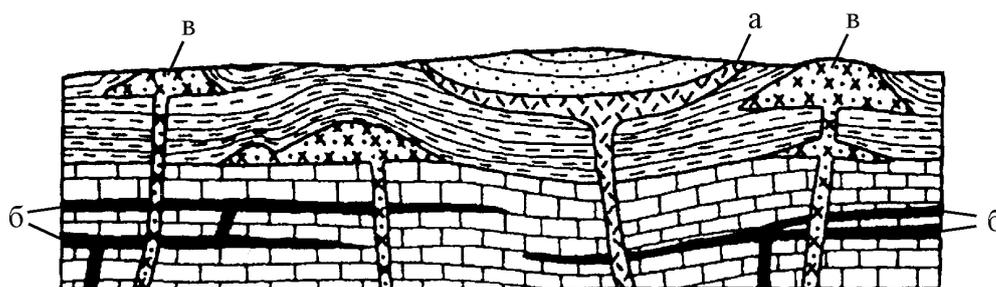


Рис. 3.13. **Согласные формы залегания интрузивных пород**

а – лополит; *б* – силлы; *в* – лакколиты [10]

К согласным интрузивным телам, форма которых в той ли иной степени повторяет характер залегания вмещающих их пород, относятся *лополиты*, *лакколиты*, *факолиты*, *силлы* (рис. 3.13.). Особенность изображения согласных интрузивов на геологической карте и разрезах состоит в том, что их контакты приблизительно параллельны границам вмещающих

пород (рис. 3.14). Для правильного отображения согласной интрузии на разрезе необходимо установить ее тип, что возможно при детальном анализе карты.

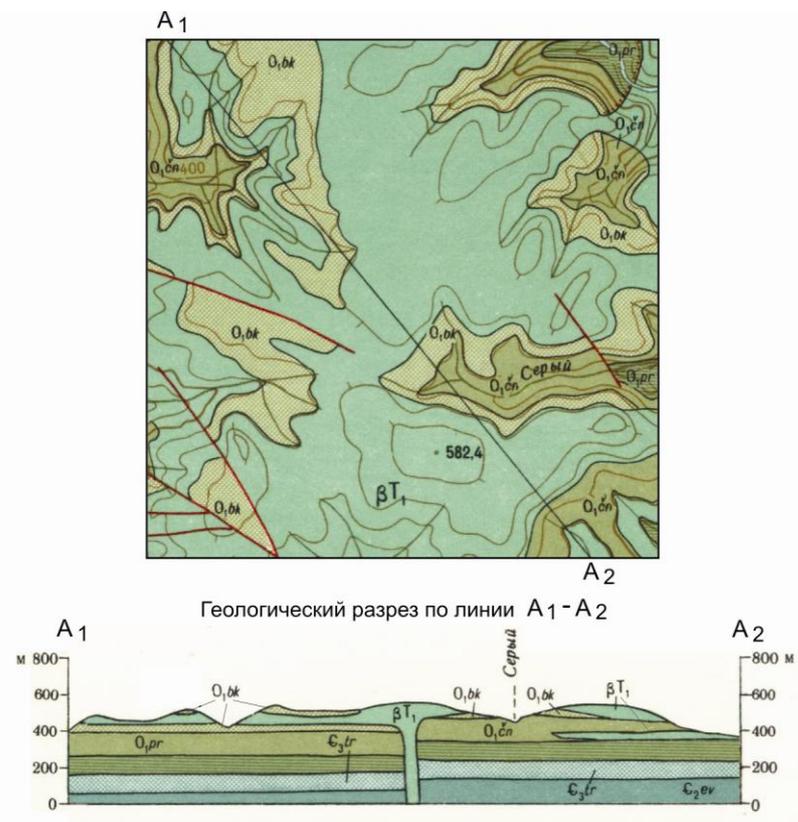


Рис. 3.14. Фрагмент учебной геологической карты № 3 масштаба 1:200 000 с геологическим разрезом

Масштабы разреза: горизонтальный 1:200 000, вертикальный 1:40 000

Пояснения в тексте.

На рисунке 3.14 показан силл долеритов раннего триаса (βT_1), который представлен несколькими межпластовыми залежами, залегающими среди вмещающих их отложений ордовика. Интрузив имеет широкое площадное распространение и общий рисунок границ с вмещающими толщами. Характерно линзовидное строение и параллельное выклинивание, как самих интрузивных залежей, так и вмещающих их слоев горных пород. На фоне общего субгоризонтального залегания, гипсометрическое положение нижнего и верхнего контактов долеритов изменчиво. Межпластовые интрузивные залежи встречаются не только на контактах двух смежных свит, но и внутри последних, например, баковская свита (O_1bk) в северо-западной части карты.

В приведенном примере силл является двухэтажным (нижний этаж хорошо просматривается в юго-восточной части карты, что отражено в правой части разреза). Каждый силл имеет подводящий канал, который на разрезах обычно показывают условной вертикальной или круто наклонной полосой, размещенной под самой мощной частью интрузивной залежи.

Несогласные интрузивные тела, форма которых не соответствует залеганию



вмещающих пород, представлены *батолитами, дайками, штоками, гарполитами, магматическими диапирами* (рис. 3.15.). Интрузивы данной группы отличаются секущими, часто неровными, с многочисленными выступами и ответвлениями контактами с вмещающими породами, в связи с чем, их называют секущими.

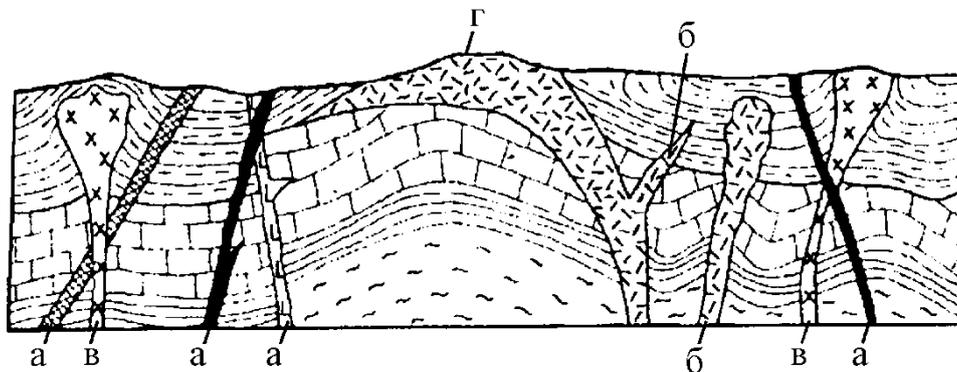


Рис. 3.15. Несогласные формы залегания интрузивных пород

а – дайки; *б* – штоки; *в* – магматические диапиры; *г* – гарполит [10]

К наиболее часто встречающимся несогласным (секущим) интрузивным телам относятся батолиты, штоки и дайки. *Батолиты* – крупные интрузивные тела овальной или изометричной формы в плане, но на эрозионном срезе (карте) могут иметь неправильную форму, в вертикальном разрезе вверху расширяются, образуя купол или свод, с плавной пологой верхней поверхностью осложненной многочисленными куполовидными выступами различной формы. Боковые поверхности наклонены в сторону от центральной части массива или вертикальны.

Штоки – округло-овальные в плане интрузивные тела с крутыми слегка неровными контактами. Нередко штоки являются боковыми или верхними частями батолитов, выступающими в виде куполов или гребней над их поверхностью.

Дайки представляют собой интрузивные тела пластообразной формы, залегающие вертикально или наклонно. Для них характерна линейная форма выходов на земную поверхность, соотношения с формами рельефа такие же, как у наклонно залегающих слоев, а их границы на карте секут не только горизонтали рельефа, но и границы вмещающих тел (слоев или других интрузий). На разрезе они изображаются в соответствии с элементами залегания.

Для крупных магматических тел характерны апофизы, представляющие собой небольшие, слепо заканчивающиеся ответвления. Идентичность состава и возраста серии мелких тел может указывать на их принадлежность, на глубине к единому крупному телу.

Некоторое представление о форме интрузивного тела на глубине можно составить, анализируя ореолы контактово-измененных пород, которые обычно отображаются на геологической карте. Так, например, при относительно неизменной ширине экзоконтактовой зоны поверхность массива погружается в разные стороны приблизительно под одним и тем же углом. Существенное увеличение ширины зоны контактово-измененных пород может быть обусловлено тем, что поверхность массива под этой зоной наклонена менее круто, чем на участках сужения зоны экзоконтакта, отсутствие приконтактовых изменений может указывать на вертикальный контакт. Наличие единой зоны контактово-измененных пород для группы небольших интрузивных тел близкого состава означает, что они, вероятно, являются апофизами крупного массива (батолита) залегающего на глубине (рис. 3.16.).

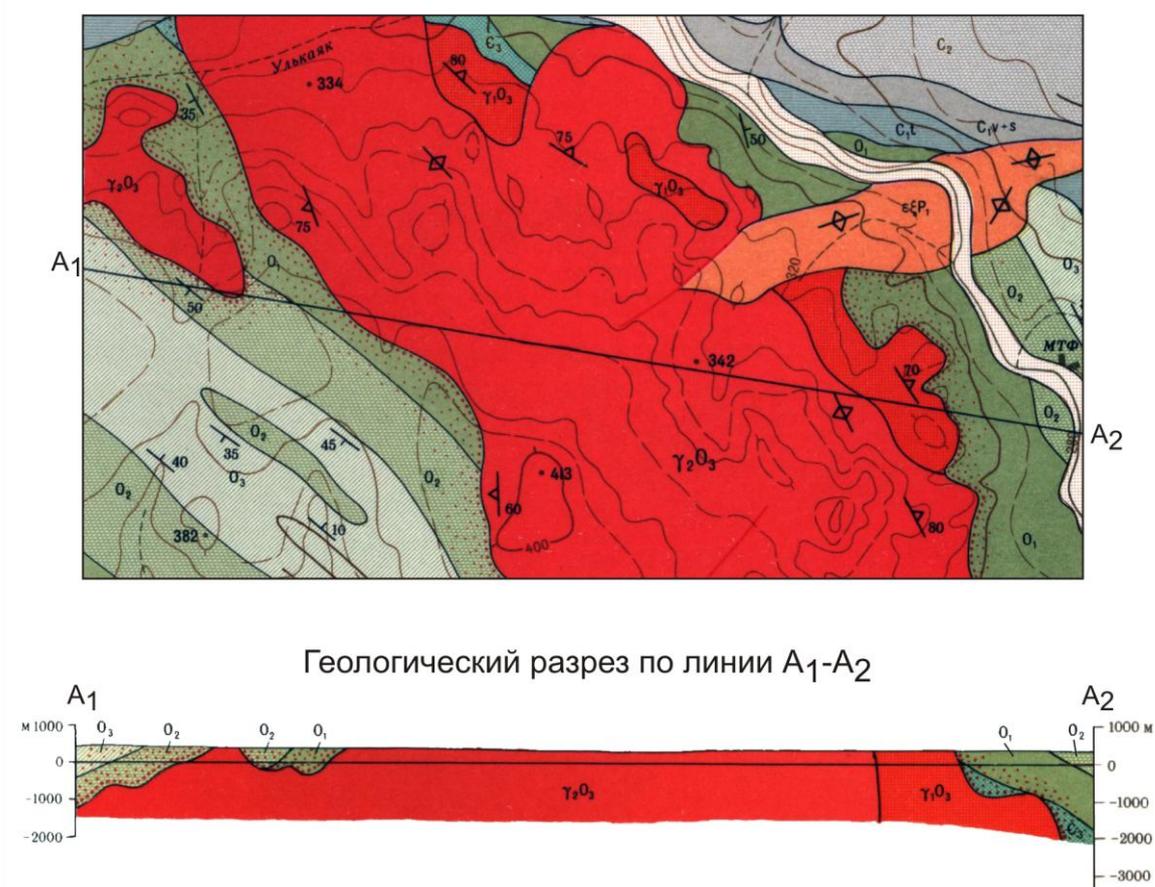


Рис. 3.16. **Фрагмент учебной геологической карты № 16 с геологическим разрезом**



На рисунке 3.16 приведен фрагмент геологической карты, на которой изображены два интрузивных тела гранитов (красный цвет) позднеордовикского возраста: в центре расположен крупный многофазный интрузивный массив, скорее всего батолит, на западе – небольшой массив, вероятно шток. Интрузивы прорывают отложения верхнего кембрия и ордовика, с которыми имеют секущие контакты, с зонами распространения контактово-измененных пород – роговиков (красный точки вдоль контактов интрузивов). Исключение составляют северный и северо-восточный контакты

батолита, где роговики отсутствуют. Западная полоса орговикования более широкая, чем восточная, и образует единую для обоих интрузивных тел эндоконтактовую зону.

Анализ распространения экзоконтактовых роговиков позволяет сделать вывод об асимметричной форме батолита в субширотном сечении. Поверхность батолита полого погружается в западном направлении, иногда приподнимаясь на отдельных участках и образуя штокообразные апофизы, отделенные от его купола провесами кровли (полоса нижнего и среднего ордовика между центральным и западным интрузивными телами). Восточная поверхность батолита наклонена более круто (на это указывает относительно неширокая и сужающаяся в южном направлении зона экзоконтакта), северо-восточная и северная поверхности – субвертикальны (экзоконтактовые зоны отсутствуют).

Эти выводы нашли отражение на прилагаемом к карте геологическом разрезе. Следует отметить, что на разрезе в пределах восточной в целом круто наклонной границы батолита показан субгоризонтальный отрезок, который не обоснован фактическими данными и изображен на основе общих представлений авторов карты и разреза о форме батолита.

3.2.9. Особенности изображения разрывных нарушений на разрезе

Разрывное нарушение или разрыв — общее название разнообразных тектонических нарушений, обусловленных разрывом сплошности горных пород. Под разрывным нарушением, показанным на геологической карте, понимается линия пересечения поверхности сместителя разрыва с земной поверхностью (точнее проекцией этой линии на плоскость карты). Изображаются разрывы на геологических картах утолщенными черными линиями – простыми (разрывы неустановленного типа) или с бергштрихами, форма которых отвечает типу разрыва. В соответствии с требованиями действующих инструктивных документов [6, 8, 12, 13] рядом с разрывами размещается информация о направлении и угле падения поверхности сместителя, отмечаются приподнятые и опущенные крылья, величины горизонтальной и вертикальной амплитуды перемещения по разрывам (приложение 2), то есть те сведения, которые необходимы для правильного изображения разрыва на разрезе. Поэтому, при построении разреза достаточно разобраться в условных обозначениях к геологической карте и найти на ней указанные сведения о разрывах.

Однако по различным причинам на большинстве современных карт вышеуказанное требование выполняется только для наиболее крупных или важных в геологическом отношении разрывов, например, пологих надвигов, шарьяжей или сдвигов. В этой связи, перед построением разрезов приходится определять морфологию разрывов, анализируя

геологическую карту.

Составить представление о положении (направлении и угле падения) поверхности сместителя можно, установив взаимосвязь линии разрыва и рельефа. Форма линии пересечения разрыва с земной поверхностью (след поверхности сместителя на рельефе), ее положение в рельефе подчинены тем же закономерностям, что и выходы поверхностей (границ) наклонно залегающих слоев (см. раздел 3.2.6).

Вертикальные и крутопадающие сместители разрывов на геологических картах обычно имеют вид прямых линий, протягивающихся в определенном направлении независимо от пересекаемых ими форм рельефа. При пологом падении сместителей на участках пересеченного рельефа линии разрывов извилисты, «вписываются» в рельеф и образуют пластовые треугольники, что позволяет не только определить направление падения, но с помощью горизонталей даже рассчитать угол падения поверхности сместителя.

Существуют косвенные признаки, позволяющие в некоторых случаях качественно оценить направление и даже угол падения сместителя. Например, в областях развития линейных сжатых наклонных и опрокинутых складок соскладчатые продольные разрывы (вытянутые вдоль осей складок надвиги), как правило, субпараллельны осевым поверхностям складок (рис.3.17.), а поперечные разломы (сбросы или сбросо-сдвиги), также как большинство диагональных – крутопадающие или вертикальные.

К сожалению, определить положение сместителя бывает очень непросто, а то и невозможно, например, разрыв пологонаклонный, но рельеф плоский, или разрывы ориентированы параллельно речным долинам и не пересекают их и т. д. В этих случаях применяется общее правило:

Запомни правило:

Если элементы залегания сместителя не определены, то на разрезе он отображается вертикальной линией.

Чтобы было легче строить разрез через выявленные разрывные структуры, полезно отметить опущенное крыло структуры знаком минус (–), а относительно приподнятое – знаком плюс (+).

