ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Под редакцией А.К. Корсакова

Москва 2016

Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ)

А.К. Корсаков, А.Д. Межеловский, С.В. Межеловская,
Н.А. Погребс, А.Н. Журавлев, А.М. Лаптева, А.К. Наравас,
М.И. Никитина, Н.В. Павлинова, А.А. Рыжова, С.А. Соколов,
Л.К. Филатова, А.Д. Чернова

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Под редакцией А.К. КОРСАКОВА

Москва 2016

УДК [551.243+550.8]
ББК
П
А.К. Корсаков, А.Д. Межеловский, С.В. Межеловская, Н.А. Погребс, А.Н. Журавлев, А.М. Лаптева, А.К. Наравас, М.И. Никитина, Н.В. Павлинова, А.А. Рыжова, С.А. Соколов, Л.К. Филатова, А.Д. Чернова Лабораторные работы по структурной геологии. Под редакцией А.К. КОРСАКОВА.
Учебное пособие. – М.: 2016. – 213с.
ISBN

Учебное пособие по курсу «Структурная геология»

Настоящее учебное пособие «Лабораторные работы по структурной геологии» под редакцией А.К. Корсакова составлено на основе материалов преподавания дисциплины Структурная геология в Российском государственном геологоразведочном университете в течение более 70 лет преподавателями кафедры Общей геологии и геологического картирования. Оно предназначено, прежде всего, для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная геология» и будет весьма полезно при подготовке специалистов по направлению «Технология и техника геологической разведки». В пособии собраны задачи и упражнения, которые в разные годы использовались при проведении лабораторных занятий по курсу Структурная геология. Настоящее пособие отличатся от ранее вышедшего в 1988 году пособия «Лабораторные работы по структурной геологии, геокартированию и дистанционным методам» как по содержанию, так и по форме представления материала. Вместе с тем, оно унаследует все лучшее, что было наработано профессорско-преподавательским составом кафедры в области структурной геологии в прошлом веке.

Рецензент:
Кафедра месторождений полезных ископаемых и их разведки им. Крейтера Российского университете дружбы народов.

Авторы:
А.К. Корсаков, А.Д. Межеловский, С.В. Межеловская, Н.А. Погребс, А.Н. Журавлев, А.М. Лаптева, А.К. Наравас, М.И. Никитина, Н.В. Павлинова, А.А. Рыжова, С.А. Соколов, Л.К. Филатова, А.Д. Чернова

© Корсаков А.К., Межеловский А.Д., Межеловская С.В., Погребс Н.А., 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение		6
Глава 1	**Правила оформления геологической графики**	8
	1.1.Геологические карты и их виды	8
	1.2.Условные обозначения к геологическим картам и правила их применения	11
	1.2.1.Цветовые условные обозначения	16
	1.2.2.Буквенно-цифровые условные обозначения (индексы)	23
	1.2.3.Точечно-штриховые (краповые) условные обозначения	31
	1.2.4.Прочие условные обозначения	37
	1.3.Зарамочное оформление геологических карт	40
	1.3.1.Легенда (система условных обозначений)	40
	1.3.2.Схема структурно-формационного районирования	45
	1.3.3.Геологические разрезы	45
	1.3.4.Стратиграфическая колонка	48
	1.3.5.Тектоническая схема	51
	1.3.6.Карта аномального магнитного поля	51
	1.3.7.Карта гравитационных аномалий	53
	1.3.8.Схема использованных картографических материалов	54
	1.3.9.Схема расположения листов серии	55
	1.3.10.Карта памятников природы	55
	1.4.Рекомендуемая литература по правилам оформления геологической графики	57
	1.5.Задания для самостоятельной работы студентов	58
Глава 2	**Задания на горизонтальное залегание горных пород**	59
Глава 3	**Задания на наклонное залегание горных пород**	71
Глава 4	**Задания на складчатое залегание горных пород**	96
Глава 5	**Задания на построение структурных карт**	108
Глава 6	**Задания на определение форм залегания интрузивных пород**	120
Глава 7	**Задания на определение форм залегания вулканических пород**	138
Глава 8	**Задания на определение форм залегания метаморфических пород**	148
Глава 9	**Задания на изучение разрывов со смещением в горных породах**	159
Глава 10	**Задания на обработку массовых замеров трещин в горных породах**	175
Глава 11	**Методические указания к курсовой работе по структурной геологии.**	195
	11.1. Цель курсовой работы	195
	11.2. Основные задачи и методы анализа геологической карты	195
	11.3. Методы, применяемые при написании курсовой работы	196
	11.4. Последовательность выполнения курсовой работы	198
	11.5. Структура и содержание курсовой работы	201
	11.5.1. Введение	202
	11.5.2. Описание рельефа и речной сети	203

11.5.3. Стратиграфия 204
11.5.4. Интрузивный магматизм 207
11.5.5. Тектоника 209
11.5.6. История геологического развития 211
11.5.7. Заключение 214
11.5.8. Литература 214
11.6. Рекомендуемая литература для написания курсовой работы. 215

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие «Лабораторные работы по структурной геологии» под редакцией А.К. Корсакова составлено на основе материалов преподавания дисциплины Структурная геология в Российском государственном геологоразведочном университете в течение более 70 лет преподавателями кафедры Общей геологии и геологического картирования. Оно предназначено, прежде всего, для студентов, обучающихся по направлению «Прикладная геология» и будет весьма полезным при подготовке специалистов по направлению «Технология и техника геологической разведки». В основу пособия положены задачи и упражнения, которые используются при проведении лабораторных занятий по курсу Структурная геология. Настоящее пособие можно рассматривать как дальнейшее совершенствование и развитие учебно-методической работы коллектива кафедры Общей геологии и геологического картирования МГРИ-РГГРУ. С момента публикации пособия «Лабораторные работы по структурной геологии, геокартированию и дистанционным методам», вышедшего в 1988 году, в качестве самостоятельных выделились курсы «Геологическое картирование», «Дистанционные методы» по которым выпущено достаточное количество учебно-методических работ. Учитывая данное обстоятельство, материалы по этим курсам были исключены из настоящего учебного пособия. Необходимость существенной переработки части пособия, касающегося структурной геологии, было вызвано тем, что с момента выхода работы «Лабораторные работы по структурной геологии, геокартированию и дистанционным методам» претерпели изменения: стратиграфическая шкала (Стратиграфический кодекс, 2006г), классификация магматических и метаморфических пород (Петрографический кодекс, 2008г.), правила оформления геологической графики, особенно для геологических карт масштаба 1: 200000 (Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 200000 (второго издания), С-Пб, 2010). Претерпели изменения и отдельные приемы структурного анализа геологических объектов, появились новые приборы (GPS навигаторы) в работе геологов. Все это авторы постарались учесть при составлении новых задач по структурной геологии и модернизации уже существующих заданий и упражнений.

В практике проведения лабораторных и практических занятий, а также оценки знаний студентов по самым различным дисциплинам в настоящее время очень широко применяются тестовые задания. Разработаны они и для курса «Структурная геология». Авторы настоящего пособия сознательно отошли от данной формы обучения и контроля знаний, так как прочные и качественные знания можно обеспечить только при условии длительной и вдумчивой работы студента с геологическим материалом, в тесном контакте с преподавателем.

Как и в учебно-методической работе «Лабораторные работы по структурной геологии, геокартированию и дистанционным методам» в настоящем учебном пособии широко используются кроме собственных материалов авторов такие издания как: Атлас учебных геологических карт, изданный ВАГТом в 1972 году под редакцией М.М. Москвина и Ю.А. Зайцева, Атлас учебных геологических карт, изданный ВСЕГЕИ в 1987 году под редакцией Ю.А. Зайцева, В.В. Козлова, М.М. Москвина, Атлас бланков и геологических карт, составленный проф. Милановским Е.В. в 1936 году, Сборник задач и

упражнений по курсу структурной геологии и геологического картирования (МГРИ, 1965г.), Геологические карты и разрезы (МГРИ, 1966г.), Сборник задач по курсу структурной геологии и геологическому картировании (МГРИ, 1980г.). При составлении учебного пособия использованы материалы из учебников В.Н. Павлинова Структурная геология и геологическое картирование с основами геотектоники (Недра, 1979г.), А.Е. Михайлова Структурная геология и геологическое картирование (Недра, 1984г.), А.К. Корсакова Структурная геология (КДУ Университет, 2009г.).

В настоящем пособии в качестве самостоятельного раздела даны методические указания по составлению курсовой работы по структурной геологии, которая призвана способствовать развитию у студентов умения свободного чтения геологических карт, использования собранного материала для различного рода геологических построений, получить первые навыки оформления геологических отчетов и написания объяснительных записок к геологическим картам.

Авторы пособия считают своим долгом выразить глубокую благодарность за разработку и совершенствование курса Структурная геология ныне здравствующим преподавателям МГРИ-РГГРУ Н.И. Корчугановой , А.А. Рыжовой, Е.П. Успенскому, В.В. Шершукову, и тем, кого уже нет сегодня с нами: М.К. Бахтееву, Д.С. Кизевальтеру, В.Я. Медведеву, К.М. Мельниковой, Е.В. Милановскому, А.Е. Михайлову, М.И. Никитиной, В.Н. Павлинову, А.К. Соколовскому, В.Я. Федчуку.

Глава 1. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАФИКИ

1.1. Геологические карты и их виды

Настоящее учебное пособие начинается со знакомства с геологическими картами и условными обозначениями к геологической графике (геологическим картам различного содержания, разрезам, схемам и др.) потому, что большая часть лабораторных работ, предусмотренных курсом, заключается в чтении и анализе геологических карт, в построении по ним геологических разрезов.

Геологическая карта представляет собой топооснову определенного масштаба на которую с помощью условных знаков нанесены геологические тела (объекты) с разделением их по возрасту, составу, генезису, условиям залегания. В зависимости от формы и размеров геологические тела могут иметь площадное, линейное или точечное картографическое отображение. Основу геологической карты составляют области распространения пород разного возраста, генезиса, состава. Все остальные геологические тела (разрывы, зоны метасоматитов, месторождения полезных ископаемых, элементы залегания геологических тел, маркирующие горизонты, места находок фауны, точки определения изотопного возраста пород, расположение археологических находок, местоположение стратотипов и опорных разрезов, геологические памятники, буровые скважины и карьеры и т.д.) накладываются на эту основу, в результате чего получается один из самых информативных графических документов – геологическая карта.

Геологические карты являются основой рационального природопользования. Они делятся по содержанию и масштабу.

По содержанию выделяют:

-Геологические карты дочетвертичных отложений;

-Карты четвертичных образований;

-Карты полезных ископаемых и закономерностей их размещения;

-Геологические карты погребенных поверхностей;

-Литологические карты поверхности дна акваторий;

-Эколого-геологические карты и схемы;

-Гидрогеологические карты и схемы;

-Геоморфологические карты;

- Карты нефтегазоносности и угленосности территорий;

- Геологические карты акваторий;

-Тектонические карты;

-Литологические карты;

-Инженерно-геологические карты.

В зависимости от вида геологосъемочных работ, а также при проведении тематических геологических исследований могут составляться и другие карты геологического содержания, которые здесь не рассматриваются в силу их специфичности. *Геологические карты дочетвертичных отложений* составляются для районов с повсеместным развитием чехла четвертичных отложений мощностью более 1-3м. На геологических картах с помощью условных обозначений показываются: возраст, состав и происхождение коренных горных пород, условия их залегания, характер границ между отдельными комплексами и т.д. Четвертичные отложения на этих картах не показывают за исключением тех участков, где строение коренных пород под четвертичными отложениями установить невозможно, либо когда с четвертичными отложениями связаны полезные ископаемые.

На *картах четвертичных отложений* показываются четвертичные отложения, разделенные по генезису, возрасту и составу.

На *картах полезных ископаемых и закономерностей их размещения* на геологической основе показываются все известные сведения о полезных ископаемых на данной территории: месторождения и рудопроявления, рудоконтролирующие и рудолокализующие структуры, выделяются перспективные территории. Кроме этого отражаются результаты металлогенического анализа, являющегося основой для дальнейшего развития поисковых и геологоразведочных работ на данной территории.

Геологические карты погребенных поверхностей (фундамента) составляются для районов с многоярусным геологическим строением. В качестве примера можно привести участки платформ, где в верхней части разреза горизонтально залегают осадочные породы (платформенный чехол), а на глубине находится фундамент, сложенный метаморфическими, смятыми в складки породами. Карта погребенной поверхности будет представлять собой геологическую карту фундамента, составленную по результатам бурения и геофизическим данным. Образно говоря, для составления карты погребенной поверхности нужно с геологической карты снять всю толщу горизонтально залегающих осадочных пород и то, что после этого мы увидим показать на топооснове.

На *гидрогеологических картах* отражаются водоносные свойства пород, условия залегания и размещения, динамика, химическая характеристика и другие свойства подземных вод. Выделяются по данным особенностям комплексы пород, водоносные горизонты и т.д.

Эколого-геологические карты составляются для неблагоприятных в экологическом отношении районов. На них показываются природные и техногенные объекты, оказывающие неблагоприятное воздействие на экологическую обстановку в районе, степень загрязнения территории.

На *геоморфологических картах* отображаются основные типы рельефа, его отдельные элементы с учетом их происхождения и возраста. Карты данного типа чаще всего составляются для территорий, на которых находятся россыпные месторождения полезных ископаемых.

На *тектонических картах* показываются основные структурные элементы земной коры (формы их залегания, время и условия формирования). Конкретное содержание тектонических карт сильно зависит от их масштаба.

На *литологических картах* дается характеристика состава осадочных и вулканогенно-осадочных пород, выходящих на поверхность или скрытых под покровом четвертичных образований. В практике работ чаще составляются крупномасштабные и детальные литологические карты.

Инженерно-геологические карты отображают инженерно-геологические условия территории, влияющие на строительство инженерных сооружений, хозяйственное использование. На картах показываются различные физические свойства горных пород.

По масштабу карты геологического содержания делятся на следующие виды:

- обзорные (мельче 1:1000 000);
- мелкомасштабные (1:1000 000, 1:500 000)
- среднемасштабные (1:200 000, 1:100 000)
- крупномасштабные (1:50 000, 1:25 000)
- детальные (крупнее 1:25 000)

На *обзорных картах* показываются общие черты геологического строения отдельных регионов, континентов или земного шара в целом. Они составляются путем обобщения более крупномасштабных карт с привлечением материалов дистанционных и геофизических исследований.

Мелкомасштабные карты дают представление о геологическом строении и закономерностях размещения полезных ископаемых отдельных регионов. Карты данного масштаба издаются полистно в рамках топографических планшетов и составляются путем обобщения более крупномасштабных карт.

Среднемасштабные карты составляются в рамках геодезических трапеций. Они передают основные черты геологического строения изображаемой территории, показывают весь комплекс месторождений и рудопроявлений, дают прогнозную оценку

территории. Карты данного масштаба составляются в процессе геологосъемочных работ. Листы сопровождаются стратиграфической колонкой, разрезами и объяснительной запиской. Карты данного масштаба (1:200 000) являются фундаментальной научной геологической основой рационального природопользования, ориентированной на удовлетворение потребностей экономического и социального развития регионов и территории страны в целом. Они должны служить основным источником информации для решения крупных федеральных и региональных проблем развития минерально-сырьевой базы.

Крупномасштабные карты составляются полистно для районов перспективных в отношении полезных ископаемых, для районов сельскохозяйственного освоения, строительства городов, крупных инженерных сооружений.

Детальные геологические карты подробно отражают геологическое строение участков и районов, на которых находятся месторождения полезных ископаемых, возводятся гидротехнические, промышленные и гражданские объекты. Карты позволяют решать вопросы, связанные с закономерностями локализации рудных тел, подсчетом запасов полезных ископаемых и возможностями гражданского и промышленного строительства.

1.2. Условные обозначения к геологическим картам и правила их применения

Как было отмечено выше, геологические карты являются одними из самых информативных графических документов. Высочайшая информативность геологических карт достигается применением эффективной системы условных обозначений, которая получила название легенды. Все многообразие условных обозначений можно разделить на четыре вида:

1. Цветовые условные обозначения
2. Буквенно-цифровые условные обозначения (буквенно-цифровые индексы)
3. Точечно-штриховые (краповые) условные обозначения
4. Прочие условные обозначения

Каждая группа условных обозначений отражает определенные геологические объекты и их свойства. Так, цветом можно отображать возраст, состав и генезис пород. С помощью буквенно-цифровых индексов указывается состав, возраст и особенности строения горных пород. Краповые условные обозначения, состоящие из комбинаций штрихов и точек, чаще всего отображают особенности состава пород. Прочие условные обозначения (линии, различного рода значки и их сочетания) отображают те объекты, которые нельзя обозначить с помощью первых трех групп. Это геологические границы,

разрывы, условия залегания горных пород, элементы строения складок, месторождения полезных ископаемых и рудопроявления и многое другое.

Правила применение первых двух видов условных обозначений (цветовых и буквенно-цифровых) будут отличаться для стратиграфических и нестратиграфических площадных геологических объектов.

Стратиграфические площадные геологические объекты

К стратиграфическим относятся геологические объекты, в составе которых можно выделить отдельные слои, пачки, пласты, толщи, отличающиеся от окружающих образований возрастом и составом. К стратиграфическим образованиям относятся, в первую очередь, осадочные породы, которые представляют собой последовательность накладывающихся друг на друга слоев, отличающихся составом и возрастом (рис.1-1). К стратиграфическим подразделениям относятся также вулканические породы поверхностной фации (чередующиеся в разрезе лавовые и пирокластические потоки и покровы, нередко переслаивающиеся с горизонтами осадочных образований) и вулканогенно-осадочные породы (рис.1-2). К этому же типу образований следует относить и породы регионального метаморфизма, для которых четко устанавливаются протолиты (исходные породы, подвергшиеся метаморфическим преобразованиям), которые сохранили первичную стратификацию и не претерпели значительной гранитизации (рис.1-3).

Рис. 1-1. Стратиграфические образования. Известняки мячковского горизонта (окрестности г.Домодедово)

Рис. 1-2. Стратиграфические образования. Слоистый пирокластический покров (Сирия).

Рис. 1-3. Стратиграфические образования. Метаморфические породы, не утратившие признаков первичной стратификации (Алдано-Становой щит).

Нестратиграфические площадные геологические объекты

В отличие от стратиграфических образований нестратиграфические объекты нельзя расчленить на составные части (слои, толщи, пачки), отличающиеся по времени формирования и составу. К нестратиграфическим образованиям относятся все интрузивные породы, а также вулканические образования экструзивно-жерловой и субвулканической фаций (рис. 1- 4). К этому же типу относят и метаморфические комплексы, в которых не сохранились элементы первичной стратификации (высокие ступени метаморфизма). Такие породы, чаще всего, соответствуют амфиболитовой и гранулитовой фациям метаморфизма.

К нестратиграфическим образованиям относятся также области развития измененных пород: сильно гранитизированные (мигматизированные) породы регионального метаморфизма (рис. 1-5), продукты контактового метаморфизма (грейзены, скарны и др.), динамометаморфизма, коры выветривания (рис. 1-6) и др.

Рис. 1-4. Нестартиграфические образования. Интрузивное тело гранитного состава (Байкал).

Рис. 1-5. Нестартиграфические образования. Теневой мигматит – продукт ультраметаморфизма (мигматизации). Алдано-Становой щит.

Рис. 1-6. Нестратиграфические образования. Кора выветривания по ультраосновным породам. Липовский карьер, Средний Урал.

Линейные геологические объекты

К линейным геологическим объектам относятся геологические границы, разрывные нарушения (рис. 1-7), контуры объектов, выделенных по геофизическим данным и результатам дешифрирования аэрокосмических снимков, маркирующие горизонты, не выражающиеся в масштабе карты дайки (рис. 1-8), жилы, малые интрузии, линейные элементы, отображающие глубинное строение территории.

Изображаемые геологические тела в масштабе карты должны иметь толщину не менее 1 мм, минимальный поперечный размер изометричных тел не менее 2 мм, минимальная площадь изометричных объектов – 4мм^2.

Рис. 1-7. Линейные геологические объекты - серия разрывных нарушений в метаморфических породах. (Малышевское месторождение, Средний Урал).

1.2.1. Цветовые условные обозначения

Правила применения цветовых условных обозначений отличаются для стратиграфических и нестратиграфических образований. Для первых цветом показывается возраст пород, для вторых – состав.

Рис. 1-8. Линейный геологический объект - дайка амфиболитов (черное) в гнейсах (светлое) Беломорского пояса (Карелия, Красная губа).

Правила применения цветовых условных обозначений для отображения стратиграфических подразделений

Цветом на геологических картах и разрезах показывается возраст стратиграфических подразделений согласно общей геохронологической шкале (рис. 1-9). Так, для обозначения стратиграфических образования архейской и протерозойской акротем, в силу их слабой расчлененности, используется только два цвета – красный для архейских пород и розовый для протерозойских пород. Цветовая гамма для обозначения пород фанерозойской эонотемы разнообразнее в силу ее более дробного деления, что обусловлено пышным расцветом в это время фауны и флоры - главным критерием расчленения стратиграфических отложений. Для каждой системы определен свой цвет, согласно раскраске подразделений отечественной стратиграфической шкалы. Такие же цвета раскраски стратиграфических подразделений приняты и в международной стратиграфической шкале (рис. 1-10). Главное отличие отечественной стратиграфической шкалы от международной заключается в степени расчленения архейских и протерозойских отложений. Более дробное расчленение докембрийских образований в международной стратиграфической шкале связано с широким развитием за рубежом изотопного датирования древних отложений, что позволяет выделить в их составе большее количество эонотем.

Если на геологической карте присутствует несколько подразделений одной и той же системы (несколько отделов, ярусов и т.д.), то они закрашиваются цветом данной системы, но разными оттенками. Более древние отложения закрашиваются темными оттенками, а более молодые – светлыми. Например, если на карте необходимо показать отложения нижнего и верхнего отделов меловой системы, то отложения нижнего мела ($К_1$) закрашиваются насыщенным оттенком, а отложения верхнего мела ($К_2$) – более светлым оттенком (рис. 1-11).

Подразделения местной стратиграфической шкалы (комплексы, серии, свиты, подсвиты) и региональной шкалы (горизонт, лона) показываются цветом и оттенком того подразделения единой стратиграфической шкалы, с которым они могут быть сопоставлены по возрасту. При этом все стратиграфические подразделения на геологической карте должны иметь достаточно четкие цветовые различия, а интенсивность раскраски подбирают так, чтобы на карте читалась топографическая основа. В случае, когда на территории присутствует много подразделений одной и той же системы и подобрать для каждого из них свой оттенок трудно, допускается часть подразделений закрашивать другим цветом. При этом на карте должны отсутствовать стратиграфические подразделения той системы, которую мы должны в обязательном порядке закрашивать выбранным нами дополнительным цветом. Так если на карте имеются отложения триаса, то в качестве вспомогательного цвета мы не должны использовать цвет лиловый, так как этим цветом должны показать отложения триасового возраста. Если стратиграфическое подразделение включает породы разных систем, то оно показывается цветом одной из систем, входящих в это подразделение по усмотрению автора. Так, например, если на карте необходимо показать нерасчлененные отложения меловой и юрской систем, то автор карты по своему усмотрению может закрасить их зеленым или голубым цветом.

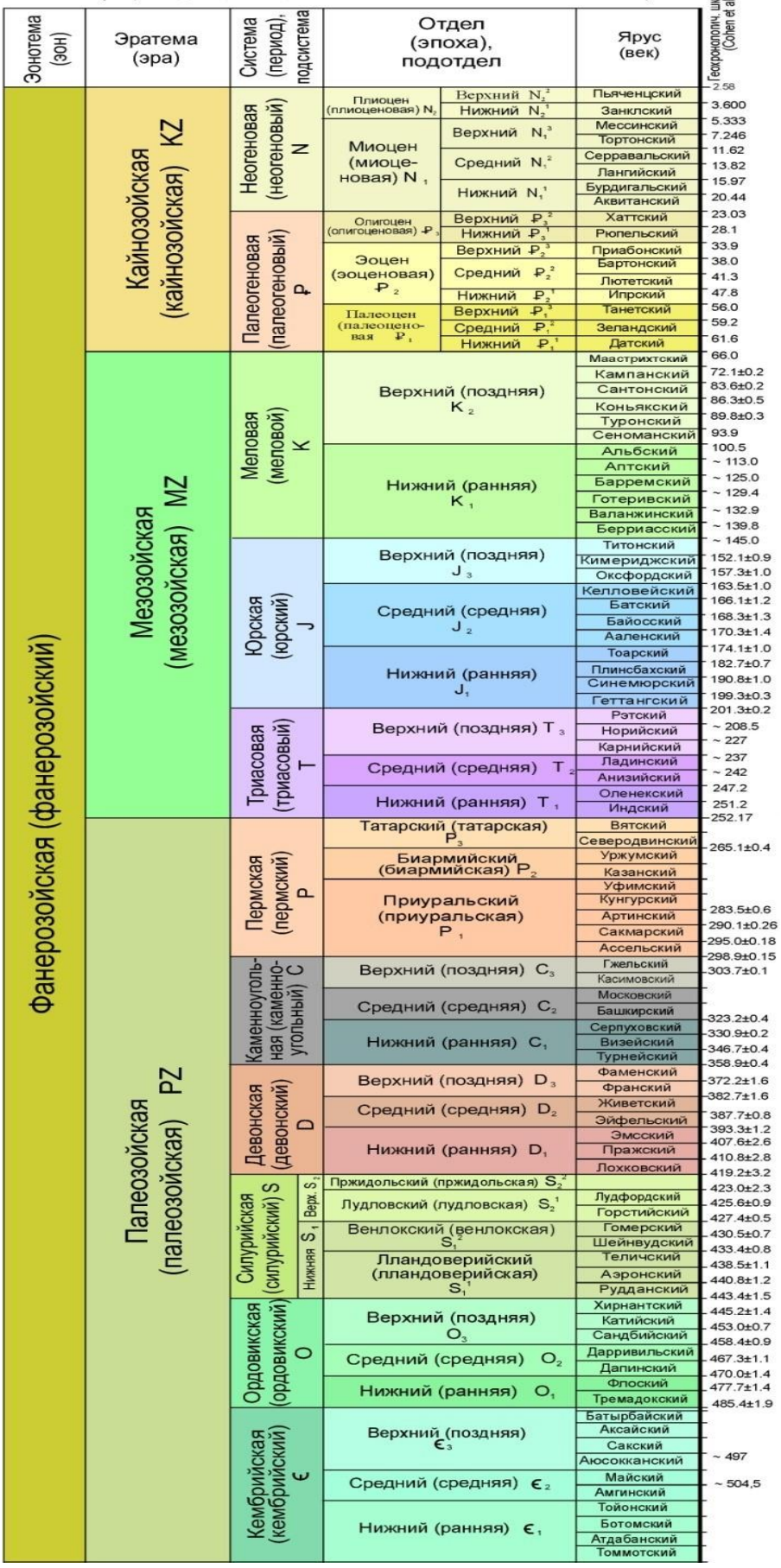
Правила применения цветовых условных обозначений для отображения нестратиграфических подразделений

Для нестратиграфических подразделений цветом показывается состав пород. Цвет выбирается по преобладающему составу пород в данном подразделении (рис. 1-12). Если на территории листа карты присутствуют породы одинакового состава, но разного возраста, то они показываются одним цветом, но разными оттенками.

Более молодые породы закрашиваются темным оттенком, а более древние – светлым оттенком. Так, например, если на карте есть тела диоритового состава, то более древние диориты закрашиваются светло малиновым цветом, а более молодые – темно

Общая стратиграфическая (геохронологическая) шкала

(Стр. кодекс, 2006; Постановления МСК... 2012, 2013)



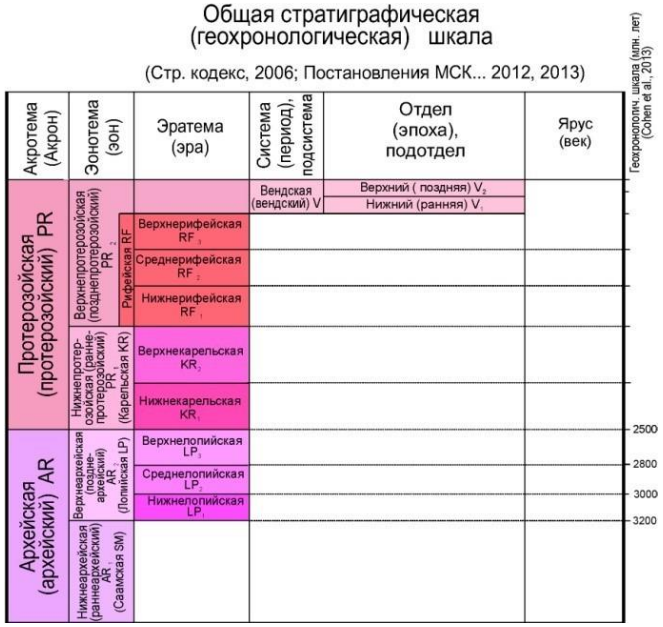


Рис. 1-9 Отечественная общая стратиграфическая (геохронологическая) шкала.

малиновым цветом. Каждой петрографической группе пород присваивается определенный цвет (таблица 1-1).

При наличии многочисленных интрузивных тел одинакового состава, но разного возраста допускается их раскраска в нестандартные цвета при условии отсутствия на составляемом и смежном с ними листах других нестратиграфических подразделений, окрашенных в такие же цвета.

Таблица 1-1

Группы пород	Нормальный ряд	Субщелочной ряд	Щелочной ряд
Кислые	Насыщенный красный	Оранжевый	Оранжевый
Средние	Насыщенный малиновый	Розово-оранжевый	Оранжевый
Основные	Насыщенный зеленый	Травяно-зеленый	Оранжевый
Ультраосновные	Насыщенный фиолетовый	Бледно-фиолетовый	Оранжевый

Субвулканические образования показываются цветом соответствующих им по составу интрузивных пород с негативной (белой) штриховкой под углом 45^0 к горизонтальной рамке в правую сторону (рис. 1-12). Экструзивно-жерловые образования и трубки взрыва показываются тонкой вертикальной штриховкой, цвет которой соответствует цвету вулканогенных образований преобладающих в этих телах (за основу берутся цвета для вулканогенных образований четвертичного возраста (рис. 1-13).

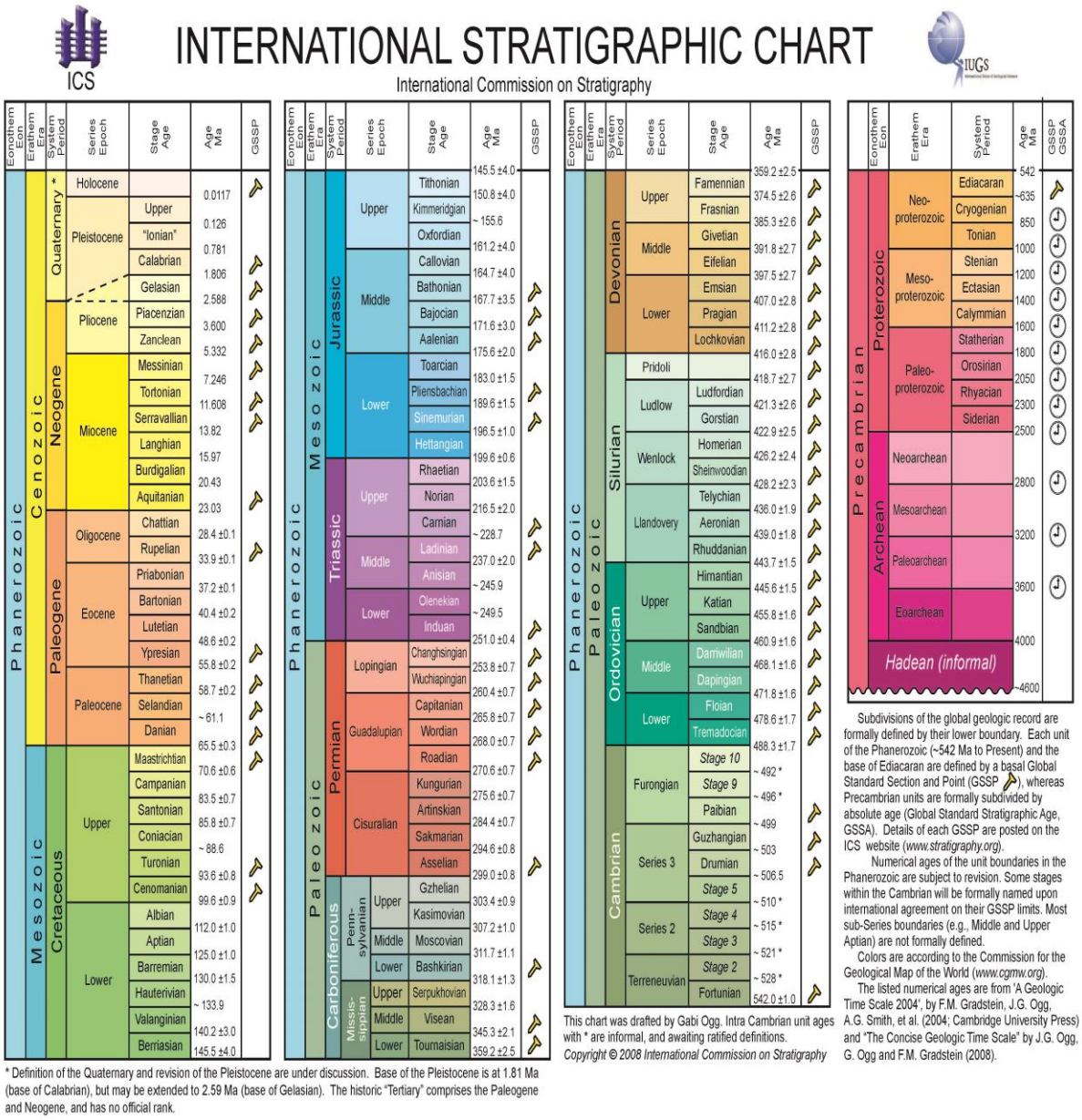


Рис. 1-10. Международная стратиграфическая шкала.

Рис. 1- 11. Оттенки нескольких подразделений одной системы

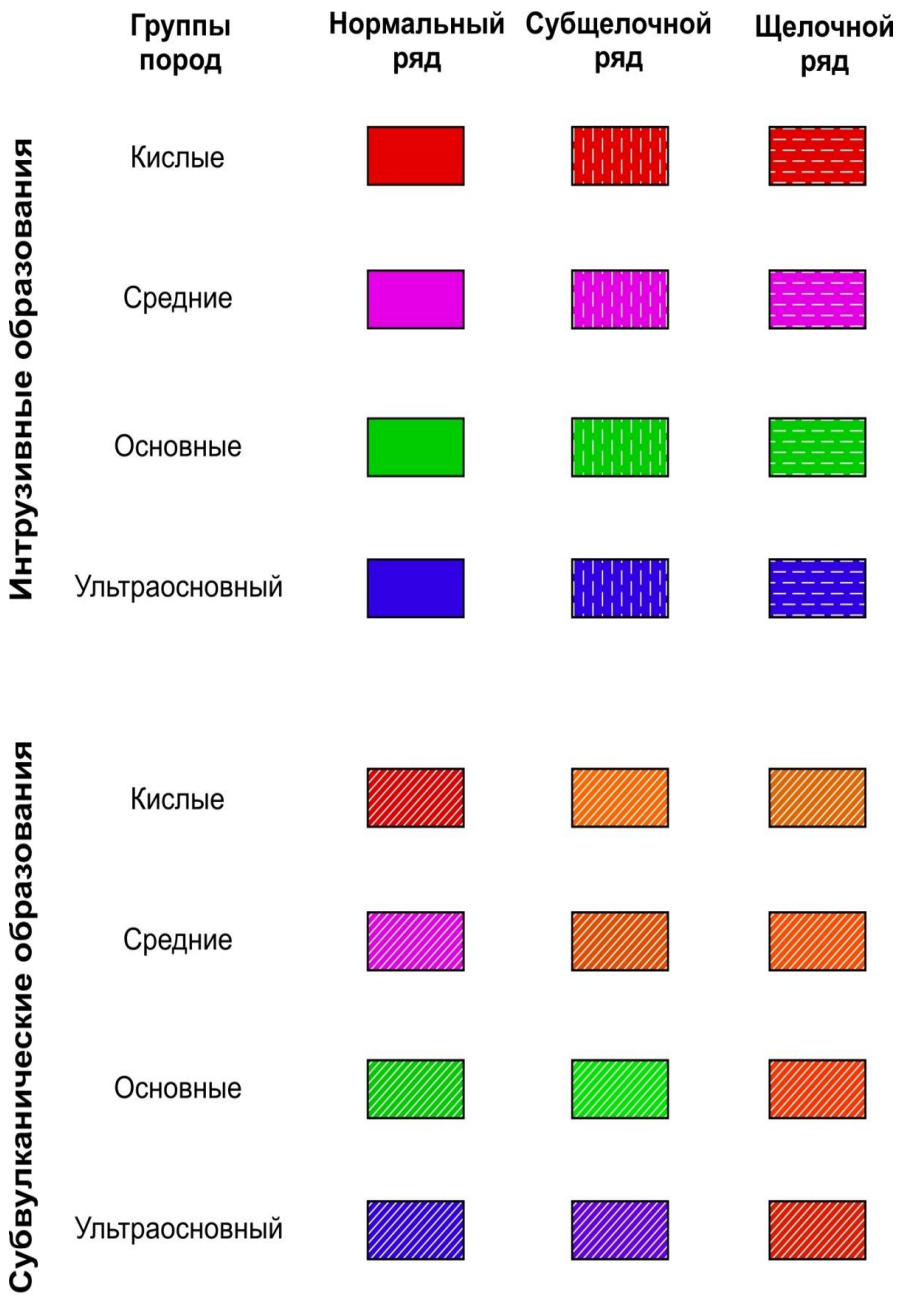


Рис. 1-12. Основные цвета раскраски состава интрузивных и субвулканических образований.

