

Министерство образования и науки Российской Федерации

Московский государственный университет  
геодезии и картографии

А.Т. Зверев

**Методические указания к лабораторным работам  
по курсам «Геоморфология с основами геологии»,  
«Природные ресурсы Земли», «Инженерная  
геодинамика», «Инженерная геология»**

Москва  
2016

**Рецензенты:**

доцент, кандидат техн. наук **С.М. Попов** (кафедра АКС, МИИГАиК);  
кандидат геолого-минералогических наук **О.В. Кононов** (МГУ)

**Составитель: А.Т. Зверев**

Методические указания к лабораторным работам по курсам «Геоморфология с основами геологии», «Природные ресурсы Земли», «Инженерная геодинамика», «Инженерная геология». — М.: МИИГАиК, 2016. — 24 с.

Цель работы — ознакомить студентов I курса с геологической, инженерно-геологической и тектонической картами.

Электронная версия методических указаний размещена на сайте библиотеки МИИГАиК  
<http://library.miiigaik.ru>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Работа с геологической картой — ознакомление с принципами составления, описания построения по геологической карте геологического профиля. Во время выполнения данной работы изучается хронологическая шкала, а также картографические методы изображения геологической информации на карте.

Работа с инженерно-геологической картой — ознакомить с принципами ее составления, описания и построения инженерно-геологического профиля, с картографическими методами изображения на них различных экзогенных и эндогенных процессов (карстовых, оползневых, сейсмических и т.п.), влияющих на инженерную деятельность человека.

Работа по тектонической карте — научить студентов читать тектоническую карту, выделять по ней основные структуры литосферы и типы земной коры, устанавливать характер зависимости крупнейших форм рельефа от эндогенных режимов. Все отчетные картографические работы сдаются студентом на ватмане, выполненные тушью, красками (или аккуратно растертым карандашным порошком) с шрифтовыми надписями.

# 1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА И ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ

## 1.1. Геологическая карта

Геологическая карта — это карта, на которой показан возраст горных пород, выходящих на поверхность Земли.

Геологическая карта составляется в результате геологической съемки по материалам наземных (маршрутных) наблюдений с широким привлечением данных бурения, горных работ, палеонтологических и радиологических определений возраста горных пород и использованием аэрокосмоснимков. Она показывает геологическое строение поверхности Земли со снятым почвенным чехлом и четвертичными рыхлыми отложениями. Последние показываются лишь в тех местах, где их мощность достигает нескольких метров и более.

При составлении геологических карт используются обозначения трех видов: 1) цветовые, 2) индексы (буквы и цифры), 3) штриховые. Цветовые условные обозначения определяют возраст пород, а при изображении выходов интрузий — их состав. Индексы определяют возраст выделенных подразделений и иногда их происхождение (индексы интрузий и эффузий). Штриховые условные обозначения могут заменять цветовые или при нанесении их на цветовой фон указывать на состав пород.

Стандарты цветовых условных обозначений для подразделений геохронологической шкалы были предложены русским геологом А.П. Карпинским и утверждены в 1881 г. Вторым международным геологическим конгрессом.

В геохронологической шкале применяются два вида подразделений. Один вид отвечает отрезку времени выделенного стратиграфического подразделения, другой — толще пород, образовавшихся за это время.

Соответственно геохронологической шкале	Соответственно стратиграфической шкале
Эра	Группа
Период	Система
Эпоха	Отдел
Век	Ярус
Время	Зона

Для периодов и систем приняты стандартны цветовых обозначений и возрастных индексов:

Период	Система	Цвет
Антропогеновый (четвертичный)	Q	светло-серый
Неогеновый	N	желтый
Палеогеновый	P	оранжевый
Меловой	K	зеленый
Юрский	J	синий
Триасовый	T	фиолетовый
Пермский	P	буро-красный
Каменноугольный	C	серый
Девонский	D	коричневый
Силурийский	S	серо-зеленый
Ордовикский	O	оливково-зеленый
Кембрийский	Є	сине-зеленый

Выход пород архейского (AR) и протерозойского (PR) возрастов обозначаются соответственно розовым и сиренево-розовым цветом.

Более дробные подразделения геохронологической шкалы (отделы, ярусы и др.) закрашиваются тонами основной окраски периода, системы, причем густота тона ослабевает от древних подразделений к молодым.

Интрузивные породы обозначаются яркими тонами с индексами, соответствующими названию и возрасту пород. Кислые и средние породы обозначаются красным цветом, щелочные — оранжевым, породы основного состава — зеленым цветом, а ультраосновные породы — фиолетовым.

За основу буквенного и цифрового обозначения возраста магматических, осадочных и метаморфических пород в геохронологической шкале и на геологической карте применяется индекс системы (периода). К нему при обозначении отдела добавляется цифра, соответствующая нижнему, среднему, верхнему отделам, или при делении на две части — нижнему и верхнему. При подразделении отдела на ярусы к индексу отдела прибавляются буквенные обозначения, составленные из первой буквы названия яруса и первой согласной буквы в этом названии. Сказанное можно проиллюстрировать на примере индекса меловой системы (периода): индекс системы (периода) — (K), индексы отделов (эпох) — (K<sub>1</sub>)

и ( $K_2$ ), индекс одного из ярусов (веков) — валанжин —  $K_1$  vI. Части яруса указываются арабскими цифрами и проставляются справа внизу у индекса яруса —  $K_1$  vI<sub>1</sub>.