Запомни правило:

На поверхности, т.е. на карте, приподнятое крыло разрывного нарушения сложено относительно более древними отложениями, чем опущенное.

Необходимо помнить, что одно и то же крыло в одном месте разрывной структуры может быть приподнятым, а в другом – опущенным (при шарнирном сбросе) или при двух

разрывах на одной стороне крыло может иметь знак поднятия, а на другой – опускания (при ступенчатых формах).

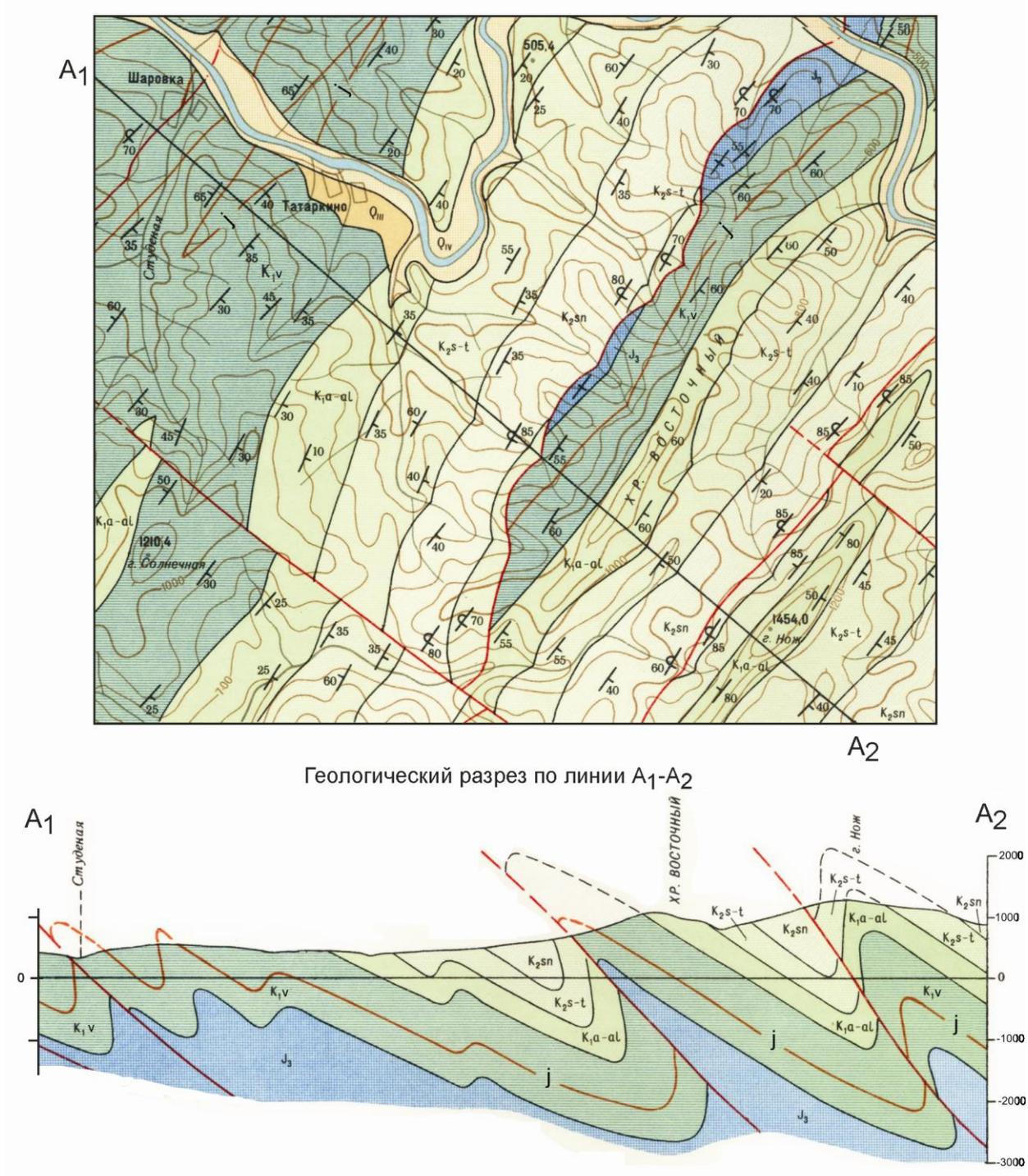


Рис. 3.17. **Фрагмент учебной геологической карты № 20 с геологическим разрезом**
 Красные утолщенные линии – разрывные нарушения; коричневые линии с буквой j – маркирующий
 горизонт кремнистых аргиллитов в нижнемеловых отложениях

В том случае, если разрыв разделяет два блока, в которых в результате построения один и тот же слой смещен вдоль сместителя, то появляется возможность определить амплитуду смещения слоя по разрыву. Для чего следует построить разрез через разрыв

вкрест его простирания, с учетом наклона сместителя и условий залегания пород на крыльях.

Эродированные складчатые формы, осложненные разрывным нарушением, необходимо реставрировать на разрезе, показав пунктиром воздушные части структур до пересечения их с плоскостью разрыва.

Линии разрывных нарушений (сместители) на геологическом разрезе следует наносить первыми (до показа залегания слоев). Это позволяет разделить разрез разрывами на отдельные отрезки (блоки), в пределах которых горные породы изображаются без непосредственной связи со смежными участками (рис. 3.18.).

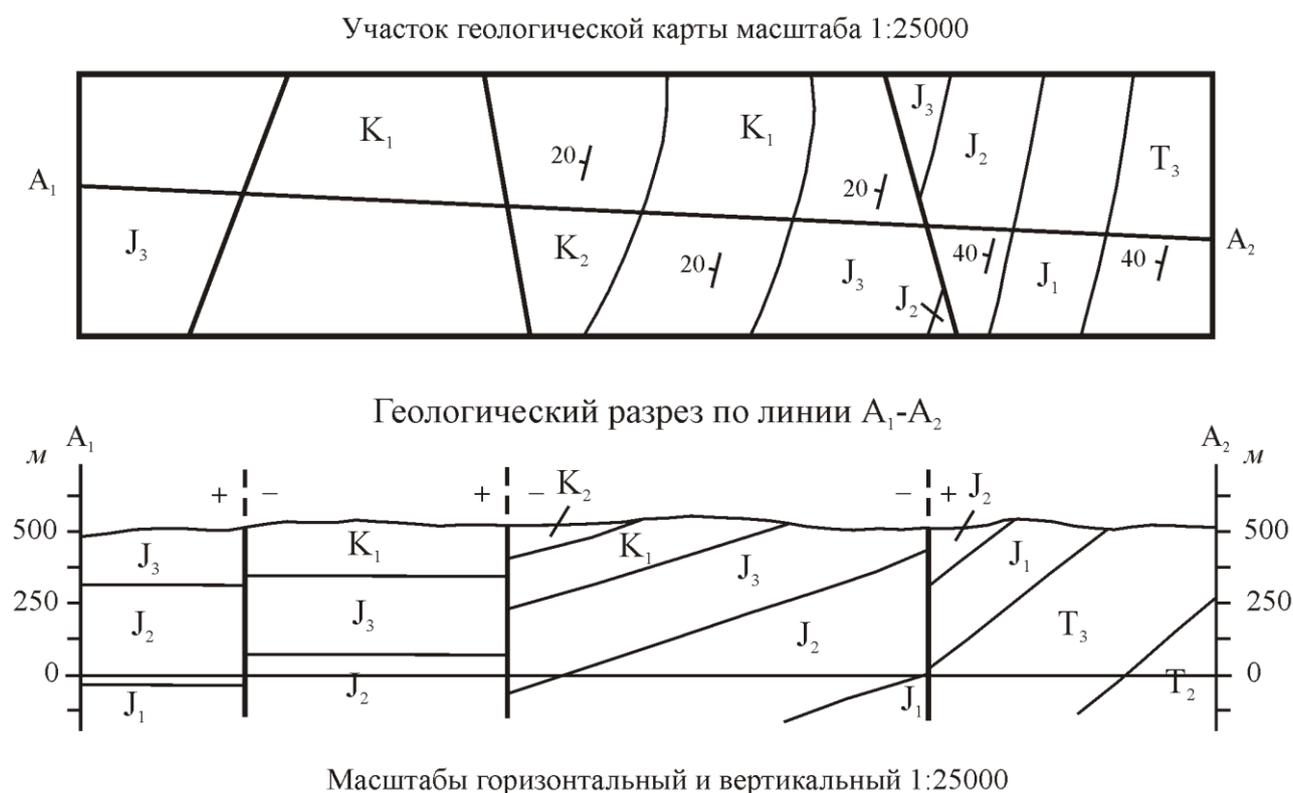


Рис. 3.18. Изображение разрывных нарушений на геологическом разрезе

При изображении разрывов на линию профиля рельефа сначала наносят точки их выхода на поверхность. Затем показывают сместители в соответствии с направлением их наклона и углом падения.

3.3. Правила оформления геологических разрезов

Геологические разрезы должны полностью соответствовать геологической карте по контурам тел, их окраске, крапам, индексам, наклонам и мощности слоев. Поэтому для разрезов не требуются отдельные условные обозначения, для их чтения достаточно условных обозначений к карте. Если же на разрезе изображаются геологические объекты, которых нет на карте, то в условные обозначения обязательно вносятся соответствующие обозначения с указанием «только на разрезах». На разрезах, которые помещаются отдельно от геологической карты, условные обозначения обязательны, принцип их составления не отличается от условных обозначений для геологической карты. При малой мощности каких-либо стратиграфических подразделений допускается их объединение в одно подразделение, которое можно отразить в масштабе разреза.

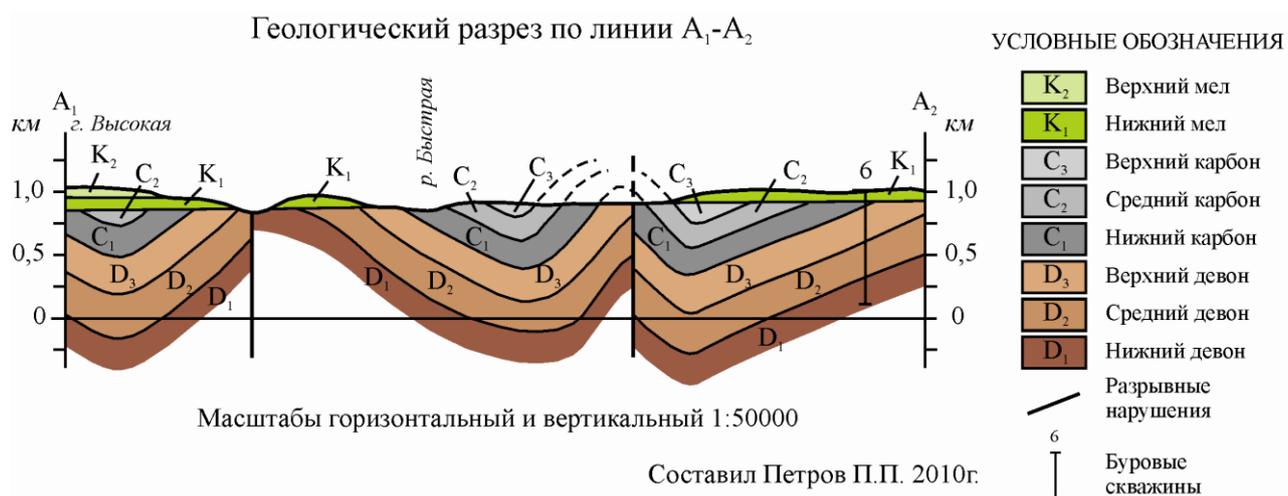


Рис. 3.19. Пример оформления геологического разреза

На каждом разрезе должны быть показаны (рис. 3.19.):

- гипсометрический профиль местности;
- линия уровня моря (в высокогорных районах – любая горизонтальная линия);
- линейный вертикальный масштаб с делениями через 0,5 см и подписями в метрах или километрах через 1 см с указанием единиц измерения на обоих концах разреза. Шкала высот должна обеспечить отражение всех геологических образований, показанных на карте вдоль разреза;
- возрастные обозначения, привязывающие разрез к карте.

Индексы геологических подразделений (стратиграфических и нестратиграфических) пишут либо внутри самого слоя, если мощность позволяет это сделать, либо рядом, не вынося за границу вертикального масштаба, и затем тонкой черточкой указывают, какому слою принадлежит данный индекс. Индексы следует располагать равномерно по разрезу.

Каждый замкнутый контур на разрезе должен быть обозначен индексом. На протяженных разрезах обозначения слоев лучше поместить в двух-трех местах, чтобы было удобнее читать разрез. Индексы, вне зависимости от условий залегания слоев, пишутся только горизонтально. Толщина линий геологических границ, разломов, форма и размеры индексов, знаков крапов и др., а также цвета слоев на разрезе должны быть такими же, как и на геологической карте. Нижняя граница самого древнего слоя не проводится, а его цвет показывается отмывкой в пределах неполной мощности, указанной в стратиграфической колонке.

Четвертичные отложения показывают на разрезе в том случае, когда их мощность может быть отражена в масштабе разреза, или когда им придается особое значение (в последнем случае они изображаются в увеличенном масштабе).

На разрезе отражаются все пересекаемые линией разреза маркирующие горизонты, пласты, линзы и измененные породы. Штриховыми линиями можно показать предполагаемое продолжение геологических границ выше земной поверхности. При необходимости тонкими черными линиями можно отразить мелкую складчатость, не выраженную на карте.

Буровые скважины показывают черными сплошными линиями, если они попадают на линию разреза или располагаются вблизи нее, и черными штриховыми, если они находятся в стороне и спроецированы на плоскость разреза. Забой скважины ограничивается короткой горизонтальной линией (подсечкой). Около устья скважины указывается ее номер.

Геологические структуры, имеющие собственные названия, рекомендуется надписывать. Географические ориентиры (реки, озера, вершины гор), через которые проходит линия разреза, отмечаются над гипсометрической линией и сопровождаются их названиями. Названия гор пишутся горизонтально, рек – вертикально.

На концах разреза ставятся прописные буквы русского алфавита с цифрой справа внизу, при этом каждый разрез обозначается одной буквой (А, Б, В и т.д.). Если разрез строится по ломаной линии, в точках излома также указывается буква. Например, один разрез A_1-A_2 , если линия разреза прямая, другой $B_1-B_2-B_3$ (B_2 стоит на изломе). Для каждого листа геологической карты обычно составляется 1—3 разреза. Все геологические границы на разрезах (согласные, несогласные и др.) указываются одним знаком в виде сплошных линий.

Геологические разрезы помещают под нижней рамкой карты симметрично относительно центра рамки. Над разрезом приводится заголовок «Геологический разрез по линии A_1-A_2 » (в случае ломаной линии – A_3-A_4 и т.д.), под разрезом указываются численный горизонтальный и вертикальный масштабы, например «Масштаб горизонтальный и вертикальный 1:200 000».

4. СОРЕВНОВАНИЕ «ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ» НА ОЛИМПИАДАХ ЮНЫХ ГЕОЛОГОВ

На олимпиадах и полевых слетах юных геологов всех уровней одним из наиболее часто проводимых соревнований является построение геологического разреза по геологической карте.

Целью соревнования «Геологический разрез» является оценка умения юных геологов правильно и быстро отстраивать геологические разрезы по геологической карте, отображать на них различные геологические тела и структурные элементы, оформлять геологические разрезы; немаловажное значение имеет проверка теоретических знаний по стратиграфии, исторической и структурной геологии, умение быстро проанализировать геологическую карту, понимание принципов составления условных обозначений и стратиграфической колонки, знания Инструкций по составлению геологических карт, – всего того, без чего невозможно качественно построить геологический разрез.

4.1. Организация соревнования по построению геологического разреза

Каждому участнику соревнования предоставляется экземпляр специально подготовленной геологической карты масштаба 1:200 000, 1:100 000 или 1:50 000, реже более крупного масштаба, с условными обозначениями, стратиграфической колонкой и нарисованной линией разреза, которая пересекает территорию всего листа или, в случае построения фрагментарного разреза, расположена между крайними точками. Линия разреза может быть прямой или изломанной. Точки пересечения линии разреза с рамкой листа (или крайними точками фрагментарного разреза), а также точки излома обозначаются прописными буквами русского алфавита (например, А₁, А₂, А₃).

Время, отведенное на построение разреза (контрольное время), ограничено и прописано в Положении о проведении соревнования.