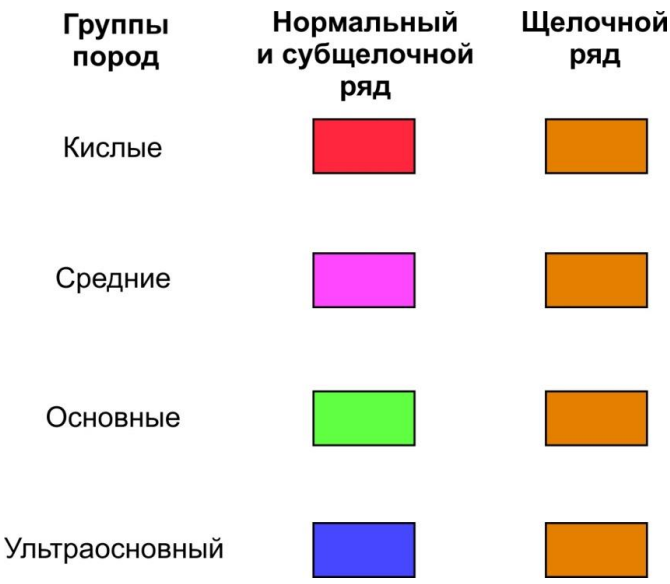


Рис. 1-13. Основные цвета раскраски состава вулканогенных образований четвертичного (неоген-четвертичного) возраста.

Дайки и силлы, изображаемые вне масштаба, показывается соответствующими их составу цветными линиями.

Применение цветовых условных обозначений для отображения прочих картируемых геологических объектов

Цветовые условные обозначения могут применяться и для обозначения состава и генезиса других геологических образований: генезиса четвертичных образований на картах четвертичных отложений (рис.1-14), состава и условий образования метаморфических пород (рис.1-15), типа тектонитов, вещественно-генетического типа осадков дна акваторий, степени экологической безопасности территорий (рис.1-16).

1.2.2. Буквенно-цифровые условные обозначения (индексы)

Буквенно-цифровые условные обозначения представляют собой комбинации латинских и греческих букв с арабскими и римскими цифрами. Цифры могут располагаться в верхних или нижних углах буквенно-цифровых сочетаний. С помощью буквенно-цифровых условных обозначений показывается состав, возраст, генезис и некоторые другие характеристики геологических объектов.

Рис.1-14. Цветовые условные знаки для обозначения генезиса четвертичных образований на картах четвертичных отложений

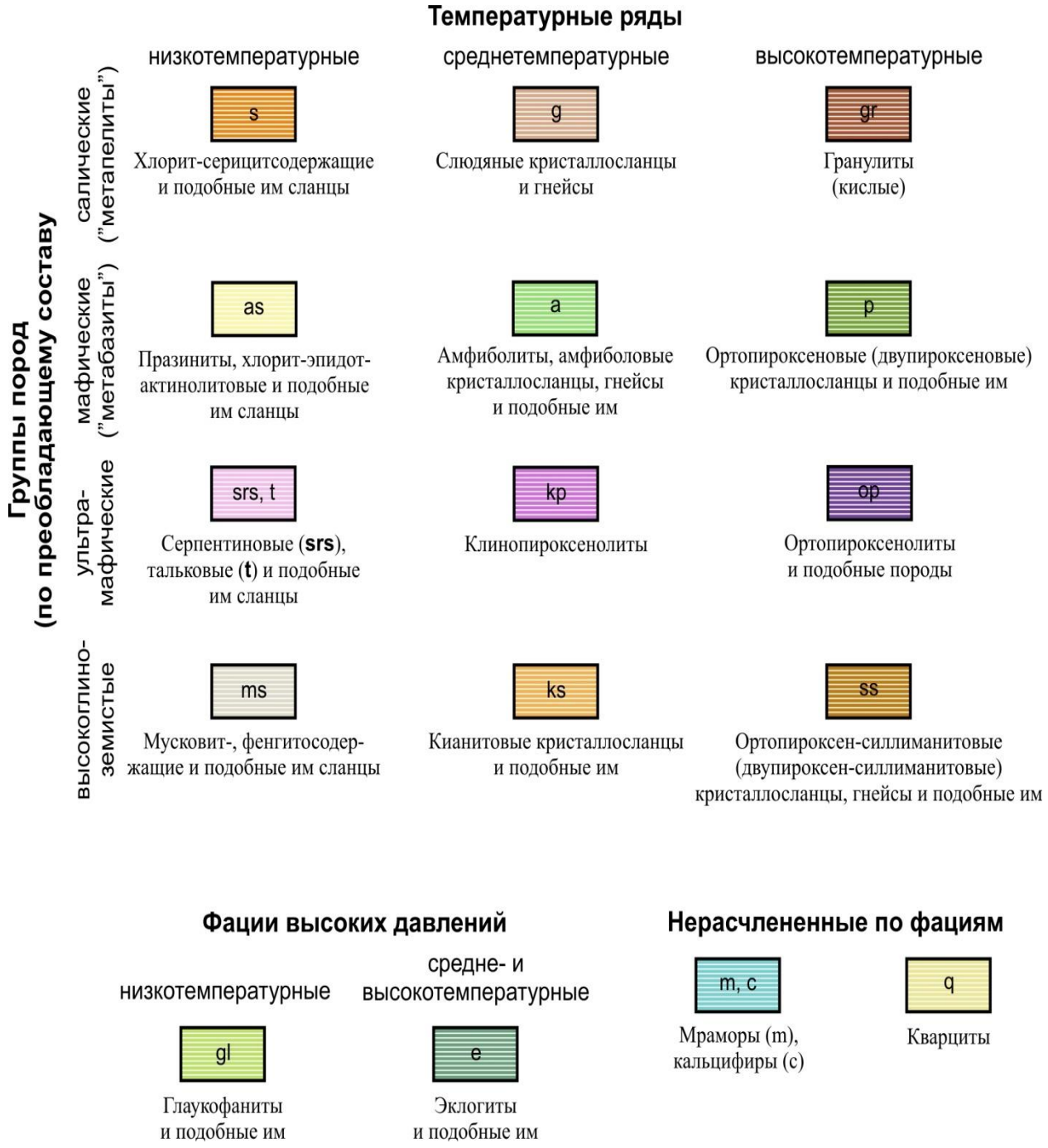


Рис. 1-15. Основные цвета для обозначения состава метаморфических образований.

Рис. 1-16. Цвета оценки эколого-геологической безопасности территории.

Буквенно-цифровые условные обозначения для стратиграфических образований

У стратиграфических подразделений условными знаками этой группы показывается их возраст (принадлежность к подразделениям общей, региональной или местной стратиграфических шкал). Возрастная принадлежность для фанерозойских отложений показывается, начиная с системы, а для докембрийских отложений (архей-протерозойских), как правило, с акротемы. Такие различия обусловлены дробностью деления архей-протерозойских и фанерозойских образований. Как уже отмечалось выше, архейская и протерозойская акротемы делятся только на две эонотемы – нижнюю и верхнюю. По этой причине при обозначении возраста докембрийских отложений дается буквенное обозначение акротемы, в правом нижнем углу цифрами (1,2) указывается эонотема (нижняя или верхняя), а после этого следует буквенно-цифровое обозначение подразделения местной стратиграфической шкалы (комплекса, серии, свиты). Так, например, нижняя подсвита виленгской свиты нижнего протерозоя обозначается следующим образом: PR_1vl_1, где PR_1 – обозначение нижнепротерозойской эонотемы, vl_1 – обозначение нижней подсвиты виленгской свиты. Необходимо иметь ввиду, что обозначение свиты дается курсивом (как подразделения местной стратиграфической шкалы).

Для фанерозойских отложений обозначение возраста начинается с системы. Поэтому, в начале, дается буква латинского алфавита, согласно обозначению системы в общей стратиграфической шкале. В правом нижнем углу дается индекс отдела (1,2,3, в

зависимости от того, на сколько отделов делится система). Примеры: J_2 — средний отдел юрской системы, K_2 - верхний отдел меловой системы. В случае более дробного деления данного стратиграфического подразделения справа добавляется сокращенное латинизированное название яруса в виде одной или двух строчных букв (прямой шрифт), соответствующих начальной или начальной и ближайшей согласной буквам в названии яруса. Две буквы используются в тех случаях, когда в одной системе имеются ярусы, названия которых начинаются с одинаковой буквы. При этом в индексе более древнего яруса указывается одна строчная начальная буква из названия яруса, а в индексе более молодых ярусов будут две буквы из названия яруса (первая и ближайшая согласная). Примеры: франский ярус верхнего девона—D_3f, фаменский ярус верхнего девона - D_3fm. Если ярус делится на подъярусы, то принадлежность к ним показывается прибавлением к обозначению яруса справа внизу цифры 1 (для нижнего) и цифры 2 (для верхнего) подъярусов при двучленном делении и цифр 1, 2, 3 — при трехчленном делении яруса. Пример: верхнеальбекий подъярус нижнего мела — K_1al_3.

Индексы региональных (горизонты, подгоризонты) и местных (комплексы, серии, свиты) стратиграфических подразделений образуются путем прибавления справа к возрастному индексу двух строчных латинских букв: первой и ближайшей согласной из названия этого подразделения, написанных *курсивом.* Примеры: C_1*vkz* — кызыльская свита визейского яруса нижнего карбона, В индексах местных стратиграфических подразделений названия ярусов и горизонтов могут опускаться. Например, $D_{1\text{-}2}$ *uz*— урупская серия нижнего-среднего девона.

Дополнительные единицы местных и региональных стратиграфических подразделений (подсвиты, подгоризонты и т. д.) обозначаются прибавлением цифр 1, 2, 3 помещенных справа внизу от индекса основного подразделения, при этом читается индекс от самого мелкого к крупному подразделению. Пример: $C_1v_1kz_1$ –нижняя подсвита кызыльской свиты нижневизейского подъяруса нижнего карбона. Пачки, выделяемые в составе подсвит (свит), обозначаются арабскими цифрами, которые помещаются справа вверху от индекса подсвиты (свиты). Пример: $C_1kz^3_2$ — третья пачка средней подсвиты кызыльской свиты нижнего карбона.

Возраст образований, охватывающих два или более подразделений общей стратиграфической шкалы, показываются путем соединения символов этих подразделений знаками «+» (плюс), «÷» (дефис с двумя точками) или «—» (дефис). При этом на первое место ставится символ более древнего подразделения. Знак «+» (плюс) применяется для обозначения возраста подразделений, которые полностью объединяют два или более подразделений общей стратиграфической шкалы независимо от их ранга.

Например, P_3+T_1 – объединенные отложения верхнего отдела пермской системы и нижнего отдела триасовой системы. Знак «÷» (дефис с двумя черточками) используется при объединении более двух подразделений в их полном объеме, например, P_2 ÷ T_1. В данном случае объединяются подразделения среднего и верхнего отделов пермской системы с нижнем отделом триасовой системы. Знак «—» (дефис) применяется, когда нужно показать отложения смежных подразделений общей стратиграфической шкалы, которые в настоящее время невозможно расчленить. Например, P – T_1 – отложения пермской системы и нижнего отдела триасовой системы, которые невозможно расчленить. Причиной невозможности расчленить отложения на образования пермской и триасовой системы может быть отсутствие фауны.

При недостаточной достоверности устанавливаемого возраста после символа подразделения общей стратиграфической шкалы ставится знак вопроса. Например, O_3? – отложения, предположительно, верхнего отдела ордовикской системы. Если геологические образования не могут быть точно сопоставлены с определенными подразделениями общей стратиграфической шкалы, то символы предполагаемых возрастов этих подразделений разделяются двоеточием. Например, T_2:T_3 – отложения относятся к среднему или верхнему отделам триасовой системы. На первое место ставится тот возраст подразделения, который автор считает более достоверным. В вышеуказанном случае составитель считает, что наиболее достоверным возрастом является средняя эпоха триасового периода.

Несколько по-другому формируются буквенно-цифровые индексы для четвертичных отложений. Они состоят из двух символов: генетического типа (типов) отложений (таблица 1-2), обозначаемого строчной буквой латинского алфавита и расположенного левее символа подразделения общей стратиграфической шкалы – системы, раздела, звена или ступени (таблица 1-3). Например, gQ_E – ледниковые отложения эоплейстоцена, lQ_I – озерные отложения нижнего неоплейстоцена. Отложения сложного генетического типа обозначаются сочетанием символов генетических типов.

Таблица 1-2

Символы основных генетических типов четвертичных образований

Генетический тип	Символ	Генетический тип	Символ
Элювиальные	**E**	Аллювиальные	**a**
Делювиальные	**d**	Пролювиальные	**p**
Солифлюкционный	**S**	Морские	**m**
Коллювиальные	**C**	Ледниковые	**g**
Селевый	**Sl**	Флювиогляциальные	**f**
Озерный	**L**	Хемогенный	**ch**
Эоловые	**V**	Биогенный	**b**
Вулканогенный	**Vl**	Техногенный	**t**

Таблица 1-3

Подразделения общей шкалы четвертичной системы

Система	**Надраздел**	**Раздел**	**Звено**	**Ступень**
Четвертичная Q	Голоцен Q_H			
	Плейстоцен Q_P	Неоплейстоцен Q_{NP}	Верхнее Q_{III}	Четвертая Q_{III4}
				Третья Q_{III3}
				Вторая Q_{III2}
				Первая Q_{III1}
			Среднее Q_{II}	
			Нижнее Q_I	
		Эоплейстоцен Q_E	Верхнее Q_{EII} Нижнее Q_{EI}	

При отображении двух и более генетических типов четвертичных отложений в едином контуре их обозначение состоит из сочетания символов генетических типов отложений, разделенных запятой. Например, l,g,aQ_I – озерные, ледниковые и аллювиальные отложения нижнего неоплейстоцена. Для аллювиальных отложений порядковый номер террас обозначается арабской цифрой, помещенной справа вверху над символом генетического типа. Например, a^3Q_{III} –аллювиальные верхненеоплейстоценовые отложения третьей надпойменной террасы.

Буквенно-цифровые условные обозначения для нестратиграфических образований

Буквенно-цифровыми условными обозначениями показывается возраст и состав нестратиграфических образований, к которым относятся интрузивные породы, ультраметаморфические комплексы, тела экструзивно-жерловой и субвулканической фаций, измененные породы и др. Возраст нестратиграфического подразделения указывается символом таксона стратиграфической шкалы с детальностью до отдела. Т.е. указывается период и эпоха, например, O_2. Символ возраста дополняется буквенно-цифровыми индексами, отражающими петрографический состав, структуру и принадлежность интрузивного тела к определенному интрузивному комплексу (если на данной территории выделены интрузивные комплексы). Символы, указывающие на состав и структуру пород, ставятся перед символом, обозначающим ее возраст. Например, γO_2 – граниты средней эпохи ордовикского периода. Символы греческого алфавита, обозначающие основные петрографические разности магматических пород приведены в таблице 1-4.

Магматические породы промежуточного состава обозначаются индексом, состоящим из двух букв, характеризующих группу пород, между которыми находится данная магматическая порода. Например, γδ – гранодиорит, αβ – андезибазальт. Нерасчлененные магматические породы, которые показываются в масштабе карты, тоже обозначаются двумя буквами, характеризующими крайние по составу группы пород, разделенные «тире». Например, γ-δ – интрузивные породы от гранитов до диоритов; λ-β – вулканические породы от риолитов до базальтов.

Минеральные особенности интрузивных пород показываются символом, который располагается в правом верхнем углу от символа группы пород по составу. Например, $\gamma^{bt}O_2$ – биотитовый гранит среднеордовикского возраста.

Структурные особенности пород показываются символами латинского и греческого алфавитов в левом верхнем углу относительно символа группы пород по составу. Например, мелкозернистые полнокристаллические породы, к которым, в частности, относятся дайки и жильные породы, индексируются путем прибавления слева вверху к символу породы буквы «m»: $^{m}\nu$ – микрогаббро, $^{m}\gamma$ – микрогранит.

Принадлежность пород к интрузивному комплексу с собственным названием показывается добавлением справа к символу возраста одной или двух букв латинизированного названия, изображенных тонким курсивом. Например, $\gamma O_1 m$ – митинский гранитоидный комплекс раннеордовикского возраста.

Последовательность фаз внедрения в пределах комплекса обозначается арабскими цифрами, помещенными внизу справа от символа названия комплекса. Нумерация ведется

от более ранних фаз к поздним. Например, $\gamma\delta T_2 b_1$ – среднетриасовый букинский гранодиритовый комплекс, первая фаза.

Применение буквенно-цифровых условных обозначений для отображения прочих картируемых геологических объектов

Буквенно-цифровые индексы широко применяются и для обозначения других особенностей геологических тел, таких, например, как строение мигматитов, состав пород контактового метаморфизма, виды метасоматических пород, типы кор выветривания, основных групп осадочных пород и т.д.

1.2.3.Точечно-штриховые (краповые) условные обозначения

Точечно-штриховые условные обозначения используются, в основном, для отражения вещественного состава геологических образований. Их применяют при характеристике, в случае необходимости, состава стратиграфических подразделений. Так, например, во всех случаях крапом показывается состав стратиграфических образований, присутствующих в вулканических комплексах (лавовые и пирокластические покровы и потоки). Тем самым обращается внимание на то, что в составе стратиграфических подразделений (ярусов, комплексов, серий, свит) присутствуют вулканогенные породы (рис.1-17).

Состав осадочных образований показывается крапом при необходимости отражения литологических особенностей, для подчеркивания структуры или понимания закономерностей размещения полезных ископаемых (рис.1-18).

СИМВОЛЫ СЕМЕЙСТВА ИНТРУЗИВНЫХ (ПЛУТОНИЧЕСКИХ) ПОРОД

(в скобках — виды пород) Таблица 1-4

Петрохимические ряды					
Нормальный		Субщелочной		Щелочной	
Группа кислых пород					
lγ (эль лат., гамма стр.)	Лейкограниты	εlγ (эпсилон, эль лат., гамма стр.)	Субщелочные лейкограниты (субщелочной двуполевошпатовый, микроклин-альбитовый лейкограниты; аляскит)	Elγ (эпсилон проп., эль лат., гамма стр.)	Щелочные лейкограниты (щелочные микроклин-альбитовый лейкогранит, аляскит)
γ (гамма стр.)	Граниты	εγ (эпсилон, гамма стр.)	Субщелочные граниты (субщелочной двуполевошпатовый, микроклин-альбитовый, щелочно-полевошпатовый граниты)	Eγ (эпсилон проп., гамма стр.)	Щелочные граниты (щелочные микроклин-альбитовый, щелочнополевошпатовый граниты)
pγ (пэ лат., гамма стр.)	Плагиограниты (низкощелочной гранит, плагиогранит)				
γδ (гамма, дельта стр.)	Гранодиориты (гранодиорит, тоналит)	γξ (гамма, кси стр.)	Граносиениты	Eγξ (эпсилон проп., гамма, кси стр.)	Щелочные граносиениты
Группа средних пород					
		ξ (кси стр.)	Сиениты (щелочно-полевошпатовый сиенит, сиенит, кварцевый сиенит — qξ)	Eξ (эпсилон проп., кси стр.)	Щелочные сиениты бесфельдшпатоидные (тёнсбергит, пуласкит), нордмаркит, щелочной кварцевый сиенит (Eqξ)
qδ (ку лат., дельта стр.)	Кварцевые диориты	qμ (ку лат., мю стр.)	Кварцевые монциниты (кварцевый монцонит, кварцевый монцодиорит, субщелочной кварцевый диорит)	φξ (фи, кси стр.)	Фельдшпатоидные сиениты (мариуполит, миаскит, псевдолейцитовый сиенит, фойяит, луяврит)

δ (дельта стр.)	Диориты	μ (мю стр.)	Монцониты (монцонит, монцодиорит, субщелочной диорит)		
Группа основных пород					
η (эта стр.)	Анортозиты			Ψξ (пси проп., кси стр.)	Основные фельдшпатоидные сиениты (рисчоррит, сэрнеит, науяит)
ν (ню стр.)	Габброиды (норит, габброно-рит, габбро, оливиновые габбронорит, норит, габбро, троктолит)	εν (эпсилон, ню стр.)	Субщелочные габброиды (эссексит, шонкинит)	Eυ (эпсилон проп., ню стр.)	Фельшпатоидные габброиды (тешенит, тералит)
υ (ипсилон стр.)	Перкниты (ортопироксениты, вебстериты, клинопироксе-ниты, роговообманковый и оливинроговообманковый пироксениты, пироксеновый и оливинпироксеновый горнблендиты, горнблендит и оливиновый горнблендит)			Eι (эпсилон проп., ипсилон стр.)	Основные фоидолиты (уртит, ийолит полевошпатовые, тавит, фергусит)
Группа ультраосновных пород					
υσ (ипсилон, сигма стр.)	Перидотиты (роговообманковый перидотит, верлит, лерцолит, гарцбургит)	ι (йота стр.)	Кимберлиты (кимберлит, слюдяной перидотит, мелилитовый, монтичеллитовый, кальцитовый, флогопит-кальцитовый кимберлитоиды)	Eι (эпсилон проп., йота стр.)	Ультраосновные фоидолиты (миссурит, уртит, ийолит, мельтейгит, якупирангит)
σ (сигма стр.)	Дунит (дунит, оливинит)			EM (эпсилон, мю проп.)	Мелилитолиты (кугдит, мелилитолит, ункомпанрит, турьяит)
∑ (сигма проп.)	Ультрамафиты (гипербазиты) нерасчлененные			θ (тета стр.)	Карбонатиты

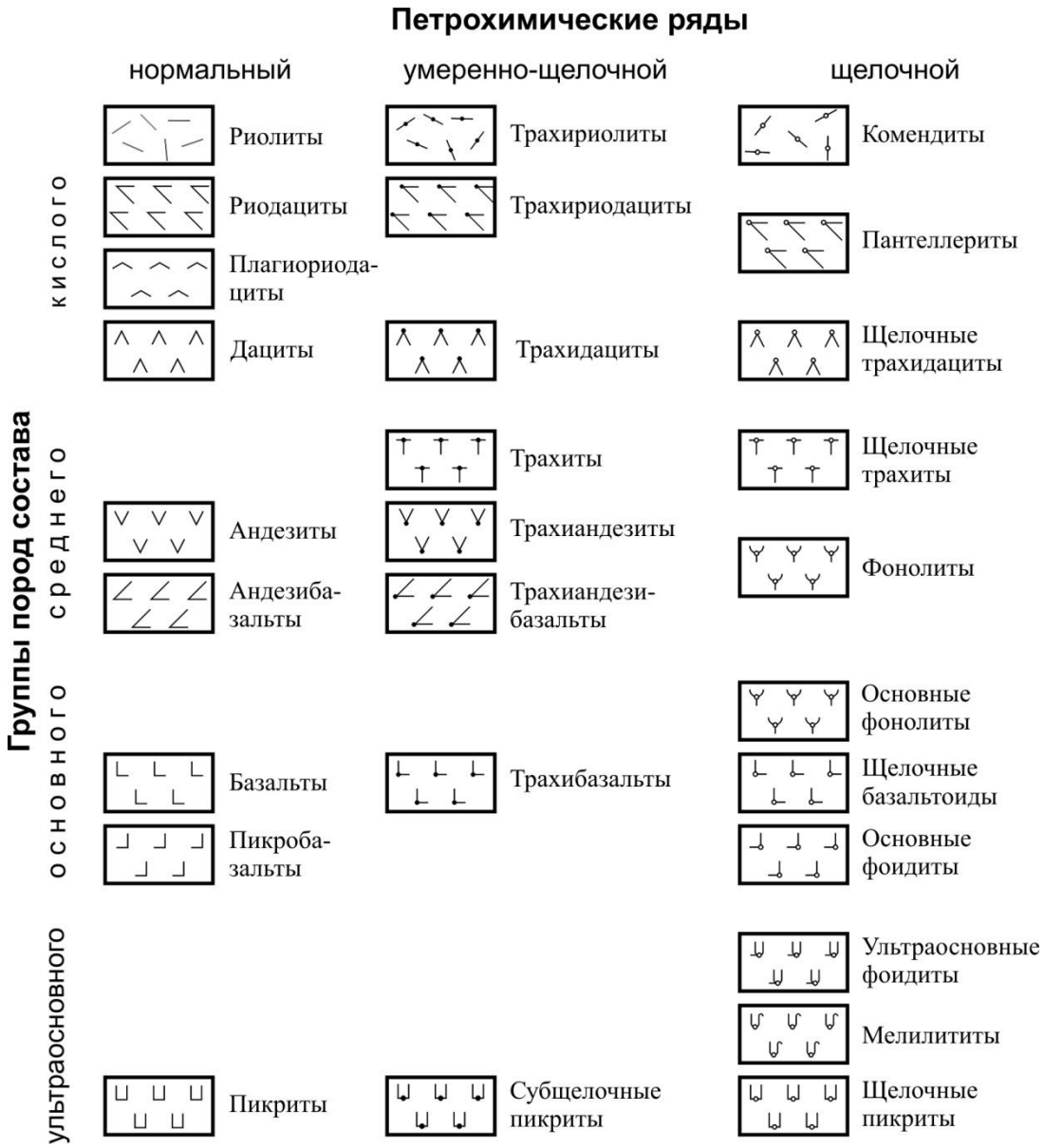


Рис. 1-17. Точечно-штриховые условные обозначения вулканических пород.

Крапом может отображаться состав метаморфических пород (рис.1-19), органогенных массивов, олистостромов. Он также применяется при изображении линз и маркирующих горизонтов, пачек и слоев, содержащих или контролирующих размещение полезных ископаемых. Крапом обозначается состав осадочных, вулканогенно-осадочных, вулканических, метаморфических стратиграфических подразделений при составлении стратиграфической колонки.

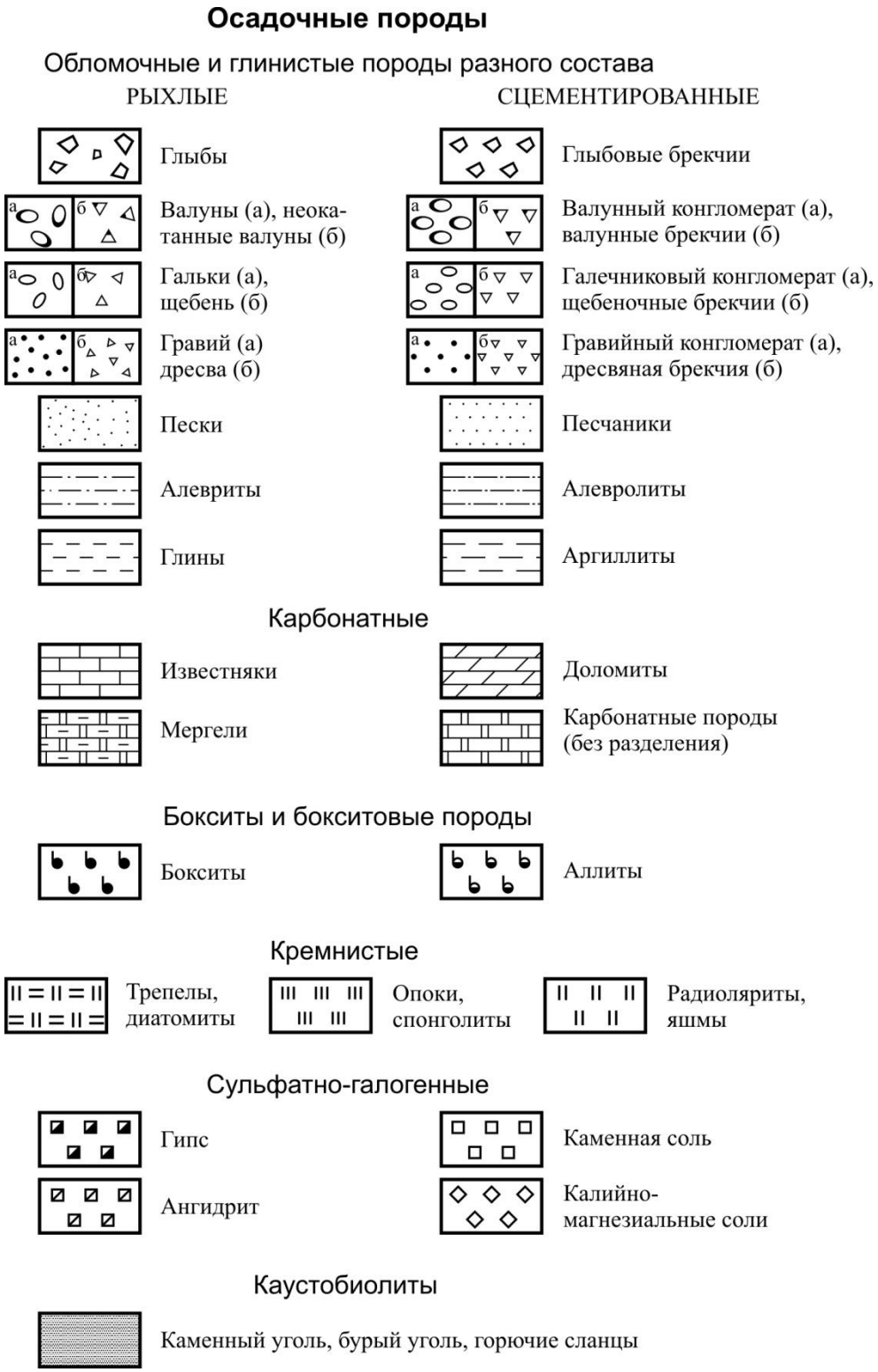


Рис. 1-18. Точечно-штриховые условные обозначения осадочных пород.

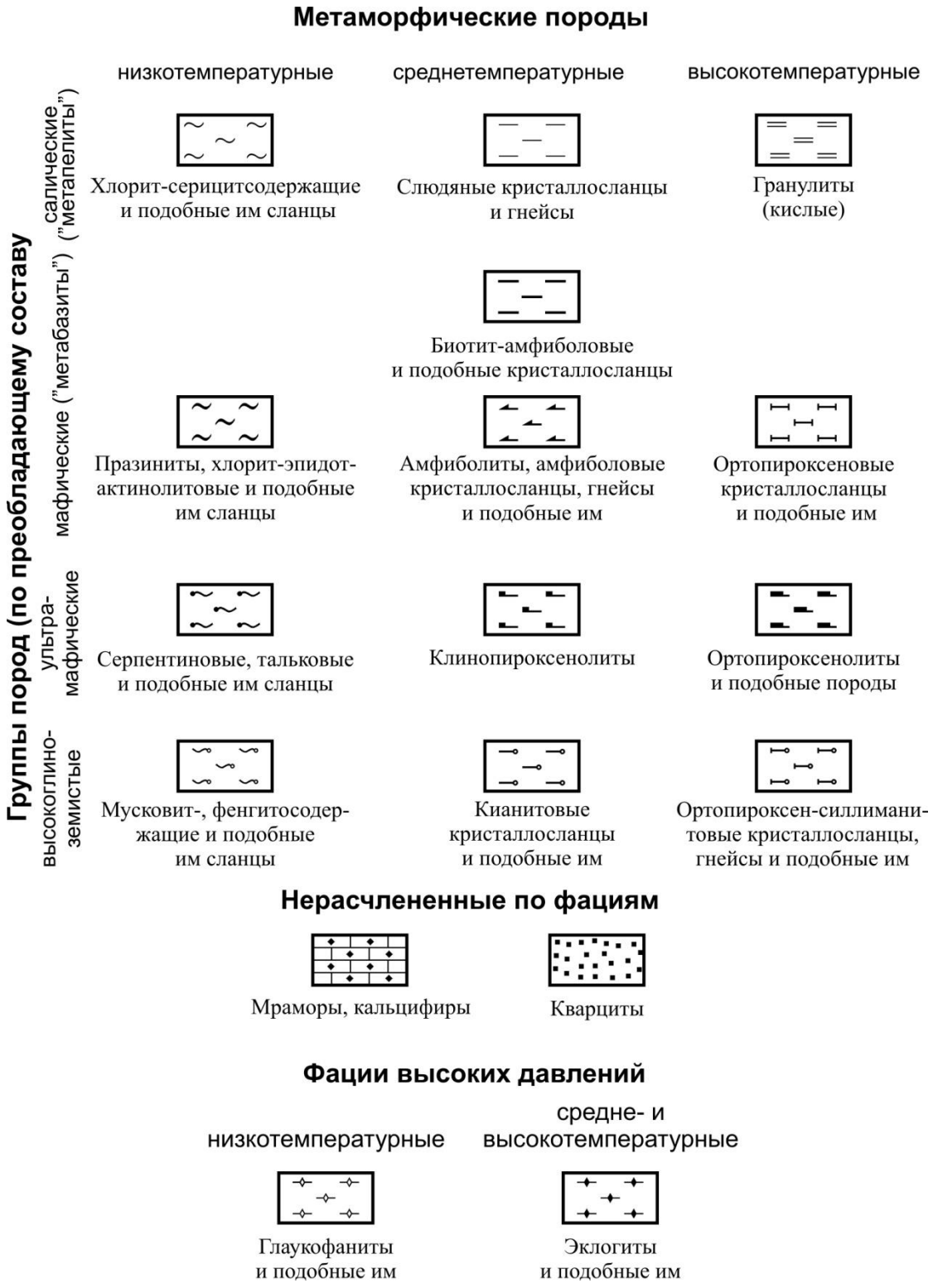


Рис. 1-19. Точечно-штриховые условные обозначения метаморфических пород.

Крап используется также для обозначения особенностей нестратиграфических образований: интрузивных пород (рис.1-20), тектонитов, динамо-метаморфических пород, мигматитов и мигматизированных пород, контактово-метаморфизованных пород, диафторитов, метасоматитов, кор выветривания и др.