Помимо международных возрастных подразделений часто возникает необходимость выделения местных, отвечающих определенным этапам геологического развития данного района. В этом случае породы разделяются на серии, свиты, подсвиты, горизонты. При возможности местные подразделения увязываются с общепринятой возрастной шкалой. Индексы местных подразделений образуются из двух строчных латинских букв (первой буквы названия и ближайшей согласной). Пишутся буквы курсивом справа от индекса группы, системы или отдела. Например:  $J_1$  bg — нижнеюрский отдел. бежитинская свита.

Для подразделения, охватывающего два смежных отдела или системы, индекс образуется путем соединения их знаком + (плюс) или черточкой - (дефис). Знак (+) ставится, если объединяются два соседних подразделения, представленных в полном их развитии,  $J+K$ ; черточка (дефис)  $J-K$  указывает на наличие в надленном подразделении контакта мела и юры без определения их более точных границ.

На геологических картах кроме возраста пород показываются специальными условными знаками границы несогласного залегания горных пород, элементы залегания, разрывные нарушения, места находок ископаемых фауны и флоры, скважины и горные выработки.

При чтении геологических карт совершенно необходимым условием является умение распознать структуру залегания слоев, выходящих на поверхность. Для этого следует изучить основные принципы изображения слоев на карте при горизонтальном, наклонном и складчатом залегании.

Горизонтально залегающий слой горной породы характеризуется постоянным значением абсолютных высотных отметок кровли и подошвы слоя в пределах исследуемой площади. В условиях плоской равнины на поверхность выходит только самый верхний слой, и вся геологическая карта закрашена одним тоном. Если глубина расчленения поверхности превышает мощность верхнего и нескольких ниже расположенных слоев, то их границы на карте будут располагаться вдоль склонов параллельно горизонталям.

Ширина, выхода слоя на поверхность полностью зависит от его мощности и рельефа местности. При пологом уклоне земной поверхности ширина выхода горизонтально залегающего слоя в плане может быть значительно больше его истинной мощности.

Истинная мощность при горизонтальном залегании устанавливается по разности высотных отметок кровли и подошвы слоя.

Если горизонтально залегающие слои были выведены из первоначального положения и приобрели наклон в одну сторону, то их залегание носит название наклонного или моноклиналичного.

Положение моноклиналично залегающих слоёв в пространстве характеризуют элементы залегания — линия простирания, азимут падения и угол падения. На геологической карте элементы залегания показываются в виде единого условного знака. Линия простирания изображается длинным штрихом, перпендикулярно к которому подходит короткий штрих азимута падения. Угол падения обозначается целым числом градусов, которое ставится рядом со штриховыми обозначениями азимутов падения и простирания.

В зависимости от положения слоя линия пересечения его с дневной поверхностью и проекция этой линии на плоскость будет давать контуры различной конфигурации. При горизонтальном залегании линии выходов слоёв будут совпадать с горизонталями топографической карты или располагаться параллельно им. При вертикальном залегании рельеф местности не влияет на конфигурацию линии пересечения слоя с плоскостью. Кроме этих двух крайних случаев изображения на плоскости горизонтально и вертикально залегающих слоев, может быть бесчисленное количество вариантов проекций наклонно залегающих слоев. Сложность конфигурации выхода слоя находится в зависимости от угла падения пород и расчлененности рельефа. При сильно расчлененном рельефе и пологом падении слоев выход пласта будет иметь более сложную конфигурацию, чем при крутом залегании слоев и слабом расчленении рельефа.

Складчатые формы залегания слоев значительно усложняют рисунок геологической карты. Выходы выделенных подразделений располагаются полосами, замкнутыми, округлыми или эллипсовидными контурами. Одновозрастные слои в пределах складки всегда располагаются симметрично по отношению к центральной (осевой) ее части.

При чтении геологической карты с изображением складчатого строения, в первую очередь, необходимо установить соотношение слоев для того, чтобы разобраться в положении симметрично расположенных полос древних и молодых слоев по отношению к центральной непарной полосе. Положение последней определяет ядро антиклинальных или синклиналичных складок. В ядре первой всегда выходят более древние слои, окруженные симметрично расположенными слоями более молодых отложений. В ядре синклинали залегают молодые слои, окруженные более древними.

Горизонтальное положение шарнира обеспечивает параллельность линии простирания слоев в противоположных крыльях складки. На-

клонное положение шарнира приведет к нарушению параллельности и эллипсовидному замыканию контура пласта в плане. Такое замыкание для антиклинальной складки носит название периклинали, а для синклинали — центрикликали. При горизонтальном положении шарнира складки ее крылья могут рассматриваться как участки с моноклинальным залеганием слоев. В таком случае определение элементов залегания на крыльях можно произвести тем же способом, что и для наклонного залегания.

Во многих случаях складчатые структуры так же, как и выходы горизонтально и наклонно залегающих слоев, могут быть смещены по разрывным нарушениям (разломам). На геологических картах разломы изображаются линиями, по которым происходит смещение геологических границ. Изображение смещений возрастных границ в плане и конфигурация линий разрывов находятся в зависимости от типа структуры, углов падения слоев, угла падения сбрасывателя и других причин. По отношению к простиранию складок разрывы могут быть продольными, поперечными и диагональными. Вертикальное положение плоскости сместителя изображается на карте в виде прямой линии, не зависящей от рельефа местности. При наклонном положении сместителя конфигурация линии разрыва на карте зависит от угла падения и рельефа местности, то есть подчиняется той же зависимости, что и выход наклонно залегающего пласта.