Кратко рассмотрим организацию соревнования на примере Всероссийских полевых олимпиад. Как правило, соревнование проводится в большом светлом зале столовой территории детского лагеря (спортивно-оздоровительного центра). К соревнованию по построению геологического разреза допускается 1 участник от каждой команды, вне общекомандного зачета юные геологи допускаются без ограничений. Все участники соревнования приступают к построению разреза одновременно по сигналу судьи. С этого момента начинается отсчет контрольного времени (составляет 1 час 20 минут), которое

строго фиксируется судьями. Участник соревнования, построивший разрез быстрее, чем за 80 минут, сдает его судьям, которые отмечают время окончания работы, а участник покидает помещение, где проводится соревнование. По истечению контрольного времени соревнование останавливается, оставшиеся участники встают со своих мест и уходят, оставляя свои работы на столах. После чего судьи собирают оставленные на столах материалы и приступают к проверке разрезов.

Перед соревнованием (обычно вечером предыдущего дня) проводятся предварительные консультации, во время которых судьи рассказывают об организации и правилах соревнования, перечисляют требования, предъявляемые к разрезам и критерии их оценки; объясняют особенности построения разрезов с учетом геологического строения территории листа карты, по которой будет строиться разрез, отвечают на вопросы участников. Судей всегда приятно удивляют профессиональные, грамотно сформулированные вопросы, которые задают многие юные геологи.

После оглашения результатов соревнования вывешивается контрольный (составленный судьями) разрез и разрез, занявший первое место, остальные разрезы раздаются участникам. Затем проводится подведение итогов, на котором всем желающим участникам соревнования объясняют их ошибки.

4.2. Требования, предъявляемые к разрезам на олимпиадах юных геологов, и критерии их оценки

Разрез строится на миллиметровой бумаге простым карандашом, а показанные на разрезе геологические подразделения раскрашиваются цветными карандашами. Вычерченный разрез оформляется в соответствии с требованиями Инструкции [8]. Условные обозначения к разрезу обычно не составляются, так как в соответствии с Инструкцией они должны быть общими для карты и разреза. Однако на некоторых соревнованиях, в том числе на Всероссийских олимпиадах, по решению судейской коллегии условные обозначения составляются, о чем участники соревнования уведомляются заранее.

Разрез должен иметь заголовок в виде надписи «*Геологический разрез по линии А₁–А₂*», расположенной над разрезом по центру, под заголовком размещается надпись с указанием численных масштабов (например, «*Масштабы: горизонтальный 1:100 000, вертикальный 1:25 000*» или «*Масштаб горизонтальный и вертикальный 1:200 000*»). Допускается размещение численных масштабов под разрезами. Справа под разрезом должны быть указаны: фамилия и имя автора, номер команды (например, «*Разрез составил: Иванов Сергей, команда № 14*»).



VII Всероссийская полевая олимпиада юных геологов (г. Таганрог, 2009 г.)
Соревнование проводилось на открытой концертной площадке



VII Всероссийская полевая олимпиада юных геологов (г. Таганрог, 2009 г.)
Подготовка к построению разреза начинается со сгиба миллиметровки



VIII Всероссийская полевая олимпиада юных геологов (г. Томск, 2011 г.)
Соревнование проводится в столовой под присмотром судейской коллегии



VIII Всероссийская полевая олимпиада юных геологов (г. Томск, 2011 г.)
Проведены первые границы



IX Всероссийская полевая олимпиада юных геологов (г. Казань, 2013 г.)
Соревнование в разгаре



IX Всероссийская полевая олимпиада юных геологов (г. Казань, 2013 г.)
Построение геологического разреза – дело серьезное

В соответствии с Инструкцией на разрезе должны быть показаны:

- гипсометрический профиль местности;
- «нулевая» линия;
- шкала вертикального масштаба с делениями через 0,5 см и подписями в километрах на обоих концах разреза;
- буквенные обозначения концевых точек разреза, привязывающие разрез к карте.

На разрезе четкими аккуратными линиями должны быть отрисованы границы стратиграфических и нестратиграфических подразделений, разрывные нарушения. Разрезы должны быть полностью увязаны с геологической картой, положением границ и разрывных нарушений, цветом (тоном), крапом, индексами, мощностью. Ранг разрывных нарушений должен быть идентичен таковому на геологической карте. Разрывные нарушения и границы подразделений должны отличаться толщиной линии.

При оценке геологического разреза на соревнованиях учитываются: правильность выбора масштаба и отображение на разрезе геологических объектов в выбранном масштабе, соответствие гипсометрического профиля построенного разреза горизонталям карты, соответствие границ геологических тел на карте и разрезе. Также оценивается правильность отображения стратиграфической последовательности слоев, соответствие их мощностей на карте (стратиграфической колонке) и на разрезе, выдержанность мощностей, соответствие углов падения на карте и разрезе, отображение структурных форм, полнота построения, правильность оформления разреза, аккуратность исполнения.

Оценка разреза производится по 10—15 показателям, каждый из которых оценивается определенным количеством баллов (перечень показателей и их «стоимость» в баллах утверждается положением об олимпиаде). Чем детальнее прописаны показатели, тем проще проводить оценку разрезов. Сумма набранных баллов определяет результат участника соревнования. Такой подход к оценке разреза позволяет в значительной степени снизить ее субъективность. Немаловажно также, что результаты с итоговым баллом «0» крайне редки. Даже разрезы, на которых кроме неудачно отстроенного гипсометрического профиля земной поверхности ничего не показано, но вертикальный и горизонтальный масштабы выбраны правильно, будут оценены в несколько баллов, что несколько снимает психологическое напряжение у детей, а часто и руководителей команд.

На разных олимпиадах условия проведения соревнования и критерии оценки построенных разрезов могут отличаться. В приложении 7 приведена карточка соревнования с критериями оценки разрезов принятыми на VIII Всероссийской открытой геологической олимпиаде юных геологов (г. Томск), с некоторыми дополнениями авторов.

4.3. Характерные ошибки

Как показывает опыт судейства, ошибки, которые допускают участники соревнования, касаются всего перечня оценочных показателей, а количество ошибок, связанных с тем или иным показателем, меняется от соревнования к соревнованию. Так, например, на VIII Всероссийской олимпиаде 2011 г. (г. Томск) резко сократились ошибки, связанные с выносом геологических границ и линий разрывов с карты на разрез, но увеличилось количество погрешностей, связанных с учетом углов наклона слоев. В тоже время существуют широко распространенные ошибки, повторяющиеся из года в год. К ним относятся:

- выбор вертикального (а иногда и горизонтального!) масштаба разреза;
- ошибки в построении гипсометрического профиля земной поверхности;
- плохая выдержанность мощностей;
- морфология складок и разрывных нарушений;
- неправильное изображение интрузивов.

Юные геологи часто ошибаются в стратиграфической последовательности слоев: при нормальном залегании показывают древние толщи, залегающие на более молодых отложениях. Многие участники плохо знают правила оформления разрезов, а сами разрезы вычерчивают неаккуратно. Все эти вопросы детально рассматриваются в третьем разделе данного пособия.

При построении разреза особое внимание следует уделять выбору масштабов, построению гипсометрического профиля, точности выноса на него геологических границ и разрывов, элементов залегания, соблюдению выдержанности мощностей и последовательности залегания слоев.

Оценивая результаты соревнования "Геологический разрез" на нескольких олимпиадах, следует отметить, что в целом участники показывают хороший уровень своей подготовки в этом виде соревнований. Тем не менее, руководителям команд следует обратить внимание на то, что у многих юных геологов отсутствуют устойчивые навыки построения геологических разрезов по карте, знания требований по их оформлению. Только отдельные участники за отведенное время полностью и в целом правильно успевают построить, раскрасить и оформить разрез. Анализ итогов соревнования показывает, что в первую десятку, как правило, входят представители одних и тех же команд, которые из года в год добиваются высоких результатов, что указывает на высокое качество подготовительной работы в этих командах, ее системность.

Несомненно, что невысокий уровень представленных разрезов определяется также и

отсутствием в командах современных геологических карт. Большинство команд тренируется по устаревшим учебным геологическим картам 20- и 30-летней давности, что не позволяет соревнующимся за непродолжительное время соревнования разобраться в современной геологической карте с ее зональной легендой и стратиграфической колонкой.

В настоящее время благодаря усилиям многих специалистов ситуация с доступностью геологических карт начала постепенно меняться, появились геологические интернет-ресурсы, содержащие геологические карты для скачивания в открытом доступе. Например, учебные геологические карты, которые используются в ВУЗах для подготовки студентов, можно найти на интернет порталах Школьного Факультета МГРИ-РГГРУ [25, 26], а Государственные геологические карты масштаба 1:200 000 – на сайте Московского филиала ВСЕГЕИ [24].

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ⁹

АМПЛИТУДА СМЕЩЕНИЯ – величина, на которую смещены крылья разрыва относительно друг друга. Различают амплитуду смещения полную, вертикальную, горизонтальную и стратиграфическую. Амплитуда смещения полная (истинная) – расстояние вдоль сместителя между бывшими ранее смежными точками, расположенными на крыльях разрывного нарушения. Амплитуда смещения вертикальная – проекция полной амплитуды смещения на вертикальную плоскость. Амплитуда смещения горизонтальная – проекция полной амплитуды смещения на горизонтальную плоскость. Амплитуда смещения стратиграфическая – расстояние между маркирующим слоем на разных крыльях разрывного нарушения, измеряемая по нормали к слоям. В результате смещения по разрыву может образоваться сдвигание слоев или зияние между ними.

БАТОЛИТ (греч. bathos – глубина и lithos – камень) – крупный секущий интрузив овальной или округлой формы в плане, размером до сотен и тысяч кв. км, гранитного и гранодиоритового состава.

БРОНИРУЮЩИЙ СЛОЙ – толща (слой) крепких, устойчивых к выветриванию пород, кровля которой совпадает с поверхностью рельефа, повторяющую геологическую структуру (моноклинали, складки и пр.).

ВЗБРОСЫ – разрывные нарушения, в которых поверхность разрыва наклонена в сторону приподнятого (висячего) крыла. При пологом сместителе разрыв относят к надвигам. Взбросы образуются в обстановках сжатия и характеризуются перекрытием разорванных крыльев. С механической точки зрения взбросы, как и сбросы, представляют собой поверхности скалывания.

ВОДОРАЗДЕЛ – линия на поверхности Земли, разделяющая сток атмосферных осадков по двум противоположно направленным склонам. Совпадает с наиболее высокими отметками рельефа земной поверхности.

ВЫКЛИНИВАНИЕ – постепенное уменьшение мощности слоя до полного его исчезновения.

ВЫСОТА СЕЧЕНИЯ РЕЛЬЕФА. Разность высот двух смежных секущих рельеф уреченных поверхностей. Определяется на карте как расстояние по высоте между двумя смежными основными горизонталями.

ГАРПОЛИТ. Интрузив серповидной формы, питающий канал которого расположен с одного края. Нижняя граница секущая, верхняя – согласная с вмещающими породами.

ГЕОИД (греч. geoeides от geo – Земля и eides – вид, буквально – землеподобный, похожий на Землю) – общая фигура Земли, ограниченная главной уреченной поверхностью.

⁹ Некоторые термины, встречающиеся в пособии, вынесены в словарь, чтобы не перегружать их объяснениями основной текст. Словарь составлен с использованием геологических словарей, справочников и официальных изданий [7, 8, 9, 11, 16, 18].

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ – границы геологических тел, отличающихся возрастом и (или) составом.

ГИПАБИССАЛЬНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ (греч. *hup-* (*hupo-*), не вполне, приставка, означающая ослабление качества, и *abyssos* — бездонный, пучина) – порфиновые и порфиоровидные породы со скрытокристаллической (реже неполнокристаллической) или полнокристаллической тонко-мелкозернистой основной массой, образовавшиеся при кристаллизации магматических расплавов на относительно небольших глубинах. По условиям образования занимают промежуточное положение между глубинными (плутоническими) и излившимися (эффузивными) вулканическими породами. Образуют малые интрузивы (дайки, силлы, небольшие штоки) и представлены липаритовыми порфирами, гранит-порфирами, долеритами и др.

ГОРИЗОНТАЛИ (ИЗОГИПСЫ) – линии на карте, соединяющие точки земной поверхности с одинаковой абсолютной высотой и в совокупности передающие формы рельефа.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА – карта, составленная в стандартизированных условных обозначениях, по единой легенде на серию листов или заранее утвержденной легенде для единичного листа и изданная государственным учреждением в качестве официального документа.

ГРАБЕНЫ И ГОРСТЫ – параллельные сбросы и взбросы часто образуют протяженные системы разломов, ограничивающие относительно опущенные и приподнятые блоки – грабены и горсты. *Грабен* (нем. *graben* – ров, канава) – опущенный блок земной коры. *Горст* (нем. *horst*, букв. – гнездо) – приподнявшийся блок земной коры. Грабены и горсты, ограниченные несколькими параллельными разрывами, называются сложными, ступенчатыми.

ГРЯЗЕВЫЙ ВУЛКАН – холм плоско-конической формы, высота которого может достигать сотен метров, с воронкообразным кратером на вершине и уходящим на глубину каналом, из которого периодически или постоянно происходят выбросы воды, разжиженной глины и обломков пород, сопровождающиеся выделением газов, главным образом метана, часто с взрывами и самовозгоранием. Конус может и не образовываться, если глина достаточно жидкая и при выбросах растекается. Для формирования грязевого вулкана необходимо, чтобы под землей оказались вместе нефть, вода и глина.

ДАЙКА (англ. *dike, dyke* – стена из камня) – пластообразное секущее гипабиссальное интрузивное тело с параллельными контактами, вертикальное или наклонное, имеющее большую протяженность (от десятков метров до многих километров) при относительно небольшой толщине (от первых метров до десятков метров). Внедряются по трещинам и разрывам в земной коре.

ДОЛГОТА (ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ДОЛГОТА ТОЧКИ) – двугранный угол между плоскостью начального (главного, нулевого) меридиана и плоскостью меридиана данной точки (см. **МЕРИДИАН**). Большинство стран мира, в том числе и Российской Федерацией, за начальный меридиан принят Гринвичский проходящий через Гринвичскую астрономическую обсерваторию, расположенную в пригороде Лондона, его долгота равна 0^0 .

Долгота считается на восток и на запад от 0° до 180°. Долгота точек находящихся к востоку считается восточной, лежащих к западу – западной.

ЖЕРЛОВИНЫ ВУЛКАНИЧЕСКИЕ (НЕККИ) (англ. neck — горлышко, шея) – мелкие трубообразные секущие тела, заполненные лавой или пирокластическими образованиями, расширяющиеся в виде воронки у поверхности. В нижней части некк может переходить в дайку. В поперечнике достигают 1,5 км. Разновидностью некков являются трубки взрыва (диатремы) – вертикальные трубообразные тела, образующиеся в результате прорыва газов. Особый интерес представляют трубки взрыва, заполненные алмазоносными кимберлитовыми брекчиями.

ЖИЛЫ – секущие или согласные вытянутые, плоские тела, приуроченные к трещинам в горных породах и выполненные минералами или горной породой. Мелкие жилы называют прожилками.

ЗАМЫКАНИЕ СКЛАДКИ – окончание складки в плане, где происходит соединение слоев, слагающих ее разные крылья. Замыкания антиклинальных складок именуют *периклиналью*, а синклинальных складок – *центриклиналью*. В периклиналях шарнир складки погружается, в центриклиналях – воздымается.

ЗЕРКАЛО СКЛАДЧАТОСТИ – воображаемая поверхность, соединяющая замки смежных складок по одному и тому же стратиграфическому горизонту (слою). Может быть горизонтальным, наклонным, выпуклым.

ИЗОГИПСЫ (греч. hupsos – высота) – линии на карте или плане, соединяющие точки с одинаковыми высотами земной поверхности над уровнем моря, то же что горизонтали.

ИЗОЛИНИИ (греч. isos – равный) – линии равного значения какой-либо физической величины (высота, температура, давление, мощность слоя и т.д.) на карте, плане, вертикальном разрезе или графике.

ИЗОПАХИТЫ (греч. isos – равный, pachys – толстый) – линии на карте или плане, соединяющие точки с одинаковой мощностью одного слоя горной породы.

ИМПАКТНЫЕ (КОПТОГЕННЫЕ) ГОРНЫЕ ПОРОДЫ (греч. *копто* – разрушать ударами) – ударно-метаморфические образования, возникшие в результате преобразований исходных пород (осадочных, магматических, метаморфических и др.), вызванных столкновениями с Землей малых космических тел. Залегают в пределах импактных кратеров (или их древних аналогов – астроблем).

КЛИВАЖ (ТРЕЩИНЫ КЛИВАЖА) (англ. cleavage – раскол) – частые параллельные поверхности скольжения, развивающиеся при пластической деформации горных пород. Кливаж возникает в результате проявления региональной складчатости сжатия и приурочен к складчатым структурам и к зонам разломов. В зоне выветривания трещины кливажа могут быть открытыми или закрытыми, иногда со следами скольжения. Ниже зоны выветривания кливаж выражен скрытыми трещинами.