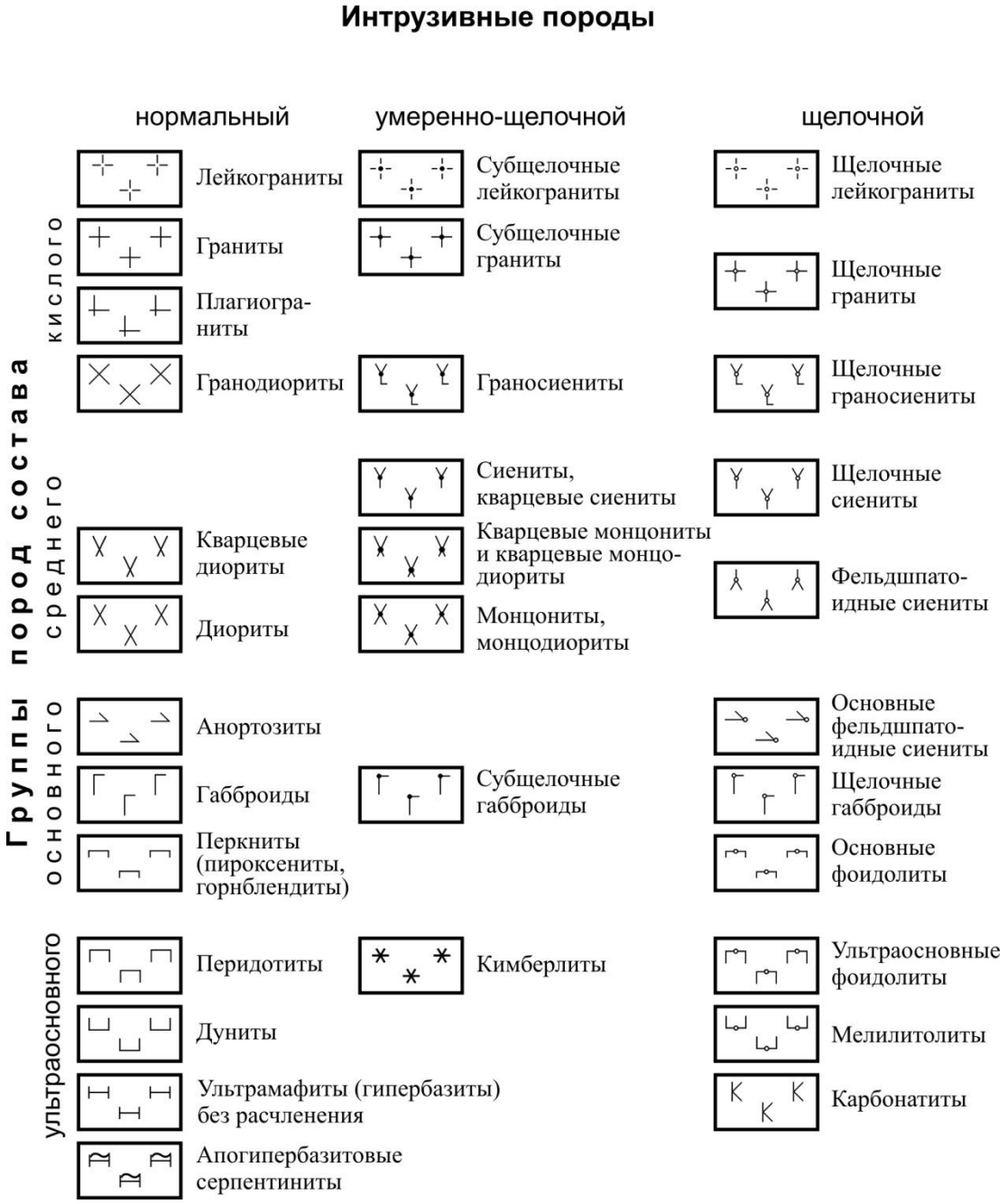


Рис. 1-20. Точечно-штриховые условные обозначения интрузивных пород.

1.2.4.Прочие условные обозначения

Прочие условные обозначения представляют собой линии, штрихи, комбинации штрихов, стрелки и т.д. С помощью этой группы условных знаков на геологической графике показываются:

1. Геологические границы (согласные, несогласные, фациальные, достоверные и предполагаемые, выходящие на поверхность и погребенные). Так, границы между разновозрастными геологическими образованиями (стратиграфическими, интрузивными, метаморфическими) показываются тонкой черной сплошной линией (достоверные), пунктирной линией (предполагаемые) и пунктирной линией с точками (под покровом более молодых образований). Фациальные границы обозначаются точечной линией (рис.1-21).

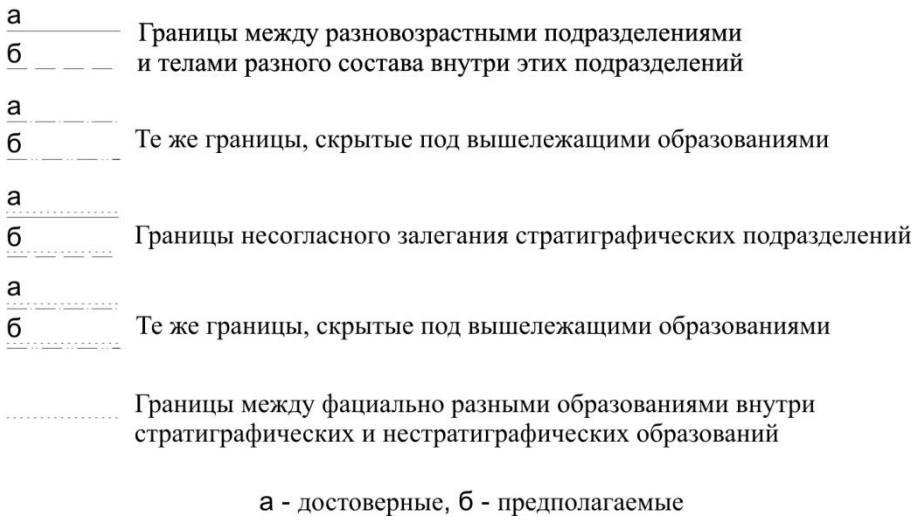


Рис. 1-21. Обозначения геологических границ и взаимоотношений геологических подразделений.

2. Разрывные нарушения (установленные и предполагаемые, выходящие на поверхность и погребенные). Разрывные нарушения показываются черной жирной сплошной линией (достоверные), штриховой (предполагаемые) и пунктирной линией с точками (скрытые под более молодыми образованиями). Различные по геологической значимости (размерам) разрывные нарушения обозначаются линиями разной толщины. Типы разрывных нарушений показываются при помощи стрелок (сбросы, взбросы, сдвиги), бергштрихов (надвиги) и зубцов (покровы). Цифрами, расположенными рядом с ними, указывается угол наклона сместителя (рис.1-22).

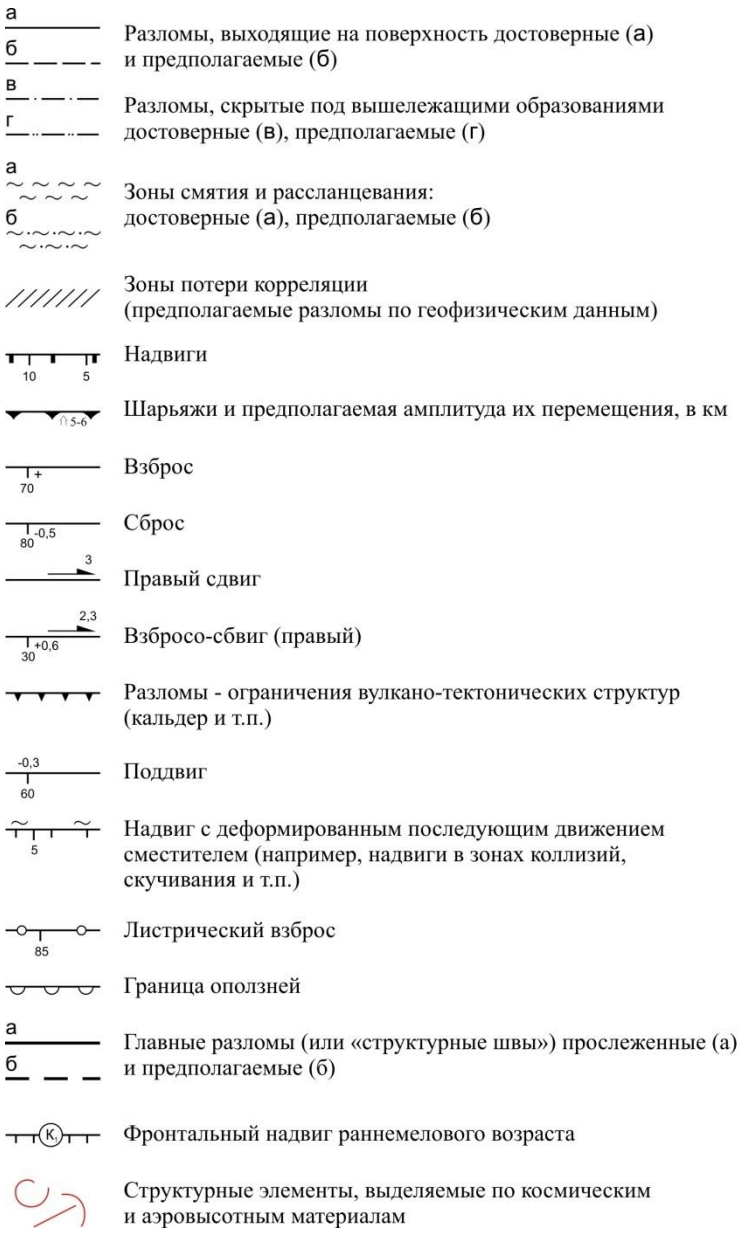


Рис. 1-22. Условные обозначения для разрывных нарушений

3. Зоны смятия, милонитизации, тектонических брекчий.

4. Структурные элементы плоскостные и линейные (элементы залегания слоев, контактов, разрывных нарушений, элементы прототектоники интрузивных тел и др.) показываются знаками черного цвета.

5. Стратоизогибсы опорных поверхностей по данным геофизики и бурения.

6. Изогибсы рельефа дочетвертичных образований.

7. Места находок фауны.

8. Места расположения буровых скважин и карьеров.

1.3. Зарамочное оформление геологических карт

На каждом листе карты над его северной рамкой посередине помещается название карты, включающее географическое наименование района и численный масштаб карты. Под нижней (южной) рамкой карты слева помещаются фамилии и инициалы авторов; посредине — численный и линейный горизонтальный масштабы, сечение горизонталей (рис.1-23).

К обязательным элементам зарамочного оформления геологической карты масштаба 1: 200000 относятся (рис. 1-24):

- Легенда (условные обозначения);
- схема структурно-формационного районирования (если выделяется несколько структурно-формационных зон);
- геологический разрез (разрезы);
- стратиграфическая колонка;
- карта аномального магнитного поля;
- схема гравитационных аномалий;
- тектоническая схема;
- схема использованных картографических материалов;
- схема расположения листов серии Госгеолкарты-200/2;
- схема памятников природы.

1.3.1.Легенда

Легенда представляет собой совокупность всех условных знаков, использованных при составлении геологической карты и разрезов к ней. За основу легенды к конкретной геологической карте берется серийная легенда. Серийная легенда представляет собой систему условных обозначений для серии листов, покрывающих территорию с одинаковым геологическим строением. Легенда к геологической карте состоит из блоков условных знаков и пояснительных текстов к ним (рис. 1-25). Все знаки, использованные на геологической карте и разрезах, должны строго соответствовать условным обозначениям (легенде), которые помещаются справа от карты. При этом должна выдерживаться следующая последовательность расположения знаков сверху вниз:

-геологические подразделения для которых определяется их возраст (стратиграфические и нестратиграфические);

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

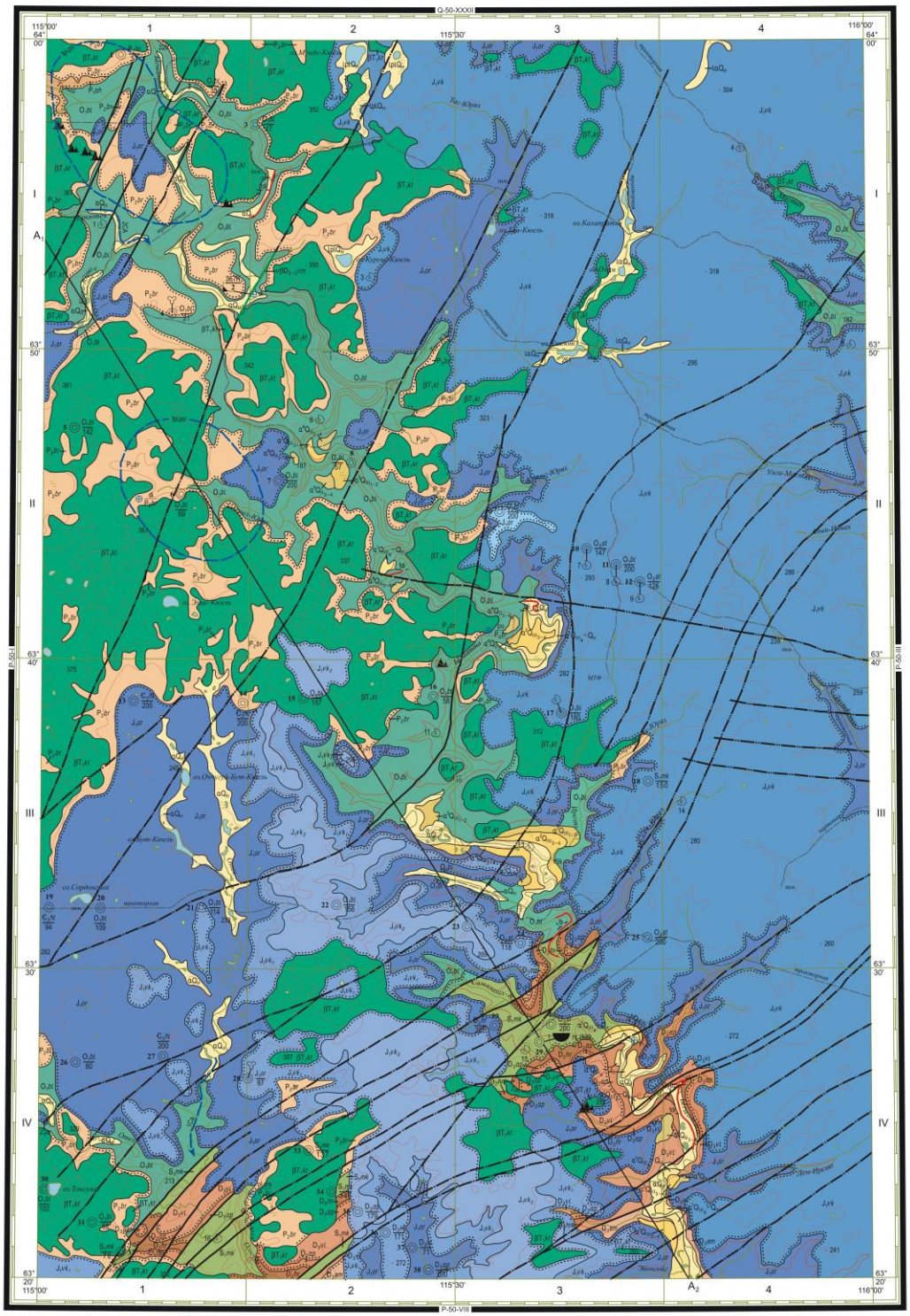
ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ масштаба 1 : 200 000

Издание второе

Верхневилюйская серия

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА И КАРТА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

P-50-II (зим. Тас-Юрях)



Карта составлена в Ботуобинской экспедиции Акционерной компании "АЛРОСА" по заказу Госкомгеологии Республики Саха (Якутия)
Авторы: И.М. ГИНИЯТУЛЛИН, Ю.А. ДУКАРДТ
Редактор Ю.А. ДУКАРДТ
Сведения о полезных ископаемых даны на карте по состоянию на 31 декабря 2000 г.
Карта рекомендована к изданию НРС МПР РФ 2 октября 2001 г.
Эксперт НРС Е.П. Миронюк
Цифровая модель подготовлена в ГУП "Сахагеоинформ"

1 : 200 000
в 1 сантиметре 2 километра
км 4 3 2 1 0 4 8 12 км
Сплошные горизонтали проведены через 40 метров

Приемка и редактирование авторских материалов выполнены специалистами Картографической фабрики ФГУП "ВСЕГЕИ" (редактор-геолог И.В. Котельникова, редактор-картограф И.В. Сумарева, технический редактор С.А. Радченко)

Электронная карта и макет созданы специалистами Московского филиала ФГУП "ВСЕГЕИ"

© Роснедра, 2012
© Ботуобинская экспедиция АК "АЛРОСА", 2001
© И.М. Гиниятуллин, Ю.А. Дукардт, 2001

Рис. 1-23. Геологическая карта масштаба 1:200000.

-знаки вещественного состава пород разного происхождения (крап, штриховка);

-знаки соотношения геологических тел (границы, разрывы);

-внемасштабные знаки для обозначения центров вулканизма, кальдеры и т.д.;

-знаки объектов, не являющихся геологическими телами (буровые скважины, эпицентры землетрясений, элементы залегания и т.д.);

При компоновке условных знаков чаще всего применяется линейный «вариант», при котором прямоугольники условных обозначений стратиграфических и нестратиграфических подразделений располагаются в единой стратиграфической последовательности в виде двух вертикальных рядов. В левом ряду помещаются условные знаки картируемых стратиграфических подразделений (свит, серий, комплексов). Знаки нестратиграфических подразделений (плутонических, вулканических, метасоматических, метаморфических пород, кор выветривания и т.д.) располагаются правее условных обозначений стратиграфических подразделений и отстоят от последних на половину длины условных обозначений. Знаки субвулканических и экструзивно-жерловых образований присоединяются «встык» к правой стороне обозначений синхронных с ними стратиграфических отложений.

В случае, если свиты делятся на подсвиты, то они изображается в виде микроколонок, состоящих из расположенных слитно по вертикали прямоугольников, обозначающих подсвиты. Характер контактов между стратиграфическими подразделениями показывают конфигурацией нижней границы прямоугольника или микроколонки (прямая или пилообразная).

Прямоугольники, обозначающие стратиграфические и нестратиграфические подразделения закрашиваются таким же цветом, что и на геологической карте. Индексы подразделений, имеющиеся на карте и разрезах, проставляются внутри прямоугольников.

Условные обозначения одновозрастных магматических образований располагаются в правом ряду на одном уровне в виде соединенных между собой прямоугольников. Прямоугольники располагаются слева направо в последовательности от ультраосновных к кислым породам и от пород нормального ряда к щелочным. Входящие в состав магматических, вулканогенных, метаморфических комплексов внемасштабные дайки, силы, жильные образования, метасоматиты показываются отдельным прямоугольником, расположенным правее и слитно со знаком соответствующего комплекса (фазы).

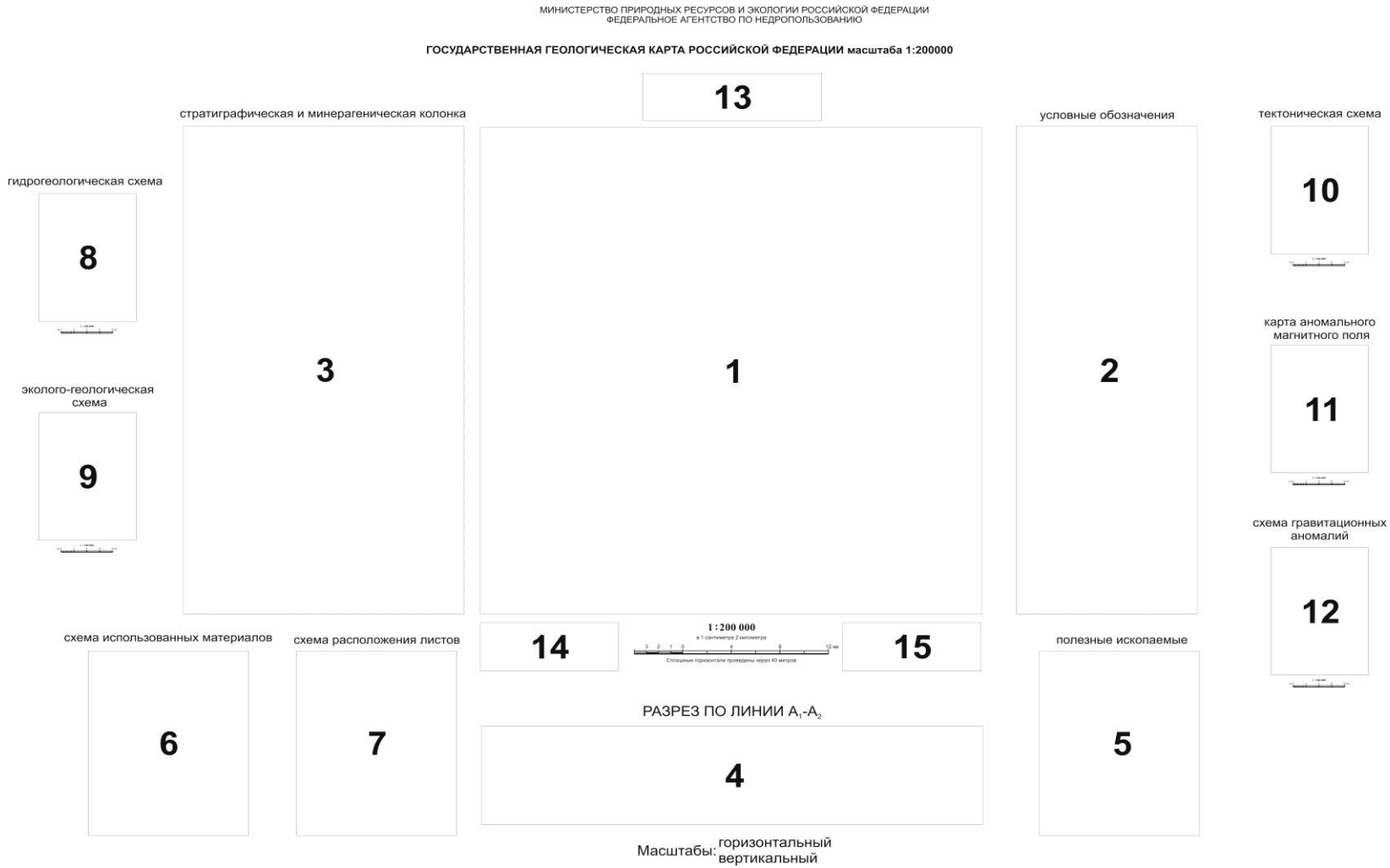


Рис. 1-24 Элементам зарамочного оформления геологической карты масштаба 1: 200 000. Цифрами на рисунке обозначены: 1-геологическая карта; 2- условные обозначения, 3 – стратиграфическая и минерагеническая колонка, 4 – геологический разрез, 5 – условные обозначения полезных ископаемых, нанесенных на геологическую карту, 6 – схема использованных материалов при составлении карты, 7 – схема расположения листов серии Госгеолкарты-200, 8 – гидрогеологическая схема, 9 – эколого-геологическая схема, 10 – тектоническая схема, 11 – карта аномального магнитного поля, 12 – схема гравитационных аномалий, 13 – номенклатура листа Госгеолкарты, 14 – авторы-составители карты, 15 – редакторы картографической фабрики, год издания.

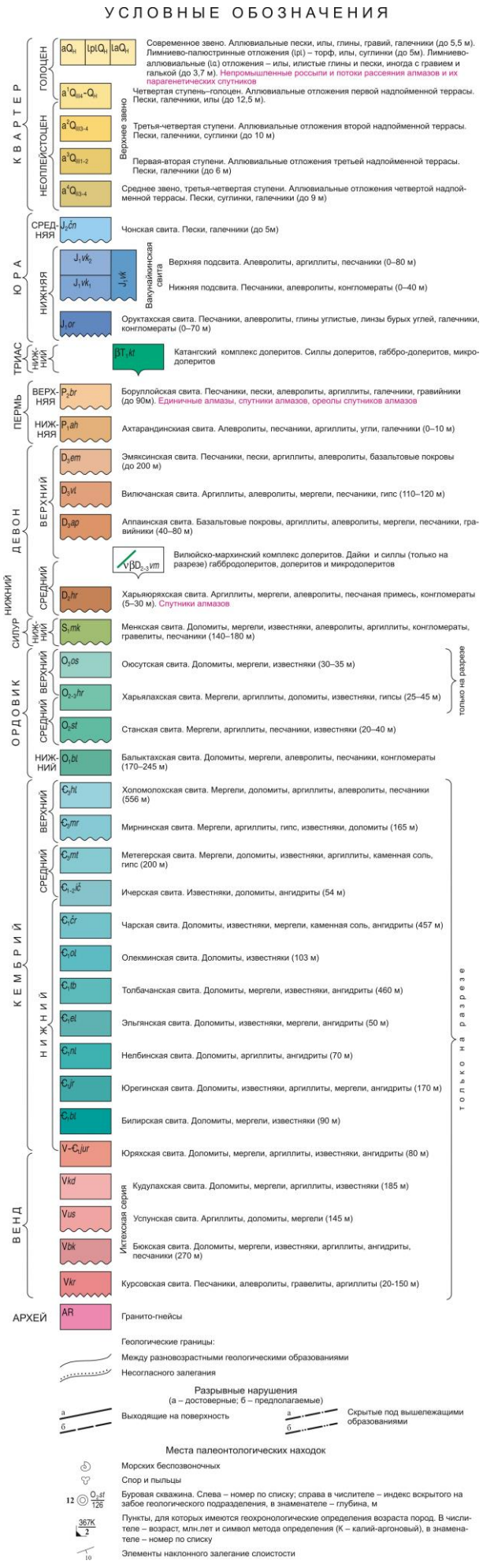


Рис. 1-25 Условные обозначения (Легенда)

Слева от условных знаков располагается часть общей стратиграфической (геохронологической) шкалы (система, отдел, ярус). Справа от условных знаков размещается пояснительный текст с указанием местных стратиграфических подразделений (комплексов, серий, свит) и их состав. При описании состава породы перечисляются от более к менее распространенным. При этом акцент делается на характерные (типоморфные) особенности состава стратиграфического подразделения. Сокращений слов в описании не допускается. Указывается диапазон мощности стратиграфических подразделений.

Если на отдельных геохронологических (стратиграфических) интервалах развиты разные по составу подразделения, характеризующие разные структурно-формационные зоны, то легенда строится по зональному принципу: для каждой зоны в пределах этих интервалов составляются отдельные вертикальные ряды прямоугольников стратиграфических и нестратиграфических образований. Над вертикальными рядами приводятся географические названия зон.

1.3.2. Схемы структурно-формационного районирования

При неоднородном строении территории в ее пределах выделяются структурно-формационные зоны, которые отличаются между собой составом пород, условиями залегания (складчатое линейное, складчатое брахиформное, наклонное, горизонтальное) и соответствуют определенным этапам развития территории. Схема структурно-формационного районирования составляется в масштабе 1:1000000 или 1:2500000 и помещается при издании карт в зарамочное пространство.

1.3.3. Геологичические разрезы

Геологические разрезы представляют собой вертикальные срезы территории по определенному направлению, в то время как геологические карты являются горизонтальными срезами по уровню дневной поверхности. Геологические разрезы являются обязательными элементами геологических карт и должны давать наглядное представление об условиях залегания геологических тел, общих особенностях структуры района (рис. 1-26). Для каждого листа карты составляется один-два разреза в зависимости от сложности геологического строения. Разрезы, как правило, размещаются под нижней рамкой карты.

Направления геологических разрезов выбираются так, чтобы информация о геологическом строении района была как можно полнее. При наличии сети буровых

скважин линия разреза должна проходить через наиболее глубокие скважины. Разрезы должны пересекать территорию всего листа. При сложном геологическом строении допускается построение разреза по ломаной линии. Положение разрезов на геологической карте показывается тонкими черными линиями, которые проводятся через весь лист от рамки до рамки. Точки пересечения линии разреза с рамками листа карты обозначаются прописными буквами русского алфавита ($А_1$, $А_2$, $А_3$). Линии разных разрезов обозначаются разными буквами, например, линия одного разреза $А_1$ - $А_2$, а линия другого разреза $Б_1$ - $Б_2$.

Меридиональные` и отклоненные к востоку от меридиана разрезы располагаются так, чтобы слева был юг, остальные располагаются так, чтобы слева был запад.

На каждом разрезе должны быть показаны:

- гипсометрический профиль местности;
- нулевая линия уровня моря;
- шкала вертикального масштаба с делением через 0,5 см и подписями в километрах на обоих концах разреза;
- буквенные обозначения, привязывающие разрез к карте

Географические ориентиры (реки, озера, вершины гор), через которые проходит линия разреза, сопровождаются названиями. Реки отмечаются указками над гипсометрической линией. Геологические структуры, имеющие собственное название, также должны быть подписаны.

Положение географических ориентиров и геологических границ на разрезе должно полностью соответствовать их положению на карте. Кроме этого разрезы должны быть полностью увязаны с геологической картой по цвету, крапу, индексам, мощности.

Горизонтальный масштаб разреза должен соответствовать масштабу карты. Вертикальный масштаб выбирается таким, чтобы отобразить все элементы геологического строения с наибольшей наглядностью.

При малой мощности стратиграфических подразделений (стратонов) допускается их объединение в одно подразделение, которое можно отразить в масштабе разреза. При этом оно вносится в легенду карты с обязательным указанием «Только на разрезе».

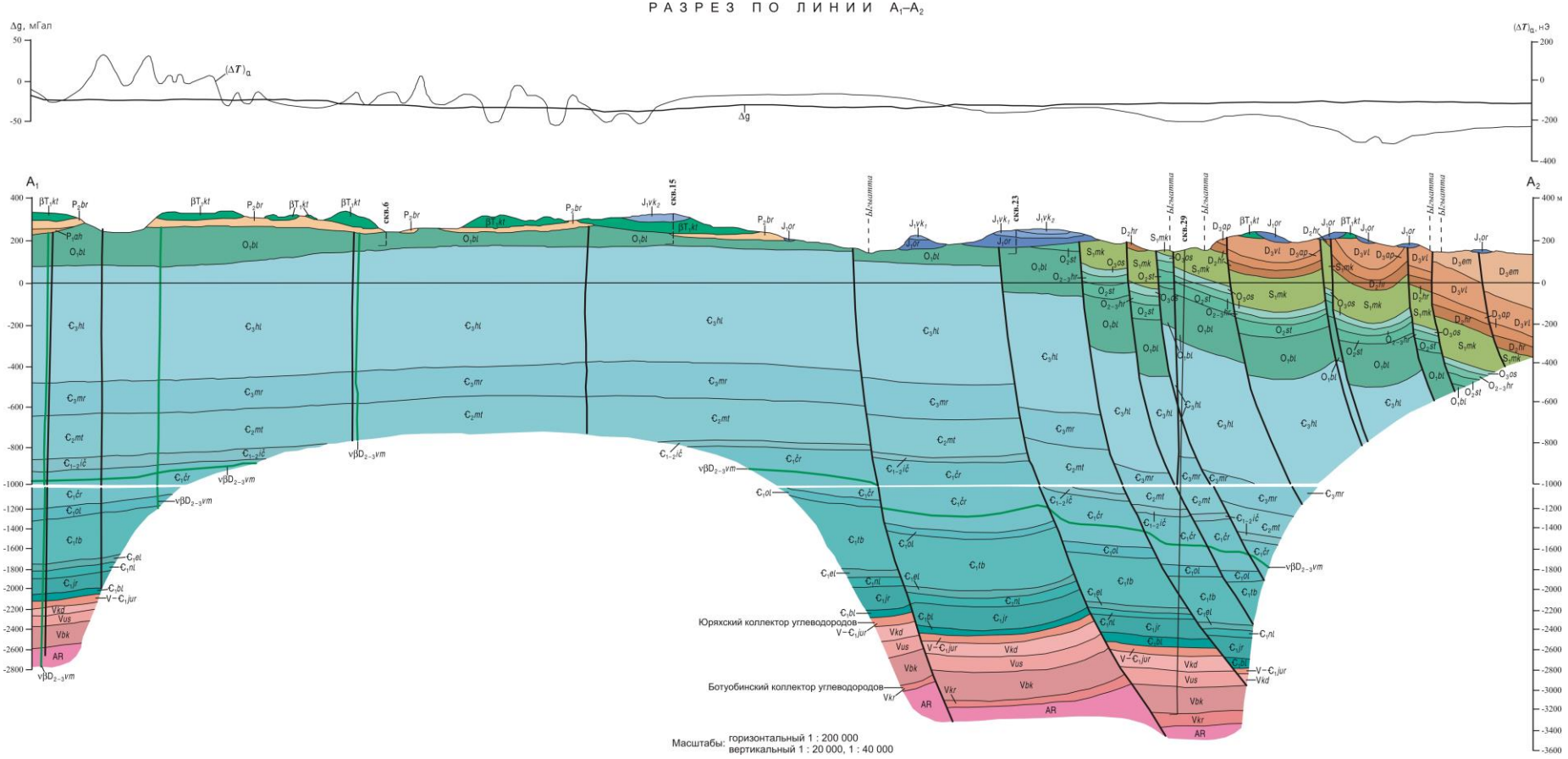


Рис. 1-26. Геологический разрез по линии $A_1 – A_2$

Четвертичные отложения фиксируются на разрезе, когда их мощность может быть отображена в масштабе разреза, либо когда они имеют особое значение. В последнем случае их изображение дается в несколько увеличенном масштабе. Маломощные дайки и маркирующие горизонты, не выражающиеся в масштабе разреза, показываются цветными внемасштабными линиями.

Для лучшего изображения геологических структур на разрезах можно давать штриховыми линиями предполагаемое продолжение геологических границ выше дневной поверхности, а также на глубине. При необходимости на разрезе тонкими черными линиями может быть отмечена более мелкая складчатость толщ, не выраженная на карте.

Геофизические данные (магнитометрия, гравиметрия и т.д.) помещаются над геологическими разрезами в виде графиков с измерительными шкалами. Это делается для того, чтобы показать, как геологические объекты выделяются в геофизических полях.

Буровые скважины показываются черными сплошными линиями, если они попадают на линию разреза или располагаются вблизи нее (до 1000 м) и черными штриховыми, если они спроецированы на плоскость разреза. Забой скважины ограничивается короткой горизонтальной линией (подсечкой). Около устья скважины на разрезе указывается ее номер.

Под разрезами посредине указывают их горизонтальный и вертикальный масштабы.

1.3.4.Стратиграфическая колонка

Стратиграфическая колонка отражает соотношение мощностей и состав стратиграфических подразделений (рис. 1-27). Она размещается слева от геологической карты. На стратиграфической колонке не отображаются четвертичные отложения. Для территорий с несколькими структурно-формационными зонами составляются отдельные сопоставительные колонки по выделенным зонам.

Стратиграфические колонки представляют собой таблицы из ряда (8-9) вертикальных граф, включающих слева направо:

-общую и региональную стратиграфические шкалы с указанием системы, отдела, яруса и горизонта (четыре графы для фанерозоя);

-индекс местного стратиграфического подразделения;

-литологический состав и положение находок органических остатков – собственно колонка;

-мощность картографируемых подразделений или интервалы мощности при ее изменчивости;

-характеристики геологических подразделений (наименование подразделений местной стратиграфической шкалы: свит, серий, комплексов), краткое описание их вещественного состава, перечень важнейших ископаемых органических остатков.

Стратиграфические подразделения в колонке раскрашиваются и индексируются в соответствии с цветами и индексами этих подразделений на геологической карте. Если стратиграфические подразделения не выходят на поверхность и показаны только на разрезах, то на колонке они изображаются на 2/3 ее ширины.

Для наглядности колонку рекомендуют строить по ритмостратиграфическому принципу (или «устойчивости пород»). Это достигается ограничением колонки справа изломанным контуром. Грубообломочным породам – конгломератам, гравелитам, песчаникам, кварцитам и устойчивым к выветриванию породам (известнякам, эффузивам) должны соответствовать карнизообразные выступы (на 6-12 мм), менее устойчивым породам (глинистым сланцам, туфам, мергелям) – ниши, разделяющие выступы.

Вертикальный масштаб стратиграфической колонки выбирается таким образом, чтобы ее высота не превышала размеров вертикальной рамки карты и на ней можно было отразить особенности внутреннего строения выделенных подразделений. Колонки строятся по максимальной мощности отложений. Если какое-то подразделение сильно отличается мощностью в большую сторону, то допускается внутри однородного по составу подразделения делать пропуски («разрывы»), которые изображаются тонкой двойной волнистой линией с промежутком в 2 мм. Если мощности каких-то частей разреза сильно отличаются (например, палеозоя и мезозоя), то допускается построение для них колонок в разных масштабах. В этом случае колонка делится на две части с промежутком 5 мм. Шапка колонки в этом случае вычерчивается только в верхней части.