Существует определенная закономерность в смещении слоев по разломам. При синклинальном залегании в опущенном крыле выходы одного и того же пласта будут шире, чем на том же уровне в приподнятом блоке, причем в ядре опущенного блока могут обнажаться более молодые отложения, чем в приподнятом крыле.

При антиклинальном залегании в опущенном блоке слои сближаются по сравнению с приподнятым крылом и в их ядре вскрываются более молодые породы по сравнению с выходами пород в ядерной части приподнятого блока.

Расшифровка геологических условий в областях развития магматических пород требует особых приемов. Взаимоотношения интрузивных и эффузивных пород с вмещающими толщами различаются. Эффузивные породы (лавы, туфы, пепел, вулканические брекчии и др.) чаще всего залегают в виде покровов, потоков, куполов и т.п. Методы изучения эффузивных пород близки к методам, применяемым при изучении осадочных толщ. В основу кладется определение последовательности напластования, литологии, возраста отложений. Последний устанавливается по взаимоотношению с фаунистически охарактеризованными слоями осадочных пород, подстилающих эффузивные породы, а иногда



и покрывающих их. *Интрузивные породы* выходят на дневную поверхность в результате деятельности денудационных процессов, срезающих верхнюю часть толщи осадочных пород, в которые произошло внедрение магматического расплава.

## 1.2. План описания геологической карты

Описание геологической карты производится по следующему плану:

1. Общая географическая характеристика района.
2. Стратиграфия.
3. Интрузивные породы.
4. Тектоника.
5. История геологического развития района.

В первом разделе описывается гипсография и гидрография района. Указываются размеры, положение и ориентировка водоразделов, крутизна склонов, максимальные и минимальные высоты, положение и ориентировка речных долин, степень изрезанности склонов водоразделов и бортов долин оврагами и промоинами. При возможности отражается характер проявления различных экзогенных процессов.

Во втором разделе «Стратиграфия» дается описание горных пород в соответствии со стратиграфической колонкой (снизу вверх по колонке, т.е. от более древних к более молодым). Указывается пространственное расположение и мощность пород. Описание каждого стратиграфического подразделения (отдела, яруса, свиты) начинается с красной строки в следующем порядке: вначале называется стратиграфическое подразделение, затем перечисляются горные породы, входящие в него, их мощность, пространственное положение, а в конце отражается характер их залегания на нижележащих более древних породах (согласное или несогласное).

Интрузивные породы описываются в той же последовательности, что и осадочные, т.е. указывается их возраст, состав, пространственное положение. Но кроме этого дается характеристика их формы, соотношение с вмещающимися породами и положение в структуре осадочных толщ.

Тектоника района характеризуется от крупных черт к локальным, т.е. вначале указывается, в какой области расположен район — платформенной или геосинклинальной (складчатой), а затем описывается морфология тектонических структур. При наличии горизонтально залегающих пород достаточно сказать, что породы залегают горизонтально и нарушены такими-то разломами и интрузивными телами (если таковые есть). При складчатом залегании пород следует описать характер складок, их вещественный состав, размеры, ориентировку, углы падения крыльев, наличие периклинальных и

центриклинальных замыканий. Необходимо отразить закономерности пространственного положения складок, зон разрывных нарушений, характер соотношения складок, разломов и интрузивных пород.

История геологического развития района расшифровывается на основании анализа стратиграфической колонки и пространственного развития разновозрастных горных пород. Прежде всего необходимо сказать, в какое время район представлял море, а в какое — сушу (в стратиграфической колонке перерыв в осадконакоплении, т.е. условия суши обозначаются волнистой линией). Это устанавливается на основе наличия в разрезе несогласий. В первом приближении отрезок времени, который выпадает на несогласие, отвечает условиям суши, а все остальное время — морю, в котором происходило накопление осадочных пород. Далее для морских условий необходимо указать глубину моря. Это делается на основании фациального анализа пород, входящих в то или иное стратиграфическое подразделение. При этом следует исходить из того, что грубообломочные породы (конгломераты, галечники и т.п.) накапливаются в береговой зоне, мелкообломочные (пески) — на внутреннем шельфе, тонкообломочные — на внешнем шельфе, глинистые и карбонатные — на материковом склоне, а кремнистые — в условиях абиссальных глубин. При установлении условий накопления осадка (породы) следует учитывать состав содержащихся в ней остатков фауны и флоры. Богатый разнообразный состав фауны, наличие флоры указывает на прибрежные условия накопления. Бедный состав фауны (особенно наличие лишь скелетов планктонных организмов, зубов акул, скелетов рыб) или ее отсутствие свидетельствует о глубоководных условиях. Чередование в разрезе грубообломочных и тонкообломочных пород, глин, хемогенных пород указывает на периодическое изменение глубины моря, которое происходило за счет движений земной коры колебательного характера (то вверх, то вниз), сопровождающихся поднятием и опусканием дна моря.