КЛИНОФОРМА – морфолитостратиграфическое подразделение. Клиновидная (линзовидная) в разрезе толща с отчетливым первичным наклоном слоев, сложенная обломочными породами. Образуются на относительно крутых склонах поднятий.

КОЛЬДЕРЫ ВУЛКАНОВ (исп. caldera, буквально — большой котёл) – обширные овальные или круглые котловины вулканического происхождения с крутыми склонами. Достигают 10—20 км в поперечнике и нескольких сот м в глубину. Различают взрывные кальдеры, образующиеся при мощных взрывах газов, вырывающихся из жерла вулканов, и кальдеры обрушения, возникающие при оседании кровли подземного вулканического очага вследствие выброса из него материала при вулканических извержениях.

КОМПЛЕКС ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ – базовое петрографическое подразделение для эндогенных (и коптогенных) образований всех типов. Объединяет геологические тела, сложенные эндогенными кристаллическими горными породами, принадлежащими к одному типу, к одному классу глубинности и близкие по времени формирования. Комплекс должен иметь *петротип*. Каждый петрографический комплекс имеет строго индивидуальное название, которое формируется в соответствии с правилами Петрографического кодекса России. Полное название петрографического комплекса состоит из двух частей: присвоенного ему географического наименования и петрографического прилагательного. Названия петрографических комплексов пишутся со строчной буквы, например, *междуреченский комплекс гранитов*.

КОМПЛЕКС – наиболее крупная таксономическая единица местных стратиграфических подразделений, объединяющая две или более серии. Это мощная, сложная по составу и строению совокупность геологических образований, отвечающая крупному этапу в геологическом развитии территории. Комплекс широко используется в стратиграфии докембрийских образований, где выделяется с учетом данных изотопного возраста, степени метаморфизма слагающих пород и обычно отделяется от смежных по разрезу комплексов структурным или значительным стратиграфическим несогласием, а иногда и проявлением интрузивного магматизма. К сожалению, термин «комплекс» имеет много разных значений и часто употребляется как термин свободного пользования, но в стратиграфии это понятие должно использоваться только в том значении, которое рекомендовано Стратиграфическим кодексом.

КРЫЛЬЯ (БОКА) РАЗРЫВА – разорванные и сместившиеся блоки горных пород, расположенные по разные стороны от поверхности разрыва. При наклонном положении сместителя крыло, которое располагается над ним, именуется *висячим крылом*, а расположенное под ним – *лежачим*. В случае вертикального (или близкого к нему) положения сместителя, крыло, занимающее более высокое положение, называют *поднятым*, а более низкое – *опущенным*.

ЛАККОЛИТ (греч. lakkos – углубление, полость и lithos – камень) – гипабиссальный интрузив грибообразной или караваеобразной формы, залегающий согласно с вмещающими породами.

ЛОПОЛИТ (греч. lopas – миска и lithos – камень) – интрузив плоско-вогнутой блюдцеобразной формы, залегающий согласно с вмещающими породами.

МААР (нем. maar) – вулкан в виде воронки глубиной до нескольких сотен метров, окруженный невысоким валом, образованный в результате одноактного извержения – взрыва.

МАГМА (греч. magma – тесто, густая мазь) – силикатный расплав внутри земной коры. Магма, попавшая на поверхность Земли, называется лавой.

МАГМАТИЧЕСКАЯ ФАЗА – представляет собой часть магматического комплекса – тело или совокупность тел, образованных ассоциацией пород близкого состава, отвечающей отдельному импульсу или подэтапу магматического процесса. Каждой фазе присваивается порядковый номер, начиная от самой древней (первой).

МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ – горные породы, образовавшиеся в результате застывания и кристаллизации магматических расплавов.

МАГМАТИЧЕСКИЕ ДИАПИРЫ – мелкие частично согласные интрузии, имеющие форму перевернутой капли с куполовидной кровлей. В кровле контакты согласные, в боковых стенках – секущие.

МАРКИРУЮЩИЕ (ОПОРНЫЕ) ГОРИЗОНТЫ – широко распространенные и фиксируемые на определенном стратиграфическом уровне относительно маломощные отложения (пачка, слой), выделяемые на основании признаков, заметно отличающих данный горизонт от подстилающих и перекрывающих отложений.

МЕРИДИАН (лат. meridianus — полуденный) – линия сечения поверхности земного шара плоскостью, проведенной через какую-либо точку земной поверхности и ось вращения Земли. Меридиан соединяет полюсы земного шара и под прямым углом пересекает экватор. Меридиан начальный — меридиан, от которого ведется счет долготы (см. ДОЛГОТА) географической; в международной практике за начальный меридиан принят Гринвичский

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ (греч. metamorphoōmai – подвергаюсь превращению, преображаюсь) – горные породы, образовавшиеся в результате метаморфизма – процесса минеральных и структурно-текстурных преобразований исходных пород любого состава и происхождения, протекающего вследствие изменения термодинамических условий геологической среды вне зоны эпигенеза.

МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ (греч. meta – по, после; soma – тело) – горные породы, образовавшиеся в результате метасоматоза – частичного или полного химического, минерального и структурно-текстурного преобразования исходных пород, сохраняющих при этом твердое состояние. Часто рассматривается как разновидность метаморфизма.

МОРФОЛИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ – совокупности горных пород, объединяемые по литологическим или по фациально-морфологическим особенностям (признакам), позволяющим устанавливать положение этих подразделений в разрезе и на площади распространения. Они используются в качестве вспомогательных стратиграфических подразделений по отношению к местным стратонам. Приняты следующие морфолитостратиграфические подразделения: органогенные массивы, олистостромы (гравитационные), клиноформы и стратогены.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ СКЛАДОК – в морфологической классификации складки группируют по их форме в плане и разрезе, строению замка и крыльев, размерам. В зависимости от положения осевой поверхности по отношению к горизонту и направлению падения крыльев складки выделяют симметричные и асимметричные складки. *Симметричные (прямые)* складки имеют вертикальные осевые поверхности, а крылья наклонены в разные стороны под одинаковыми углами. У *асимметричных* складок осевые поверхности не вертикальны, а крылья наклонены по отношению к ним под разными углами. В свою очередь среди них различают складки: *наклонные*, с наклонным положением осевых поверхностей и падением крыльев в разные стороны; *опрокинутые*, с наклонными осевыми поверхностями и падением крыльев в одну сторону; *лежащие*, с примерно горизонтальным положением осевых поверхностей и сравнительно пологим падением крыльев, одно из которых опрокинута; *ныряющие*, с осевыми поверхностями, изогнутыми до обратного падения. По взаимному расположению крыльев складки выделяют: *нормальные* складки с падением крыльев в разные стороны; *изоклинные* – с параллельным расположением крыльев; *веерообразные* – с веерообразным расположением слоев на крыльях, раздутым и пережатым ядром. По форме замка среди складок различают: *округлые (аркообразные)*, *килевидные*, *гребневидные*, *сундучные (коробчатые)*, последние имеют плоский широкий замок и крутые крылья. По величине угла складки выделяют: *острые* складки, с углом меньше 90° , и *тупые* складки, с углом больше 90° . Складки по соотношению мощностей слоев на крыльях и в замке подразделяются на *концентрические* (устаревшее название – гармоничные), имеющие одинаковые мощности слоев в замках и на крыльях, и *подобные*, с уменьшенной мощностью на крыльях и увеличенной в замках. Различают складки и по соотношению длины и ширины складки в плане. Вытянутые складки, у которых длина намного (более чем в три раза) превосходит ширину, называются *линейными*, они обычно простираются на большие расстояния параллельно друг другу. Короткие складки в виде вытянутых овалов именуются *брахискладками (брахиантиклинали и брахисинклинали)*. Складки, характеризующиеся близкими значениями длины и ширины, называют *изометричными* (синклинальные – *мульдами*, а антиклинальные – *куполами*). В ядрах куполов часто присутствуют магматические или высокопластичные породы – соли, глины, которые протыкают (приподнимают) вышележащие слои, образуя *ядра протыкания*. Складки с такими ядрами называются *диапировыми* складками или *диапирами*.

НАДВИГИ – разрывное нарушение с пологим наклоном сместителя (менее 60°), по которому висячий блок поднят и надвинут на лежащий. Надвиگی обычно развиваются в обстановке интенсивного сжатия с пластическим перераспределением материала и тесно связаны с линейными сильно сжатыми наклонными или опрокинутыми складками.

ОБЩЕЗЕМНОЙ ЭЛЛИПСОИД – эллипсоид вращения, плоскость экватора и центр которого совпадает с плоскостью экватора и центром масс Земли и наилучшим образом аппроксимирует поверхность геоида.

ОЛИСТОСТРОМЫ (гравитационные) – морфолитостратиграфическое подразделение. Хаотические ассоциации пород (микститы), состоящие из гетерокластического и часто разновозрастного материала (олистолитов), погруженного в относительно мелкокластическую бесструктурную массу (матрикс) обычно иного, чем олистолиты, состава.

ОРГАНОГЕННЫЕ МАССИВЫ – морфолитостратиграфическое подразделение. Сложные, длительно развивающиеся крупные (сотни метров) ископаемые органогенные постройки, сложенные массивными карбонатными породами без седиментационной слоистости. Имеют изометрично-выпуклую или линзовидную форму.

ОСЕВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – поверхность, проходящая через точки перегиба слоев, образующих складку.

ОСЬ СКЛАДКИ – проекция на горизонтальную плоскость линии пересечения осевой поверхности с поверхностью рельефа.

ПАРАЛЛЕЛЬ – линия, образованная пересечением плоскости, параллельной плоскости земного экватора, с поверхностью Земли (см. ШИРОТА).

ПАЧКА – относительно небольшая по мощности совокупность слоев, характеризующаяся некоторой общностью признаков, или одним определенным признаком, который отличает ее от смежных по разрезу пачек в составе свиты (подсвиты) или толщи. Пачки называют по слагающей их породе, по литологическим особенностям (цвет, плотность и др.) или по названию характерных остатков организмов (в русской транскрипции в форме определения). Также могут нумероваться арабскими цифрами (снизу вверх по разрезу) с прибавлением в скобках названия горной породы (в именительном падеже), слагающей данную пачку.

ПЕТРОТИП – конкретный петрографический объект, выбранный в качестве типового для конкретного регионального петрографического подразделения; он является стандартом для комплекса и представляет собой основу для его определения и узнавания.

ПЛУТОНИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ – полнокристаллические породы, формирование которых происходило в условиях значительной или умеренной глубинности, обеспечивающей относительно длительную кристаллизацию магмы в земной коре. Они образуют тела преимущественно крупного и среднего размера (батолиты, лакколиты, лополиты, штоки и др.), а также связанные с ними дайки.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ МЕСТНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ (МЕСТНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ) – совокупности горных пород, выделяемые в местном разрезе на основании комплекса признаков при преимущественном учете фациально-литологических или петрографических особенностей, ясно ограниченные от смежных подразделений, как по разрезу, так и на площади, опознаваемые на местности и картируемые. Шкала местных стратиграфических подразделений включает основные (комплекс, серия, свита, пачка) и вспомогательные (толща, слой, маркирующий горизонт, линза) таксономические единицы.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ (ОБЩИЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ) – совокупности горных пород (геологические тела), занимающие определенное положение в полном геологическом разрезе земной коры и образовавшиеся в течение интервала геологического времени, зафиксированного в стратотипических разрезах. Имеют потенциально планетарное распространение. Совокупность общих стратиграфических подразделений в их полных объемах составляют Общую (Международную) стратиграфическую шкалу (прил. 1).

ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ (РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ) – совокупности горных пород, сформировавшиеся в определенные этапы геологической истории крупного участка земной коры, отражающие особенности осадконакопления и последовательность смены комплексов фауны и флор, населявших данный участок. Региональные подразделения интегрируют местные стратонады. Основными таксономическими единицами региональных стратиграфических подразделений является горизонт и слои с географическим названием.

ПОДСВИТА – часть свиты, содержащая большинство признаков свиты, но отличающаяся от других подсвит некоторыми признаками, обычно литолого-фациальными и реже палеонтологическими. Подсвиты именуются по их положению в разрезе соответствующей свиты как ниже-, средне- (при трехчленном делении) и выше- с прибавлением названия свиты (например нижебешкошская подсвита). Если в разрезе свиты выделяется больше трех подсвит, то им присваиваются порядковые номера, причем нижняя подсвита именуется первой.

РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ (син. – дизъюнктивные дислокации, разрывные структуры) – нарушения сплошности горных пород, образующиеся в процессе деформаций под действием скалывающих или растягивающих усилий. Среди разрывных нарушений различают разрывы со смещением и разрывы без видимых смещений (*трещины*). Крупные разрывы со смещением принято называть *тектоническими разломами*, или просто *разломами*. В разрывах со смещением выделяют следующие элементы: *сместитель*, *крылья* и *амплитуду разрыва*.

РЕЛЬЕФ СТРУКТУРНЫЙ – рельеф, совпадающий с залеганием горных пород его слагающих.

РЕФЕРЕНЦ-ЭЛЛИПСОИД (от лат. referens – сообщающий, вспомогательный) – земной эллипсоид с определёнными размерами и положением в теле Земли, служащий вспомогательной математической поверхностью, к которой приводят результаты всех геодезических измерений на земной поверхности и на которую тем самым проектируются пункты опорной геодезической сети.

СБРОС ШАРНИРНЫЙ – сброс, в котором крылья поворачиваются в разные стороны или в одну сторону вокруг оси, перпендикулярной к простиранию сместителя (см. СБРОС).

СБРОСЫ – разрывные нарушения, в которых поверхность разрыва наклонена в сторону опущенного (лежащего) крыла. Сместитель сброса называется сбрасывателем. В зависимости от соотношения углов наклона слоев в крыльях сброса и поверхности сместителя различают нормальные (согласные) и обратные (несогласные) сбросы. У нормальных (согласных) сбросов слои горных пород и сместитель наклонены в одну сторону, у обратных (несогласных) – в разные стороны. По отношению к простиранию пород различают поперечные, продольные и диагональные сбросы, а по направлению движения крыльев выделяются прямые, обратные и шарнирные сбросы.

СВИТА – основная таксономическая единица местных стратиграфических подразделений, основная картируемая единица при средне- и мелкомасштабном картировании. Свита представляет собой совокупность отложений, развитых в пределах какого-либо

геологического района, отличающихся от ниже- и вышележащих отложений особенностями литологической и палеонтологической характеристик, характером метаморфизма, изотопным возрастом и другими особенностями. Свита должна иметь четкие границы и *стратотип*. В соответствии со Стратиграфическим кодексом России название свиты образуется от географических названий объектов (областей, районов, рек, гор, населенных пунктов и т. д.), на территории или вблизи которых находятся стратотипические разрезы соответствующих свит. Свита может подразделяться: на подсвиты и пачки.

СДВИГИ – разрывные нарушения, смещения по которым происходят в субгоризонтальном направлении – вдоль линии простирания сместителя. По углу падения сместителя сдвиги подразделяются на горизонтальные (угол наклона от 0—10⁰), пологие (угол наклона от 10—45⁰), крутые (угол наклона от 45—80⁰) и вертикальные (угол наклона от 80—90⁰). По относительному перемещению крыльев выделяют правые и левые сдвиги. При смещении крыльев в диагональном направлении относительно простирания сместителя возникают сбросо-сдвиги и сдвиго-сбросы.

СЕРИЯ – таксономическая единица местных стратиграфических подразделений. Она объединяет две или более свиты, образующие крупный цикл осадконакопления.

СИЛЛ, или **МЕЖПЛАСТОВАЯ ЗАЛЕЖЬ** (англ. sill – подошва пласта) – пластообразный согласный гипабиссальный интрузив, внедренный вдоль границ слоев вмещающей толщи.

СКЛАДКА АНТИКЛИНАЛЬНАЯ (АНТИКЛИНАЛЬ) – складка представляет собой изгиб слоев, внутренняя часть которого сложена более древними породами.

СКЛАДКА СИНКЛИНАЛЬНАЯ (СИНКЛИНАЛЬ) – складка представляет собой изгиб слоев, внутренняя часть которого сложена более молодыми породами.