Взаимоотношения геологических подразделений между собой на стратиграфических колонках показываются согласно рис. 1-28.

Согласные взаимоотношения показываются прямолинейной границей, несогласные с размывом (параллельное несогласие) – волнистой линией, угловое несогласие – пилообразной линией, в случае, когда взаимоотношения не ясны – в разрыве границы между стратиграфическими подразделениями ставится знак вопроса.

Если на территории выделяют несколько структурно-формационных зон, то стратиграфические колонки строятся для каждой из выделенных зон.

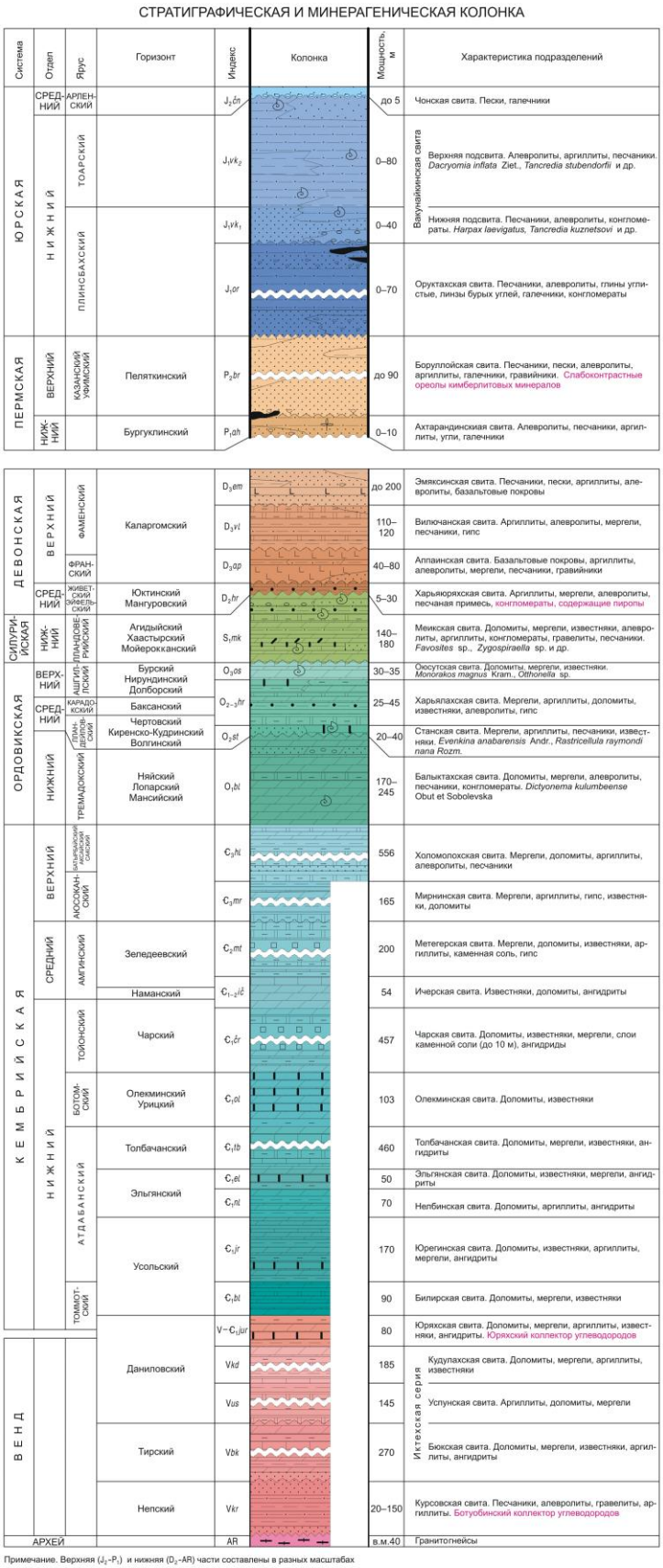


Рис. 1-27. Стратиграфическая колонка

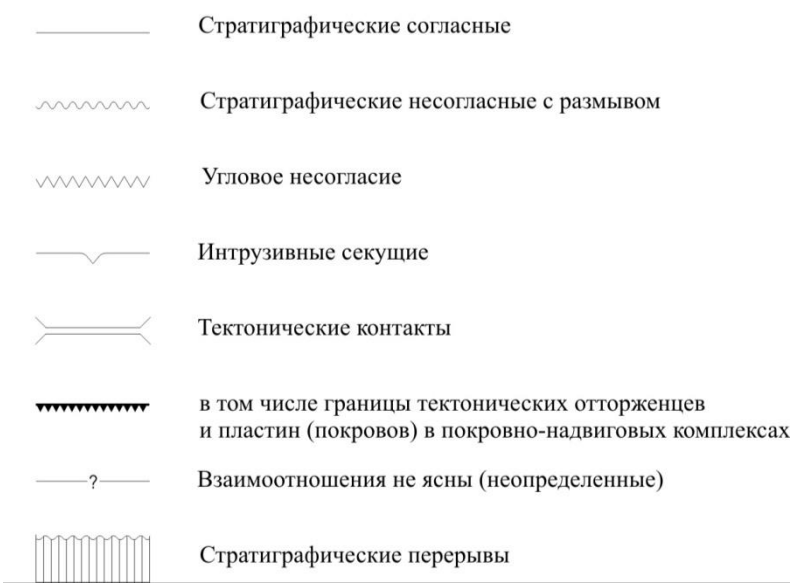


Рис. 1-28. Взаимоотношения геологических подразделений на стратиграфических колонках и схемах корреляции.

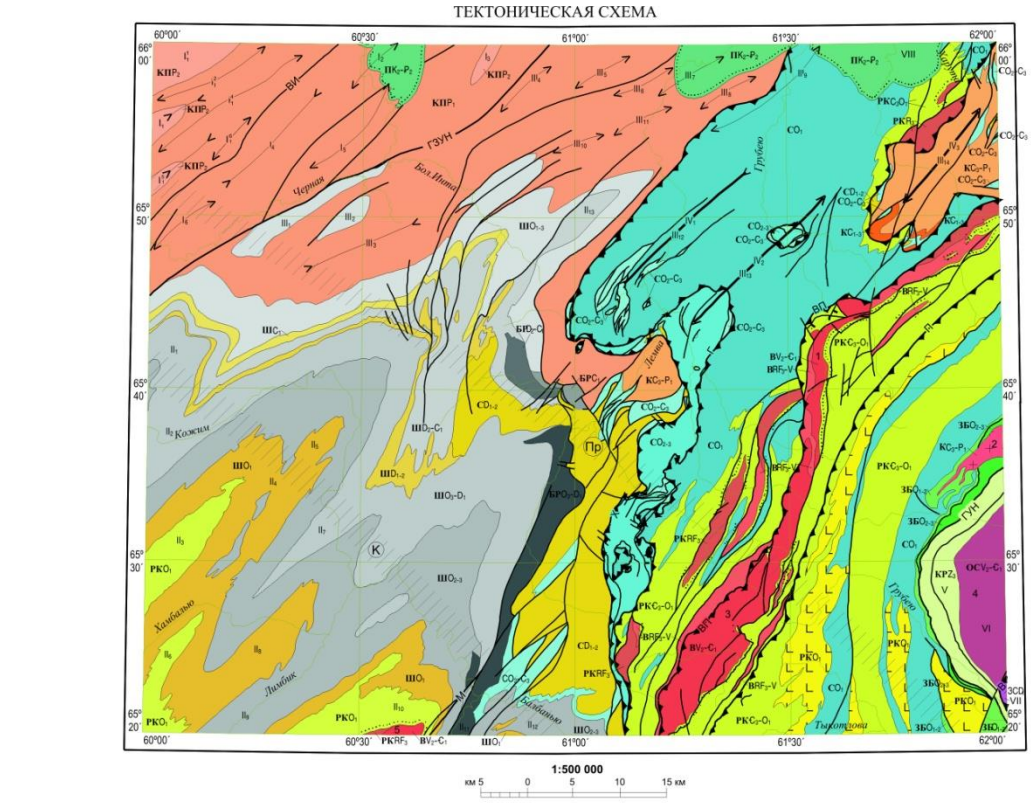
1.3.5. Тектоническая схема

На тектонической схеме в масштабе 1:500 000 с помощью условных знаков изображаются главные структурные элементы картируемой территории (рис. 1-29). На схеме показывается принадлежность выделенных структур к платформенным и складчатым областям, внутри них к синеклизам, антеклизам, авлакогенам, валам, антеклинориям и синклинориям, синклиналям и антиклиналям и др. Отображаются разломы разного ранга и глубинности. Особыми знаками выделяются погребенные разломы. В зависимости от особенностей геологического строения территории на тектонических схемах может быть показана различная дополнительная геологическая информация.

Главное назначение тектонической схемы заключается в том, чтобы в наглядной и доступной форме показать основные черты геологического строения территории.

1.3.6. Карта аномального магнитного поля

Карта аномального магнитного поля в изолиниях (ΔT) предназначена для того, чтобы дать представление о неоднородности аномального магнитного поля, обусловленного выходящими на поверхность и находящимися на глубине геологическими образованиями (рис. 1-30). Она составляется путем уменьшения имеющихся на данную территорию карт изолиний масштаба 1:50 000 – 1:200 000 с последующей генерализацией поля.



У С Л О В Н Ы Е О Б О З Н А Ч Е Н И Я

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СЛАГАЮЩИЕ ИХ ФОРМАЦИИ

Геодинамические комплексы / Структурные этажи	Внутриплитные (платформенные)	Континентального рифта	Пассивной окраины: Шельфы	Пассивной окраины: Барьерные рифы	Пассивной окраины: Континентальный склон и подножье	Активной окраины: Вулкано-плутонические пояса	Активной окраины: Задуговые моря: Задуговые бассейны	Активной окраины: Задуговые моря: Зоны задугового спрединга	Активной окраины: Зоны океанического спрединга	Коллизии: Краевые прогибы	Коллизии: Акреционная призма, остаточный трог, динамометаморфиты
	П	РК	Ш	БР	С	В	ЗБ	ЗС	ОС	КП	К
Мезозойско-кайнозойский (J-P)	175 $ПК_2-P_2$	Глауконитово-кремнистая									
Каледоно-герцинский (V-T)			32 $ШО_{1-3}$ Карбонатная; 185 $ШС_1$ Фалаховая; 34 $ШД_2-С_1$ Кремнисто-глинисто-известняковая; 186 $ШД_{1-2}$ Фалаховая; 35 $ШО_2-D_1$ Карбонатная; 37 $ШО_{2-3}$ Терригенно-карбонатная; 187 $ШО_1$ Фалаховая; 245 $РКО_1$ 1. Песчано-конгломератовая 2. Толеитовых базальтов; 246 L L L 2; 244 $РКС_3-О_1$ Песчано-конгломератовая	253 $БРС_1$; 252 $БРД_2-С_1$; 251 $БРО_2-D_1$	235 $СД_{1-2}$ 2; 231 $СО_{2-3}$ 3; 230 $СО_2-С_3$ 1; 232 $СО_1$	1. Известняково-углеродисто-фтанитовая; 2. Терригенная турбидитовая; 3. Терригенно-карбонатная турбидитовая; Терригенная турбидитовая	236 $ЗБО_{2-3}$ Туфогенно-кремнистая, андезибазальтовая; 176 $ЗБО_{1-2}$ Терригенно-кремнистая	238 $ЗСД_1$ Офиолитовая	1.Сланцево-карбонатная флишоидная 2. Тектониты зоны ГУН	24 $КП_2$ Верхняя континентальная угленосная моласса; 26 $КП_1$ Нижняя морская моласса; 1.Терригенный флиш 2.Плагиогранитовая 30 1 $КС_2-P_1$ 115 2; 247 1 $КС_{1-3}$ 241 2 $КРZ_3$	
Байкальский ($RF_3-С_1$)		233 $РКRF_3$ Щелочно-базальтовая				Риолит-гранитовая 250 $BV_2-С_1$; Риолитовая 234 BRF_3-V			237 $ОСV_2-С_1$ Офиолитовая		

Рис. 1-29. Тектоническая схема с условными обозначениями.

Генерализация аномального магнитного поля заключается в разряжении сечения изолиний и их сглаживании в зависимости от разрешающей способности масштаба 1:500 000. Для наглядности карта аномального магнитного поля раскрашивается в традиционные для нее цвета. Красным цветом показываются отрицательные, синим – положительные аномалии. Легенда (шкала) и линейный масштаб приводятся под нижней рамкой карты.

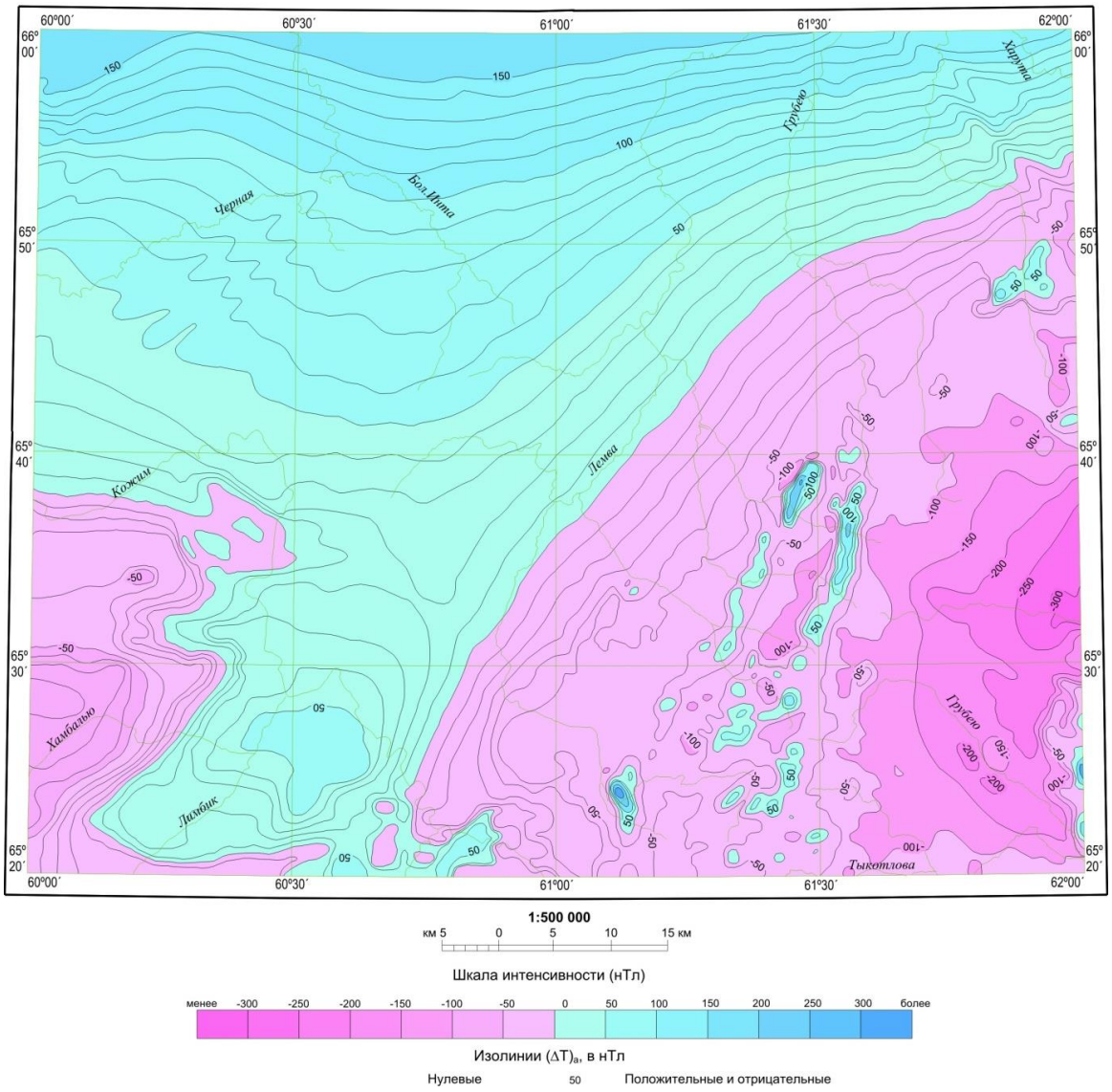


Рис. 1-30. Карта аномального магнитного поля

1.3.7. Схема гравитационных аномалий

Схема гравитационных аномалий составляется в масштабе 1:500 000. Она призвана дать представление о плотностных и структурных неоднородностях погребенных и выходящих на поверхность геологических образований (рис. 1-31). Схема составляется на основе имеющихся для данной территории гравиметрических карт масштаба 1: 50 000 –

1:200 000 (в редукции Буге) путем уменьшения исходных карт с последующей их генерализацией. При этом разряжаются изолинии и обобщаются контуры аномалий. Положительные аномалии силы тяжести закрашиваются коричневым цветом, а отрицательные – зеленым. Легенда (шкала) и линейный масштаб схемы приводятся под ее нижней рамкой.

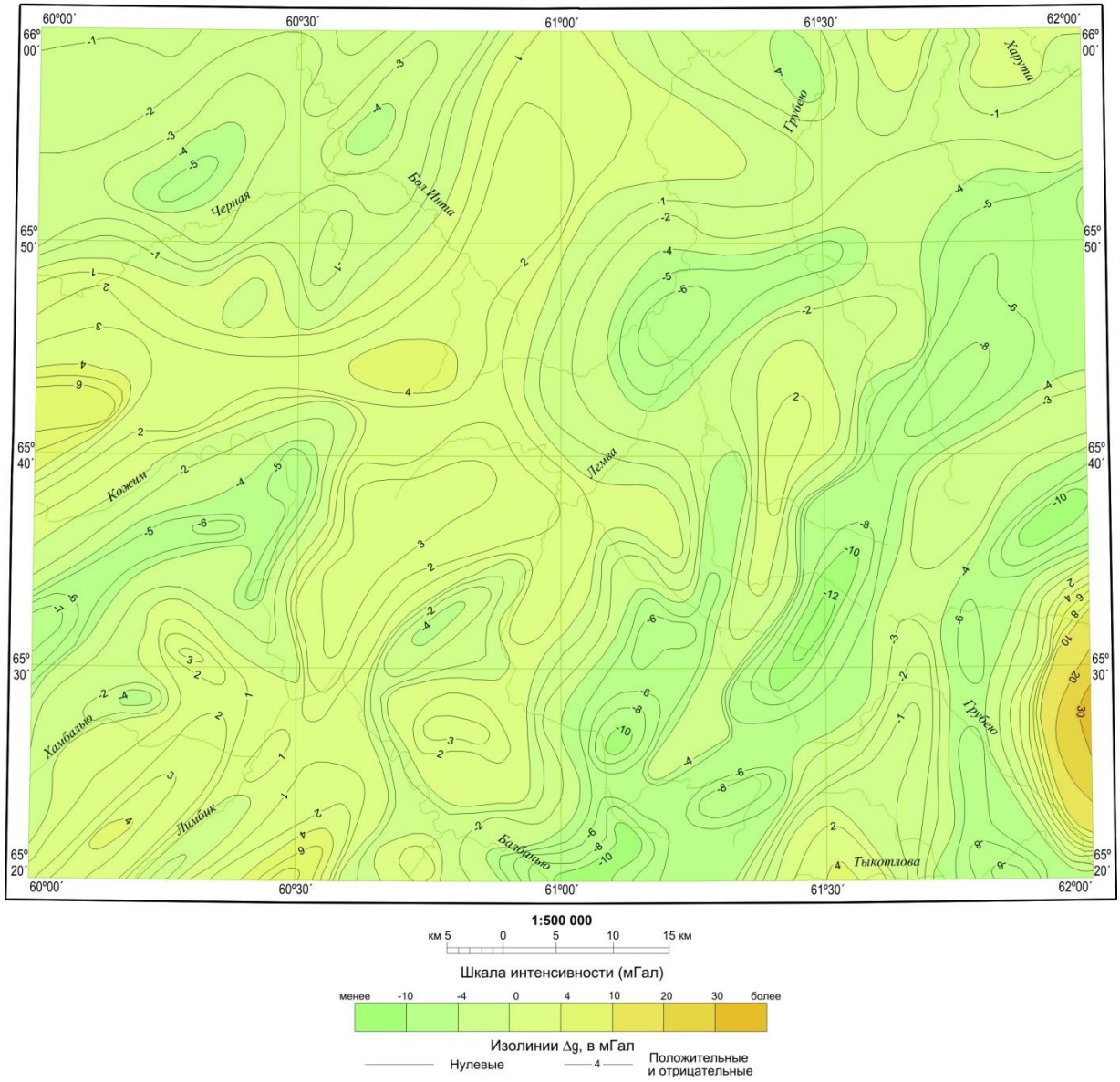


Рис. 1-31. Схема гравитационных аномалий

1.3.8. Схема использованных картографических материалов

Схема использованных картографических материалов (рис.1-32) составляется в масштабе 1:1 000 000. Она содержит данные о картографических материалах, непосредственно использованных при составлении геологической карты, карты четвертичных отложений, карты закономерностей размещения полезных ископаемых с

указанием масштабов исследований, фамилий и инициалов ответственных исполнителей, года опубликования или составления материалов.

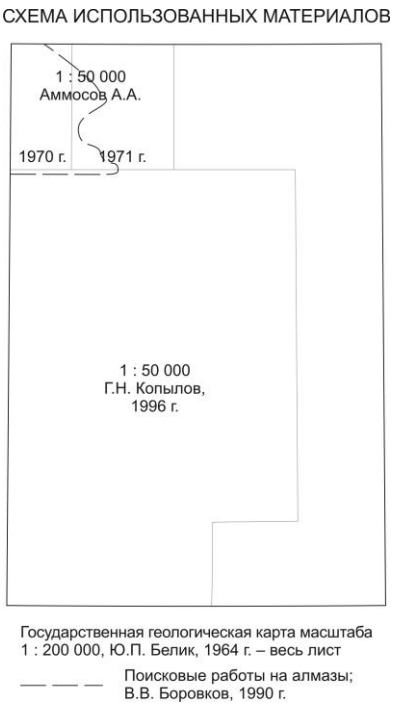


Рис. 1-32. Схема использованных материалов.

1.3.9. Схема расположения листов серии

Схема расположения листов приводится в масштабе 1: 1 000 000. Издаваемый лист на схеме заштриховывается (рис. 33). На других листах номенклатура проставляется выборочно таким образом, чтобы можно было легко представить номенклатуру любого листа. Границы между листами масштаба 1:1 000 000 проводятся утолщенной линией. На схеме голубым цветом закрашиваются акватории морские и крупные континентальные, отражаются важнейшие административные центры, государственные границы и границы субъектов РФ. Территории субъектов РФ закрашиваются в светлые произвольные цвета и подписываются.

1.3.10. Карта памятников природы

Схема памятников природы (геологических, геоморфологических, гидрогеологических и др.) отражает уникальные и примечательные природные геологические объекты, имеющие научное, краеведческое значения и нуждающиеся в охране. Места стратотипических (эталонных) разрезов, опорные обнажения отражаются

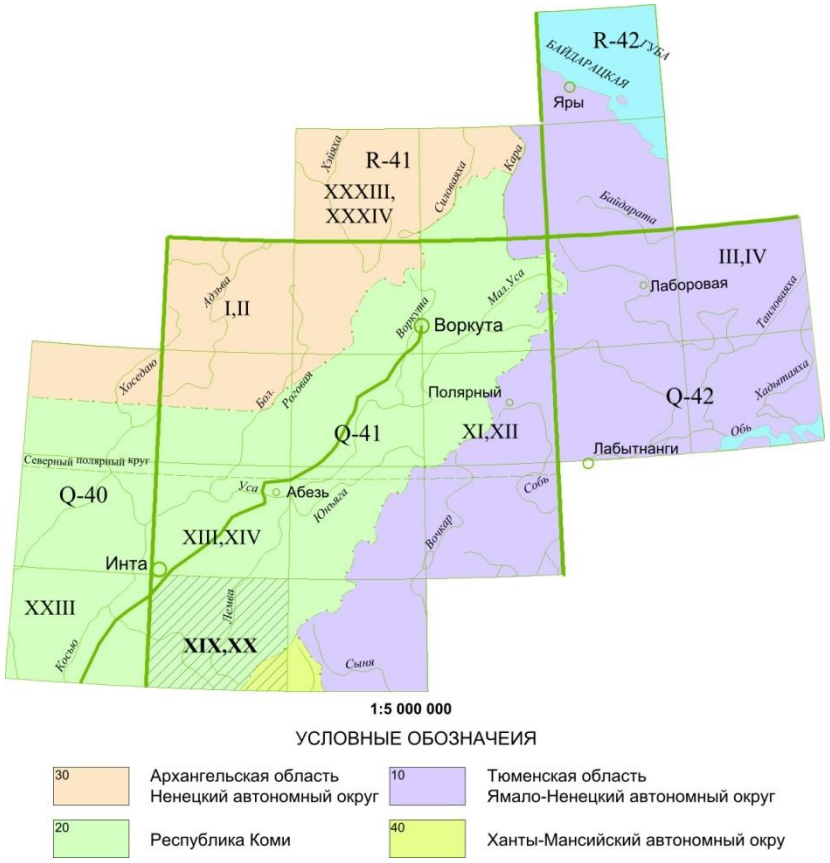


Рис. 1-33. Схема расположения листов.

на геологической карте. Схема памятников природы составляется в масштабе 1: 500 000 на орогидрографической основе. Памятники природы нумеруются, их краткая характеристика отражается в каталоге в качестве приложения к объяснительной записке (таб. 1-5).

Таблица 1-5

Каталог памятников природы, показанных на листе L-53-XXIX

Номер на схеме	Вид памятника	Краткая характеристика
1	Тектонический	Обнаженность сложных складчатых структур
2	Геоморфологический	Система речных террас
3	«	Карстовые воронки
4	Гидрогеологический	Выход подземны вод

Выше были описаны элементы зарамочного оформления геологических карт (карт дочетвертичных образований). В зависимости от вида карт могут быть и другие элементы их оформления. Так для карт четвертичных отложений составляются:

- схема соотношений четвертичных образований;

- схема корреляции четвертичных отложений;
- геоморфологическая схема.

Для карт полезных ископаемых и закономерностей их размещения:

- схема минерагенического районирования;
- минерагенограмма;
- схема прогноза полезных ископаемых;
- литолого-фациальные схемы;
- схемы геохимической и метасоматической зональности;
- геоморфологические схемы.

Заканчивая данную главу необходимо отметить, что в ней были изложены лишь основные принципы оформления геологической графики. Глава дает лишь общие представления об условных знаках и их применении. Для более детального изучения этой темы нужно воспользоваться литературой, которую рекомендуют авторы пособия.

1.4. Рекомендуемая литература по правилам оформления геологической графики

1. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 200 000 (второе издание). ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, 2010г., 164 с.

2. Методическое руководство по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:1000 000 (третье издание). ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, 2010г.,

3. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 200 000. Роскомнедра, Москва, 1995г., 241 с.

4. Инструкция по составлению и подготовке к изданию листов государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1: 50 000. ВСЕГЕИ, 1987, 243с.

5. Примеры зарамочного оформления к картам геологического содержания масштаба 1:200 000 (издание второе). Минприроды России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург, 2013. 36 с.

6. Эталонная база изобразительных средств Госгеолкарты 200/2 (программные средства Госгеолкарты-200, СПб., «ВСЕГЕИ» 2009-2014 г.

Задания для самостоятельной работы студентов

Задание 1. Составить легенду к одной из учебных карт №: 16н, 19н, 23н, 26н, 29н.

Пояснения. Условные обозначения и стратиграфические колонки к учебным геологическим картам составлены по старым инструктивным материалам (до 1995 года). Поэтому легенда (система условных обозначений) построена по принципу «в один столбик». Сверху вниз сначала показываются стратиграфические, затем нестратиграфические образования. Необходимо все условные обозначения для стратиграфических и нестратиграфических образований расположить в два столбика с учетом возрастных взаимоотношений, как было описано в разделе 1.3.1. Легенда.

Задание 2. Составить стратиграфические колонки к учебным геологическим картам 13н, 16н, 19н, 20н, 23н, 26н, 27н, 29н.

Пояснения. В стратиграфические колонки к учебным геологическим картам, которые были составлены по старым инструктивным документам, необходимо внести изменения и дополнения. Колонки нужно построить по ритмостратиграфическому принципу (по «устойчивости пород»). Для этого ограничить колонку справа изломанным контуром: грубообломочным породам – конгломератам, гравелитам, песчаникам, кварцитам и устойчивым к выветриванию породам (известняки, эффузивы) должны соответствовать карнизообразные выступы (на 6-12 мм), менее устойчивым породам (глинистые сланцы, туфы, мергели) – ниши, разделяющие выступы. Колонки необходимо раскрасить в соответствии с цветовыми условными обозначениями стратиграфических подразделений на геологической карте.

Глава 2. Задания на горизонтальное залегание горных пород

Задание 1. Дана геологическая карта масштаба 1: 100 000 (рис.2-1), на которой показаны отложения отделов юрской, палеогеновой и неогеновой систем, залегающие горизонтально. Возраст пород показан цветом и индексами. На карте нет горизонталей, показаны цифрами высотные отметки отдельных точек рельефа, преимущественно попадающих на границы слоев.

Необходимо:

1. Определить истинную мощность слоев, за исключением верхнего и нижнего (для них мощности будут неполные).

2. Построить разрез по одной из указанных на карте линий.

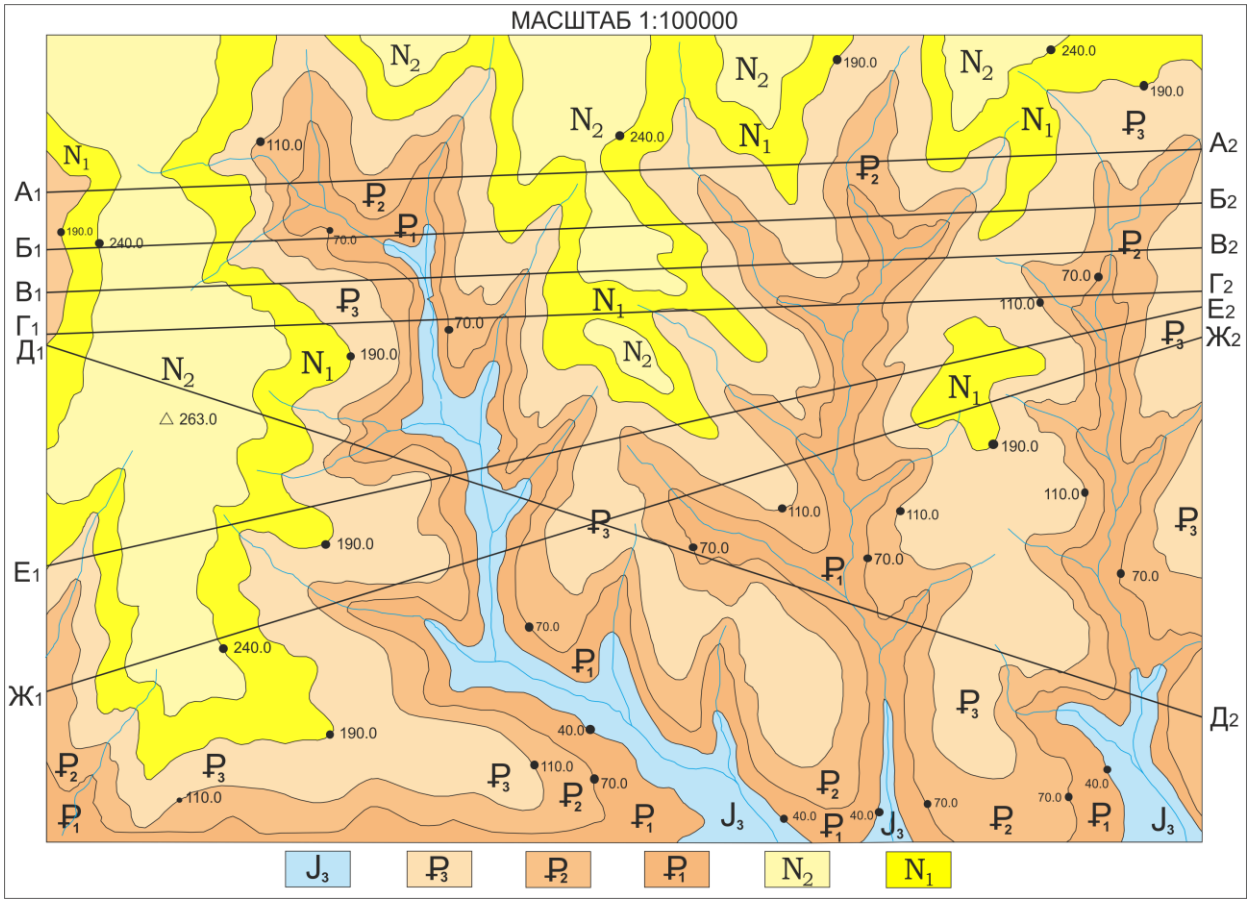


Рис. 2-1. Геологическая карта масштаба 1: 100 000

Пояснения. Для определения мощности слоев необходимо найти на карте высотные отметки кровли и подошвы одного и того же слоя. Вычтя из отметки кровли отметку подошвы слоя мы тем самым получим его истинную мощность. Для определения

неполной мощности самого верхнего слоя нужно из наибольшей абсолютной отметки рельефа местности вычесть отметку, на которой находится подошва верхнего слоя.

Геологический разрез необходимо построить по одной из линий, показанных на карте. Линии разрезов ориентированы таким образом, что они проходят как по самым высоким, так и по самым низким участкам рельефа. Это дает возможность показать весь разрез пород, выходящих на дневную поверхность. Перед тем, как строить разрез необходимо выбрать вертикальный масштаб. При выборе необходимо исходить из того, что на разрезе самый тонкий слой должен изобразиться полоской не менее 1мм. Если принять вертикальный масштаб равный горизонтальному, то полоской в 1мм можно показать только слой мощностью в 100 метров. Слой мощностью 30 м (минимальная мощность слоя на данной территории) изобразится полоской 0.3 мм, что выполнить технически невозможно. Для удобства построения разреза лучше взять такой вертикальный масштаб, чтобы слой минимальной мощности изобразился полоской в первые мм.

Задание 2. Дана топографическая карта района реки Даут масштаба 1:25000 и геологический разрез по скважине, пробуренной на высоте с отметкой 267м на правом берегу реки (рис.2-2). Вскрытые скважиной палеозойско-мезозойские отложения залегают горизонтально. Сверху вниз скважиной вскрыты:

- флювиогляциальные пески и галечники четвертичной системы мощностью 10 метров;

-мергели валанжинского яруса нижнего отдела меловой системы мощностью 18 метров;

-глины серые песчанистые кимериджского яруса верхнего отдела юрской системы мощностью 15 метров;

-пески глауконитовые оксфордского яруса верхнего отдела юрской системы мощностью 25 метров;

-глины черные келловейского яруса верхнего отдела юрской системы мощностью 25 метров;

-известняки нижнего отдела каменноугольной системы неполной мощностью 18 метров.

Необходимо:

1. Составить стратиграфическую колонку для района реки Даут.
2. Построить геологическую карту района реки Даут.

3. Составить геологический разрез по линии A_1-A_2, проведенной через высоты 267м и 225м.

Пояснения. Для построения геологической карты с горизонтальным залеганием слоев на существующей топооснове необходимо, прежде всего, определить абсолютные отметки всех стратиграфических подразделений, вскрытых скважиной (кровли и подошвы валанжинского, кимериджского, оксфордского, келловейского ярусов и нижнего отдела каменноугольной системы). С этой целью из абсолютной отметки устья скважины (+267м по условию задачи), необходимо вычесть значение глубины по скважине до кровли (подошвы) каждого слоя. Полученные значения и будут являться абсолютными отметки указанных поверхностей (пробуренная скважина считается вертикальной).