### **1.3. Геологический профиль**

Геологическая карта дает представление о закономерностях планового размещения разновозрастных горных пород. Структура земной коры на ней не отражается. Ее можно выяснить лишь при помощи дополнительного анализа элементов залегания и пространственных соотношений различных групп горных пород. Поэтому геологическая карта всегда сопровождается одним или несколькими геологическими профилями, которые дополняют Карту глубинной информацией о структуре земной коры и глубинных взаимоотношениях горных пород. Кроме того, по профилям измеряется истинная мощность горных пород.

Обычно профиль строится в масштабе карты. В случае малой мощности толщ горных пород, которые не могут быть выражены в масштабе карты, вертикальный масштаб увеличивается в такой степени, чтобы стратиграфические подразделения малой мощности были выражены на профиле в виде полоски шириной около 1,5–2 мм. Необходимо помнить, что любое искажение вертикального масштаба по отношению к горизонтальному крайне нежелательно, т.к. оно ведет к увеличению углов падения пород и искажению структуры коры. Поэтому в случае вынужденного увеличения масштаба его необходимо увеличивать как можно меньше. Это не касается случая горизонтального залегания пород, для которого изменение вертикального масштаба не вызывает искажений форм залегания.

#### **1.4. Построение геологического профиля**

Построение профиля начинается с анализа мощности горных пород в стратиграфической колонке исходя из масштаба карты.

Если мощность большей части стратиграфических подразделений в масштабе карты составляет 2 мм и более, то принимается равенство вертикального и горизонтального масштаба. Если она меньше 2 мм, то вертикальный масштаб увеличивается до тех пор, пока мощность большинства подразделений в новом масштабе не будет равна 2 мм и более. Рельеф поверхности при выборе масштаба во внимание не принимается. Если рельеф в выбранном по геологическим соображениям вертикальном масштабе профиля имеет расчлененность менее 0,5–1 см, то он не показывается. В данном случае рельеф изображается условной линией, проведенной от руки на усредненной высоте. Однако при горизонтальном или очень пологом залегании горных пород рельеф, строится во всех случаях, т.к. его отсутствие не позволяет нарисовать геологический профиль.

После выбора вертикального и горизонтального масштабов профиля можно приступить к его построению. Оно производится следующим образом (рис. 1).

Вначале на миллиметровой бумаге в выбранном масштабе строится профиль рельефа. Затем на край миллиметровой бумаги переносятся все точки пересечения линии профиля с геологическими границами, которые сносятся на профиль рельефа. Одновременно надписываются возрастные индексы стратиграфических подразделений, которые выходят на поверхность в той или иной части профиля. После анализа возрастных взаимоотношений толщ в каждой точке их контакта делаются наклонные

засечки, указывающие направление падения геологической границы, под углом в соответствии с элементами залегания, которые имеются на карте. При нормальном залегании древние породы всегда падают под молодые. Затем начинается построение структуры земной коры. В случае горизонтального залегания пород проводится серия горизонтальных линий, соединяющих разновозрастные толщи, которые обнажаются на поверхности в разных частях профиля.