СКЛАДКИ – волнообразные изгибы слоев, образующиеся в процессе пластических деформаций горных пород без нарушения их сплошности. Складки, моноклинали и флексуры объединяют в пликативные дислокации. В строении складок различают следующие элементы. *Крылья складки* – боковые части складки, в которых слои имеют односторонний наклон и примерно одинаковые углы наклона. Крылья складок соединяются замком (сводом). *Замок складки* – место общего перегиба слоев, слагающих крылья складки. Для замков антиклинальных складок обычно употребляется термин «свод». Внутренняя часть складки называется *ядром*. Складки делятся на две основные разновидности: *антиклинальные* и *синклинальные*. Смежные антиклинали и синклинали имеют общее крыло.

СЛОЙ (ПЛАСТ) – плоское геологическое тело, площадь распространения которого намного превышает его толщину. Нижняя поверхность, ограничивающая слой, называется подошвой, верхняя – кровлей, а его толщина – мощностью. Каждый слой образован более или менее однородной горной породой, отличающейся по вещественному составу, гранулометрическим или другим литологическим особенностям или по остаткам организмов от ниже- и вышележащих слоев. Слой является элементарной таксономической единицей слоистой текстуры осадочных и вулканогенно-осадочных толщ. Толщи излившихся вулканических пород состоят из других элементарных единиц – лавовых *покровов*, имеющих широкое площадное распространение, и линейно вытянутых *потоков*.

СМЕСТИТЕЛЬ (ПОВЕРХНОСТЬ РАЗРЫВА) – трещина, по которой происходит смещение отделившихся блоков горных пород. Положение сместителя в пространстве определяется азимутом простирания, азимутом и углом его падения по отношению к горизонту. Поверхность сместителя может иметь различную форму (в частном случае – плоскую) и наклон – от нескольких градусов до 80—90⁰. Сместитель бывает выражен узкой закрытой трещиной или относительно широкой зоной, заполненной раздробленным материалом (зона дробления, брекчия трения), жильными и рудными минералами.

СТРАТОГЕН – совокупность четвертичных (возможно, и неогеновых) отложений, обособленных в разрезе по принадлежности к определенному генетическому типу (аллювиальному, ледниковому, эоловому и др.) или по сочетанию нескольких типов и занимающих определенное стратиграфическое положение. К признакам формирования относятся в первую очередь вещественный состав отложений, характер их залегания и геоморфологические особенности.

СТРАТОИЗОГИПСЫ (лат. stratum - слой и греч. hupsos – высота) – линии равных абсолютных отметок подошвы или кровли какого-либо слоя горных пород.

СТРАТОТИП (СТРАТОТИПИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ) – конкретный разрез стратиграфического подразделения (стратона), указанный и описанный в качестве эталонного.

СТРУКТУРНЫЕ ЭТАЖИ – комплексы горных пород различного стратиграфического объема и вещественного состава, связанные между собой единством структурного плана, специфическими формами тектонических деформаций, характером проявления магматизма, а также степенью метаморфических изменений. Структурные этажи отделяются друг от друга поверхностями угловых несогласий.

СТУПЕНЧАТЫЕ СБРОСЫ ИЛИ ВЗБРОСЫ – параллельные сбросы и взбросы часто образуют протяженные системы разломов, по которым происходит ступенчатое погружение или воздымание блоков земной коры.

СУБВУЛКАНИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ – вулканические тела (силлы, купола, штоки, дайки), представляющие собой «корни вулканов», сформировавшиеся на небольшой глубине (обычно 0,5—3 км) в связи с вулканическим процессом. Это отличает субвулканические образования от собственно гипабиссальных интрузивов, непосредственно не связанных с вулканизмом.

ТАЛЬВЕГ (нем. talweg.) – линия, соединяющая самые глубокие части дна реки, долины, оврага и др. эрозионных форм рельефа. Совпадает с наиболее низкими высотными отметками поперечного профиля дна долины или русла реки.

ТЕКТОНИТЫ – горные породы, образовавшиеся в зонах разрывных нарушения при воздействии тектонических движений, которые приводят либо к дроблению и перетиранию исходной породы и образованию катаклазитов (раздробленная и сцементированная горная порода) и милонитов (тонкоперетертая, расланцованная горная порода), либо к минеральным новообразованиям.

ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ КАРТЫ – подробные единые по содержанию, оформлению и математической основе географические карты, на которых изображаются природные и социально-экономические объекты местности с присущими им качественными и количественными характеристиками и особенностями размещения. Предназначены для многоцелевого хозяйственного, научного и военного применения.

УГОЛ ПАДЕНИЯ КРЫЛА – угол между поверхностью любого слоя в крыле складки и горизонтальной плоскостью.

УРОВЕННАЯ ПОВЕРХНОСТЬ – поверхность, каждая точка которой ортогональна к вектору силы тяжести данного небесного тела.

ФАКОЛИТ – мелкий бескорневой интрузив линзовидной формы, залегающий согласно с вмещающими породами.

ФАНЕРОЗОЙ. ФАНЕРОЗОЙСКАЯ ЭОНТЕМА (ЭОН) (греч. *phaneros* – явный, *zoe* – жизнь, буквально – время «явной» жизни) – крупнейшее подразделение общей стратиграфической и геохронологической шкал, нижний возрастной рубеж которого оценивается в 535 млн. лет., объединяет палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую эратемы (эры).

ШАРНИР СКЛАДКИ – линия пересечения осевой поверхности с поверхностью одного из слоев, составляющих складку. Шарнир повторяет все изгибы слоя в замке складки и может погружаться или воздыматься на отдельных участках. Периодическое погружение и воздымание шарнира называется волнистостью или *ундуляцией*.

ШАРЬЯЖИ (ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ПОКРОВЫ) (франц. *charrier* – катить, везти, волочить) – надвиги с большими горизонтальными перемещениями (в десятки и сотни километров). Сместитель в покровах обычно имеет пологую, нередко волнистую поверхность. Основание, по которому движется покров, называется *автохтоном*, а комплекс перемещенных горных пород, образующий надвинутую верхнюю часть покровной структуры, – *аллохтоном*. В теле покрова различают лобовую (фронтальную), тыльную и срединную (щит, панцирь) части. Область, откуда началось перемещение аллохтона, называется его корнями.

ШИРОТА (ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ШИРОТА ТОЧКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ) – угол между отвесной линией, проходящий через данную точку на поверхности Земли, и плоскостью экватора. Счет широт ведется от экватора к полюсам от 0 до 90°. Широты северного полушария обозначаются буквой N и считаются положительными. Широты точек южного полушария обозначаются буквой S и считаются отрицательными. Географическая широта определяет положение параллели, на которой находится определяемая точка (см. ПАРАЛЛЕЛИ).

ШТОК (нем. *stock* – палка ствол) – секущая интрузия с крутопадающими контактами, изометричной или округлой в плане формой, относительно небольшими размерами (до 100 км²).

ЭКСТРУЗИВНЫЕ ПОРОДЫ (лат. *extrusio* – выталкивание) – образуются в результате выжимания на земную поверхность вязкой, не растекающейся лавы (вулканические купола, пробки, бисмалиты). С экструзивными образованиями могут быть связаны продолжающие их вглубь земной коры жерловые образования (некки) или заполнения застывшей лавой

подводящих кольцевых трещин между вмещающими породами и центральным осевшим блоком жерла – в таких случаях употребляется термин *экструзивно-жерловые образования*. Жерловые образования могут встречаться независимо от *экструзивных*.

ЭОН (лат. *aeon*, греч. *eion* – длительный отрезок времени) – крупнейшая единица геологического времени, на протяжении которого формировались *зонотемы*. Включает несколько эр геологических.

ЭОНОТЕМА (греч. *eion* – длительный промежуток времени и *tema* – положение) – хроностратиграфическое подразделение высшего порядка в стандартной (международной) стратиграфической шкале (архейская, протерозойская, фанерозойская) и второго порядка в общей стратиграфической шкале (см. прил. 1), объединяющее целое число эратем.

ЭРА (лат. *aera* – число) – единица геохронологической шкалы, подчиненная по рангу *зоне*. Объединяет несколько периодов, отвечает крупным этапам в геол. истории Земли и развитию жизни. Соответствует времени, на протяжении которого формировались *эратемы*.

ЭРАТЕМА – хроностратиграфическое подразделение второго порядка в стандартной (международной) стратиграфической шкале (см. прил. 1) и третьего порядка в общей стратиграфической шкале, объединяющее целое число систем.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Берлянт А.М. Картография: Учебник для вузов. – М.: Аспект Пресс. 2002. – 336 с.
2. Бурдэ А.И., Гусев Н.А., Дортман Н.Б. и др. Основы мелкомасштабного геологического картографирования. Методические рекомендации. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 1995. – 195 с.
3. Бурдэ А.И., Стрельников С.И., Межеловский Н.В. Три века геологической картографии России. – М.-СПб., 2000 – 439 с. (МПР РФ, ВСЕГЕИ, ГЕОКАРТ).
4. ГОСТ 22268-76. Геодезия. Термины и определения. – М.: Стройиздат, 1981. – с 32.
5. Гудымович С.С., Полиенко А.К. Учебные геологические практики: учебное пособие / Томский политехнический университет. Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 154 с.
6. И-23 – Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (третье поколение). – СПб.: ВСЕГЕИ, 2003. – 240 с.
7. Инструкция по организации и производству геологосъемочных работ и составлению Государственной геологической карты СССР масштаба 1:50 000 (1:25 000).– Л.: ВСЕГЕИ, 1987. – 243 с.
8. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000. М.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1995. – 244 с.
9. Караулов В.Б., Никитина М.,И. Геология. Основные понятия и термины: Справочное пособие. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 157 с.
10. Корсаков А.К. Структурная геология: учебник. М.: КДУ. 2009. – 328 с.
11. Краткий геологический словарь для школьников / Под ред. Г.И. Немкова. – М.: Недра, 1989. – 176 с.
12. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (третье поколение). – СПб., 2010. – 196 с. (Минприроды России. Роснедра. ФГУП «ВСЕГЕИ»).
13. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000 (второго издания). – СПб., 2010. – 164 с. (Минприроды России. Роснедра. ФГУП «ВСЕГЕИ»).
14. Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование. 4-е изд. – М.: Недра. 1984. – 464 с.

15. Общая геология: в 2 тт. / Т. 2. Пособие к лабораторным занятиям // Под ред. проф. А.К.Соколовского. – М.: КДУ, 2006. – 202 с.
16. Петрографический кодекс (магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования). Изд. 3-е. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. – 200 с.
17. Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии: Учебное пособие для вузов / В.Н.Павлинов, А.Е.Михайлов, Д.С.Кизевальтер и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1983. – 160 с.
18. Стратиграфический кодекс России. Изд. 3-е. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с.
19. Сунцев А.С., Трапезников Д.Е. Структурная геология. Построение геологических разрезов к картам: метод. указания. – Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2012. – 73 с.
20. Типовые условные обозначения для карт разного геологического содержания. Геологическая карта. – Л.: 1986. – 21. с.
21. Южанинов В.С. Картография с основами топографии. Учебное пособие. – М.: Высшая школа. 2001. – 302 с.
22. Harrell J. A., Brown V. M. «The world's oldest surviving geological map — the 1150 BC Turin papyrus from Egypt» // Journal of Geology. – 1992. – №100, – С. 3-18. – ISSN 0022-1376.

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

22. Атлас учебных геологических карт. ВСЕГЕИ. 1987.
23. Эталонная база изобразительных средств (ЭБЗ) Госгеолкарты-200 (версия 5.0 от 20.09.09). Утверждена НРС 24.09.2009. (размещена на сайте ВСЕГЕИ: <http://www.vsegei>).
24. Геологические карты. Сайт московского филиала ВСЕГЕИ, <http://geo.mfvsegei.ru/200k/index.html>.
25. Учебные геологические карты. Сайт Geokniga <http://www.geokniga.org/mapgroups/2397>.
26. Учебные геологические карты. Портал Школьного Факультета <http://www.geoland.ru/forum/55>.

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА*

* Общая стратиграфическая шкала (ОСШ) утверждается Межведомственным стратиграфическим комитетом для использования в России.

Международная стратиграфическая шкала (МСШ) принимается Международной комиссией по стратиграфии.

Использованные источники:

1. Стратиграфический кодекс России. Издание третье. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с.
2. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 38. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. – 131 с.
3. International Stratigraphic Chart. – ICS, 2009.

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ЧЕТВЕРТИЧНОЙ СИСТЕМЫ

Система	Надраздел (отдел)	Раздел (подотдел)	Звено	Степень	
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ (КВАРТЕР) Q	Голоцен Q _h				
	Плейстоцен Q _p	Неоплейстоцен Q _N ^o	Верхнее III	Четвертая III ₄	
				Третья III ₃	
				Вторая III ₂	
				Первая III ₁	
			Среднее II	Шестая II ₆	
				Пятая II ₅	
				Четвертая II ₄	
				Третья II ₃	
				Вторая II ₂	
				Первая II ₁	
				Нижнее I	Восьмая I ₈
					Седьмая I ₇
			Шестая I ₆		
			Пятая I ₅		
			Четвертая I ₄		
			Третья I ₃		
			Вторая I ₂		
			Первая I ₁		
			Эоплейстоцен Q _E		Верхнее II
Нижнее I					

ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ФАНЕРОЗОЯ

ЭОНО-ТЕМА	ЭРА-ТЕМА	СИСТЕМА	ОТДЕЛ (РАЗДЕЛ)	ЯРУС (ЗВЕНО), ИНДЕКС	Возраст нижней границы, млн. лет
ФАНЕРОЗОЙСКАЯ	КАЙНОЗОЙСКАЯ	Четвертичная (2.6)	Голоцен	Современное - Q _{IV}	0.0117
			Неоплейстоцен	Верхнее - Q _{III} Среднее - Q _{II} Нижнее - Q _I	0.781
			Эоплейстоцен - Q _E	2.588	
		Неогеновая (24±1)	Плиоцен	Пьяченцкий - N ₂ ria	3.58
				Занкльский - N ₂ zan	5.32
			Миоцен	Мессинский - N ₁ mes	7.12
				Тортонский - N ₁ tor	11.20
				Серравальский - N ₁ srv	14.80
				Лангийский - N ₁ lan	16.40
		Палеогеновая (65)	Олигоцен	Хаттский - P ₃ h	28.45±0.1
				Рюпельский - P ₃ r	33.9±0.1
			Эоцен	Приабонский - P ₂ p	37.2±0.1
	Бартонский - P ₂ b	40.4±0.2			
	Лютетский - P ₂ l	48.6±0.2			
	Палеоцен	Ипрский - P ₂ i	Танетский - P ₁ t	58.7±0.2	
			Зеландский - P ₁ sl	61.7	
			Датский - P ₁ d	65.5±0.3	
	МЕЗОЗОЙСКАЯ	Меловая (145±4)	Верхний	Маастрихтский - K ₂ m	73.0±0.6
				Кампанский - K ₂ km	83.0±0.7
				Сантонский - K ₂ st	87.0±0.7
				Коньякский - K ₂ k	88.5
				Туронский - K ₂ t	91.0±0.8
			Сеноманский - K ₂ s	99.6±0.9	
		Нижний	Альбский - K ₁ al	112.0±1.0	
Аптский - K ₁ a			125.0±1.5		
Барремский - K ₁ br			130.0		
Юрская (200±1)		Верхний (мальм)	Готеривский - K ₁ g	136.4±3.0	
			Валанжинский - K ₁ v	140.2±3.0	
			Берриасский - K ₁ b	145.5±4.0	
	Средний (доггер)	Титонский - J ₃ tt	150.8±4.0		
		Кимериджский - J ₃ km	155.7±4.0		
		Оксфордский - J ₃ o	161.2±4.0		
	Нижний (лейас)	Келловейский - J ₂ k	164.7±4.0		
		Батский - J ₂ bt	167.7±3.5		
		Байосский - J ₂ b	171.6±3.0		
Триасовая (251±1)	Верхний	Ааленский - J ₂ a	175.6±2.0		
		Тоарский - J ₁ t	183.0±1.5		
		Плинсбахский - J ₁ p	189.6±1.5		
	Средний	Синемюрский - J ₁ s	196.5±1.0		
		Геттангский - J ₁ g	199.6±0.6		
		Рэтский - T ₃ r	203.6±1.5		
Нижний	Карнийский - T ₃ k	Норийский - T ₃ n	216.5±2.0		
		Ладинский - T ₂ l	228.0		
		Анизийский - T ₂ a	237.0±2.0		
Оленекский - T ₁ o	Индский - T ₁ i	245.0	249.7±		
		251.0±0.4	251.0±0.4		

ПАЛЕОЗОЙСКАЯ	Пермская (299±1)	Верхний (Татарский)	Вятский - P _{3v} Северодвинский - P _{3sd}	260.4 265.8
		Средний (Биармийский)	Уржумский - P _{2ur} Казанский - P _{2kz}	268.0 270.6±0.7
		Нижний (Приуральский)	Уфимский - P _{1u} Кунгурский - P _{1k} Артинский - P _{1ar} Сакмарский - P _{1s} Ассельский - P _{1a}	275.6±0.7 284.4±0.7 294.6±0.8 299.0±0.8
	Каменноугольная (359±3)	Верхний	Гжельский - C _{3g} Касимовский - C _{3k}	303.9±0.9 306.5±1.0
		Средний	Московский - C _{2m} Башкирский - C _{2b}	311.7±1.0 318.1±1.3
		Нижний	Серпуховский - C _{1s} Визейский - C _{1v} Турнейский - C _{1t}	326.4±1.6 345.3±2.1 359.2±2.5
	Девонская (416±3)	Верхний	Фаменский - D _{3fm} Франский - D _{3f}	374.5±2.6 385.3±2.6
		Средний	Живетский - D _{2zv} Эйфельский - D _{2ef}	391.8±2.7 397.5±2.7
		Нижний	Эмский - D _{1e} Пражский - D _{1p} Лохковский - D _{1l}	407.0±2.8 411.2±2.8 416.0±2.8
	Силурийская (444±2)	Верхний	Пржидольский - S _{2p} Лудловский - S _{2ld}	418.7±2.7 422.9±2.5
		Нижний	Венлокский - S _{1v} Лландоверийский - S _{1l}	428.2±2.3 443.7±1.5
	Ордовикская (488±2)	Верхний	Хирнантский - O _{3h} Катийский - O _{3k} Сандбийский - O _{3s}	445.8±1.5 455.8±1.6 460.9±1.6
		Средний	Дарривильский - O _{2dr} Дапинский - O _{2d}	468.1±1.6 471.8±1.6
		Нижний	Флоский - O _{1f} Тремадокский - O _{1t}	478.6±1.7 488.3±1.7
	Кембрийская (535±1)	Верхний	Батырбайский - E _{3bt} Аксайский - E _{3ak} Сакский - E _{3s} Аюсокканский - E _{3as}	501.0
		Средний	Майский - E _{2m} Амгинский - E _{2am}	506.5 509.0
		Нижний	Тойонский - E _{1tn} Ботомский - E _{1b} Атдабанский - E _{1at} Томмотский - E _{1t}	526.0 529.0 535.0±1.0

Примечание. Цифры в скобках – возраст подошвы в млн. лет.