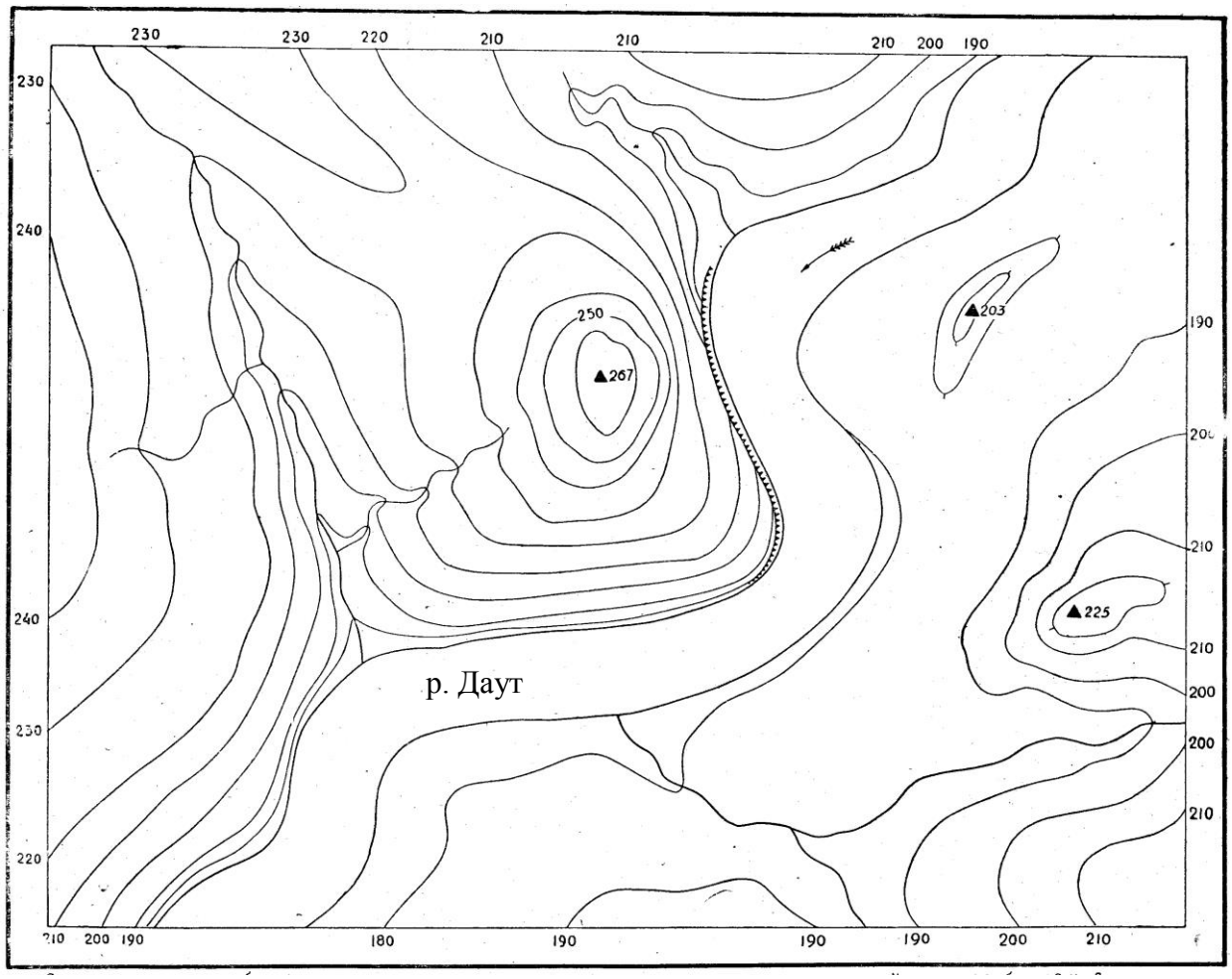


Рис. 2-2. Топографическая карта района реки Даут.

Так, например, если абсолютная отметка устья скважины +347 м, а кровля слоя вскрыта скважиной на глубине 16 м, то абсолютная отметка кровли составит +331 м. Найдя, таким образом, абсолютные отметки границ слоев, мы их (границы) проводим на карте параллельно горизонталям. На участках карт с изображением обрывов слои указываются полосками шириной не менее 1мм или утыкаются в обрыв. Закрасив

пространство между кровлей и подошвой каждого слоя в соответствии с геохронологической шкалой и проставив индексы соответствующих стратиграфических подразделений мы получим геологическую карту.

Содержание стратиграфической колонки и особенности построения разрезов при горизонтальном залегании слоев были описаны как в данной главе, так и в гл.1.

Задание 3. Построить схему геологического строения участка горы Бобрик по данным полевых наблюдений с использованием GPS-навигатора. Схему необходимо сопроводить стратиграфической колонкой, легендой и геологическим разрезом, согласно правилам зарамочного оформления геологических карт. Известно, что слои залегают горизонтально. Исходными данными являются точки наблюдений, координаты которых (широта, долгота и высота) определены с помощью GPS навигатора. Точки наблюдений фиксируют не только выходы слоев на поверхность, но и характеристические точки рельефа местности (вершины, впадины, русла рек и оврагов), так как на данный участок отсутствует топооснова. Известно, что координаты северо-западного угла участка: $54^0\,22'$ северной широты и $37^0\,30'$ восточной долготы; северо-восточного угла: $54^0\,22'$ северной широты и $37^0\,35'$ восточной долготы; юго-западного угла: $54^0\,20'$ северной широты и $37^0\,30'$ восточной долготы; юго-восточного угла - $54^0\,20'$ северной широты и $37^0\,35'$ восточной долготы.

Высотные отметки характерных точек рельефа с координатами даны в таблице 2-1. В таблице 2-2 указаны точки, в которых проводились геологические наблюдения и были установлены контакты слоев разного возраста и состава. В разных точках обнажаются от более древних к молодым: глинистые известняки нижнего мела (K_1), песчанистые глины верхнего мела (K_2), гравелиты миоцена (N_2) и косослоистые пески плиоцена (N_1). В долинах рек коренные породы перекрыты аллювиальными отложениями ($aQ_н$).

Пояснения. Начинать выполнение задания следует с построения координатной сетки. Для этого можно взять лист формата А4 (формат листа обыкновенной писчей бумаги) и расположить его в альбомном варианте. По ширине в масштабе отложить пять отрезков, что будет соответствовать $5'$, так как разница в долготах западной и восточной рамок составляет $5'$ ($37^0\,35' - 37^0\,30'$). По высоте следует отложить два отрезка, так как разница в широтах между южной и северной рамкой будет составлять $2'$ ($54^0\,22' - 54^0\,20'$). При таких размерах планшета 1 мм на схеме будет соответствовать примерно 25метрам

Таблица 2-1.

Характерные точки рельефа местности района г. Бобрик

№ точки	Высотные отметки (м)	Координаты		Примечание
		Широта (северная)	Долгота (восточная)	
1	+261	54°21′40″	37°30′20″	
2	+230	54°20′50″	37°30′40″	Правый борт р. Упа.
3	+211	54°20′20″	37°30′40″	Правый борт р. Упа.
4	+145	54°20′10″	37°31′20″	Слияние рек Упа и Шат.
5	+195	54°21′50″	37°31′10″	Склон к истоку р. Упа.
6	+148	54°21′40″	37°31′20″	Исток р. Упа. Азимут русла реки – 180º.
7	+155	54°20′30″	37°31′50″	Мыс северо-восточнее слияния рек Упа и Шат.
8	+226	54°21′00″	37°32′10″	
9	+230	54°21′40″	37°32′10″	
10	+278	54°21′20″	37°32′50″	Тригопункт на г. Бобрик.
11	+231	54°21′40″	37°33′30″	
12	+147	54°21′10″	37°33′40″	Правый борт долины р. Шат.
13	+148	54°21′40″	37°34′50″	Верховье р. Шат. Азимут русла реки 230º.Правый берег.
14	+253	54°20′50″	37°34′40″	
15	+252	54°20′20″	37°33′40″	
16	+226	54º20′40″	37º33′40	Левый борт долины р. Шат.
17	+180	54°20′50″	37°33′30″	Левый борт долины р. Шат.
18	+145	54°20′30″	37°32′20″	Левый берег р. Шат.
19	+175	54º20′20′	37º32′30″	Левый борт долины р. Щат.

на местности, т.е. масштаб схемы будет 1: 25 000. Если координатную сетку построить на бумаге большего размера, то масштаб топоосновы будет детальнее. В получившемся прямоугольнике нужно провести меридианы и широты для удобства нанесения точек через 10″. При этом следует иметь в виду, что в одной минуте содержится 60 секунд, т.е. каждый отрезок, соответствующий одной минуте нужно разбить на 6 частей.

После построения координатной сетки приступают к созданию топосоновы. Для этого необходимо использовать характерные точки рельефа местности, в которых определены абсолютные отметки возвышенностей, впадин, оврагов и т.д (табл. 2-1). С этой целью на план наносим (по координатам) данные точки и ставим возле них значения абсолютных отметок рельефа. Затем, путем интерполяций абсолютных отметок рельефа между точками проводим горизонтали сечением через 25 или 50 метров (на усмотрение составителя схемы).

Таблица 2-2

Точки, в которых проводились геологические наблюдения в районе г. Бобрик

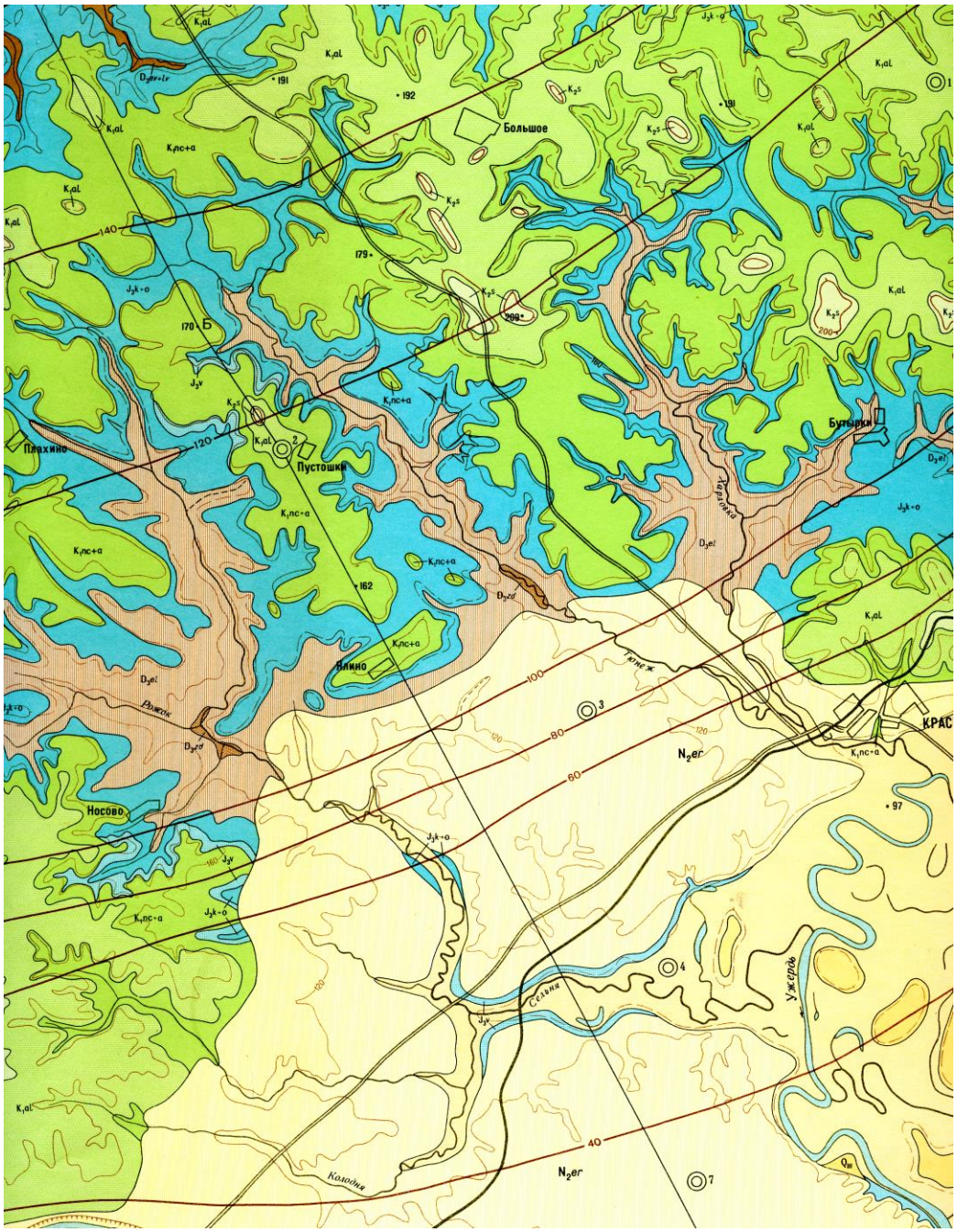
Номер точки	Координаты		Геологическое описание
	Широта (северная)	Долгота (восточная)	
20	54º20′40″	37º30′10″	Контакт косослоистых песков плиоцена (N_2) и гравелитов миоцена (N_1)
21	54°20′10″	37°30′20″	Контакт косослоистых песков плиоцена (N_2) и гравелитов миоцена (N_1)
22	54°20′10″	37°30′50″	Контакт песчанистых глин верхнего мела (K_2) и глинистых известняков нижнего мела (K_1)
23	54°20′10″	37°31′10″	Контакт глинистых известняков нижнего мела (K_1) и аллювиальных отложений ($_{al}Q_{IV}$)
24	54°21′00″	37°31′20″	Контакт глинистых известняков нижнего мела (K_1) и аллювиальных отложений ($_{al}Q_{IV}$)
25	54°21′00″	37º31′40″	Контакт песчанистых глин верхнего мела (K_2) и глинистых известняков нижнего мела (K_1)
26	54°21′10″	37°32′00″	Контакт миоценовых гравелитов (N_1) и песчанистых глин верхнего мела (K_2)
27	54°20′50″	37°32′10″	Контакт миоценовых гравелитов (N_1) и песчанистых глин верхнего мела (K_2)
28	54°20′40″	37°32′20″	Контакт песчанистых глин верхнего мела (K_2) и глинистых известняков нижнего мела (K_1)
29	54°20′40″	37°32′30″	Контакт глинистых известняков нижнего мела (K_1) и аллювиальных отложений ($_{al}Q_{IV}$)
30	54°21′20″	37°32′25″	Контакт косослоистых песков плиоцена (N_2) и гравелитов миоцена (N_1)
31	54°21′35″	37°32′40″	Контакт косослоистых песков плиоцена (N_2) и гравелитов миоцена (N_1)
32	54°21′30″	37°33′10′	Контакт косослоистых песков плиоцена (N_2) и гравелитов миоцена (N_1)
33	54°21′40″	37°34′10″	Контакт миоценовых гравелитов (N_1) и песчанистых глин верхнего мела (K_2)
34	54°21′30″	37°34′50″	Контакт песчанистых глин верхнего мела (K_2) и глинистых известняков нижнего мела (K_1)
35	54°21′00″	37°33′30″	Контакт глинистых известняков нижнего мела (K_1) и аллювиальных отложений ($_{al}Q_{IV}$)
36	54°20′40″	37°33′30″	Контакт миоценовых гравелитов (N_1) и песчанистых глин верхнего мела (K_2)
37	54º20′30″	37º32′50″	Контакт песчанистых глин верхнего мела (K_2) и глинистых известняков нижнего мела (K_1)
38	54º20′10″	37º31′30″	Контакт глинистых известняков нижнего мела (K_1) и аллювиальных отложений ($_{al}Q_{IV}$)

При интерполяции и построении горизонталей будем считать, что рельеф между точками меняется плавно. Горизонтали показываются коричневыми линиями. После построения рельефа (нанесения горизонталей) можно приступать к составлению схемы геологического строения участка горы Бобрик. Для этого нужно использовать точки, в которых на поверхность выходят границы (кровли и подошвы) слоев – точки геологических наблюдений (табл. 2-2). Методика построения геологических границ аналогична методике, применяемой в задании 2. На созданную топооснову по

координатам наносят точки выхода контактов слоев (кровли одного и подошвы другого слоев), затем через них параллельно ближайшим горизонталям проводятся границы выхода слоев на поверхность. Построив выходы всех слоев, принимающих участие в строении территории, их закрашивают соответствующим цветом и ставят возрастные индексы. Слева от схемы геологического строения необходимо построить стратиграфическую колонку, справа - условные обозначения, внизу - геологический разрез, согласно правилам зарамочного оформления геологических карт.

Задание 4. Построить геологический разрез по учебной геологической карте №2н (рис. 2-3). Масштаб карты 1:200 000. В строении территории принимают участие отложения девонской (франский и фаменский яруса), юрской (келловский + оксфордский, волжский яруса), меловой (неокомский + аптский, альбский и сеноманский яруса), неогеновой и четвертичной систем. Отложения девонской системы образуют флексуру (коленнобразный изгиб), положение которой определяется стратоизогибсами (на карте показаны коричневыми жирными линиями, рис.2-3). Под стратоизогибсами понимают линии, которые соединяют точки с одинаковыми абсолютными отметками стратиграфических поверхностей (в данном случае кровли задонского горизонта). По отметкам стратоизогибс видно, что северо-западное крыло флексуры поднято (абсолютная отметка +140), а юго-восточное – опущено (абсолютная отметка +40) . Таким образом, отложения девонской системы залегают не строго горизонтально, более того, условия их залегания меняются по площади. Между образованием девонских и юрских отложений был значительный перерыв в осадконакоплении. Он продолжался на протяжении каменноугольного, пермского и триасового периодов (на перерыв указывает отсутствие отложений данного возраста). В это же время породы девонской системы были деформированы с образованием флексуры. Отложения юрской и меловой систем ложились на неровную поверхность девонский пород и, следовательно, изначально тоже были не строго горизонтальными. Особенно это касается отложений юрской системы. В ряде случаев отложения волжского яруса вообще выпадают из разреза. Меловые отложения залегают практически горизонтально, особенно, отложения альбского и сеноманского ярусов. Это объясняется тем, что неровная, деформированная поверхность девонский отложений была выровнена юрскими осадками. Так в опущенном, юго-восточный, блоке мощность мезозойского отложений больше чем в приподнятом северо-западном. Тенденция опускания юго-восточного блока и поднятия северо-западного блока сохранилась и в неогене. Именно по этой причине отложения плиоцена распространены в юго-восточной части площади и отсутствуют на северо-западе. Морской бассейн, где

накапливались плиоценовые отложения, был на юго-востоке, а северо-запад территории представлял собой сушу и там преобладали процессы эрозии. Отложения четвертичной системы речного происхождения и они накапливались только в долинах рек и образуют линзообразные врезы в более древних отложениях. Таким образом, девонские, юрско-меловые, плиоценовые и четвертичные отложения отличаться между собой условиями залегания. На карте показаны места расположения буровых скважин, а в зарамочном пространстве карты приведены геологические разрезы по ним. По скважинам можно определить какие породы залегают на глубине и какова их мощность.



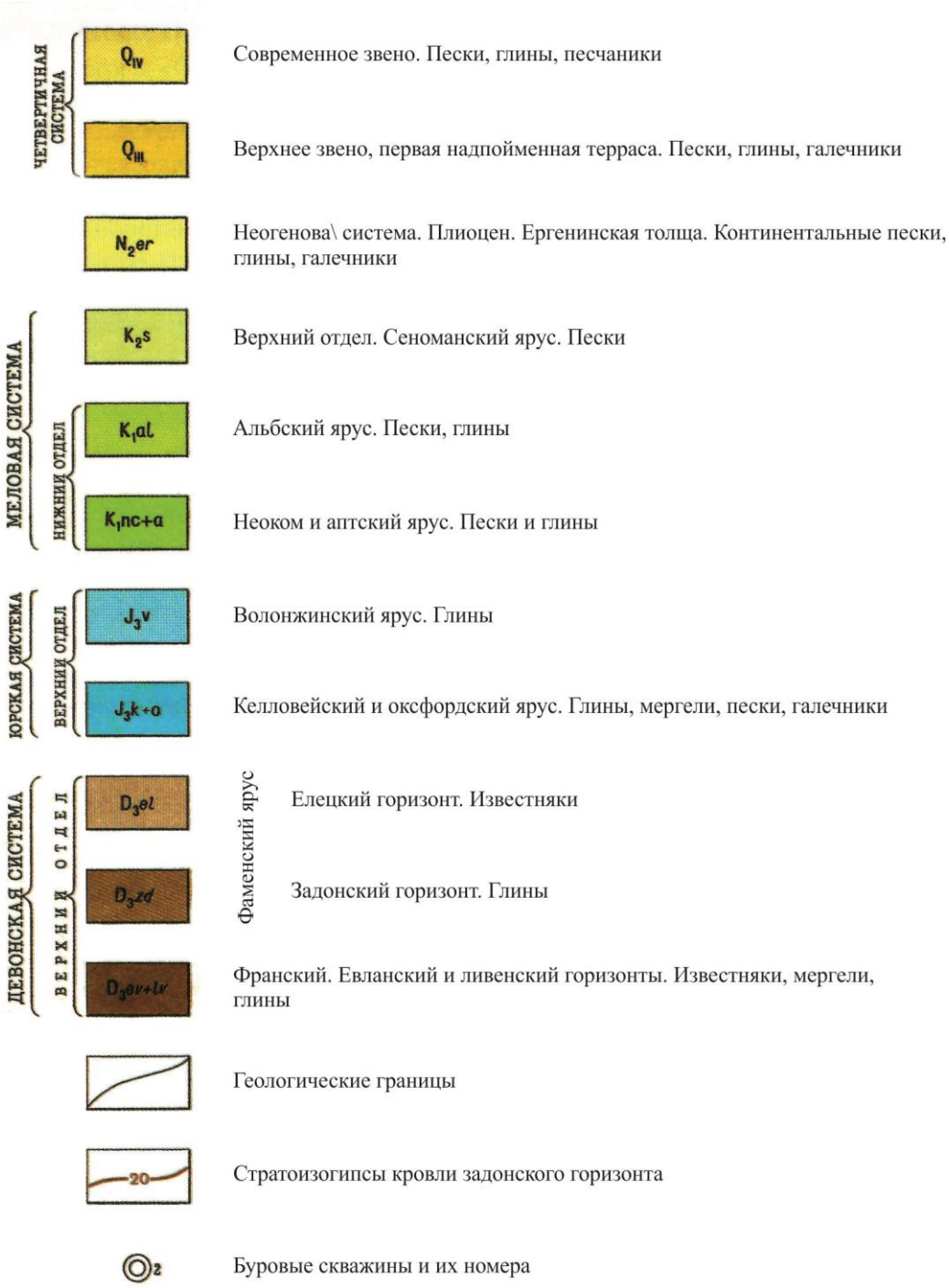


Рис. 2-3. Фрагмент учебной геологической карты №2 с условными обозначениями.

Пояснения. Начинать построение разреза нужно с выбора линии разреза. Ее необходимо ориентировать в северо-западном направлении, в крест простирания стратоизогибс задонского горизонта, так как в этом случае на разрезе будут переданы особенности залегания пород всех возрастных групп. Для большей достоверности составляемого разреза лучше линию провести через скважины, так как в этом случае

будет больше достоверных сведений о глубинном строении территории, через которую проходит разрез.

Мощности отложений, которые приводится на стратиграфической колонке, указывают на то, что необходимо выбрать вертикальный масштаб, отличный от горизонтального. На стратиграфической колонке видно, что самая маленькая мощность у отложений задонского горизонта и сеноманского яруса – по 10 метров. С учетом этого необходимо выбрать такой вертикальный масштаб, чтобы слой мощностью 10 метров на разрезе изобразился полоской не уже 1 мм, что выполнимо лишь при масштабе 1: 10 000 или крупнее (1:5 000).

После того, как будут построены шкалы глубин, необходимо построить рельеф местности. При построении рельефа, в случае необходимости, его можно корректировать (между горизонталями) с учетом геологических данных. Далее рекомендуется построить кровлю задонского горизонта по стратоизогибсам, которые даны на карте. Методика построения кровли задонского горизонта по стратоизогибсам принципиально не отличается от построения рельефа. Разница лишь в том, что устанавливаются не точки пересечения горизонталей с линией разреза, а точки пересечения стратоизогибс с линией разреза. Положение этих точек на разрезе определяется абсолютной отметкой данной стратоизогибсы. Для самоконтроля необходимо учитывать, что в тех местах, где будут сгущения стратоизогибс, кровля задонского горизонта будет иметь больший угол наклона, а в тех местах, где стратоизогибсы отстоят друг от друга на больших расстояниях угол наклона будет меньше. Отложив на разрезе вниз, относительно кровли задонского горизонта, 10м в масштабе карты, мы получим подошву задонского горизонта и одновременно кровлю франского яруса. Цветной (коричневой) полоской мощностью 30 метров в масштабе карты показывается слой франского яруса. Подошва данного слоя не ограничивает черной линией, так как этот слой последний и его подошва одновременно является кровлей нижележащего слоя, который нам не известен. Выше кровли задонского горизонта показывается слой елецкого горизонта мощностью 30 метров в масштабе карты. Мощность елецкого горизонта будет везде одинаковая, за исключением участков, где он выходит на поверхность и, следовательно, частично размыт. Следующим шагом в построении разреза будет заполнение пространства между профилем рельефа и кровлей елецкого горизонта слоями юрского, мелового, неогенового возрастов. Для этого, прежде всего, нужно вынести на разрез данные по буровым скважинам. Если скважина отстоит от линии разреза менее чем на 1 см, то на разрезе она показывается тонкой черной линией с «подсечкой» на забое. Если скважина отстоит от линии разреза более чем на 1 см, то она на разрезе показывается пунктирной линией. На линии, изображающей скважину,

показываются кровли и подошвы слоев, которые были ей вскрыты. При этом необходимо учитывать, что последний слой, в котором скважина была остановлена (прекращено ее бурение), может быть пройден не полностью, и истинная мощность слоя в данной точке может быть значительно больше, чем на забое скважины. Одноименные поверхности (кровли и подошвы слоев) соединяются между скважинами линиями. Если слой в одной скважине вскрыт, а в другой нет, то на разрезе он выклинивается на середине расстояния между скважинами (рис.2-4). Аналогично поступают и в том случае, когда границы проводят не между скважинами, а между обнажениями. При построении разреза необходимо следить за тем, чтобы ширина выхода слоев на карте и на разрезе совпадала. Разрез и карта должны полностью соответствовать друг другу. Кроме того, мощности слоев на разрезе не должны превышать мощности, указанные в стратиграфической колонке. Если в колонке мощность дается одной цифрой, то это значит, что она соответствует максимальному значению. При изображении четвертичных аллювиальных отложений нужно помнить о том, что они выполняют долины рек и поэтому представляют собой линзы, обращенные выпуклостью вниз (рис.2-5). Так как речные долины – это наиболее низкие участки местности, то и аллювиальные отложения располагаются в местах пониженного рельефа. Это дает возможность проконтролировать правильность построения рельефа. На карте чаще всего между аллювиальными образованиями разного возраста (Q_{IV} и Q_{III}) будет контакт прислонения (рис.2-6).

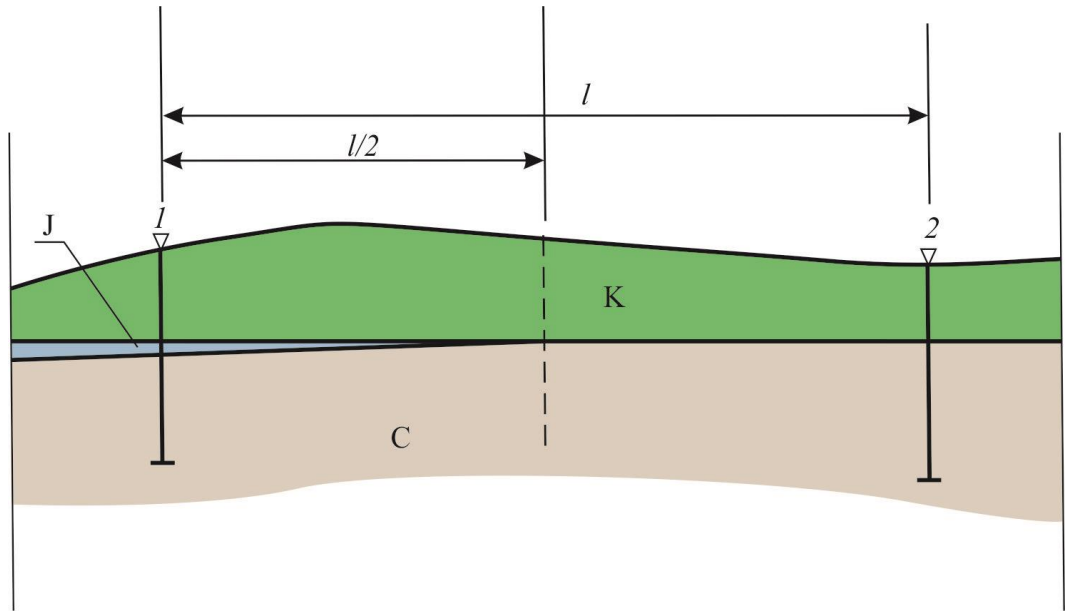


Рис. 2.4. Пример выклинивания слоя юрских отложений (J) по данным буровых скважин (1 и 2).

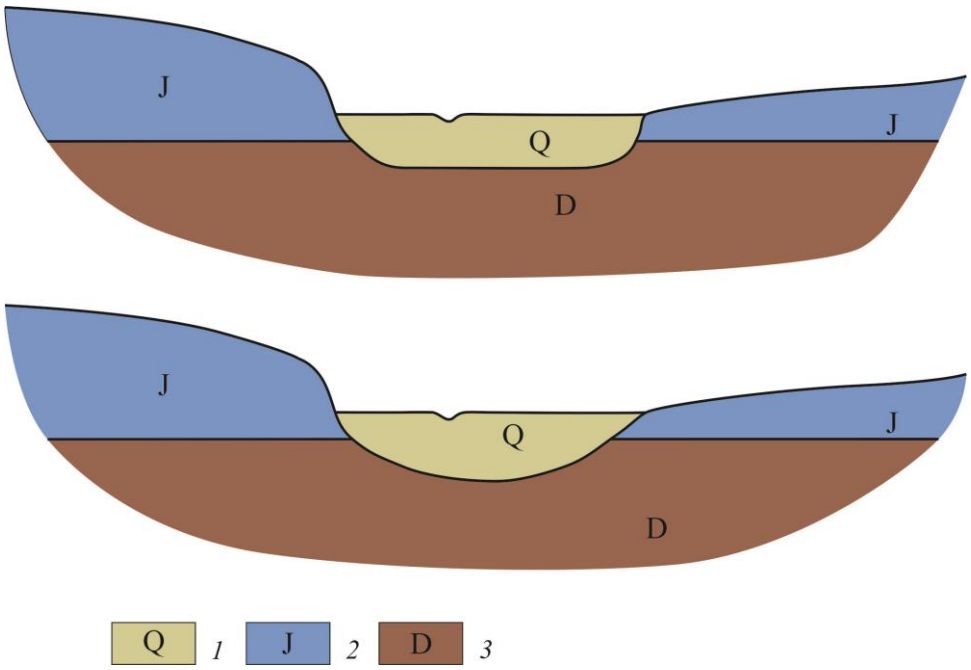


Рис. 2-5. Примеры взаимоотношений аллювиальных (Q) отложений и коренных пород (J, D). Условные обозначения: 1- аллювиальные отложения четвертичного возраста; 2 – коренные породы юрского возраста; D – коренные породы девонского возраста.

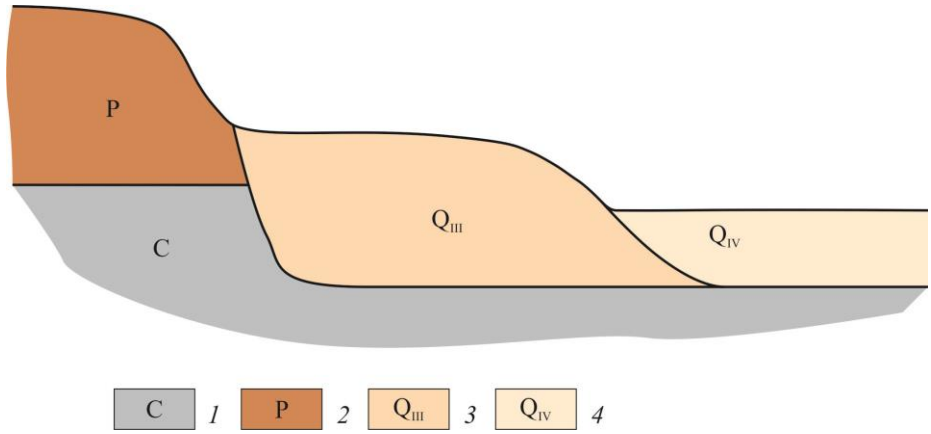


Рис. 2-6. Контакты прислонения разновозрастных четвертичных отложений (Q_{III}, Q_{IV}) между собой и с коренными породами (С, Р). Условные обозначения: 1- коренные породы каменноугольного возраста; 2- коренные породы пермского возраста; 3 - аллювиальные отложения плейстоценового возраста; 4 – аллювиальные отложения голоценового возраста. Индексация четвертичных отложений на данном рисунке соответствует обозначению их на учебной карте №2.

Глава 3. Задания на наклонное залегание горных пород

Задание 1. Определить элементы залегания слоя по его выходу в стенках горной выработки (шурфа, карьера и т.д.). Эта задача решается в том случае, когда элементы залегания нельзя определить на поверхности, в силу того, что слой перекрыт рыхлыми отложениями или залегает достаточно глубоко.

Пояснения. Истинные элементы залегания определяются на основе замеров видимых элементов в двух смежных вертикальных стенках, где видны выходы подошвы или кровли слоя, как это показано на рис.3-1. В первой и второй стенках шурфа выходи один и тот же слой. В первой стенке он образует линию А-Б, во второй стенке – линию А-В. Так как дно шурфа горизонтальное, то линия Б-В будет линией простирания слоя, так как она соединяет две точки слоя (Б и В), имеющих одинаковую абсолютную отметку. Линией падения слоя будет линия А-Г, так как она лежит в плоскости слоя (А-Б-В), перпендикулярна линии простирания (БВ) и направлена по падению слоя. Линия Г-О будет являться проекцией линии падения на горизонтальную плоскость, так как она лежит в горизонтальной плоскости. Задача заключается в том, чтобы найти азимуты простирания и падения, угол падения слоя. Определение может проводиться как графическим, так и аналитическим способами.

Графический метод. Начинать следует с замеров азимутов простирания двух соседних стенок шурфа, в которых выходит кровля или подошва слоя. Допустим, первая стенка шурфа имеет азимут простирания γ_1 = ЮЗ 260°, вторая - γ_2 = СЗ 350°. Видимые углы наклона слоя в данных стенках составляют соответственно λ_1=35° и λ_2 = 50°.