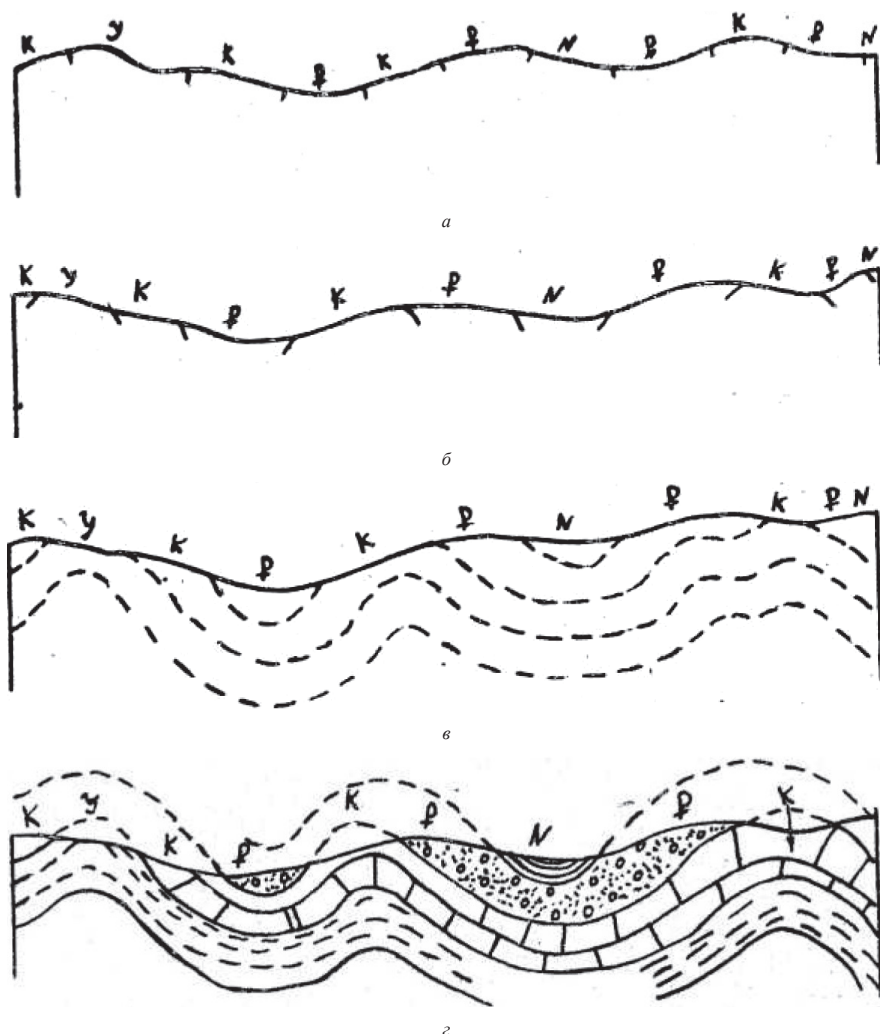


Рис. 1. Последовательность построения геологического профиля

Если горизонтальными линиями соединить разновозрастные толщи не удастся, то необходимо проверить правильность построения рельефа и вновь перейти к проведению геологических границ. При моноклинальном залегании пород выполняются те же операции, но линии, соединяющие разновозрастные толщи, будут не горизонтальными, а наклонными.

При складчатом залегании горных пород построение профиля начинается с ядер синклиналиных структур. По профилю находятся места развития самых молодых пород и проводится их подошва. Затем к ней начинают подстраиваться с боков и снизу более древние толщи. В ядрах антиклиналей подошва самых древних пород, которые здесь обнажаются, на поверхность не выходит, а, подойдя к поверхности, вновь уходит на глубину под более молодые отложения другого крыла складки.

Построение профиля при нормальном (согласном) залегании горных пород ведется с выполнением двух следующих законов:

1. Молодые породы залегают всегда выше древних;
2. Геологические границы параллельны друг другу, т.к. при выдержанной мощности толщ пород они находятся друг от друга на одинаковом расстояниях (мощность дана в стратиграфической колонке).

Если линия профиля пересекает разломы и интрузивные тела, то они первыми показываются на геологическом профиле. Дальнейшее построение выполняется раздельно для частей профиля, заключенных между линиями разломов и интрузивными телами. Необходимо помнить, что по разлому обязательно происходит смещение разновозрастных геологических границ. Поэтому все геологические разновозрастные границы, подойдя к нему, должны смещаться вверх или вниз в зависимости от характера разрывного нарушения.

При пересечении линией профиля современных речных и других отложений ( $Q$ ) геологический профиль строится так, как будто их нет на местности. Все геологические границы подстилающих толщ проводятся условно (можно карандашом на карте) через полосу развития  $Q$  и производится обычное построение профиля. Затем в месте развития  $Q$  показывается небольшое углубление, выполненное современными отложениями. Все геологические границы подстилающих толщ, попавшие внутрь тела  $Q$ , стираются и на профиле выглядят как уткнувшиеся в подошву  $Q$ .

Прием, применяемый при наличии  $Q$ , используется и в тех случаях, когда в районе развиты два или больше структурных этажа. Наличие этажей можно выявить по перекрытию границ древних пород относительно более молодыми. Количество этажей может быть разным. Если их два, то выделяются нижний и верхний этажи, если три, то нижний, средний и

верхний и т.д. Верхний этаж обычно сложен горизонтально залегающими породами. Чем ниже структурный этаж, тем интенсивнее породы смяты в складки, которые становятся более сжатыми, крутыми и сложными по конфигурации. Это должно найти отражение на профиле.

При построении геологического профиля в районах с несколькими структурными этажами вначале производится реконструкция нижнего этажа, т.е. проводятся условно его геологические границы через верхние этажи, как будто их нет на карте, и строится профиль. Затем точно так же строится вышележащий этаж, а все границы нижнего этажа, которые попали внутрь верхнего, стираются. И так доходят до самого верхнего этажа.

## **2. ТЕКТОНИЧЕСКАЯ КАРТА И ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ**

### **2.1. Тектоническая карта**

Тектоническая карта — это тематическая карта, являющаяся графическим изображением структуры и возраста земной коры или ее участков. Она обобщает фактические данные об особенностях и закономерностях развития структурных элементов коры и служит основным исходным материалом для составления карт прогноза полезных ископаемых и планирования поисково-разведочных работ.

К тектоническим картам предъявляется требование отразить как можно полнее морфологию, историю развития и генезис структур, т.е. тектонический режим, и его изменение во времени. Важными показателями тектонического режима являются характер и амплитуда вертикальных и горизонтальных движений коры, магматизм и метаморфизм. Поэтому на данных картах наравне со структурными формами изображаются формации, осадочных и магматических пород, фации метаморфизма.

На тектонических картах цветом указывается возраст земной коры. На них наделяются объекты архейской и протерозойской складчатости, которые выходят на поверхность на плитах древних платформ. Цветом показываются области позднепротерозойской (байкалиды), палеозойской (каледониды, герциниды), мезозойской (мезозоиды), альпийской (альпиды) и кайнозойской складчатости. Выделяются осадочные чехлы на древних и молодых платформах, показываются области платформ, активизированные в каледонский и герцинский тектонические циклы.

В складчатых областях указываются эвгеосинклинальные и миогеосинклинальные зоны, краевые прогибы, участки более древних комплексов (срединные массивы), переработанные последующей складчатостью, антиклинарии и синклинарии. На платформах выделяются синеклизы, антеклизы, валы, прогибы и другие структурные формы.