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ДОКЕМБРИЯ

МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА			ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА												
ЭОНОТЕМА	ЭРАТЕМА	СИСТЕМА	АКРОТЕМА	ЭОНОТЕМА	ЭРАТЕМА	СИСТЕМА	ОТДЕЛ								
ПРОТЕРОЗОЙ	НЕОПРОТЕРОЗОЙ	Эдиакарий (635)	ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ – PR	ВЕРХНЯЯ – PR₂ РИФЕЙСКАЯ – R	Вендская (650±15)	Верхний – V ₂	Верхний – V ₂								
		Криогений (850)						Верхняя – R ₃ (каратавий) (1030±50)	Нижний – V ₁	Нижний – V ₁					
		Тоний (1000)				Средняя – R ₂ (юрматиний) (1350±20)									
	МЕЗОПРОТЕРОЗОЙ	Стений (1200)						Нижняя – R ₁ (бурзяний) (1650±50)							
		Эктазий (1400)										Верхнекарельская – K ₂ (2100±50)			
		Калиммий (1600)				Нижнекарельская – K ₁ (2500±50)									
	ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙ	Статерий (1800)		НИЖНЯЯ – PR₁ (карелий – K)	Верхнекарельская – K ₂ (2100±50)			Нижнекарельская – K ₁ (2500±50)							
		Орозирий (2050)				Верхнелопийская – L ₃ (2800)									
		Рясий (2300)											Среднелопийская – L ₂ (3000)		
		Сидерий (2500)													
	АРХЕЙ	НЕОАРХЕЙ		(2800)	АРХЕЙСКАЯ – AR	ВЕРХНЯЯ – AR₂ (лопий – L)									
		МЕЗОАРХЕЙ		(3200)						Верхнелопийская – L ₃ (2800)					
ПАЛЕОАРХЕЙ		(3600)	Среднелопийская – L ₂ (3000)												
ЭОАРХЕЙ		(4000)	Нижнелопийская – L ₁ (3200±50)												
			НИЖНЯЯ – AR₁ (саамий – S)												

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ К ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЕ

1. ОСНОВНЫЕ ЦВЕТА РАСКРАСКИ

1.1. Возраста стратиграфических подразделений ОСШ

Q	Четвертичная система (квартер)
N	Неоген
Р	Палеоген
K	Мел
J	Юра
T	Триас
P	Пермь
C	Карбон
D	Девон
S	Силур
O	Ордовик
Є	Кембрий
V	Венд
R	Рифей
PR ₁	Нижний протерозой
AR ₂	Верхний архей
AR ₁	Нижний архей

Примечание: Если к одному из подразделений общей стратиграфической шкалы относится несколько более мелких, они обозначаются оттенками цвета, принятого для данного подразделения, при этом интенсивность оттенка цвета должна уменьшаться от древних подразделений к молодым.

Пример раскраски отделов юрской системы

 J ₃	Верхняя юра
 J ₂	Средняя юра
 J ₁	Нижняя юра

1.2. Состав интрузивных образований (нормального ряда)

 γ	кислые
 δ	средние
 υ	основные
 σ	ультраосновные

Примечание: Аналогичные или близкие по составу разновозрастные интрузивные образования закрашиваются одним цветом различной интенсивности с увеличением последней от древних образований к молодым.

2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ

а _____	Границы между разновозрастными подразделениями и телами разного состава внутри этих подразделений
б - - - - -	
а _____	Те же границы, скрытые под вышележащими образованиями
б - - - - -	
а б	Границы несогласного залегания стратиграфических подразделений
.....	Границы между фациально разными образованиями внутри стратиграфических и нестратиграфических подразделений

Примечание: а - достоверные, б - предполагаемые

3. РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ

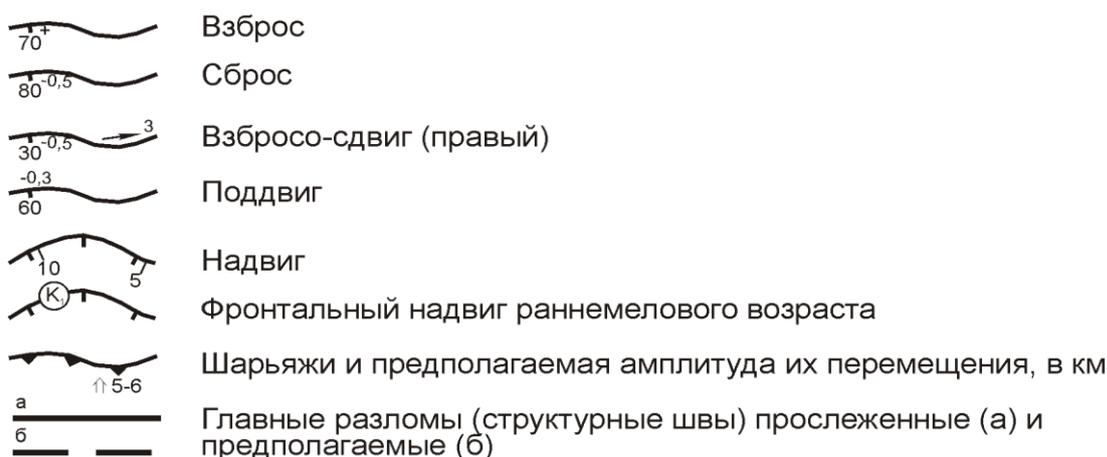
а _____	Разломы, выходящие на поверхность достоверные (а) и предполагаемые (б); скрытые под вышележащими образованиями достоверные (в), предполагаемые (г)
б - - - - -	
в	
г	

Приложение 2 (продолжение)

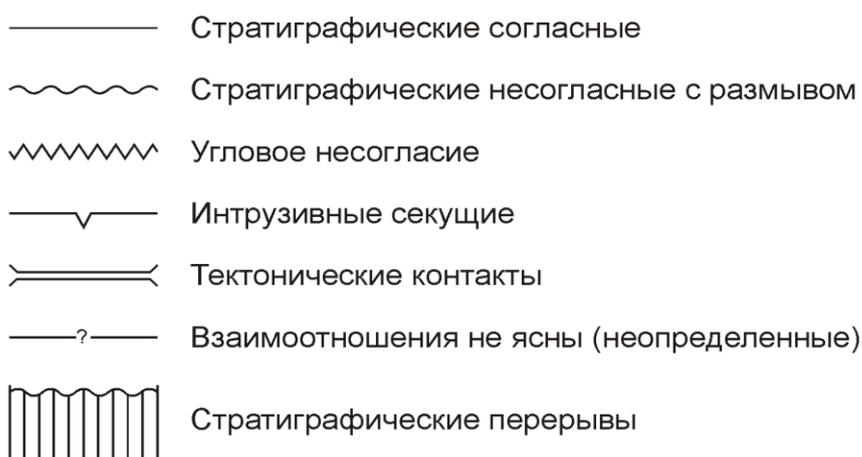
Примечания

1. Направление падения поверхности сместителя показывается черточкой, угол наклона в градусах - цифрами. Относительное перемещение крыла нарушения показывается знаками плюс (вверх) и минус (вниз) которые проставляются правее черточки, указывающей направление падения сместителя. Амплитуда вертикального перемещения приводится в километрах и обозначается цифрой, проставляемой после знака смещения.
2. Амплитуда горизонтального смещения по сдвигам приводится в километрах и обозначается цифрами у стрелки, указывающей смещение; при правом сдвиге стрелка ориентируется вправо, при левом - влево.
3. При установлении возраста заложения разрывных нарушений рекомендуется указывать его нижний предел в разрыве линии нарушения.
4. При необходимости выделить главные разломы (структурные швы), они показываются утолщенными (0,7 мм) линиями. Долгоживущие разломы, имеющие сложное, переменное строение, могут показываться без морфокинематических данных. Остальные разломы обозначаются "разломы второго порядка" или "прочие разломы".

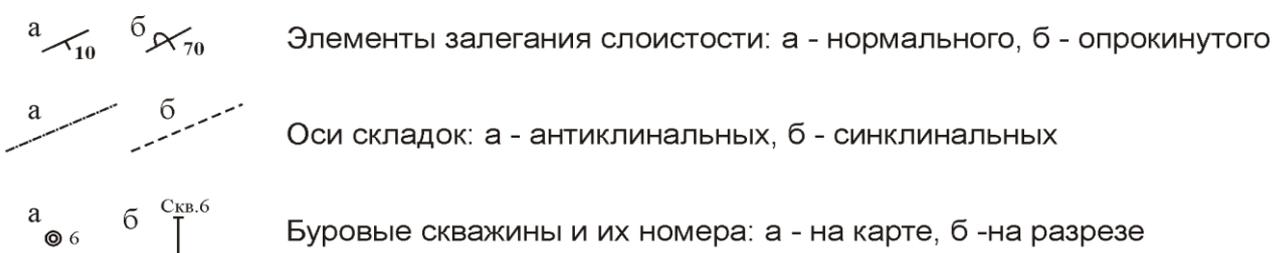
Примеры



4. ОБОЗНАЧЕНИЯ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ В УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЯХ КАРТ, НА СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ КОЛОНКАХ И СХЕМАХ КОРРЕЛЯЦИИ



5. ПРОЧИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



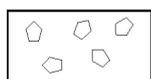
ОБОЗНАЧЕНИЯ ВИДОВ И СОСТАВА ГОРНЫХ ПОРОД

1. ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

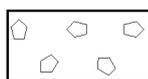
1.1. Обломочные и глинистые породы разного состава

Рыхлые

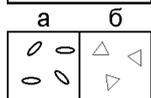
Сцементированные



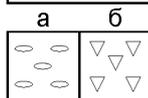
Глыбы



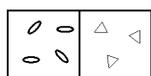
Глыбовые брекчии



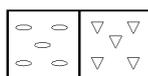
Валуны (а),
неокатанные валуны (б)



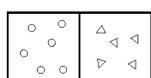
Валунные конгломераты (а),
валунные брекчии (б)



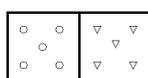
Гальки (а), щебень (б)



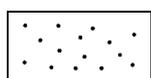
Конгломераты (а), брекчии (б)



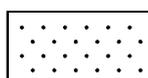
Гравий (а), дресва (б)



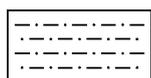
Гравелиты (а), дресвяники (б)



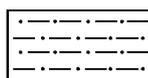
Пески



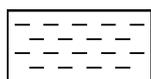
Песчаники



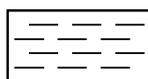
Алевриты



Алевролиты

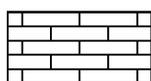


Глины

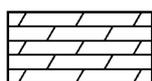


Аргиллиты

1.2. Карбонатные породы



Известняки

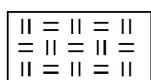


Доломиты

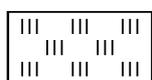


Писчий мел

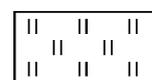
1.3. Кремнистые породы



Трепелы,
диатомиты

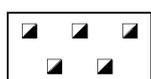


Опоки,
спонголиты



Яшмы,
радиоляриты

1.4. Сульфатно-галогенные породы



Гипс



Ангидрит

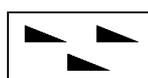


Каменная соль

1.5. Каустобиолиты



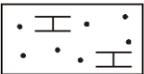
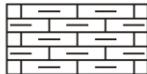
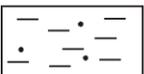
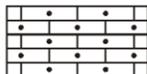
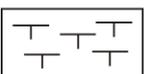
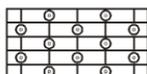
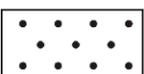
Каменный уголь



Горючие сланцы

Примечание: Особенности состава, структуры и текстуры пород могут отображаться путем усложнения или дополнения опорных знаков

Примеры

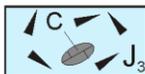
	Пески глинистые		Известняки битуминозные
	Пески известковистые		Известняки глинистые
	Глины песчанистые		Известняки песчанистые
	Глины известковистые		Известняки оолитовые
	Песчаники крупнозернистые		Известняки органогенные
	Известняки доломитизированные		Известняки детритовые

Олистостромы (осадочный меланж)

	Выражающиеся в масштабе		Не выражающиеся в масштабе
--	-------------------------	--	----------------------------

Примечание: Условные знаки олистостромы наносятся на фоновую закраску, отражающую возраст стратиграфического подразделения, сложенного олистостромой

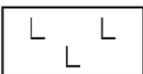
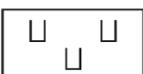
Пример



Верхнеюрская олистострома с олистолитами каменноугольных известняков

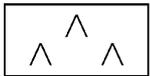
2. ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

Группы пород нормального петрохимического ряда

	Кислые (риолиты и др.)
	Средние (андезиты и др.)
	Основные (базальты и др.)
	Ультраосновные (пикриты и др.)

Примечания: 1. Если в масштабе карты или на стратиграфической колонке возможно и необходимо отразить более дробное расчленение по составу вулканических пород, используются дополнительные условные обозначения семейств вулканических пород.
2. Виды и разновидности вулканических пород при необходимости могут быть отражены на картах и колонках путем некоторого изменения начертания опорных знаков.

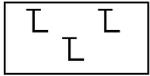
Примеры



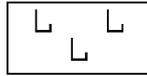
Дациит



Андези-базальт



Базальт
плагиофоровый



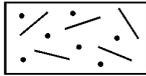
Долерит



Натриевый
риолит

2. ВУЛКАНОКЛАСТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

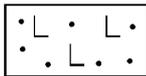
Эксплозивно-обломочные породы сцементированные (туфы)
нормального петрохимического ряда



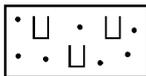
Кислого состава (риолитов и др.)



Среднего состава (андезитов и др.)



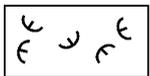
Основного состава (базальтов и др.)



Ультраосновного состава (пикритов и др.)

3. ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

3.1. Осадочно-пирокластические породы (туффиты)



Рыхлые



Сцементированные

Примечания: 1. Разные по размеру обломки породы изображаются знаками разной величины.
2. Для изображения состава используются знаки вулканических пород.