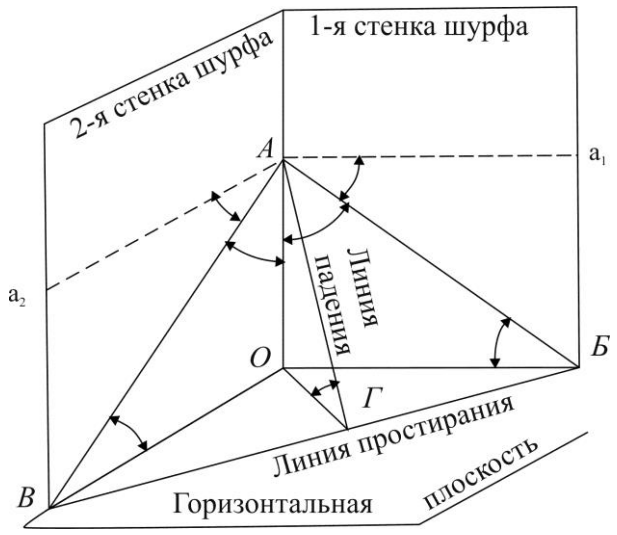


Рис. 3-1. Определение элементов залегания слоя по его выходу в стенках шурфа. Пространственное (объемное) положение основных элементов (линий) слоя

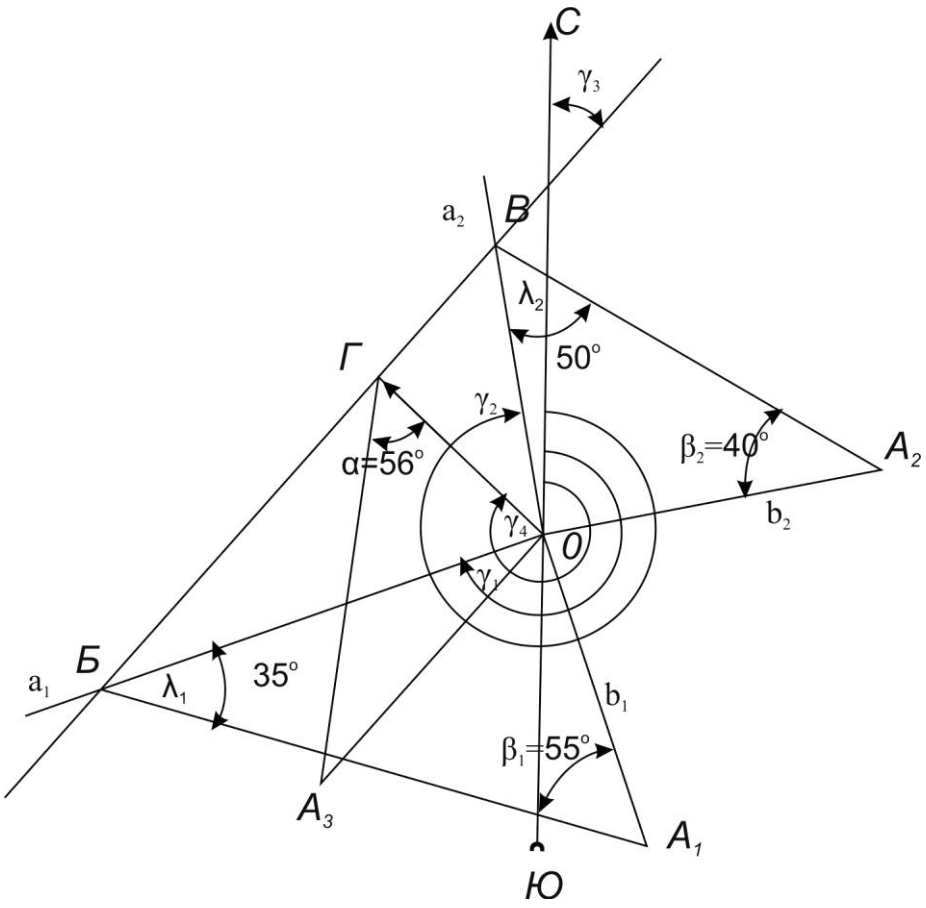


Рис. 3-2. Определение элементов залегания слоя по его выходу в стенках шурфа. Изображение на плоскости.

Для определения элементов залегания слоя нужно взять лист бумаги и на нем из произвольно выбранной точки «О» провести вертикальный отрезок, который будет изображать направление на север (географический меридиан). На рисунке 3-2 он обозначен буквами «ОС». Затем из точки «О» проводятся две линии: одна (a_1) с азимутом 260^o (от направления на север «О-С» откладывается 260^o по часовой стрелке), другая (a_2) - с азимутом 350^o (от направления на север «О-С» откладывается 350^o по часовой стрелке). Эти линии соответствуют положению в плане стенкам шурфа (a_1 – первой стенке, a_2 – второй стенке), в которых виден слой, так как азимуты простирания стенок такие же, как у проведенных линий.

Для определения истинных элементов залегания необходимо «разрезать» шурф по линии *АО* (рис. 3-1) и разложить полученные стороны на горизонтальную плоскость. Для этого к линиям (стенкам шурфа) проводятся перпендикулярные линии b_1 к линии a_1 и линия b_2 к линии a_2. Так как у обоих треугольников АОБ и АОВ сторона АО общая и соответственно одинаковая по длине, то для развертки треугольников по линиям $в_1$ и $в_2$

откладываем один и тот же отрезок произвольной длины и получаем точки A_1 и A_2 (отрезки OA_1 и OA_2 будут равны). Затем, из точки A_1 под углом $\beta_1=90^o-\lambda_1$ к линии b_1 проводим отрезок до пересечения с линией a_1 и получаем точку, которая на рис. 3-2 соответствует точке Б. Аналогичную процедуру проводим с точкой A_2. Из этой точки под углом $\beta_2=90^o-\lambda_2$ к линии b_2 проводим отрезок до пересечения с линией a_1 и получаем точку, которая аналогичная точке В на рис. 3-2. Соединив между собой точки Б и В получим линию простирания слоя. Угол между направлением на север (ОС) и линией простирания (БВ) будет являться азимутом простирания слоя ($\gamma_3=50^o$) . Перпендикуляр, опущенный из точки О на линию простирания до пересечения с ней (ОГ) будет являться проекцией линии падения на горизонтальную плоскость. Угол между проекцией линии падения (ОГ) и направлением на север (ОС) будет являться азимутом падения слоя ($\gamma_4=320^o$). Для нахождения угла падения слоя λ нужно развернуть на горизонтальную плоскость треугольник АОГ (рис. 3-2). Для этого из точки О нужно построить перпендикулярный отрезок к проекции линии падения ОГ. По величине данный отрезок (OA_3) должен соответствовать отрезкам OA_1 и OA_2, так как у всех трех разворачиваемых треугольников (АОБ, АОВ и АОГ) одна сторона (ОА) общая (рис.3-1). Истинным углом падения слоя будет угол при вершине Г треугольника $A_3ГО$ – $\alpha=56^o$, величину которого нужно измерить с помощью транспортира. Этот угол будет больше, нежели любой другой, измеренный в косом сечении слоя (не перпендикулярно линии простирания слоя).

Для самостоятельных занятий студентам предлагается несколько вариантов задачи определения элементов залегания по их замерам в стенках шурфа, которые приведены в таблице 3-1.

Таблица 3-1.

Варианты задания 1 для самостоятельной работы студентов

Номер шурфа	Результаты замера в первой стенке		Результаты замера во второй стенке	
	Азимут стенки шурфа	Видимый угол падения слоя	Азимут стенки шурфа	Видимый угол падения слоя
1	СВ 35	15	ЮВ 125	40
2	ЮВ 135	17	ЮЗ 220	30
3	ЮЗ 260	25	СЗ 350	45
4	СЗ 315	30	СВ 40	15
5	СВ 60	0	СЗ 350	52

Задание 2. Определить элементы залегания слоя по данным трех скважин.

Пояснения. В тех случаях, когда слой не выходит на поверхность, а вскрывается

скважинами, шахтами и т.п., элементы его залегания можно определить по трем точкам (скважинам), не лежащим на одной прямой, при условии постоянного угла наклона слоя на участке, заключенном между скважинами. Для решения этой задачи необходимо знать расположение скважин на площади и глубины, на которых скважины вскрыли кровлю или подошву определяемого слоя. Расположение скважин на территории может быть задано координатами их устья (N=$69^0 25' 24.4''$, E=$030^0 30' 59.7''$, H=279), либо указываются расстояния между скважинами (*АБ*=900 м, *БВ*=480 м и *АВ*= 510 м) и азимуты направлений, соединяющих скважины. Наример, азимут линии, соединяющей скважины *А* и *Б* - СВ 55^0, скважина *В* расположена к юго-востоку от этой линии), абсолютные отметки устья скважин (А= +600м, Б=+500м, В=300м) и глубины на которых скважины пересекли слой (А=250м, Б=50м, В=150м).

Для определения элементов залегания слоя на лист бумаги наносим проекции трех скважин — *А, Б* и *В* в масштабе карты (например 1: 10 000). На линии с азимутом 55^0 наносим скважины А и Б на расстоянии 9 см (в масштабе карты), затем отмечаем скважину В, которая расположена к юго-востоку относительно линии, соединяющей скважины А и Б (рис. 3-3). При этом расстояние от скважины В до скважины А будет равно 5,1 см (510 м в масштабе карты), а расстояние от скважины В до скважины Б будет 4,8 см (480 м в масштабе карты). Возле проекции каждой скважины указываем абсолютные отметки слоя, вычитая из абсолютных отметок устья скважин глубину на которой был встречен слой. Для скважины А это значение составит +350м (+600 м – 250м). Соответственно, для скважины Б это значение составит +450м, для скважины В составит +150м.

Для наглядности изобразим пространственное положение слоя по данным буровых скважин (рис. 3-3). Для этого в качестве базовой поверхности выбираем поверхность с отметкой +150м (уровень самого низкого положения слоя в скважине В) и в точках А и Б определяем превышение слоя относительно уровня +150м. В точке А это превышение составит 200м, в точке Б – 300м. Откладывая эти значения в масштабе карты вертикально вверх над точками А и Б получаем точки $А'$ и $Б'$. Соединив между собой точки $А'$, $Б'$ и В мы получим пространственное положение изучаемого слоя. Линия $А' Г'$ будет для слоя линией простирания, так как расположена в плоскости слоя и горизонтальна (проведена на уровне +350м), линия $О' В$ будет линией падения слоя, так как лежит в плоскости слоя, перпендикулярна линии простирания направлена по падению слоя. Линия ОВ – проекция линии падения на горизонтальную плоскость.

Для определения элементов залегания слоя выносим точки, где пробурены скважины на план и показываем рядом с ними абсолютные отметки залегания слоя в

скважинах, как уже было сделано выше (рис.3-3). Учитывая, что слой в пределах бурового участка заключен в интервале абсолютных отметок от +150м (скв. В) до +450м (скв. Б) для построения линии простирания выбираем промежуточное значение +350. Для построения линии простирания необходимо знать две точки слоя с данной абсолютной отметкой. Одна из них – это отметка слоя в скважине А, другую точку находим интерполируя расстояние между точками Б (+450м) и В (+150м). В результате интерполяции получаем точку Г, где абсолютная отметка слоя будет +350м. Таким образом, линия проведенная через точки А и Г будет линией простирания (рис. 3-4). Проведя из точки В перпендикуляр на линию простирания получим проекцию линии падения на горизонтальную плоскость – это отрезок ОВ. Построив из точки О вертикально отрезок ОС получим направление на север и в этом случае угол между направлением на север (ОС) и линией простирания будет являться азимутом простирания (γ_1), а угол между направлением на север и проекцией линии падения (ОВ) будет азимутом падения слоя (γ_2). Для того, чтобы определить угол падения необходимо развернуть на горизонтальную поверхность треугольник О'ОВ (рис.3-3). Для этой цели от точки О (рис. 3-4) откладываем по линии простирания отрезок ОО' . Длина отрезка соответствует превышению линии простирания (+350м) над точкой В (+150м) и составляет в масштабе карты 2 см. Углом падения в данном треугольнике будет соответствовать углу О'ВО или α.

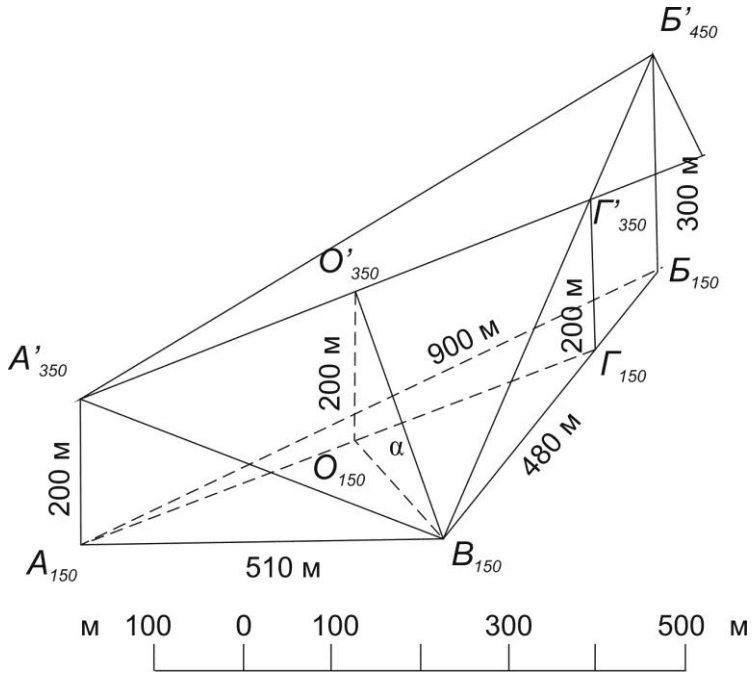


Рис. 3-3. Определение элементов залегания слоя по трем скважинам методом разности отметок. Пространственное изображение.

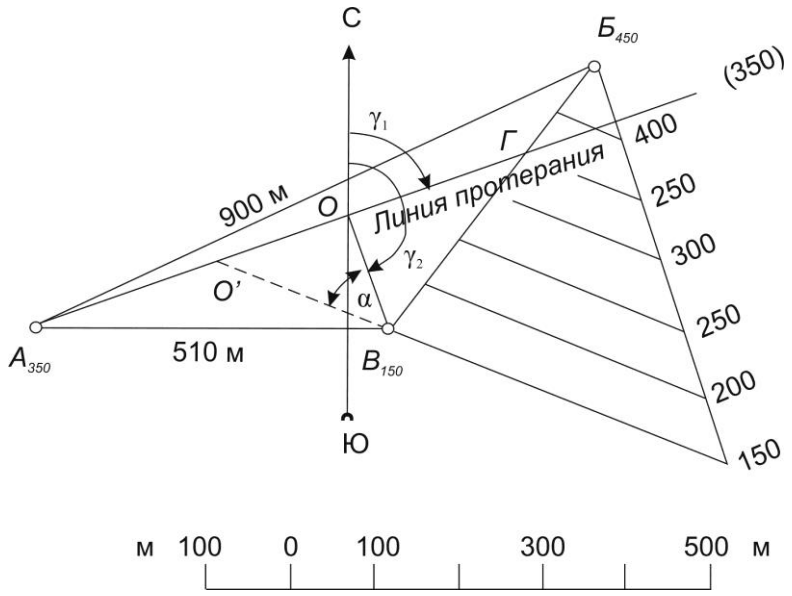


Рис. 3-4. Определение элементов залегания слоя по трем скважинам методом разности отметок. Изображение в горизонтальной плоскости. Пояснения в тексте.

Варианты заданий 2 для самостоятельной работы студентов даны в таблице 3-2.

Таблица 3-2

Варианты заданий 2 для самостоятельной работы студентов

Номер задания	**Содержание задания**
1	Расстояния между скважинами *АБ*=1,6 км, *БВ*=1,0 км и *АВ*=1,0км. Азимут линии скважин *А* и *Б* СЗ 300; скв. *В* расположена к северо-востоку от этой линии. Абсолютные отметки устья скважин А=+750, Б=+450, В=+450. Глубина на которой скважины вскрыли слой А - 250м, Б – 300м, В – 150м. Масштаб построения 1:10 000
2	Расстояние между скважинами: *АБ*=2,2 км, *БВ*=5,5 км, *АВ*=4,2 км. Азимут линии скважин *А* и *Б* — СВ 30; скв. *В* расположена к юго-востоку от линии *АБ.* Абсолютные отметки устья скважин А=+2100м, Б=+1600, В=+1450. Глубина, на которой скважины вскрыли слой H_A= 250 м, $H_Б$= 200 м и H_B= 400 м. Масштаб построения 1:50 000.
3	Расстояния между скважинами *АБ*=2,5 км, *БВ*=2,25 км и *АВ*=1,15км. Азимут линии скважин *А* и *Б ЮВ* 100; скв. *В* расположена к югу от этой линии. Абсолютные отметки устья скважин А=+400, Б=+300, В=+450. Глубина на которой скважины вскрыли слой А - 200м, Б – 300м, В – 500м. Масштаб построения 1:50 000
4	Расстояния между скважинами *АБ*=1,5 км, *БВ*=0,875 км и *АВ*=1,15км. Азимут линии скважин *А* и *Б ЮВ* 160; скв. *В* расположена к востоку от этой линии. Абсолютные отметки устья скважин А=+300, Б=+450, В=+600. Глубина на которой скважины вскрыли слой А - 300м, Б – 350м, В – 400м. Масштаб построения 1:10 000
5	Расстояния между скважинами *АБ*=3,25 км, *БВ*=2,8 км и *АВ*=1,8км. Азимут линии скважин *А* и *Б ЮЗ* 225; скв. *В* расположена к северо=западу от этой линии. Абсолютные отметки устья скважин А=+550, Б=+600, В=+800. Глубина на которой скважины вскрыли слой А - 200м, Б – 100м, В – 700м. Масштаб построения 1:50 000

Задание 3. Определить элементы залегания слоя по его выходам на геологической карте.

Пояснения. Задачи данного типа решаются графическим путем с помощью стратоизогипс и заложения. Методика определения элементов залегания будет рассмотрена на примере геологической карты масштаба 1:50 000 с сечением горизонталей через 100метров (рис. 3-5).

Для определения элементов залегания слоя нужно прежде всего найти его линию простирания и проекцию линии падения на горизонтальную плоскость. Эти характеристические линии позволят определить в дальнейшем азимут простирания и падения слоя, угол его падения. При построении линии простирания необходимо помнить о том, что линия простирания – это любая горизонтальная линия в плоскости слоя. Ее можно построить, соединив между собой две точки кровли или подошвы слоя, которые имеют одинаковую абсолютную отметку. Такими точками будут точки, где слой (кровля или подошва) пересекаются с одинаковой горизонталью. Точки с одинаковыми абсолютными отметками выбираются по какой-то одной поверхности (кровле или подошве). Нельзя соединять одну точку с отметкой на подошве слоя, а другую, с такой же отметкой, на кровле слоя. На рис. 3-5 такими точками будут А и Б, в них подошва песчаника пересекается с горизонталью +600м и точки Г и Д, в которых подошва пересекается с горизонталью, имеющей отметку +500м. Таким образом, соединив между собой точки А и Б, точки Г и Д получим две линии простирания. Одна будет иметь абсолютную отметку +600, а другая - +500. Проведя вертикальную линию (направление на север) измеряем азимут простирания слоя. Он будет характеризоваться двумя углами, отличающимися друг от друга на 180^0. Далее проводим линию перпендикулярную линии простирания в юго-западном направлении, так как в этом направлении слой наклонен (линия простирания с отметкой +500 располагается юго-западнее линии простирания с отметкой +600). Направление падения слоя можно определить и по пластовому треугольнику (изгибу слоя в долине ручья или реки). Угол при вершине пластового треугольника в долине реки показывает в сторону падения слоя. В нашем случае вершина пластового треугольника направлена на юго-запад. Построенная линия будет являться проекцией линии падения на горизонтальную плоскость. Измерив, угол между этой линией и направлением на север получим азимут падения слоя.

Следует отметить, что построенные линии простирания являются одновременно и стратоизогибсами слоя (в данном случае подошвы песчаника). Под стратоизогибсами понимают линии, которые соединяют между собой точки стратиграфической поверхности (кровли или подошвы слоя, маркирующего горизонта, жилы и т.д.), имеющие одинаковые абсолютные отметки. Для определения угла падения слоя мы воспользуемся стратоизогибсами. Для этого построим разрез. В масштабе карты проведем две горизонтальные линии, отстоящие друг от

друга на расстоянии 100м (в масштабе карты это 2 мм.), так как стратоизогибсы отличаются между собой на 100 метров. Таким образом, мы показали в вертикальном сечении две стратоизогибсы, построенные на карте. Кратчайшее расстояние между стратоизогибсами в плане называется заложением - m (рис. 3-5). По существу, заложение – это проекция отрезка линии падения, заключенного между двумя гипсометрическими уровнями. Нашем случае заложение (m) - это проекция отрезка линии падения, заключенного между гипсометрическими уровнями +600 и +500 метров. Величину отрезка заложения мы откладываем на двух соответствующих стратоизогибсах и проводим линию падения Ж. Угол между горизонтальной поверхностью и линией падения (Ж) будет являться углом падения слоя ($\lambda=15^{o}$).

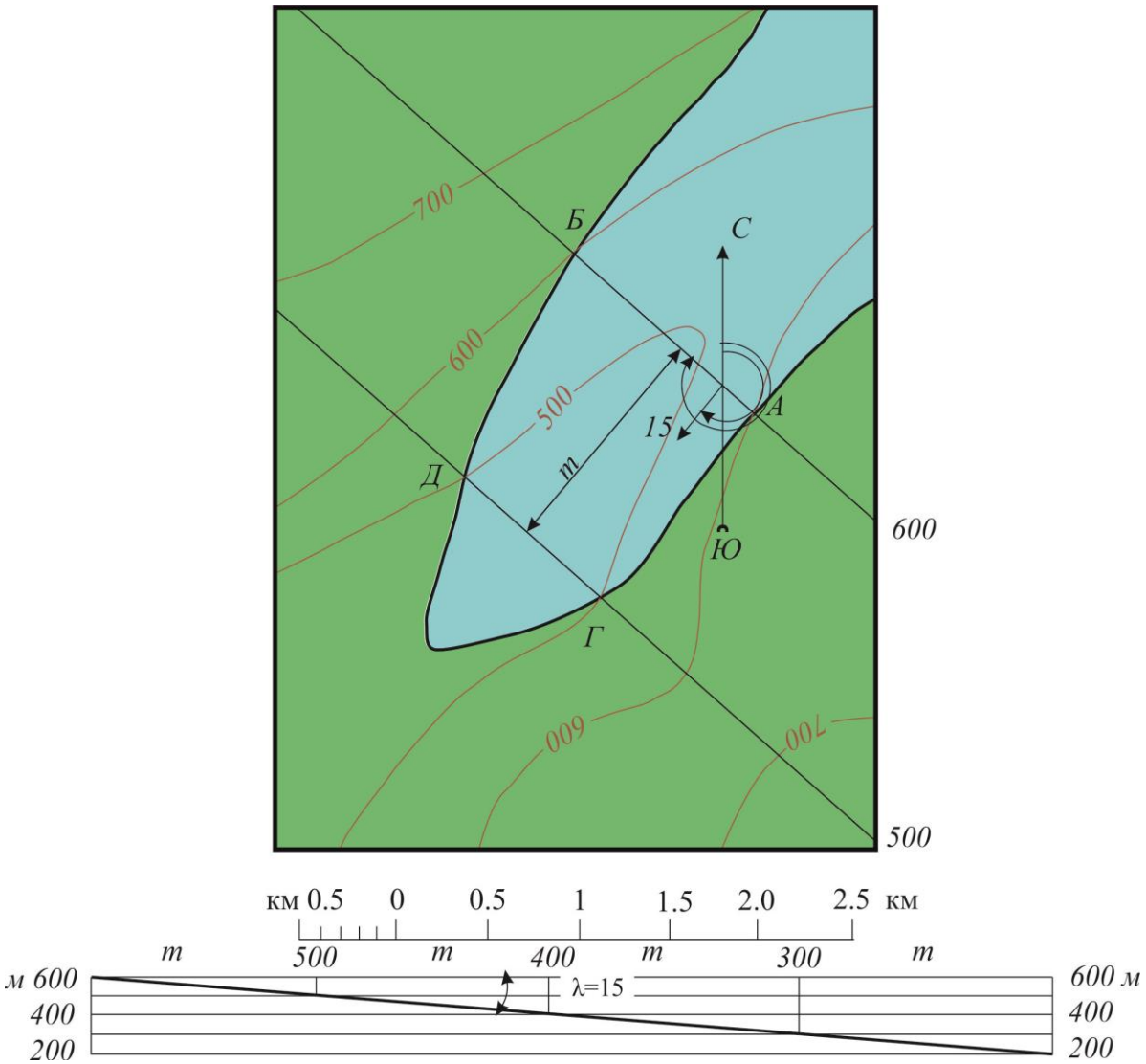


Рис.3-5. Определение элементов залегания слоя по геологической карте с горизонталями

Величина заложения может меняться в зависимости от угла наклона слоя, величины сечения между горизонтальными плоскостями, масштаба, в котором производится

построение. Чем положе залегает слой, тем больше при прочих равных условиях, величина заложения. С увеличением угла падения величина заложения уменьшается.

Задание 4. Определить элементы залегания, мощность и глубины залегания слоя по геологической карте. На геологической карте (рис. 3-6) масштаба 1:25 000 с сечением горизонталей через 100 м изображены две толщи наклонно залегающих пород: юрские отложения с угловым несогласием перекрывают силурийские. Необходимо определить:

1) элементы залегания силурийских и юрских отложений;

2) вид несогласия между этими толщами;

3) истинную мощность песчаников силура и юрских глин различными способами (по линии падения и по линии простирания), в том числе путем построения разреза в крест простирания слоев;

4) глубину скважины, пробуренной в точке *А,* на которой должна быть обнаружена подошва юрских отложений;

5) местоположение скважин (линию скважин) с вертикальной глубиной до подошвы юры, равной 100 м.

Пояснения. В начале следует определить элементы залегания одного слоя (или нескольких слоев) силура, а затем юры. Методика определения элементов залегания слоя была описана выше (задание 3). Так как все слои, принадлежащие толще, имеют одинаковые элементы залегают, то определив залегание одного слоя толщи, мы тем самым установим элементы залегания всей толщи.

Тип несогласия между отложениями силура и юры может быть установлен только после определения элементов залегания обеих толщ. Если толщи отличаются только углами падения, а азимуты падения у них одинаковые, то можно утверждать, что между толщами угловое несогласие. Если кроме углов падения есть различия и в азимутах падения, то несогласие азимутальное или структурное. Тип несогласия между толщами на карте (рис. 3-6) можно определить на основе анализа углов при вершине пластовых треугольников (их величины и направленности).

Определить мощность наклонного слоя можно путем построения разреза в крест простирания пород таким образом, чтобы линия этого разреза пересекала кровлю и подошву слоя. Мощность пород измеряется на разрезе по перпендикуляру между кровлей и подошвой слоя с учетом масштаба разреза.

Мощность слоя можно достаточно быстро и точно определить по геологической карте без построения разреза двумя способами: по линии падения и по линии простирания слоя. В качестве примера рассмотрим фрагмент геологической карты (рис. 3-7) масштаба 1:10 000 с

сечением горизонталей 25 м, на которой показан выход наклонно залегающего слоя конгломератов, имеющего азимут падения СЗ 275° и угол падения 12°.

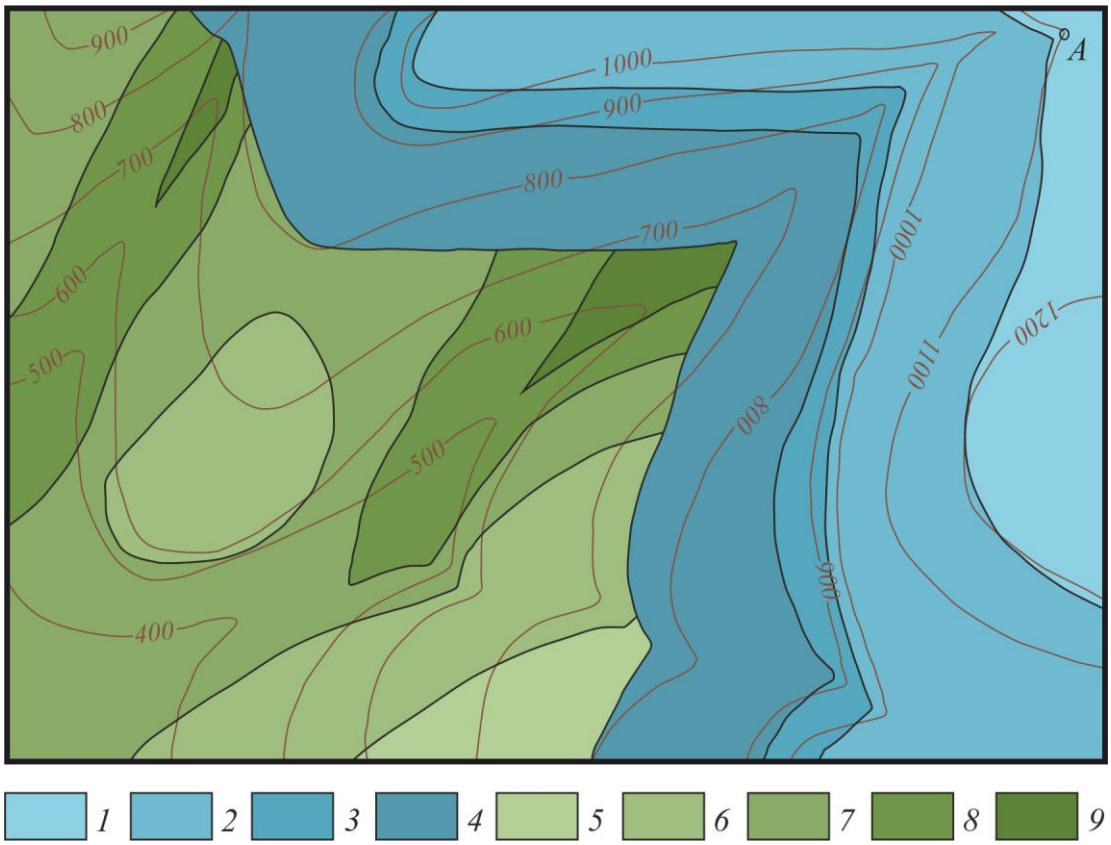


Рис.3-6. Карта выходов силурийских и юрских пород. Юрские отложения: 1 – песчанистые глины; 2 – известняки; 3 – мергели; 4 – конгломераты. Силурийские отложения: 5 – глины; 6 – глинистые сланцы; 7 – известняки; 8 – песчаники; 9 – кремнистые сланцы

Первый способ (по падению). Необходимо на карте найти такой участок, где одна и та же горизонталь пересекает подошву и кровлю слоя конгломератов (точки *Д* и *З* на рис. 3-7), т. е. найти горизонтальный срез слоя (стратоизогипсы кровли и подошвы слоя имеют одинаковую отметку - 175 м). Через эти точки проводим стратоизогибсы и измеряем расстояние между стратоизогибсами в направлении линии падения (в перпендикулярном направлении) из точки Д. Это расстояние (между точками Д и З') в масштабе карты составляет 235 м и обозначено буквой а. При угле падения слоя $\alpha = 12°$ истинная мощность будет $M_и = a \cdot \sin \alpha = 235 \text{ м} \cdot 0{,}208 = 48{,}9 \text{ м}$.

Способ определения мощности по простиранию заключается в том, что находят отметки кровли и подошвы слоя по одной линии его простирания. На карте (см. рис. 3.7)

отметка кровли конгломератов в точке *Ж* равна 225 м, а подошвы в точке *Е* (на одной линии простирания) — 175 м. Вертикальная мощность слоя ($М_в$), следовательно, равна 50 м, а истинная мощность $М_и = М_в \cdot \cos \alpha = 50$ м $\cdot$ 0,978 = 48,9 м.

При правильном определении мощности обоими способами не будет разницы в ее значении или она будет очень невелика. Это можно проверить по геологической карте, сравнив результаты с измерениями по разрезу, проведенному в крест простирания слоев.

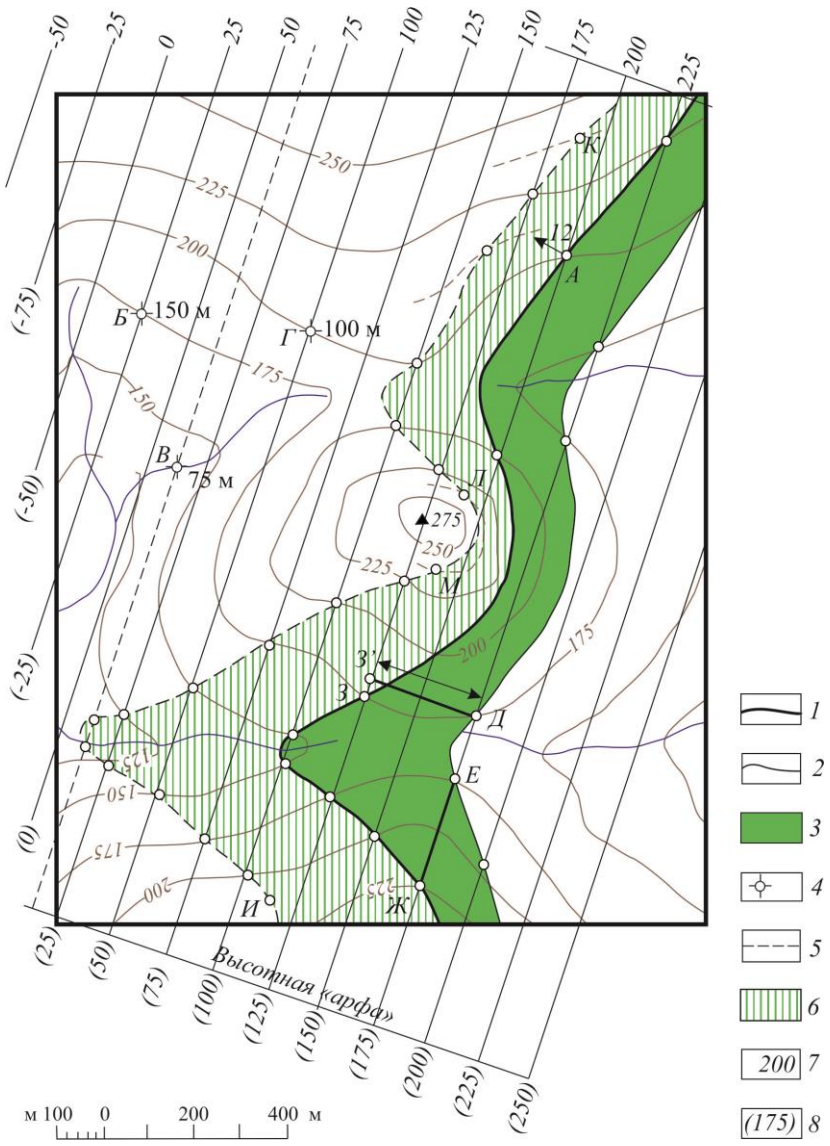


Рис. 3-7. Определение элементов залегания слоя, его мощности и местоположения скважин с заданной глубиной залегания слоя: 1 - выход кровли слоя; 2 - выход подошвы слоя; 3 – площадь выхода слоя; 4 – точки с глубиной залегания слоя 150, 75, и 100 м; 5 - линия скважин с глубиной залегания слоя 50 м; 6 - зона с глубиной залегания слоя от 0 до 50 м; 7 - отметки стратоизогипс кровли слоя; 8 - отметки стратоизогипс подошвы слоя

Для определения глубины залегания слоя в скважине необходимо найти отметку

кровли слоя (или подошвы, в зависимости от условия задачи) в заданной скважине и сравнить ее с отметкой рельефа, где расположено устье скважины.

На геологической карте это можно сделать при помощи стратоизогипс, с шагом, равным сечению горизонталей. Стратоизогибсы проводятся от точки выхода кровли до устья скважины. Разница между абсолютной отметкой устья скважины и стратоизогибсой кровли и будет той глубиной скважины, на которой она встретит кровлю слоя. Для удобства построений можно использовать так называемую высотную палетку, представляющую собой (на кальке) ряд параллельных прямых линий, проведенных через расстояние, равное величине заложения. Так, например, чтобы определить глубину залегания кровли конгломератов в скважинах (точках) *Б* и *В* (рис. 3-7), необходимо провести через точку *А* (выход кровли конгломератов) стратоизогипсу, которая имеет отметку 200 м. В направлении падения на расстоянии величины заложения проводится ряд стратоизогипс, которые покажут отметки кровли слоя в точках *Б* (25 м) и *В* (62,5 м). Отметка земной поверхности в точке *Б* равна 175 м, в точке *В* – 137,5 м. Тогда глубина скважины до кровли слоя в точке *Б* составит 150 м (175-25=150 м), а в точке *В* – 75 м (137,5 - 62,5 = 75 м).

Местоположение скважины и линии скважин с заданной вертикальной глубиной до слоя (оконтуривание площади с заданной глубиной залегания слоя) можно найти с помощью масштабной линейки. Для этого необходимо выявить на геологической карте такие точки, где разница отметок горизонталей рельефа земной поверхности и стратоизогипс кровли (или подошвы) слоя равнялась бы заданной глубине скважины до кровли (или подошвы) этого слоя. Например, местом (скважиной) с глубиной залегания до кровли конгломератов, равной 100 м, является точка *Г*, расположенная на горизонтали с отметкой 200 м (рис. 3-7). Здесь кровля слоя имеет отметку 100 м (200 м -100 м = 100 м).