### **2.2. План описания тектонической карты**

Описание тектонической карты производится по следующему плану:

1. Общая характеристика рельефа поверхности.
2. Платформы и подвижные пояса.
3. Структурные формы.
4. Типы земной коры.
5. Тектонические режимы.

В первом разделе дается описание рельефа всей территории карты. Отмечается положение равнин, поднятий (гор) и впадин (котловин) на суше, в морях и океанах. Даются их количественные характеристики (площадь, высота, глубина, форма).

Во втором разделе производится описание главных черт тектоники территории с указанием местоположения, возраста и взаимоотношений платформ и подвижных поясов. Дается общая оценка проницаемости земной коры и степень ее консолидированности.

В третьем разделе указываются структурные формы, развитые в пределах платформ и подвижных поясов, отражаются их количественные характеристики (простираение, размеры, форма). Показывается степень дислоцированности и насыщенности структур интрузивными телами и развития разрывных нарушений.

В четвертом разделе необходимо указать, какие типы земной коры (континентальный, субконтинентальный, субокеанический, океанический) развиты в пределах листа карты, и увязать их с тектоническим строением и рельефом поверхности Земли. Дать описание имеющихся типов коры и построить для них колонки с показом мощности каждого слоя (осадочного, гранитного, базальтового).

В пятом разделе необходимо дать описание тектонических режимов в каждой из выделенных крупных тектонических областей — платформах и подвижных поясах.

### **2.3. Тектонический профиль**

На тектоническом профиле показывается глубинное строение земной коры с отражением тектонического режима ее развития. Лабораторная работа, выполняемая студентами, предусматривает построение профиля на всю мощность земной коры, т.е. до границы Мохоровичича (М), с выделением осадочного чехла, складчатых комплексов, гранитного и базальтового слоев.

В настоящее время сведения о глубинном строении коры получены лишь по геофизическим (главным образом сейсмическим и гравиметрическим) данным для достаточно ограниченного круга регионов. Поэтому известны лишь главные принципиальные черты ее строения, свидетельствующие о разном строении и истории формирования земной коры в океанах, материках и переходных зонах тихоокеанского и атлантического типов. В связи с этим обстоятельством при построении тектонического профиля студент должен в первую очередь отразить принципиальные черты глубинного строения изучаемой им территории. При этом он дол-



жен уметь пользоваться теоретическими знаниями, полученными им на лекциях, для выявления типов земной коры и тектонических структур, исходя из общих соображений о их выраженности в рельефе поверхности и внешних геодинамических процессах (сейсмических, вулканических, гидротермальных, геофизических и т.п.).

## 2.4. Построение тектонического профиля

Для построения тектонического профиля используются мелкомасштабные карты на территорию РФ и мира. Оно проводится способом, аналогичным построению геологического профиля. Вначале подбирается вертикальный масштаб, который из-за мелкомасштабности карт должен быть в 5–20 раз больше горизонтального. Затем строится профиль рельефа. На него переносятся границы основных тектонических областей, зон разломов, магматических тел. На платформах, прогибах, морских и океанических впадинах показывается мощность осадочного чехла, в складчатых областях — мощность верхнего складчатого структурного этажа с отражением положения в нем антиклинорий и синклинорий (рис. 2).

После отображения структуры верхней части коры начинается построение границ Конрада (К) и Мохо (М). При этом следует исходить из следующих общих положений:

1. Средняя мощность коры на материках составляет 35 км, а в океанах 6–8 км (табл. 1);
2. Мощность коры (т.е. глубина залегания М) независимо от ее типа находится в прямой зависимости от рельефа — чем выше рельеф на материках или дне океана, тем она больше.
3. Гранитный слой выклинивается в морях и океанах на изобате 2–2,5 км.
4. Увеличение мощности коры на материках происходит примерно в равной степени за счет утолщения гранитного и базальтового слоев, а уменьшение ниже среднего ее значения (менее 35–40 км) — в основном за счет утончения гранитного слоя.
5. Увеличение мощности осадочного слоя в материковой коре сопровождается утончением гранитного слоя.

Раскраска тектонического профиля производится следующим образом: верхний структурный этаж закрашивается цветом возраста земной коры, указанным на карте, гранитный слой — розовым, базальтовый слой — зеленым, а мантия — фиолетовым цветом. Разрывные нарушения показываются черными или красными линиями. Магматические тела

закрашиваются в соответствии с принятым на карте цветом. При этом следует помнить, что глубина залегания подошвы крупных магматических тел вне зависимости от их состава обычно не превышает 5–10 км.

Т а б л и ц а 1

**Параметры слоев земной коры (по И.С. Вольвовскому, 1973)**

	Мощность слоя, км					
	В	Ос	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	Σ	$\frac{K_1}{K_2}$
Щиты древних платформ	–	–	15	30	45	0,50
Плиты древних и молодых платформ	–	3	18	19	40	0,90
Области байкальской складчатости	–	–	18	24	42	0,75
Области каледонской и герцинской складчатости	–	7	14	25	46	0,55
Области мезозойской складчатости	–	–	20	15	35	1,30
Области альпийской складчатости	–	8	15	27	50	0,50
Области кайнозойской складчатости	–	4	10	14	28	0,70
Структуры дна Тихого океана	5	1	–	6	12	–
Структуры дна Северного Ледовитого океана	0,8	1,8	2	2	6	1,0
Прикаспийская синеклиза	–	22	–	18	40	–
Байкальская впадина	2	4	11	19	36	0,60
Донецкий кряж	–	20	10	14	44	0,70
Черноморская впадина	2	12	–	8	22	–
Южно-Каспийская впадина	0,2	20	–	20	40	–
Южно-Охотская котловина	3	5,5	–	3,5	12	–
Впадина Японского моря	4	1,5	–	8,5	14	–
Курило-Камчатский желоб	3,5	0,5	–	14	18	–

В — слой воды, Ос — осадочный слой, К<sub>1</sub> — гранитный слой, К<sub>2</sub> — базальтовый слой.