Примеры



Псаммитовый туффит
основного состава

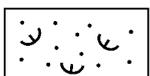


Пелитовый туффит преимущественно
риолитового состава

3.2. Пирокласто-осадочные породы

Обозначаются комбинацией знаков осадочных и осадочно-пирокластических пород

Примеры



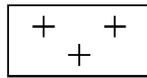
Песок с туфогенным
материалом



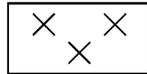
Туфопесчаник

4. ИНТРУЗИВНЫЕ ПОРОДЫ

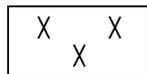
Группы пород нормального петрохимического ряда



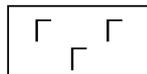
Кислые (граниты)



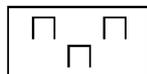
Кислые (гранодиориты)



Средние (диориты)



Основные (габброиды)



Ультраосновные (перидотиты)

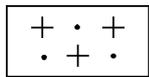
Примечания: 1. Порфиоровые породы обозначаются комбинацией знаков видов или разновидностей пород с точками.

2. Зернистость пород отражают знаками разной размерности.

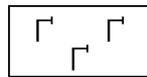
3. Порфиоровидность может быть отражена сочетанием знаков разной зернистости.

4. Виды и разновидности интрузивных пород могут отображаться путем усложнения опорных знаков.

Примеры



Гранит-порфир

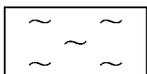


Габбро кварцевое

5. МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

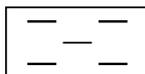
Температурные ряды

Низкотемпературный
(зеленосланцевая фация)



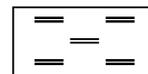
Сланцы (хлорит-серицитовые, серпентиновые и др.)

Среднетемпературный
(амфиболитовая фация)



Гнейсы, амфиболиты

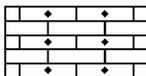
Высокотемпературный
(гранулитовая фация)



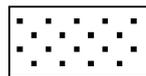
Гранулиты, кристаллосланцы

Примечания: Виды и разновидности пород могут отображаться путем усложнения и дополнения опорных знаков.

Нерасчлененные по фациям



Мрамора, кальцифиры



Кварциты

ИНДЕКСАЦИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

Индексация геологических подразделений на карте производится буквенно-цифровыми обозначениями. Индексы на карте, в легенде, стратиграфической колонке и на геологическом разрезе должны быть строго идентичны. Индексы стратиграфических и петрографических подразделений имеют некоторые отличия.

Индексация стратиграфических подразделений

Индексация возраста подразделений общей стратиграфической шкалы производится в соответствии со Стратиграфическим кодексом России.

Полный индекс картографируемого стратиграфического подразделения состоит из возрастного символа таксона общей стратиграфической шкалы (указывается только до отдела) и располагающегося правее символа географического. Этот символ изображается:

- тонким шрифтом: *курсивным* для свит и морфолитостратиграфических подразделений, *прямым* для толщ;
- полужирным шрифтом: *курсивным* для серий и комплексов, *прямым* для горизонтов.

Символ географического названия стратона местной шкалы (**комплекс, серия, свита, толща с географическим названием**) образуется из двух букв латинского алфавита. Примеры формирования символов местных стратонов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Примеры формирования символов местных стратонов

Географическое название стратона	Символ образован	Пример	Расшифровка индекса в легенде
Состоит из одного простого слова	первой буквой и ближайшей к ней согласной	K_1mn	нижний мел, мангушская свита
Имеет сложное наименование	начальными буквами каждой части сложного наименования	K_2sb	верхний мел, сельбухринская свита
		T_3it	верхний триас, усть-мендерская свита
Названия двух и более стратонов, отвечающих одному подразделению	первой буквой и второй (иногда –	J_1bv	нижняя юра, баговлинская

общей шкалы, имеют одинаковые первые буквы и ближайшие к ним согласные (либо начальные буквы второй части сложного названия)	третьей и т.д.) ближайшей согласной (или полугласной «й» –j)		свита
		J_1bg	нижняя юра, бугунжинская свита
В названиях двух и более стратонов, отвечающих одному подразделению общей шкалы, совпадают все согласные	первой буквой и ближайшей гласной	C_2jo	средний карбон, иовская свита
Название стратона начинается на «я» или «ю» (в латинской транслитерации – ja, ju)	первой буквой – «j», а второй – ближайшей согласной или полугласной (или же первой буквой второй части сложного прилагательного)	C_3-Pjn	верхний карбон–нижняя пермь, янгельская толща
		D_2je	средний девон, южноельминская толща

Символ литологического наименования толщ состоит из одной или двух (в случае сложного прилагательного) букв латинского алфавита, изображаемых *прямым* тонким шрифтом.

Например, S_1d – нижний силур, доломитовая толща; N_2vg – плиоцен, валунно-галечниковая толща.

Подсвиты обозначаются при помощи арабских цифр, проставляемых в индексе внизу справа от символа свиты, при этом нумерация начинается снизу.

Например, K_2sb_1 – нижняя подсвита сельбухринской свиты (или нижнесельбухринская подсвита) верхнего мела; K_2bk_2 – верхняя подсвита бешкошской свиты верхнего мела; C_2km_5 – пятая подсвита каменской свиты среднего карбона.

Пачки, выделяемые в составе свит и подсвит, обозначаются арабскими цифрами, помещаемыми вверху справа от символа свиты или подсвиты, при этом нумерация начинается снизу.

Например, K_1rz^1 – первая пачка резанской свиты нижнего мела; $K_2sb_1^3$ – третья пачка нижнесельбухринской подсвиты верхнего мела.

Сложные индексы используются, если на карте необходимо показать как «объединенные» или «нерасчлененные» несколько стратонов. В этом случае в левой части сложного индекса соединяются через дефис возрастные символы (наиболее древний и наиболее молодой) «элементарных» подразделений общей шкалы. В правой части пишутся символы географических названий: для «объединенных» стратонов используются знаки «+» (плюс) или «÷» (дефис с двумя точками), а для «нерасчлененных» – знак «–» (дефис); при

этом на первом место ставится символ более древнего подразделения. Примеры использования сложных индексов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Примеры формирования сложных символов местных стратонов

Знак	Знак используется в случае	Пример	Расшифровки индекса в легенде
«+» (плюс)	Масштаб карте не позволяет показать раздельно 2 стратона	K_1rz+ob	нижний мел, резанская и обсерваторская свиты объединенные
«÷» (дефис с двумя точками)	Масштаб карте не позволяет показать самостоятельно более 2-х стратонов в полном их объеме, независимо от их количества и ранга. Знак объединяет символы лишь крайних из них, с перечислением в текстовой части легенды всех объединяемых подразделений.	$C_{2-3kr÷av}$	средний карбон, краснокутская свита и верхний карбон, исаевская и авиловская свиты объединенные
«←» (дефис)	Ставится между символами названия местных подразделений в случае невозможности их расчленить из-за недостаточной изученности.	K_2kr-sh	верхний мел, кривинская и сохринская свиты нерасчлененные
		$J_{1-2}rn-ls$	нижняя юра, ронинская свита и средняя юра, листованская свита нерасчлененные
		S_1-D_2hr-lk	нижний силур–нижний девон, харотская свита и нижний–средний девон, лёкьелецкая свита нерасчлененные

Индексация нестратифицированных подразделений геологической карты

Для обозначения вещественного состава нестратиграфических образований применяются индексы и символы из букв греческого и латинского алфавита.

Индекс петрографических (нестратифицированных подразделений) состоит из трех частей (слева направо):

- символов **состава** (тонкий или полужирный *прямой* шрифт) – используются буквы греческого алфавита;
- символа **возраста** (тонкий *прямой* шрифт), указывается символами таксонов общей геохронологической шкалы с детальностью до эпохи;

– символа **географического наименования** комплекса (тонкий *курсивный* или *прямой* шрифт).

Символ географического названия образуется одной или двумя буквами латинского алфавита. В общем случае употребляется одна (первая) буква названия.

Примеры формирования символов географических названий стратонов приведены в табл. 3.

Таблица 3. Примеры формирования символов нестратифицированных подразделений.

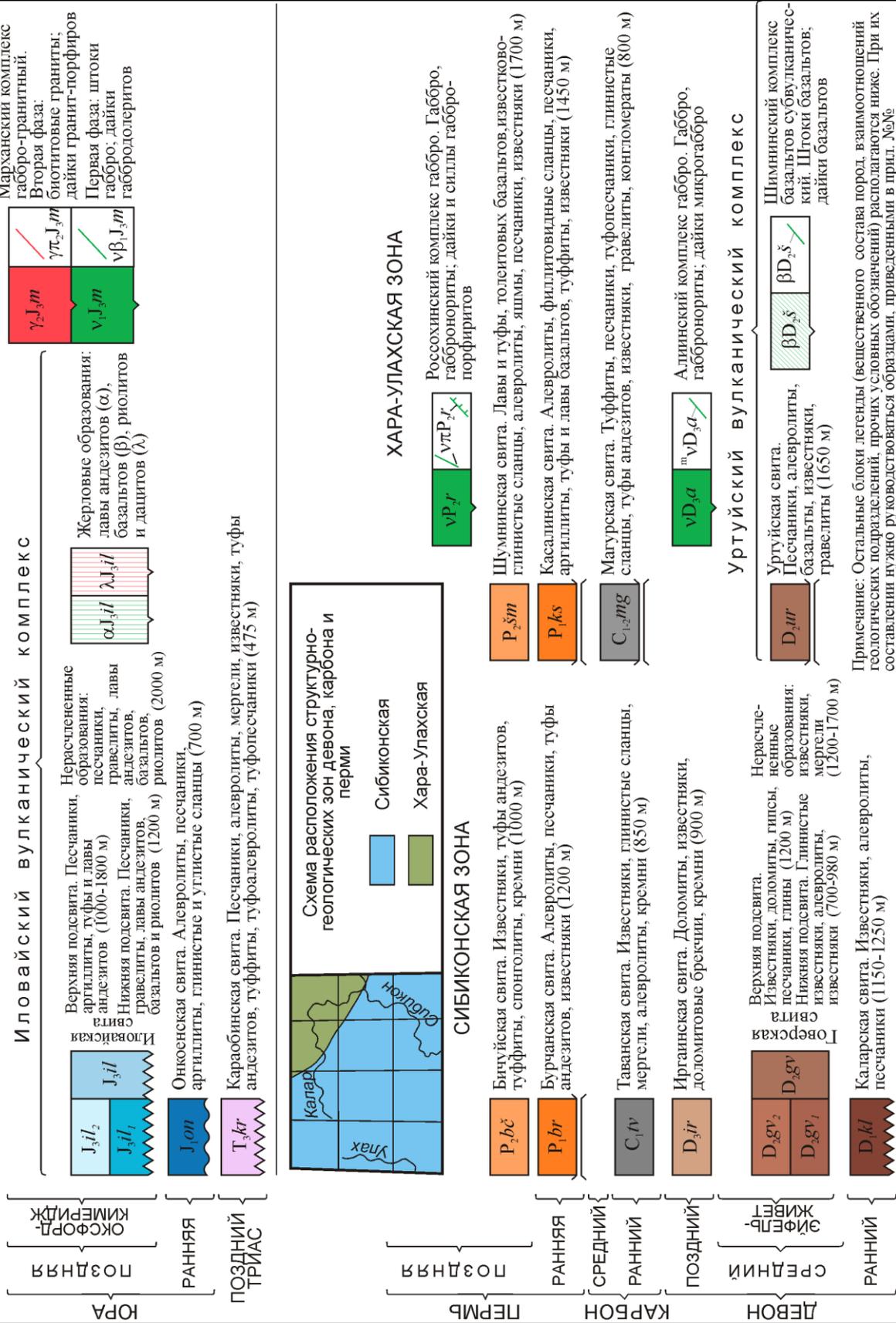
Географическое название стратона	Символ образован	Пример	Расшифровка индекса в легенде
Состоит из одного простого слова	одной (первой) буквой названия	γPZk	кубанский комплекс гранитов палеозоя
Латинизированные названия двух или более комплексов одного возраста начинаются с одной и той же буквы	две буквы (первая и ближайшая к ней согласная)	gAR_1bl	белозерский комплекс гнейсов раннего архея
		gAR_1b	березовский комплекс гнейсов раннего архея
Исходное название состоит из двух слов, пишущихся через дефис	две буквы – по первым буквам сложного прилагательного	$l\gamma P_3-T_1jk$	юго-коневский лейкогранитовый комплекс поздней перми–раннего триаса

Дайковые и жильные породы, не относящиеся к тем или иным семействам и видам, обозначаются буквами греческого алфавита: пегматиты – ρ , аплиты – α , лампрофиры – χ , лампроиты – λ , кимберлиты – ι .

Субвулканические и экструзивно-жерловые образования входят в состав вулканических комплексов и отмечаются индексом этого комплекса.

Интрузивные фазы в пределах магматического комплекса обозначаются арабскими цифрами, помещаемыми внизу, справа от символа географического названия комплекса; нумерация ведется от ранних фаз к поздним. Например, γJ_2k_2 – кукульбейский комплекс гранитов средней юры, вторая фаза.

МАКЕТ ЛЕГЕНДЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ (Инструкция ... , 1995 г., приложение 44, лист 2, с упрощениями)



**Таблица поправок углов падения при пересечениях, не перпендикулярных к
простирацию пластов**

Истинный угол падения	Угол между простираем и линией разреза															
	80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°	45°	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°
10°	9°51'	9°40'	9°24'	9°5'	8°41'	8°13'	7°41'	7°6'	6°28'	5°46'	5°2'	4°15'	3°27'	2°37'	1°45'	0°53'
15°	14°27'	14°31'	14°8'	13°39'	13°34'	12°28'	11°36'	10°4'	9°46'	8°44'	7°38'	6°28'	5°14'	3°33'	2°40'	1°20'
20°	19°43'	19°23'	18°53'	18°15'	17°30'	16°36'	15°35'	14°25'	13°10'	11°48'	10°19'	8°45'	7°6'	5°23'	3°37'	1°49'
25°	24°48'	24°15'	23°39'	22°55'	22°0'	20°54'	19°39'	18°15'	16°41'	14°58'	13°7'	11°9'	9°3'	6°53'	4°37'	2°20'
30°	29°27'	26°9'	28°29'	27°37'	26°34'	25°18'	23°51'	22°12'	20°21'	18°19'	16°6'	13°48'	11°10'	8°30'	5°44'	2°53'
35°	34°36'	34°4'	33°21'	32°24'	31°13'	29°50'	28°12'	26°20'	24°14'	21°53'	19°18'	16°29'	13°48'	10°16'	6°56'	3°30'
40°	39°34'	39°2'	38°15'	37°15'	36°0'	34°30'	32°44'	30°41'	28°20'	25°42'	22°45'	19°31'	16°0'	12°15'	8°17'	4°11'
45°	44°34'	44°1'	43°13'	42°11'	40°54'	39°19'	37°27'	35°16'	32°44'	29°50'	26°33'	22°55'	18°53'	14°30'	9°51'	4°59'
50°	49°34'	49°1'	48°14'	47°12'	45°54'	44°17'	42°23'	40°7'	37°27'	34°21'	30°47'	26°44'	22°11'	17°9'	11°41'	5°56'
55°	54°35'	54°4'	53°19'	52°18'	51°3'	49°29'	47°35'	45°17'	42°33'	39°20'	30°32'	31°7'	26°2'	20°17'	13°55'	7°6'
60°	59°37'	59°8'	58°26'	57°30'	56°19'	54°49'	53°0'	50°46'	48°4'	44°47'	40°54'	36°14'	30°29'	24°8'	16°44'	8°35'
65°	64°40'	64°14'	63°36'	62°46'	61°42'	60°21'	58°40'	56°36'	54°2'	50°53'	46°59'	42°11'	36°15'	29°2'	20°25'	10°35'
70°	69°43'	69°21'	68°49'	68°7'	67°12'	66°8'	64°35'	62°46'	60°29'	57°36'	53°57'	49°16'	43°13'	35°25'	25°30'	13°28'
75°	74°47'	74°30'	74°5'	73°32'	72°48'	71°53'	70°43'	69°14'	67°22'	64°58'	61°49'	57°37'	51°55'	44°1'	32°57'	18°1'
80°	79°51'	79°39'	79°22'	78°59'	78°29'	77°51'	77°2'	76°0'	74°40'	72°75'	70°34'	67°21'	62°43'	55°44'	44°33'	26°18'
85°	84°56'	84°50'	84°41'	84°29'	84°14'	83°54'	83°29'	82°57'	82°15'	81°20'	80°5'	78°19'	75°39'	71°20'	63°15'	44°54'
89°	88°59'	88°58'	88°56'	88°54'	88°51'	88°47'	88°42'	88°35'	88°27'	88°15'	88°0'	87°38'	87°5'	86°9'	84°15'	78°41'

Пример. Предположим, что истинный угол падения слоя – 30°. Необходимо определить видимый угол наклона слоя на разрезе. Используя знак элемента залегания, измеряем транспортиром угол между линией разреза и линией простираения слоя, в нашем примере – 45°. В таблице поправок в первой колонке выбираем истинный угол 30°, а затем на пересечении вертикального столбца для 45° и строки для 35° находим значение видимого угла 22°12', который следует отложить на разрезе, округлив в соответствии с ценой деления угломерной шкалы используемого транспорта.