Если найдено несколько точек с заданной глубиной до слоя, то, соединив их, мы тем самым оконтурим площадь, в пределах которой глубина слоя не будет превышать данного значения.

Для самостоятельной работы студентов на бланке (рис.3-7) по усмотрению преподавателя выбираются любые другие точки, где необходимо определить глубину залегания слоя. Для увеличения количества вариантов заданий можно на 10-20 градусов изменить азимут падения слоя.

Задание 5. Построить выход наклонно залегающего слоя по карте с горизонталями. Дана топографическая основа масштаба 1: 40000 (рис. 3-8). Сечение горизонталей составляет 10 метров. В точке *А* выходит кровля слоя с элементами залегания: азимут падения СВ 25^{o}, угол падения 15^{o}; в точке Б – выходит подошва слоя с

такими же элементами залегания, как и кровля.

Пояснения. Выходы на поверхность наклонно залегающих слоев на геологической карте имеют различные очертания, зависящие от элементов залегания слоев и характера рельефа земной поверхности. При выходе поверхности наслоения (подошвы или кровли) наклонно залегающего слоя хотя бы в одной точке, где замерены элементы ее залегания, на карте с горизонталями можно построить всю линию выхода этой поверхности. Для этого пользуются заложением, которое, как уже было отмечено выше, представляет собой проекцию на горизонтальную плоскость отрезка линии падения слоя, заключенного между двумя линиями простирания разных гипсометрических уровней, проведенными по подошве или кровле слоя. Методика определения заложения была описана выше.

Общая последовательность операций при построении выхода на поверхность плоского наклонного слоя (его кровли или подошвы) по замерам элементов залегания в одной точке выглядит следующим образом.

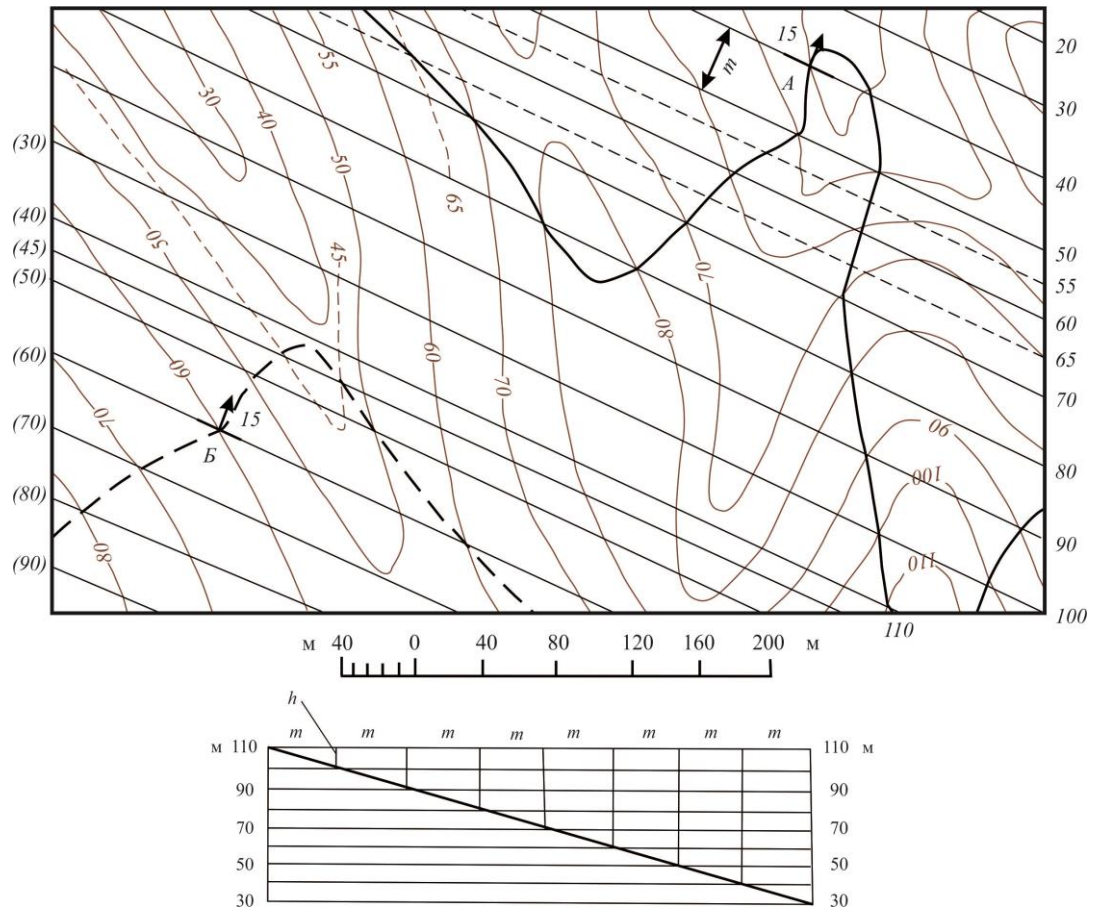


Рис. 3-8. Построение выхода кровли и подошвы слоя по карте масштаба 1: 40000 с горизонталями. Точки: А- выход кровли слоя на поверхность, Б- выход подошвы слоя на поверхность. Сплошной черной линией показан выход на поверхность кровли слоя, штриховой линией – выход на поверхность подошвы слоя.

1) Проводится стратоизогипса слоя (линия равных отметок слоя), совпадающая с

линией простирания его поверхности (кровли или подошвы). Отметка стратоизогипсы соответствует отметке слоя (кровли или подошвы) в точке выхода его на дневную поверхность (отметка рельефа). Стратоизогипсы плоского наклонно залегающего слоя представляют собой параллельные равноудаленные прямые линии;

2) Проводится ряд стратоизогипс на расстоянии, равном заложению. Для этого необходимо построить или вычислить по формуле заложение. Значения стратоизогипс в направлении падения слоя будут уменьшаться, а в сторону восстания — возрастать.

3) Отмечаются точки пересечения одноименных стратоизогипс и горизонталей рельефа. В этих точках слой (кровля или подошва) выходят на дневную поверхность. При необходимости следует дать пунктирными линиями дополнительные полустратоизогипсы (или четверть стратоизогипсы) и полугоризонтали (или четверть горизонтали).

4) Полученные точки выхода слоя на поверхность соединяются плавной кривой, которая и будет являться линией выхода кровли или подошвы на поверхность.

Для решения поставленной задачи через точку *А*, в которой выходит на поверхность кровля слоя, по линии простирания проводим стратоизогипсу с отметкой 40 м (так как точка *А* лежит на горизонтали 40 м). После этого строим график заложений, для чего в масштабе карты проводим серии горизонтальных линий, отстоящих между собой на расстоянии 10 метров в масштабе карты (для того, чтобы шаг заложения соответствовал шагу сечения горизонталей – 10 метрам) и проводим линию под углом 15^0 (это угол падения слоя). Построенная линия будет представлять собой линию падения слоя. Проекции этой линии падения на горизонтальную плоскость будут являться заложением для данного слоя. На рисунке заложению соответствуют отрезки m_1, m_2, m_3… На расстоянии *m* проводим ряд стратоизогипс, параллельных первой с отметками 50, 60, 70. 80, 90, 100 и 110 м (максимальная отметка горизонтали) в направлении восстания слоя (на юго-запад) и с отметкой 30 м (минимальная отметка горизонтали) в сторону его падения (на северо-восток). Для удобства построения отметки стратоизогипс и число их должны соответствовать отметкам и числу горизонталей рельефа. Соединив плавной чертой точки пересечения одноименных стратоизогипс и горизонталей рельефа, получим линию выхода кровли слоя. На рисунке она показана сплошной полужирной линией.

В случае необходимости нужно проводить промежуточные стратоизогибсы и горизонтали, когда основные между собой не пересекаются. Таким же способом построится линия выхода подошвы слоя, которая обнажается в точке *Б*. В этом случае через точку *Б* пройдет стратоизогипса подошвы слоя с отметкой 60 м. Используя то же

заложение, что и для кровли слоя (так как элементы залегания кровли и подошвы одинаковые) проводим ряд стратоизогипс, находим точки выхода на поверхность подошвы по пересечению одноименных стратоизогибс и горизонталей и, далее, соединяя эти точки получаем линию выхода подошвы слоя. Она на рис. 3-8 показана полужирной штриховой линией.

Задание 6. На топографической карте (рис. 3-9) масштаба 1:5000 с сечением горизонталей через 10 м расположен выход кровли наклонно залегающего пласта цементных мергелей в точке *А,* а подошвы — в точке *Б.* Замерены элементы залегания пласта: аз.пад. СЗ 330 ∠12. Необходимо построить выход кровли и подошвы цементных мергелей на поверхность.

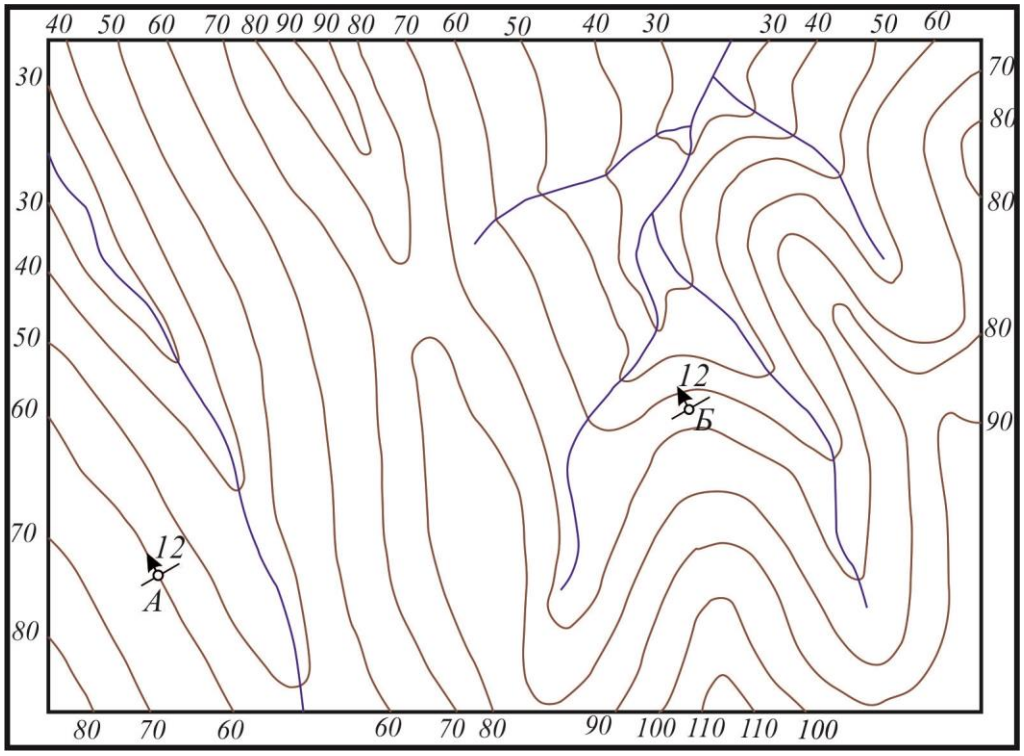


Рис. 3-9. Топографическая карта масштаба 1:5000. Точка А- выход кровли мергелей, точка Б- выход подошвы мергелей.

Пояснения. Метод построения подробно описан в пояснении к заданию 5. Необходимо обратить внимание на то, что точка выхода подошвы цементных мергелей (точка *Б)* не лежит на горизонтали и для нахождения точки пересечения подошвы с ближайшей горизонталью следует построить промежуточную горизонталь с отметкой +65 м и определить величину заложения с интервалом линий простираний через 5 м.

Задание 7. На рис. 3-10 изображена топографическая карта масштаба 1:5000 с сечением горизонталей через 10 м. Необходимо:

1) построить выход кровли и подошвы пласта железных руд (точки выхода и элементы залегания его будут даны ниже);

2) найти истинную мощность пласта (решение дать двумя способами — по падению и простиранию);

3) определить глубину скважины до кровли пласта железных руд в заданной точке (*А* или *Б*)*;*

4) определить местонахождение скважины глубиной 50 м до кровли железных руд;

5) оконтурить зону (вскрышу) с глубиной залегания до кровли железных руд от 0 до 20 м;

6) построить разрез по линии от юго-западного до северо-восточного улов карты

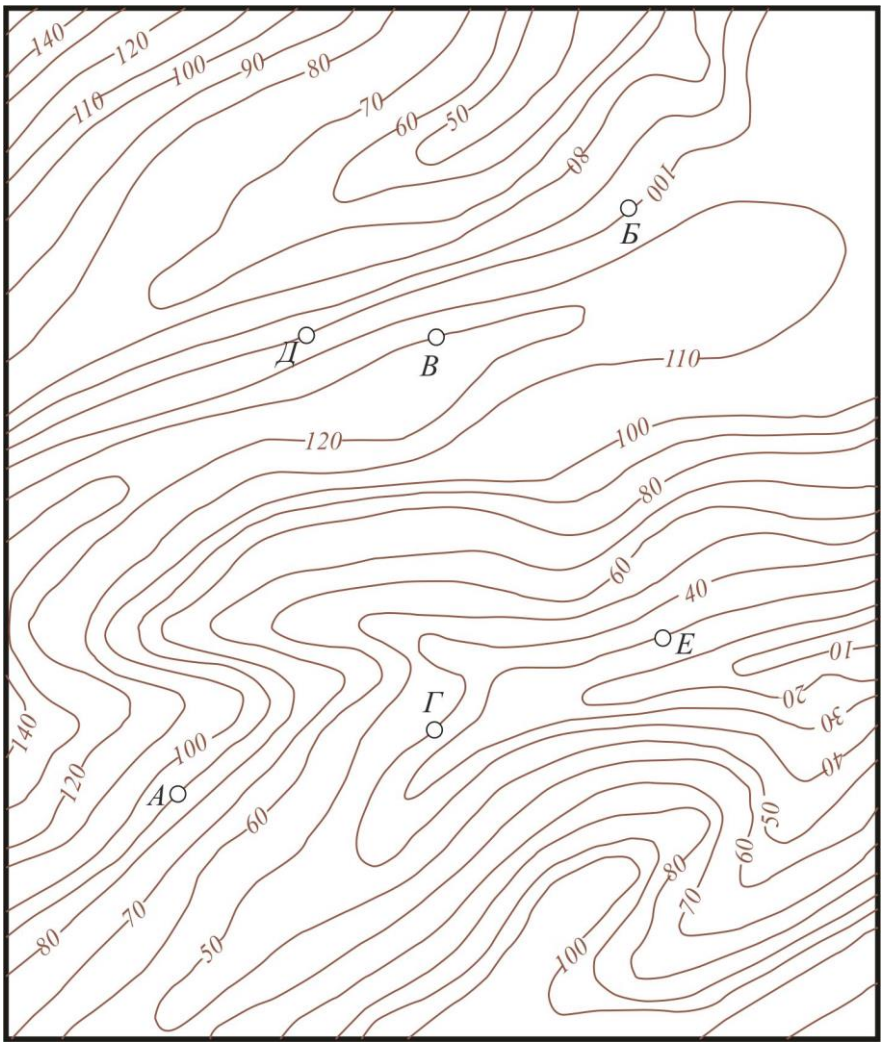


Рис. 3-10. Топографическая карта масштаба 1: 5000 для выполнения задания

7. Обозначение точек дано в тексте, оно меняется в зависимости от варианта задания.

Угол падения пласта железных руд равен 10° . Азимут падения можно брать различный,

чтобы получить несколько вариантов задания, но в каждом отдельном случае постоянный, т. е. пласт плоский. Можно разнообразить задание, меняя точки выхода подошвы и кровли пласта железных руд, а также местонахождение буровой скважины. В таблице 3-3. предлагается несколько вариантов задания.

Пояснения. Построение выхода кровли или подошвы слоя на карте с горизонталями по выходу его в одной точке, где замерены его элементы залегания, описано в задании 5; порядок решений пунктов 2-5 изложен в задании 4. При выполнении работы целесообразно использовать сделанную на кальке высотную палетку, обозначив стратоизогипсы цифрами от максимальной отметки горизонталей рельефа до минимальной. Необходимо помнить, что величины отметок стратоизогипс уменьшаются в сторону падения слоя.

Таблица3.3.

Варианты задания 7.

№ варианта	Азимут падения слоя	Угол падения слоя	Точка, где находится буровая скважина	Точка, выхода кровли	Точка выхода подошвы
1	205, 210, 215, 220, 225, 230, 235, 240	10	А	В	Б
2	215, 220,225, 230, 235, 240, 245	10	А	Г	Е
3	60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95	12	Б	В	Г
4	60, 65, 70, 75, 80	12	Б	В	Д

Задание 8. Построить выходы серии наклонно залегающих слоев с постоянными элементами залегания. На топографиической карте масштаба 1:50000 с отметками горизонталей от 200 до 1000 м и сечением через 100 м показаны точки выхода слоев *А, Б, В* и *Г* (рис. 3-11).

В точке *А* обнажается контакт пород аптского ($К_1$ *а*) и альбского ($К_1$ *а1*) ярусов нижнего мела. Азимут падения пород СВ 83°, угол падения 5°. В точке *Б* наблюдается контакт пород альбского ($К_1$ *а1*) и сеноманского ($К_2$ *s*) ярусов; в точке *В* выходит на поверхность контакт сеноманского яруса и нижнего подьяруса туронского яруса ($К_2$ t_1); в точке *Г*— обнажается граница между нижним ($К_2$ t_1) и верхним ($К_2$ t_2) подьярусами туронского яруса. Элементы залегания у всех слоев постоянные.

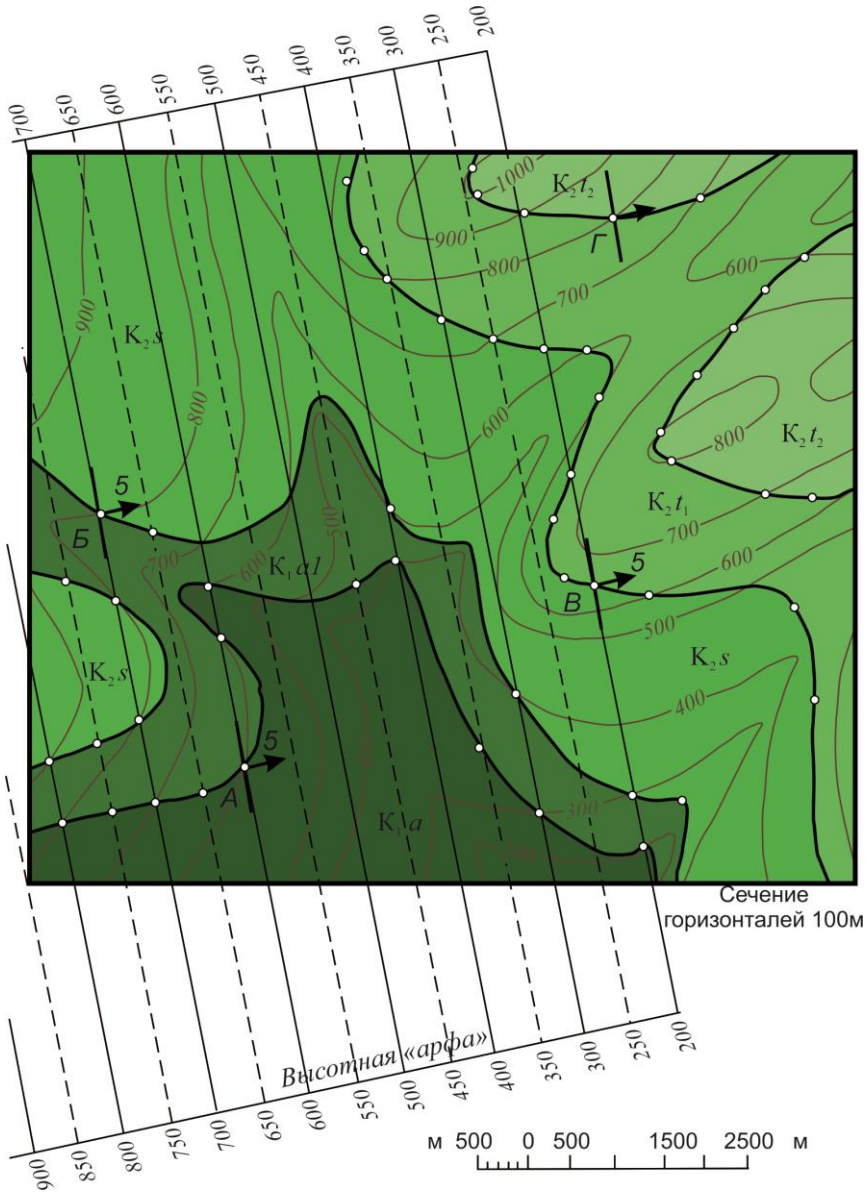


Рис. 3-11. Построение выхода серии наклонно залегающих слоев с постоянными элементами залегания. К заданию 8.

Пояснения. При составлении карты выходов нескольких наклонно залегающих слоев по элементам залегания необходимо иметь точки выходов каждого слоя, для которых известны элементы залегания. Для решения поставленной задачи в начале на отдельном листе кальки строится масштабная линейка (высотная «арфа») с отметками соответственно от 200 до 1000 м. Расстояние между параллельными линиями составляет отрезок m, где m – заложение, построенное для стратоизогибс слоя, отстоящих друг от друга по вертикали на 100 метров в масштабе карты и наклоненного под углом 5^0. Целесообразно пунктиром обозначить стратоизогибсы с промежуточными отметками (через 50м).

Для построения выхода кровли аптского яруса необходимо совместить с точкой *А* линию масштабной линейки с отметкой 600 м (такая в этой точке отметка кровли K_1a),

ориентируя ее по линии простирания таким образом, чтобы значения отметок масштабной линейки понижались в направлении падения слоя. Параллельные линии масштабной линейки будут являться стратоизогипсами кровли K_1а. Отметив точки пересечения последних с одноименными горизонталями рельефа и соединив их плавной кривой, получим линию выхода на поверхность кровли аптского яруса .

Дальнейшее построение выходов слоев в каждой точке (*Б, В, Г)* ведется аналогичным образом. С точками выхода слоев совмещают те линии масштабной линейки, которые соответствуют этим точкам по абсолютным отметкам. Так, в случае выхода кровли K_1 *al* с точкой *Б* совмещается линия с отметкой 800 м, с точкой *В* (выход кровли K_2 *s*) - линия с отметкой 650 м, с точкой *Г* (выход кровли K_2 t_1)- линия с отметкой 800 м. В результате получается карта, изображенная на рис. 3-11.

Задание 9. Построение геологической карты нескольких наклонно залегающих слоев с меняющимися углами падения.

На рис. 3-12 изображена топографическая карта масштаба 1:10000 с сечением горизонталей через 25 м. Имеются 12 точек выхода слоев, для которых ниже, по данным полевых наблюдений, приводится описание пород и замеры их элементов залегания:

Т о ч к а 1. Разрез сверху вниз:

Слой 1. (K_2 *s*). Известняки светло-серые, слоистые, с фауной сеноманского возраста. Видимая мощность 10 м.

Слой 2. (K_1 *al*). Глинистые сланцы, темно-серые, тонкослоистые, с линзами песчаников. Встречается фауна альбского возраста. Видимая мощность 40 м. Аз.пад. 270^o *L*20^o.

Точка 2. Разрез сверху вниз:

Слой 1. (P_1). Глины темно-серые, неяснослоистые, с фауной палеоцена. Видимая мощность 5 м.

Слой 2. (K_2t). Пески глинистые, ржаво-бурые, с фауной туронского яруса. Аз. пад. 270^o *L*5^o. Видимая мощность 2 м.

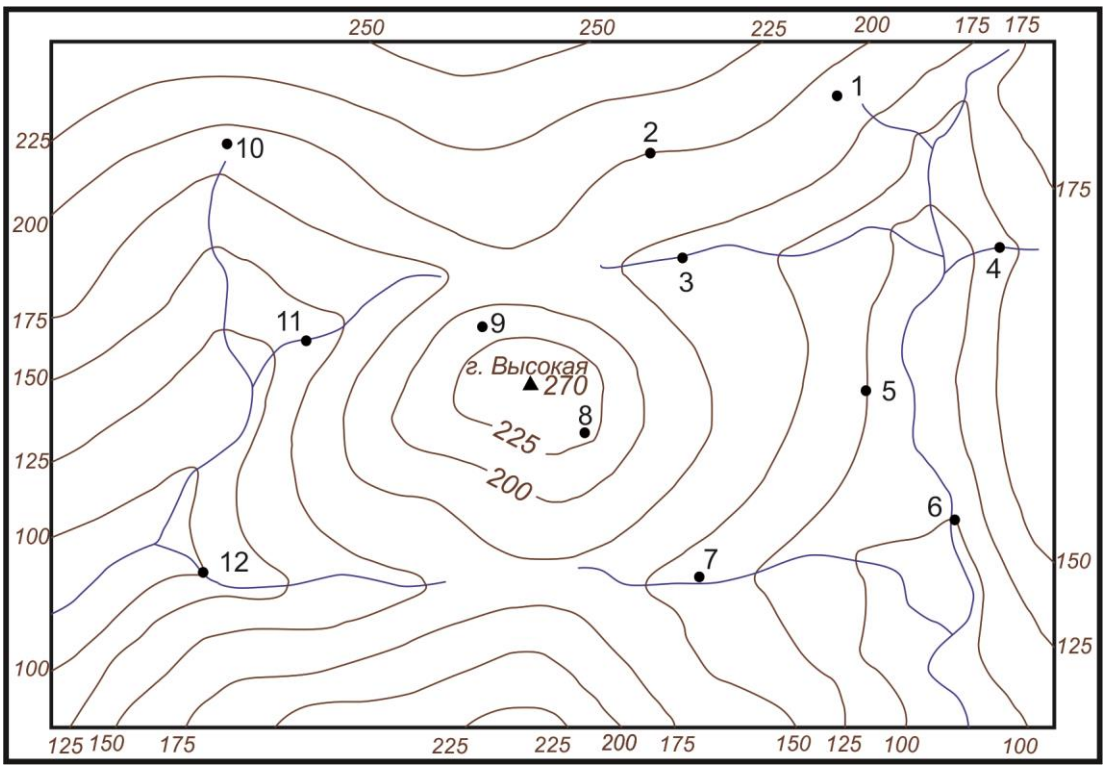
Т о ч к а 3.

Слой (K_2 *t*). Глинистые пески, ржаво-бурого цвета. Аз.пад. З 270^o L20.

Т о ч к а 4. Разрез сверху вниз:

Слой 1. (J_3 *o*). Мергели темно-серые, с фауной оксфордского яруса верхней юры. Видимая мощность 4 м.

Слой 2. (J_3 *k*). Глины черные, с кристаллами пирита с фауной келловейского яруса. Аз.пад. 270^o *L*20^o. Видимая мощность 6 м.



Р и с . - 3 - 1 2 . Т опографическая карта масштаба 1:10000 с сечением рельефа через 25 м. Точками показаны выходы на поверхность слоев.

Точка 5. Наблюдается контакт двух слоев снизу вверх:

Слой 1. ($J_3 o$). Мергели темно-серые, битуминозные. Видимая мощность 1 м.

Слой 2. ($J_3 k$). Глинистые сланцы с линзами песчаников. Видимая мощность 4 м.

Т о ч к а 6. В русле реки зафиксирован контакт мергелей оксфордского яруса и глин келловейского яруса.

Точка 7. Разрез сверху вниз:

Слой 1. ($K_2 t$). Глинистые пески с фауной туронского яруса. Видимая мощность 10 м.

Слой 2. ($K_2 s$). Известняки светло-серые, слоистые. Мощность 35м.

Слой 3. (K_1a1). Глинистые сланцы с линзами кварцевых песчаников. Аз.пад. 270^o $\angle$20^o. Видимая мощность 2 м. Точка 7 стоит на контакте первого и второго слоев.

Точка 8. Наблюдаются выходы светло-серых кварцевых песков эоцена ($₽_2$) и темно-серых неяснослоистых глин с фауной палеоцена ($₽_1$).

Точка 9. Выходы кварцевых светло-серых песков. Видимая мощность 1 м.

Точка 10. В выбросах лисьих пор видны светло-серые мелкозернистые кварцевые пески ($₽_2$).

Точка 11. В обоих бортах балки обнажаются темно-серые неяснослоистые глины с фауной палеоцена ($₽_1$). Аз.пад. 270^o $\angle$5^o.

Точка 12. Контакт ржаво-бурых глинистых песков ($K_2 t$) и темно-серых глин ($₽_1$).

Аз.пад. 270^o $\angle 5^o$.

Необходимо: 1) построить геологическую карту района г. Высокая; 2) построить геологический разрез по линии A_1-A_2 с запада на восток через высоту 270 м; 3) составить стратиграфическую колонку отложений района.

Пояснения. При построении геологической карты следует учитывать, что угол падения слоев меняется при неизменном азимуте паления. В восточной части района слои падают под углом 20^o, в центральной и западной (начиная с точки 2) под углом 5^o. Следовательно, восточнее точки 2 карта строится с помощью величины заложения для угла 20^o, западнее – для угла падения 5°. Линия перегиба слоев (изменение падения слоев с 20^0 на 5^0) служит линия простирания слоев, проведенная через точку 2.

Для составления стратиграфической колонки следует определить истинные мощности отложений по построенной геологической карте способами, описанными в задании 4. Мощности отложений на геологическом разрезе должны соответствовать мощностям в стратиграфической колонке.

Задание 10. Построить геологический разрез по картам с наклонно залегающими слоями. Для выполнения этого задания используются учебные геологические карты №4 и №5 атласа учебных геологических карт.

Пояснения. Для наклонно залегающих слоев рекомендуется строить разрез с одинаковым вертикальным и горизонтальным масштабами. При маломощных слоях и пологом их падении часто необходимо составлять разрез с увеличенным вертикальным масштабом по сравнению с горизонтальным. При увеличении вертикального масштаба увеличивается на разрезе и угол падения слоев. При построении разрезов с увеличенным вертикальным масштабом и, одновременно, проходящих не в крест простирания (по косому направлению), вначале по таблице поправок следует установить искаженный угол падения, а затем изменить его в соответствии с отношением вертикального и горизонтального масштабов.

При построении разреза на геологической карте с наклонным залеганием слоев линия разреза обычно проводится в крест простирания пород, т.е. под прямым углом к линии простирания. По точкам пересечения геологическими границами профиля местности проводятся поверхности наслоения (кровли или подошвы слоев), под углом, соответствующим углу их падения. Если на карте не указаны элементы залегания слоев, то угол падения определяется методом радиусов (рис. 3-13). Из точки пересечения с профилем местности кровли слоя, мощность которого известна, проводится окружность с радиусом, равным мощности слоя в вертикальном масштабе разреза. Из точки выхода подошвы этого же слоя проводится касательная к данной окружности. Угол наклона

касательной к горизонтальной линии будет соответствовать углу падения слоя. Этот метод основан на связи ширины выхода слоя на геологической карте с его мощностью и углом падения. Под таким же углом (при моноклинальном залегании) проводятся границы выше- и нижележащих слоёв.

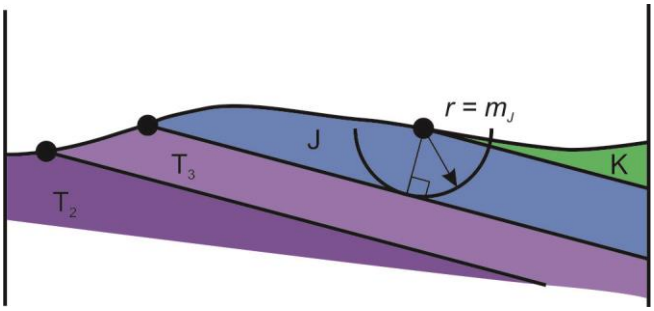


Рис. 3-13. Определение угла падения слоя методом радиусов. m – мощность слоя, r – радиус вспомогательной окружности.

Можно получить угол падения слоя также по топографическому профилю там, где на нем имеются две или несколько точек пересечения с кровлей или подошвой слоя на линии разреза. Это так называемые эрозионные останцы или эрозионные «окна». Соединив эти точки, получаем поверхность подошвы или кровли слоя. Под таким же углом параллельно проводятся поверхности других согласно залегающих слоев (рис. 3-14). Если нет данных об изменении мощностей по всему разрезу для одного и того же слоя, мощность на разрезе изображается постоянной.

На разрезах, не перпендикулярных к простиранию слоев (не в крест простирания), углы падения слоев будут меньше истинных. В этом случае поправки на угол падения вносятся из специальных таблиц, учитывающих угол между линией разреза и линией падения. Углы падения будут тем меньше истинных, чем больше будет угол между линией падения слоев и линией разреза. При любых углах падения слоев на разрезе, проведенном по линии простирания, слои будут выглядеть горизонтально залегающими. Если угол между линией падения и линией разреза небольшой (не более 20^{o}), то видимые углы на разрезе мало отличаются от истинных.

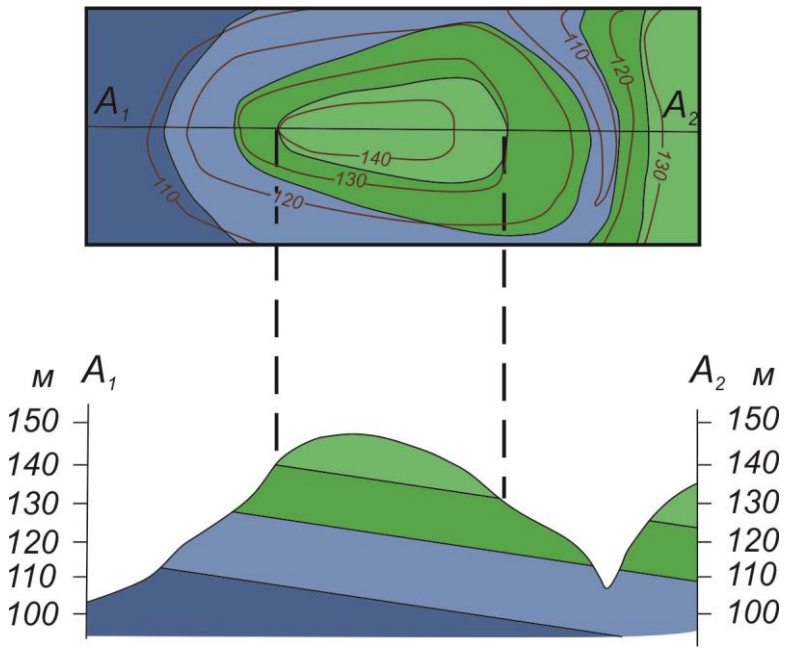


Рис. 3-14. Определение угла падения по топографическому профилю с использованием эрозионных останцов.

Задание 11. Необходимо пользуясь признаками кровли и подошвы слоя определить тип залегания (нормальное или опрокинутое) серии наклонных слоев, изображенных на рис. 3-15.

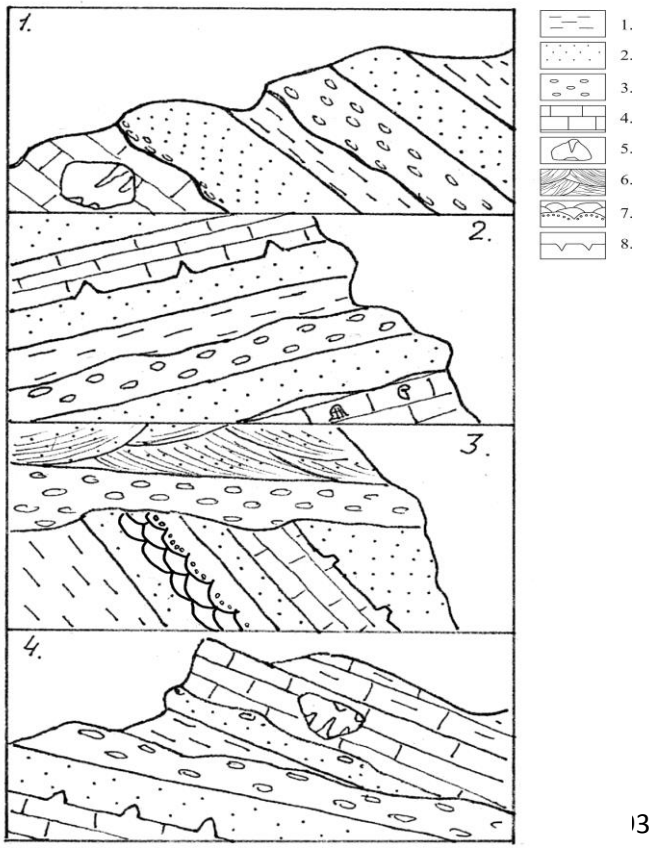


Рис. 3-15. Зарисовка обнажения. Условные обозначения: 1- глины; 2-пески; 3-конгломераты; 4-известняки; 5-сталоктиты в карстовых полостях; 6-косая слоистость; 7-шлаковые корки лавовых потоков и покровов; 8-карманы и трещины на поверхностях наслоения.