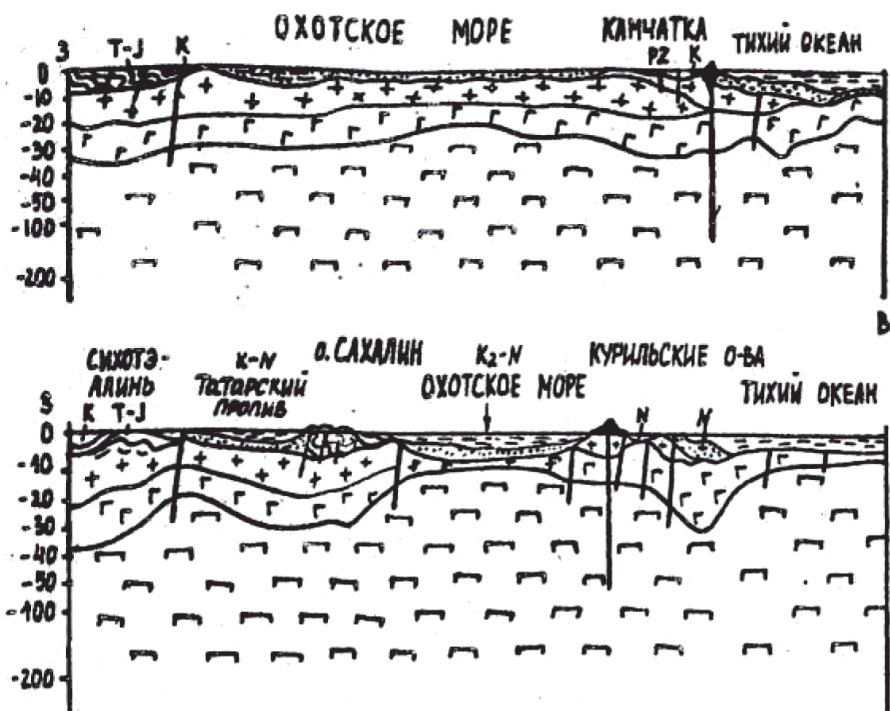
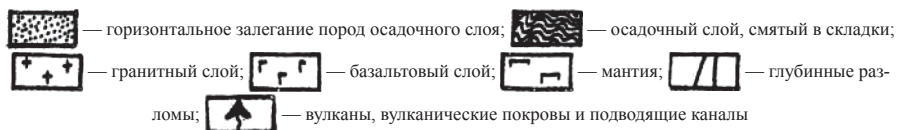


Рис. 2. Глубинные тектонические профили:



Названия тектонических структур пишутся над профилем. Они делаются в соответствии с их соподчиненностью — выше размещаются названия крупных тектонических областей, а ниже более мелким шрифтом даются названия выделяемых в их пределах более мелких структур антиклинориев, синклинориев, прогибов, антеклиз, синеклиз и т.д.).

## **3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ**

### **3.1. Инженерно-геологическая карта**

Инженерно-геологическая карта — это карта, на которой изображены инженерно-геологические условия местности, показывающие возможность строительства на ней различных сооружений или ее хозяйственного использования. Инженерно-геологические условия определяются геологическим строением и геодинамическим состоянием территории. Отсюда основными объектами инженерно-геологической карты являются горные породы, толщи (массивы) горных пород, геолого-геоморфологические процессы (вулканические, сейсмические, карстовые, оползневые и т.п.) и инженерно-геологические явления, вызванные деятельностью человека. Все это вместе взятое характеризует геодинамическое состояние территорий.

Инженерно-геологические свойства горных пород зависят главным образом от их генезиса (происхождения) и условий преобразований, которые они претерпевают в течение всей своей истории. Это определяет основное содержание инженерно-геологической карты — отражение генезиса горных пород, который показывается определенным цветом. Вторым по значению фактором является возраст горных пород, т.к. он оказывает большое влияние на их состояние и свойства. Возраст дается на карте индексами в соответствии с геохронологической шкалой.

Дополнительными значками (черным и цветным крапом) на инженерно-геологической карте показываются гидрогеологические, геоморфологические и мерзлотные условия, оказывающие значительное влияние на свойства горных пород и геодинамическое состояние территории.

Инженерно-геологические карты составляются на основе полевых наблюдений, сопровождающихся большим объемом горных и буровых работ, геофизических и лабораторных исследований. При их составлении широко используются аэрокосмоматериалы.

### **3.2. План описания инженерно-геологической карты**

Инженерно-геологическая карта описывается по следующему плану:

1. Общая географическая характеристика района.
2. Общая инженерно-геологическая характеристика района.
3. Стратиграфо-генетические комплексы горных пород, залегающие первыми от поверхности:
  - а) нелитофицированные четвертичные отложения и их принадлежность к генетическим подразделениям;

б) дочетвертичные и литофицированные четвертичные отложения и их принадлежность к геологическим формациям.