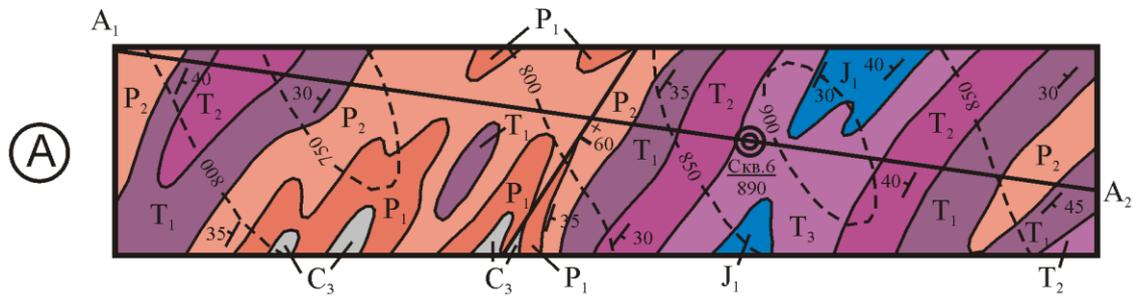
Таблица 2.

**Таблица изменений величины углов падения пластов при увеличении вертикального
масштаба разреза (округлено до 0,5°)**

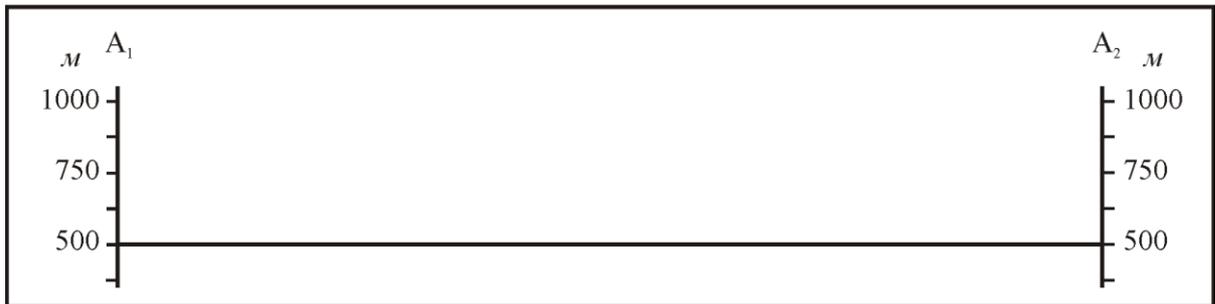
Относительное увеличение вертикального масштаба	Истинный угол падения																
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	89°
x2	10	19	28	37	46	50	54,5	59	63,5	67	71	74	77	80	82,5	85	87,5
x3	15	30	39	47,5	54,5	60	65	68,5	72	74,5	77	79	81	83	85	87	88
x4	19	35	47	55,5	62	66,5	70	72,5	76	78	80	82	83	85	86	87,5	89
x5	23	41,5	53	61	67	71	74	77	79	81	82	83	85,5	86	87	88	89

Основные этапы построения геологического разреза

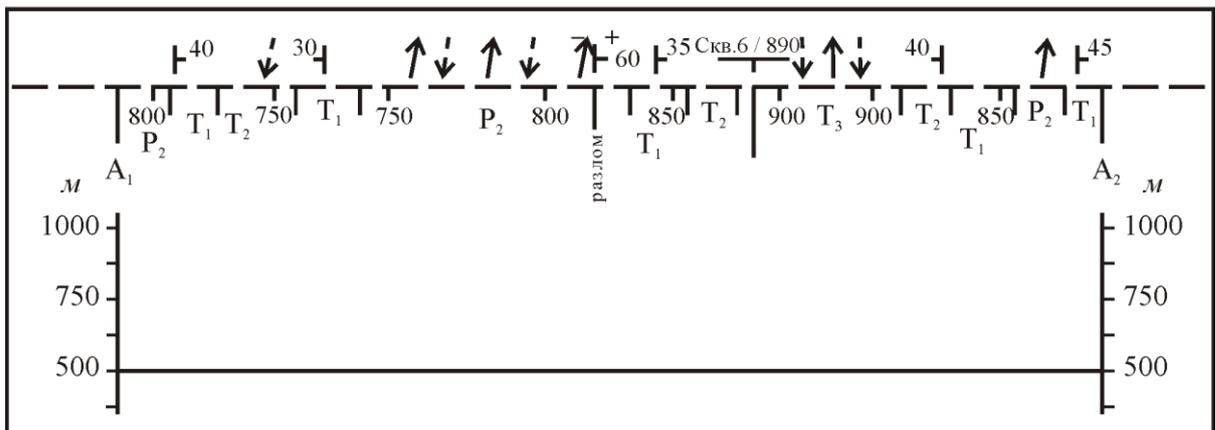
Масштаб 1:50000



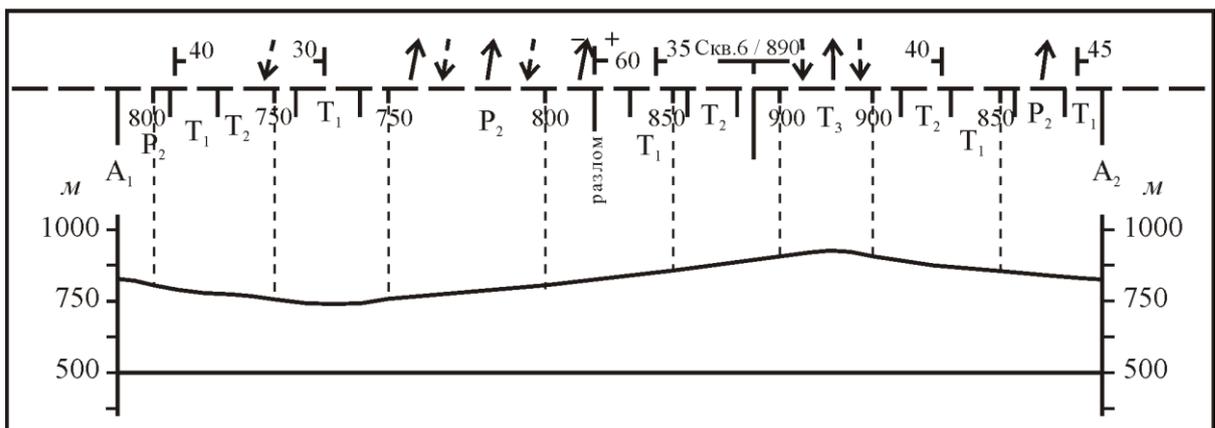
Б



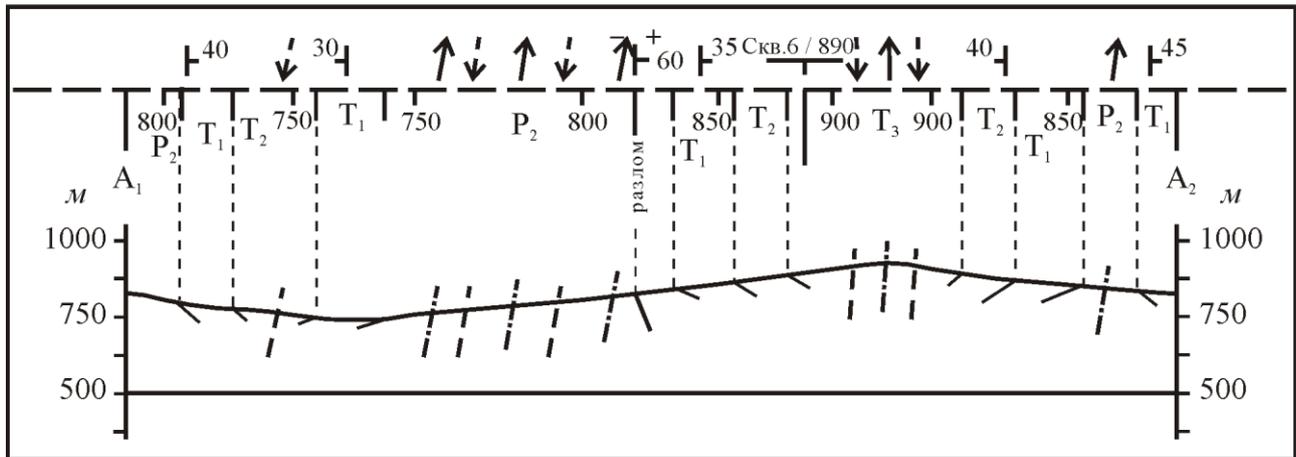
В



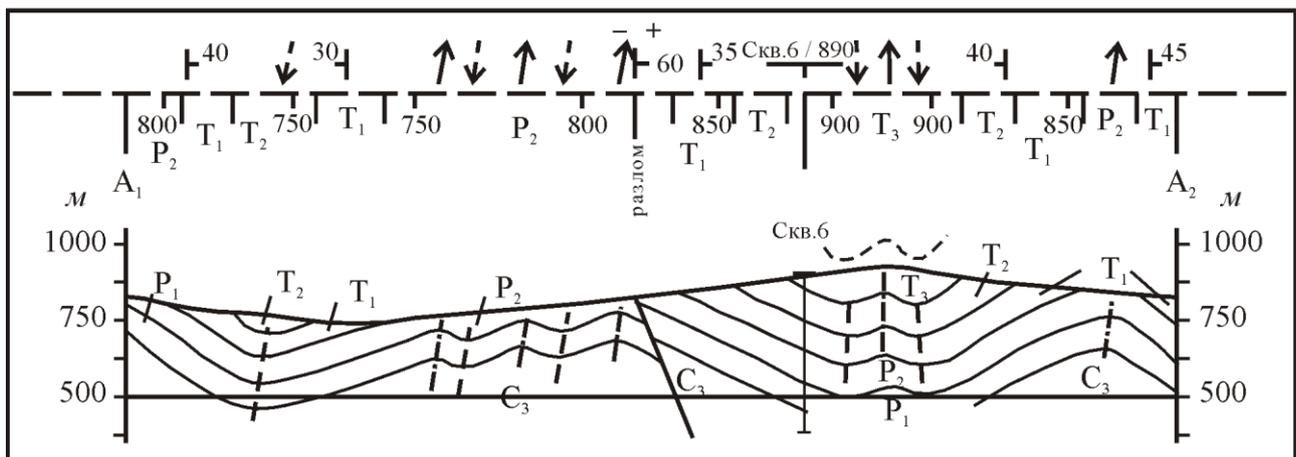
Г



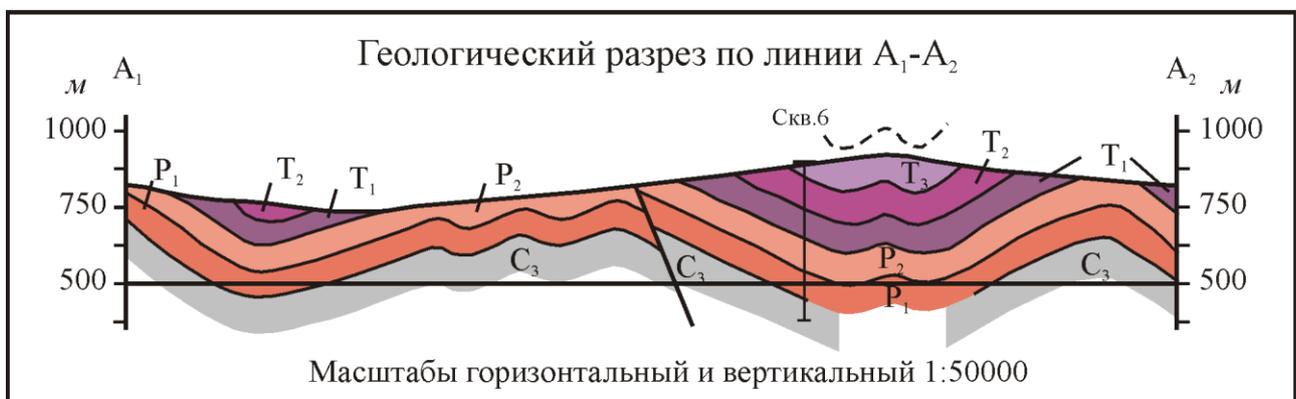
Д



Е



Ж



Типовая карточка соревнования «Геологический разрез»

Цель соревнования	Оценка умения юных геологов отстраивать геологические разрезы по геологической карте, правильно отображать на них различные геологические тела и структурные элементы, оформлять геологические разрезы.		
Задачи соревнования	Посторенние геологического разреза в масштабе карты и его оформление в соответствии с типовыми требованиями.		
Количество участников от команды	1	Контрольное время	80 мин.
Максимальная оценка за соревнование		60	
Оборудование, предоставляемое организаторами слета		Оборудование, которое должны иметь участники слета	
<ul style="list-style-type: none"> - геологическая карта на топографической основе с нанесенной линией разреза; - миллиметровая бумага для построения разреза; - учетная карточка 		Линейка, транспортир, карандаши простые и цветные, ластик, циркуль, измеритель, таблицы поправок углов падения (Прил. 6 данного пособия).	
Критерии оценки			
<i>Действие</i>			<i>Количество баллов</i>
1. Правильность построения геологического разреза:			маx 30
Горизонтальный и вертикальный масштабы выбраны:			
- правильно			5
-не правильно			0
Соответствие гипсометрического профиля разреза, построенного в масштабе карты, топографической основе, при погрешности до 1 мм:			
- ошибки отсутствуют			3
- единичные			2
- многочисленные			1
- преобладают			0
Соответствие геологических границ на карте и разрезе, при погрешности до 1 мм:			
- ошибки отсутствуют			3
- единичные			2
- многочисленные			1
- преобладают			0
Стратиграфическая последовательность отображенных геологических тел:			
- правильная			3
- в целом правильная			1

- неправильная	0
Формы интрузивных тел отображены:	
- правильно	3
- в целом правильно	1
- неправильно	0
Соответствие элементов залегания слоев (углы падения) на карте и разрезе (с учетом поправок углов падения при пересечениях, не перпендикулярных к простиранию пластов, а также увеличению вертикального масштаба разреза), при погрешности до 2°:	
- ошибки отсутствуют	3
- единичные	2
- многочисленные	1
- преобладают	0
Выдержанность мощностей стратиграфических подразделений, при погрешности 1 мм:	
- ошибки отсутствуют	3
- единичные	2
- многочисленные	1
- преобладают	0
Правильность выноса разрывных нарушений на разрез, при погрешности до 1 мм :	
- ошибки отсутствуют	3
- единичные	2
- многочисленные	1
- преобладают	0
Правильность отображения морфологии разрывных нарушений (угол наклона сместителя), при погрешности:	
- правильно	3
- в целом правильно	1
- неправильно	0
Формы складок отображены:	
- правильно	6
- в целом правильно	3
- неправильно	0
2. Полнота построения разреза:	max 10
На разрезе геологическое строение отображено:	
- полностью, на всю длину и глубину	10
- в значительной степени (~ 75%)	7
- частично (~ до 50%)	5
- незначительно (~ до 25%)	3
- отсутствует	0
3. Оформление разреза (стратиграфические индексы, раскраска, «зарамочное» оформление):	max 20
Стратиграфические индексы проставлены:	
- без ошибок и полностью	5

- с ошибками или частично	3
- отсутствуют	0
Разрез раскрашен:	
- полностью	5
- частично	3
-не раскрашен	0
«Зарамочное» оформление разреза (название, численные масштабы, обозначения начальных точек разреза, нулевая линия, шкала вертикального масштаба) выполнено:	
- в соответствии с существующими требованиями	5
- нет отдельных элементов оформления	3
- оформление разреза не отвечает существующим требованиям	0
Разрез вычерчен и раскрашен:	
- аккуратно	5
- аккуратно в целом	3
- небрежно	0

Учебное издание

А.В. Туров, А.О. Андрухович

**Геологическая карта и разрезы к ней.
Методическое руководство.**

Российское геологическое общество
115191 Россия, Москва, 2-я Рощинская ул., д.10
Тел.: +7(495)952-67-00, 952-67-11
E-mail: rosgeo@yandex.ru, geo@rosgeo.org
www.rosgeo.org

Подписано в печать 11.11.2013 г. Тираж 100 экз.
«Деловая полиграфия»