4. Стратиграфо-генетические комплексы, залегающие вторыми от поверхности.

5. Геокриологическая характеристика района.

6. Гидрогеологическая и гидрологическая характеристики района.

7. Современные геологические и инженерно-геологические процессы и явления:

а) эндогенные процессы;

б) экзогенные процессы;

8. Процессы, вызванные деятельностью человека.

9. Участки, перспективные для разведки и разработки стройматериалов.

Если на карте не нашли отражение те или иные явления и процессы, указанные в плане, то они не описываются. Принцип описания инженерно-геологической карты такой же, как и для геологической (см. параграф 1.2). Описание ведется от общего к частному — вначале дается общая характеристика объекта (процесса), затем приводятся его количественные характеристики и указывается его распространение по площади. Географическая привязка объекта может производиться по странам света (на севере, в западной половине, в восточной части района и т.п.), по гидросети, населенным пунктам или просто с указанием, в какой части района развит данный объект (в центре, в осевой субмеридиональной или субширотной зоне и т.п.). Описание карты выполняется таким образом, чтобы полностью была охарактеризована инженерно-геологическая обстановка в районе и по тексту можно было бы получить четкое представление о пригодности района для строительства.

### **3.3. Инженерно-геологический профиль**

На инженерно-геологической карте имеется один или несколько профилей (разрезов). Их основное назначение - показать глубинное строение района. На них отражается форма и условия залегания горных пород, отмечается состав пород, степень их метаморфизации, показываются границы многолетнемерзлых пород, уровень грунтовых и напорных вод и другая информация, необходимая для научно обоснованной оценки инженерно-геологических условий в районе и его пригодности для строительства. Для разрезов обязательно строится профиль рельефа с отражением основных геоморфологических элементов и форм (речных террас, обрывов, уступов и т.д.).

### 3.4. Построение инженерно-геологического профиля

Построение инженерно-геологического профиля производится так же, как и геологического. Отличие заключается лишь в том, что для его построения в большой степени необходима тщательная рисовка профиля рельефа и форм залегания рыхлых отложений (рис. 3). Это обусловлено тем, что рыхлые отложения образуются в определенных геоморфологических условиях и, как правило, связаны с определенными формами рельефа. Так, аллювиальные отложения слагают речные террасы, делювиальные развиты на склонах водоразделов, а пролювиальные — у их основания и т.п.

После построения геологической основы профиля на нее наносятся другие элементы, характеризующие инженерно-геологические условия в районе (см. параграф 3.3). Условные обозначения на профиле должны соответствовать карте.

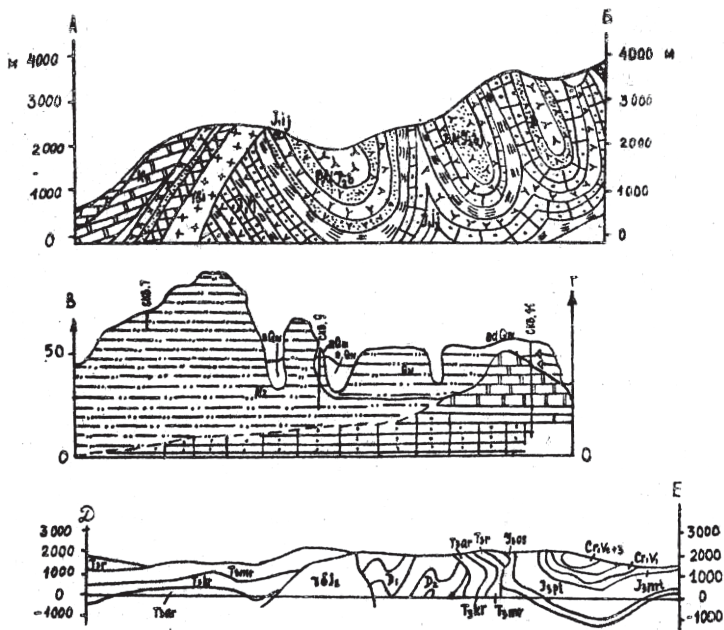


Рис. 3. Инженерно-геологические профили

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА И ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ .....	4
1.1. Геологическая карта.....	4
1.2. План описания геологической карты.....	9
1.3. Геологический профиль .....	10
1.4. Построение геологического профиля .....	11
2. ТЕКТНИЧЕСКАЯ КАРТА И ТЕКТНИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ....	15
2.1. Тектоническая карта .....	15
2.2. План описания тектонической карты.....	15
2.3. Тектонический профиль.....	16
2.4. Построение тектонического профиля.....	17
3. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ.....	20
3.1. Инженерно-геологическая карта .....	20
3.2. План описания инженерно-геологической карты.....	20
3.3. Инженерно-геологический профиль.....	21
3.4. Построение инженерно-геологического профиля .....	22

*Внутривузовское издание*

Подписано в печать 21.12. 2016. Гарнитура Таймс

Формат 60×90/16 Бумага офсетная

Объем 1,5 усл. печ. л

Тираж 30 экз. Заказ № 173 Продаже не подлежит

Отпечатано в УПП «Репрография» МИИГАиК