Задание 12. При разведке месторождения было обнаружено, что рудная залежь приурочена к слою пород, образующих флексуру. Для геометризации рудного тела по профилю в крест его простирания был пробурен ряд разведочных скважин. Разведка проводилась в масштабе 1:1000. Профиль скважин расположен по азимуту 90^{o}. Расстояние между скважинами 25 метров. В таблице 3.4 приведены материалы из бурового журнала: абсолютные отметки устья и забоя скважины, кровли и подошвы подсекаемого слоя краткая литологическая характеристика. Пользуясь приведенными материалами необходимо определить тип флексур по морфологии (согласные или несогласные) и генезису (консидементационный или постседиментационный типы), показать поднятое, опущенное и смыкающее крылья.

Пояснения. Необходимо составить разрез по профилю пробуренных скважин. Линией разреза является профиль скважин с азимутом 90^{o}. Рельеф местности строится исходя из абсолютных отметок устьев пробуренных скважин. На разрезе тонкими вертикальными линиями показать скважины. Глубина каждой скважины определяется

Таблица 3-4.

Варианты задания 12 для самостоятельных занятий студентов

Вариант 1					
№ скв.	Абс. отметка устья скв.	Абс. отметка кровли	Абс. отметка подошвы	Абс. отметка забоя скв.	Литологическое описание
1	245	200	150	102	Гравелит с карбонатным цементом
2	260	190	140	100	Гравелит с карбонатным цементом
3	270	180	130	110	Гравелит с карбонатным цементом
4	265	140	85	70	Гравелит с карбонатным цементом
5	230	140	90	80	Гравелит с карбонатным цементом
6	130	150	100	85	Гравелит с карбонатным цементом
Вариант 2					
№ скв.	Абс. отметка устья скв.	Абс. отметка кровли	Абс. отметка подошвы	Абс. отметка забоя скв.	Литологическое описание
1	355	310	270	255	Песчаник мелкозернистый
2	360	302	262	250	Песчаник мелкозернистый
3	340	290	250	235	Песчаник мелкозернистый
4	315	265	225	210	Песчаник мелкозернистый
5	300	240	200	190	Песчаник мелкозернистый
6	290	220	180	175	Песчаник мелкозернистый
Вариант 3					
№ скв.	Абс. отметка устья скв.	Абс. отметка кровли	Абс. отметка подошвы	Абс. отметка забоя скв.	Литологическое описание
1	410	270	210	200	Глины
2	390	280	230	210	Глины
3	380	310	260	250	Суглинки
4	370	330	305	295	Песчаник мелкозернистый
5	385	345	320	300	Песчаник мелкозернистый

6	315	360	335	310	Песчаник мелкозернистый
Вариант 4					
№ скв.	Абс. отметка устья скв.	Абс. отметка кровли	Абс. отметка подошвы	Абс. отметка забоя скв.	Литологическое описание
1	375	360	330	300	Песчаник грубозернистый
2	380	350	320	300	Песчаник грубозернистый
3	390	340	310	295	Песчаник мелкозернистый
4	415	360	320	300	Глина
5	440	285	235	220	Глина
6	450	270	220	200	Глина

абсолютной отметкой ее забоя. На профиле каждой скважины показать кровлю и подошву флексуры. Соединив по всем скважинам точки пересечения кровли и подошвы флексуры, мы тем самым построим продольный разрез флексуры. На разрезе по соотношению мощностей и составу пород в крыльях флексуры определяем ее морфологический и генетический типы.

Глава 4. Задания на складчатое залегание горных пород

Задание 1. По геологической карте масштаба 1: 100 000 (рис. 4-1.) необходимо:

1.Определить условия залегания слоев (с 1-го по 11-й);

2. Показать положение поверхностей несогласия, если таковые имеются;

3. Определить положение осей синклинальных и антиклинальных складок и направления погружения шарниров;

4. Определить вид складок по положению осевых поверхностей;

5. Построить разрез по одной из линий, указанных на карте.

Рельеф на карте передан с помощью речной сети и высотных отметок. Породы пронумерованы от более молодых (слой 1) к более древним (слой 11). В условных обозначениях приведены истинные мощности некоторых слоев.

Пояснения. Используя признаки разных видов залегания (горизонтального, наклонного, складчатого) необходимо определить условия залегания слоев, изображенных на карте. В случае, если не все 11 слоев залегают одинаково, показать линией выход поверхности несогласия на карте. Такой линией будет граница между толщами, в которых слои имеют разные элементы залегания. Необходимо определить вид несогласия (параллельное, угловое, азимутальное).

Для складок, которые распространены на территории нужно показать оси синклинальных и антиклинальных структур. В ядрах синклинальных складок будут находиться более молодые породы, чем на крыльях, а в ядрах антиклинальных складок – наоборот, более древние. Оси проводятся через точки замыкания слоев (рис. 4-2) - точки, где границы одного и того же слоя соединяются (замыкаются).

Для определения направления погружения (наклона) шарнира следует иметь в виду, что шарнир погружается в сторону расположения более молодых слоев. На карте, в силу того, что геологическое строение показывается в масштабе, положение шарниров и осей складок совпадают. Поэтому направление наклона шарниров показывается стрелкой на оси складки (рис.4-3).

В зависимости от положения осевой поверхности складок (наклонное, вертикальное) и падения крыльев складки (в разные стороны или в одну сторону) необходимо установить какие складки представлены на карте: прямые, наклонные или опрокинутые.

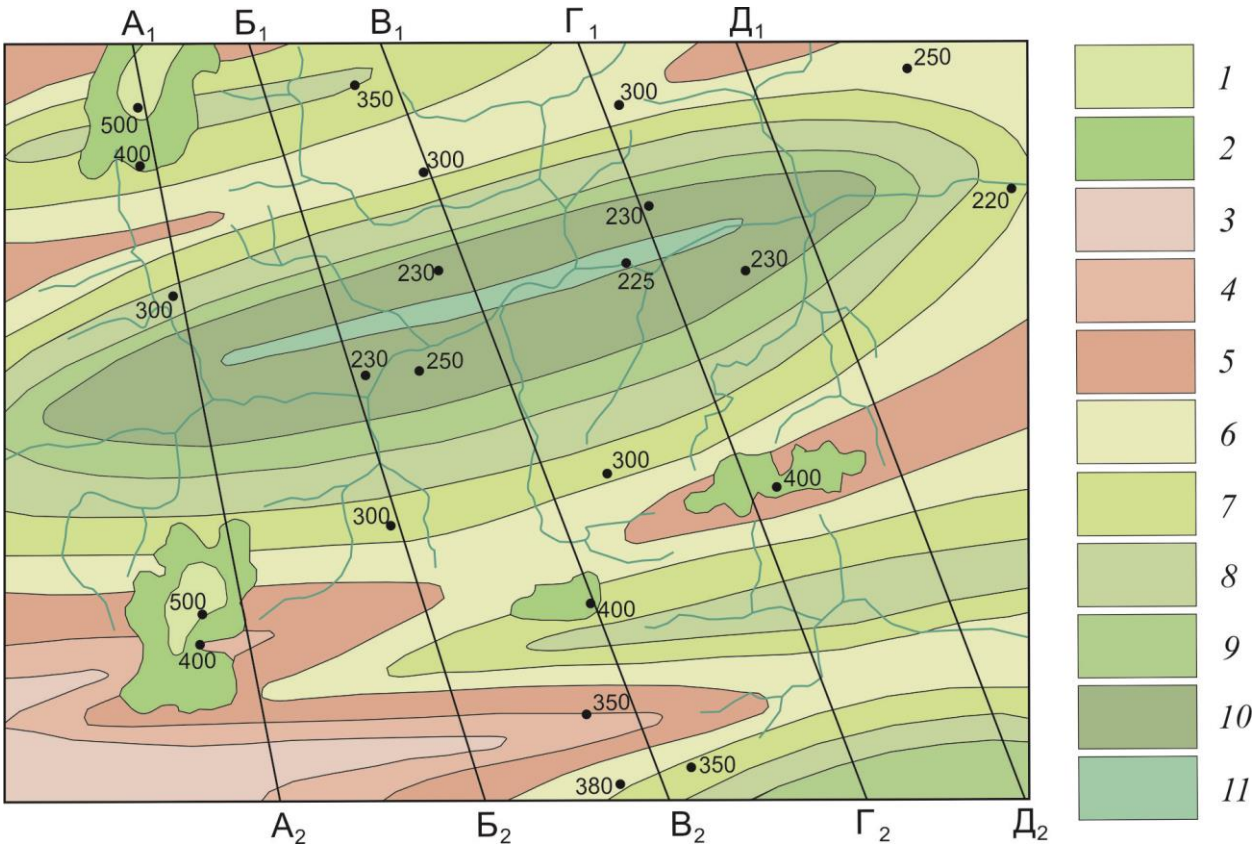


Рис. 4-1. Геологическая карта масштаба 1 : 100000. Условные обозначения (сверху вниз возраст пород увеличивается): 1 - кремнистые песчаники; *2*- опоки; 3 - песчанистые глины; *4* - пески с фосфоритами; 5 - известняки слоистые (мощность 420 м): 6 - песчанистые глины и пески с углем (мощность 280 м); 7 - мергели доломитизированные; 8 - известняки массивные (мощность 420 м); 9 - мергели кремнистые; 10 - глины плотные (мощность 700 м); 11 - песчаники. Цифрами на карте показаны отметки рельефа в метрах.

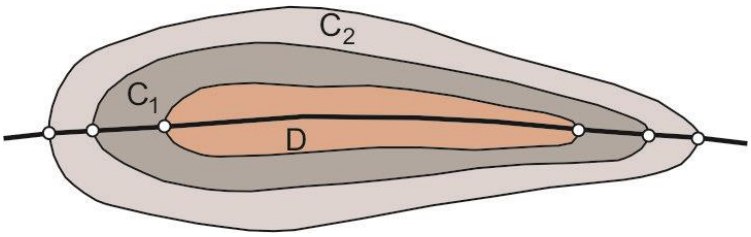


Рис. 4-2. Построение оси антиклинальной складки (черная линия, проходящая через точки замыкания слоев (белые точки)).

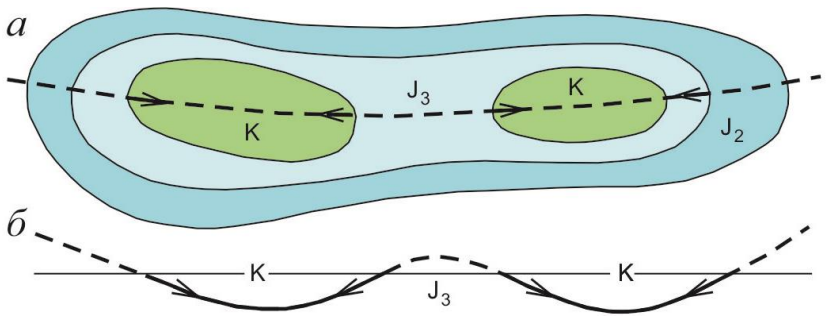


Рис. 4-3. Положение шарнира в синклинальной складке: *а* – в плане, *б* – в разрезе. Стрелочками показаны направления погружения шарнира.

При построении разреза нужно следить за тем, чтобы мощность конкретного слоя была одинаковой на всем протяжении разреза. Прежде чем строить крылья складок, следует нанести на разрез положение осевых поверхностей. Начинать построение удобнее с синклинальных складок. Углы наклона крыльев подбираются таким образом, чтобы соблюдались ширина выхода слоев на поверхность и их истинная мощность. Разная ширина выходов одного и того же слоя по обе стороны оси складки указывает на то, что крылья складки имеют разные углы наклона и, как следствие, их осевые поверхности будут наклонены. На составленном разрезе будет видно, у каких складок осевые поверхности будут вертикальными (прямые складки), а у каких наклонными (наклонные или опрокинутые складки).

Задание 2. По геологической карте масштаба 1: 100000 (рис. 4-4) необходимо:

1.Определить условия залегания слоев юрского и мелового возрастов;

2. Выделить синклинальные и антиклинальные складки и показать их оси;

3. Определить ширину и длину складок;

4. Определить вид складок по положению осевых поверхностей;

5. Построить геологический разрез по линии, ориентированной север – юг.

Рельеф на карте передан с помощью высотных отметок.

Пояснения. Нужно иметь в виду, что длина складки – это расстояние между двумя соседними перегибами шарнира, измеренное по оси складки, а ширина складки – это кратчайшее расстояние между осями двух соседних антиклинальных или синклинальных складок. Измеренные на карте длину и ширину складок нужно выразить с учетом масштаба в реальных расстояниях (м., км.).

Вначале необходимо на карте показать положение осей синклинальных и антиклинальных складок и только после этого переходить к определению длины и ширины складок.

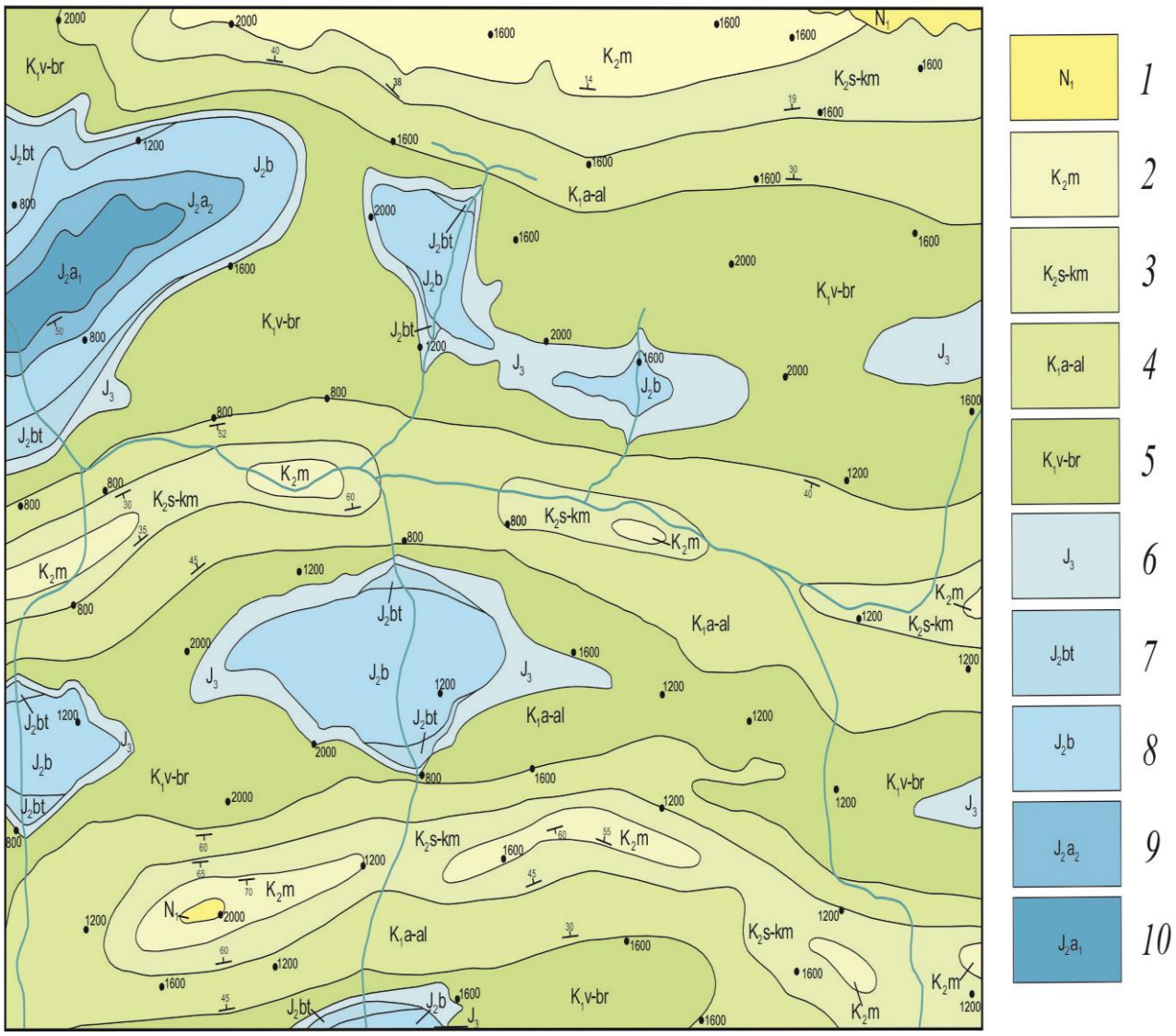


Рис. 4-4. Геологическая карта масштаба 1 : 100000. Возраст и состав отложений: 1 – глины миоценового отдела; 2 – песчанистые известняки маастрихского яруса; 3 – известняки, глинистые известняки сантонского и кампанского ярусов; 4 – аргиллиты, сланцы, песчаники аптского и альбского ярусов; 5 – органогенно-обломочные известняки; известняки, доломиты валанжинского и берриасского ярусов; 6 – глинистые сланцы верхнего отдела юрской сиесмы; 7 – глинистые сланцы, песчаник батского яруса; 8 – песчаники; известняки, глинистые сланцы, песчаники байоского яруса; 9 – глинистые сланцы, массивные песчаники верхнего подьяруса ааленского яруса; 10 – песчаники, глинистые сланцы, пласты бурого угля нижнего подьяруса ааленского яруса. Цифрами на карте показаны отметки рельефа в метрах.

Задание 3. Построить разрезы по учебным геологическим картам, изображенным на рисунках 4-5 и 4-6.

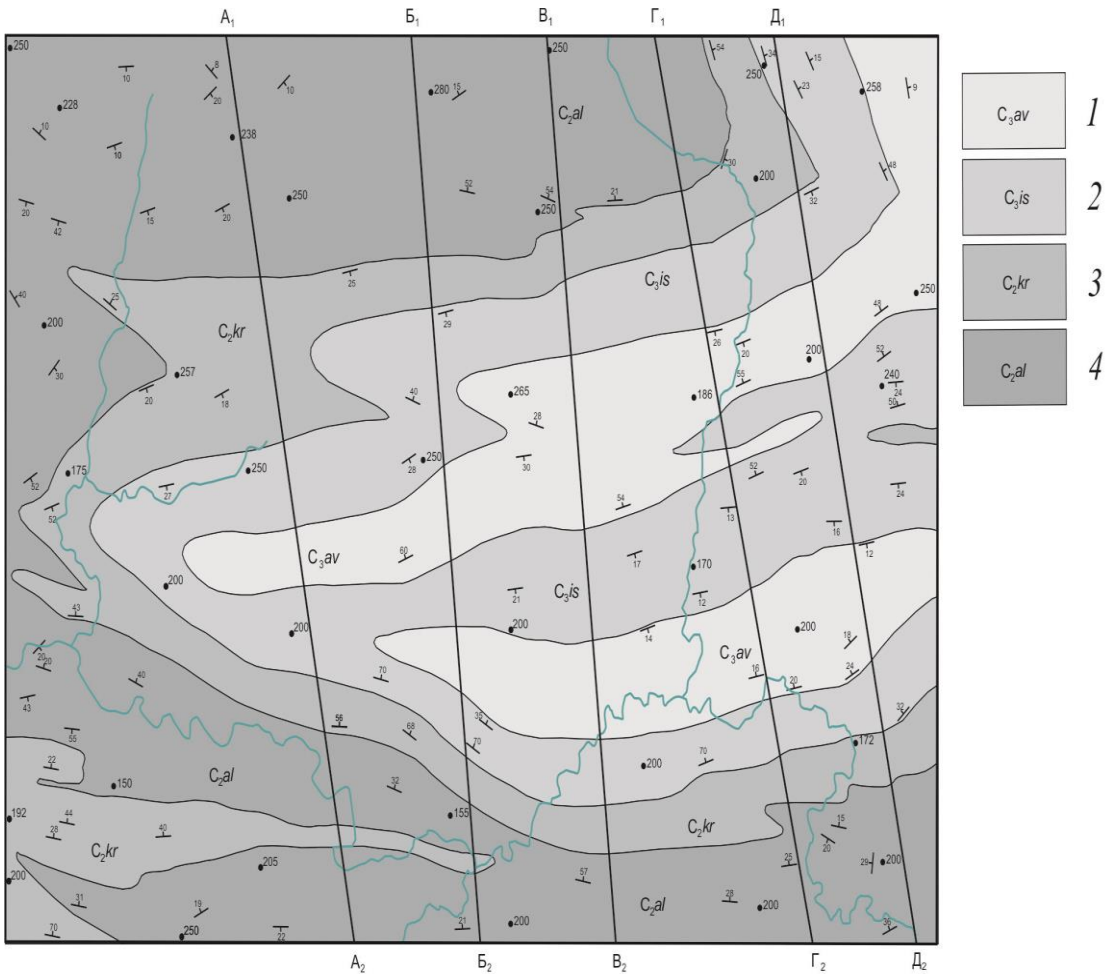


Рис. 4-5. Геологическая карта масштаба 1 : 50000. Отложения каменноугольной системы: 1 – авиловская свита (аргиллиты, песчаники); 2 – исаевская свита (аргиллиты с прослоями песчаников); 3 – краснокутская свита (аргиллиты с прослоями известняков); 4 – алмазная свита (аргиллиты с прослоями песчаников). Цифры на карте показаны отметки рельефа в метрах.

Пояснения. Особенностью складок, изображенных на рис. 4-5 и 4-6 является наличие мелкой складчатости, которая осложняет крылья или ядра более крупных синклинальных и антиклинальных структур. На наличие мелких складок указывают значки элементов залегания, расположенные на крыльях и в ядрах складок. Если дополнительная складчатость отсутствует и слой на всем протяжении падает в одну и ту же сторону, то на нем нет значков, указывающих на противоположное падение. Наоборот, если на крыле складки проставлены значки, свидетельствующие о его противоположном падении на некоторых участках, то крыло

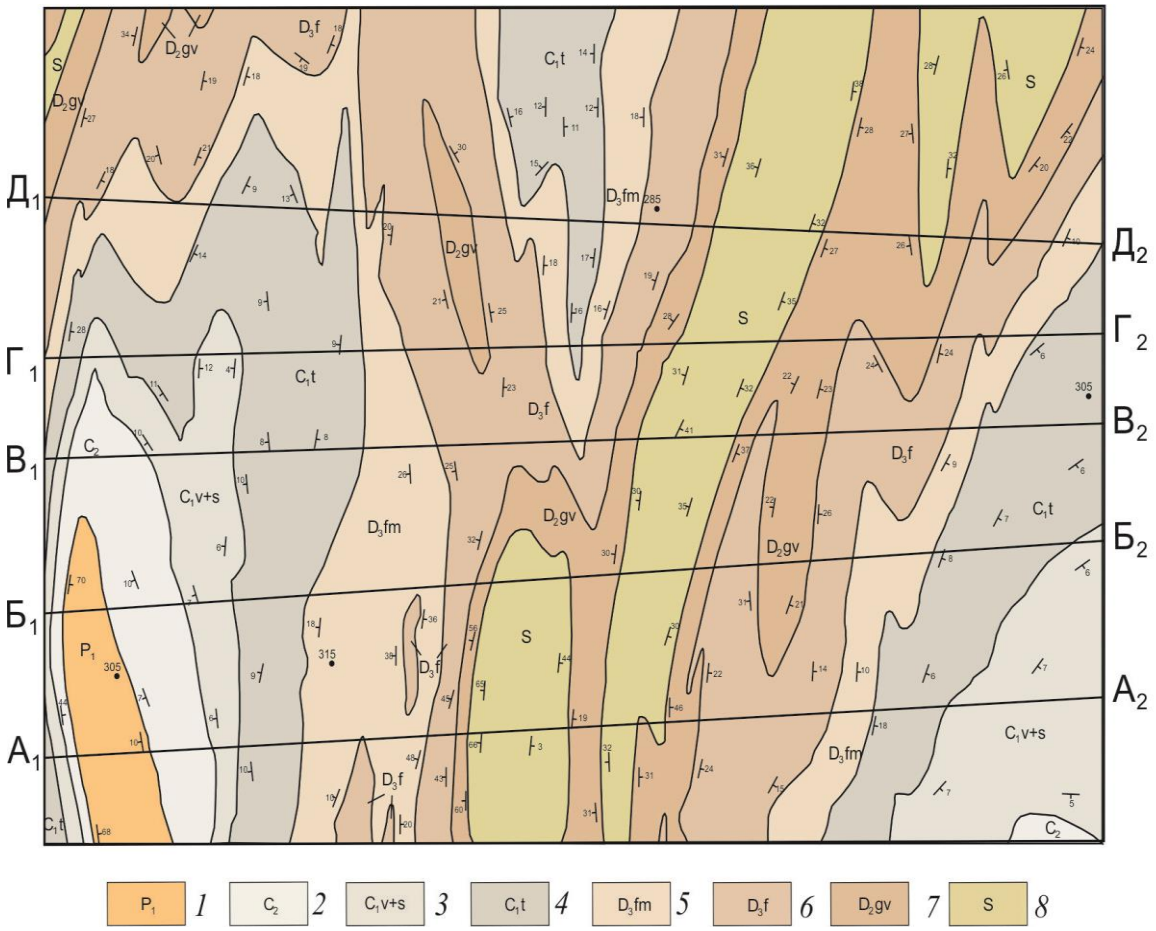


Рис. 4-6. Геологическая карта масштаба 1 : 100 000. 1 – пестроцветные пески, песчаники, глины; 2 – известняки; 3 – пески, тёмные глины, глинистые известняки; 4 – песчаники; 5 – известняки и доломиты; 6 – глины и глинистые известняки; 7 – глины и песчаники; 8 – известняки, глинистые известняки. Цифры на карте - отметки рельефа в метрах.

будет осложнено дополнительными складками. Крыло, осложненное дополнительными складками, будет иметь большую площадь выхода слоя на поверхность. Все изложенное хорошо иллюстрируется рисунком 4-7, где изображена антиклинальная складка (в ядре выходят отложения триасового возраста), восточное крыло которой осложнено более мелкими складками (синклинальной и антиклинальной). Особых трудностей при построении разреза по линии $А_1 – А_2$ не возникает, в отличие от составления разреза по линии $Б_1 – Б_2$. На рис. 4-7 показаны три варианта разреза по данной линии. В первом варианте ($Б'_1 – Б'_2$) учитываются только углы падения крыльев и ширина их выхода на поверхность. В итоге, на разрезе мощность отложений юрской системы в восточном крыле в 3-4 раза больше, чем в западном, что в действительности не может быть. Во втором варианте ($Б''_1 – Б''_2$) стремясь сохранить одинаковую мощность юрских отложений в обеих крыльях непомерно искажается угол падения восточного крыла, что тоже не соответствует действительности. Правильно передает геологическое строение

участка третий вариант разреза ($Б_1$- $Б_2$), который учитывает, что восточное крыло осложнено более мелкими складками. На данном варианте разреза видно, что восточное крыло осложнено двумя дополнительными складками, за счет чего ширина выхода слоя юрского возраста значительно больше, нежели в западном крыле. Для того, чтобы учесть влияние дополнительной складчатости на фрагменте карты (рис. 4-7) штриховой линией показаны как ось основной складки, так и оси дополнительных складок. Это дало возможность правильно построить разрезы по линиям $В_1 – В_2$ и $Г_1 – Г_2$.

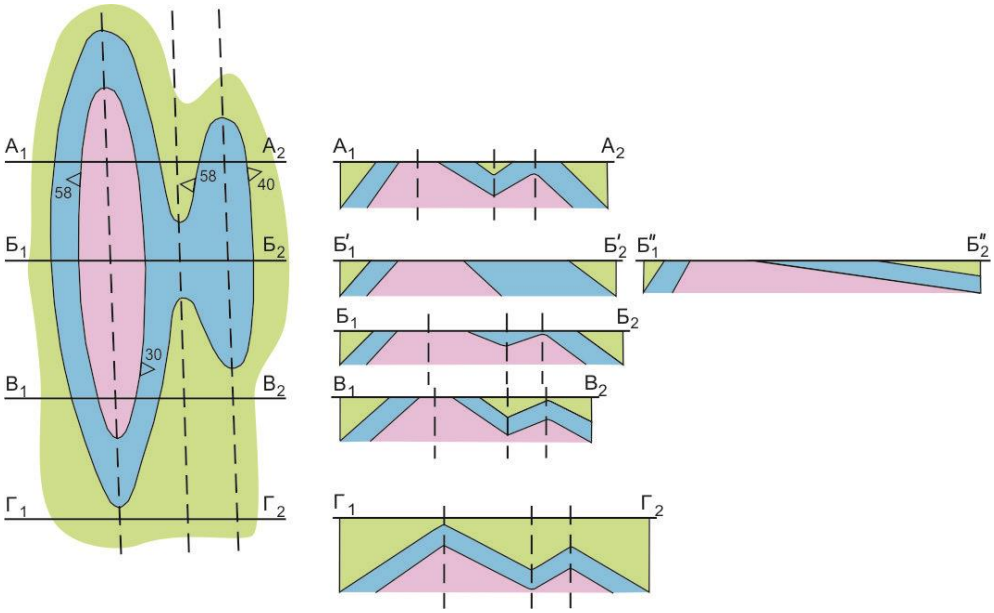


Рис. 4-7. Разрезы через антиклинальную складку с учётом мелкой складчатости, осложняющей восточное крыло крупной складки (разрезы по линиям: $А_1$-$А_2$, $В_1$-$В_2$, $Г_1$-$Г_2$) и разрезы, построенные без учёта мелкой осложняющей складки (разрезы по линиям: $Б_1$’- $Б_2$’, $Б_1$’’- $Б_2$’’).

Задание 4. Построить разрез по учебной геологической карте №13 (рис. 4-8).

Пояснения. При построении разреза вертикальный и горизонтальный масштабы должны быть одинаковы, чтобы правильно отобразить морфологические особенности складок. Профиль рельефа можно задать прямой линией, так как превышения рельефа значительно меньше, чем мощности сминаемых в складки слоев и поэтому данное упрощение не повлияет на характер складчатости. На линии, изображающей профиль местности, показывают положение осей складок и точки пересечения линии разреза с геологическими границами на карте. Затем на разрез выносят углы падения слоев, по которым строят крылья складок. Если рядом с линией разреза нет элементов залегания, то ориентируются на ближайшие значки элементов залегания.

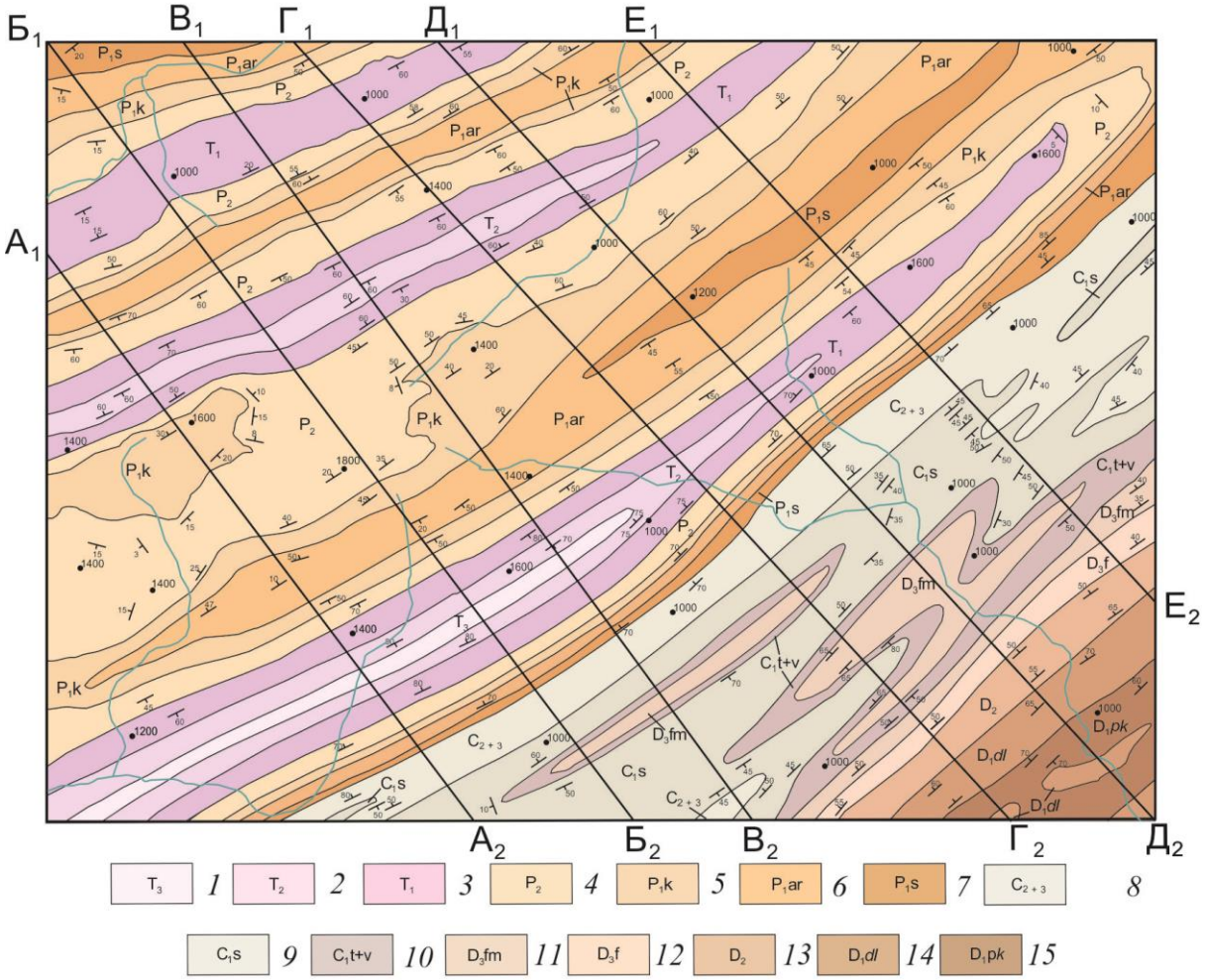


Рис. 4-8. Геологическая карта масштаба 1 : 200000. 1 – песчаники; 2 – глинистые известняки, известняки, алевролиты; 3 – аргиллиты; 4 – песчаники с горизонтами известняков; 5 – глинистые известняки, ангидриты; 6 – аргиллиты, ангидриты, известняки; 7 – ангидриты и аргиллиты; 8 – аргиллиты и алевролиты; 9 – песчаники, гравелиты; 10 – известняки; 11 – песчаники, алевролиты, известняки; 12 – известняки, глинистые сланцы, песчаники; 13 – глинистые сланцы, песчаники; 14 - песчаники; 15 – аргиллиты. Цифры на карте показаны отметки рельефа в метрах.

При построении крыльев складок необходимо следить за тем, чтобы мощность одного и того же слоя по всему разрезу оставалась постоянной. Разная мощность слоя может быть связана либо с несоблюдением угла падения слоя, либо с тем, что одно крыло складки может быть осложнено дополнительной складчатостью. Там, где выход слоя на поверхность больше, там вероятнее всего наличие осложняющей складчатости. Как уже было отмечено ранее, на наличие дополнительной складчатости указывают элементы залегания, расположенные в площади выхода слоя, либо подходящие близко к линии разреза замыкания слоев (указывают на ундуляцию шарнира).

При построении разреза необходимо следить за тем, чтобы форма замка (и угол складки) оставалась постоянной и не менялась с глубиной. Иногда на разрезах в верхних горизонтах изображают складки с острым углом (угол складки), а на нижних уровнях углы складок становятся тупыми (рис. 4-9б). Угол складки и форма замка должны сохраняться на всю глубину разреза (рис. 4-9а).

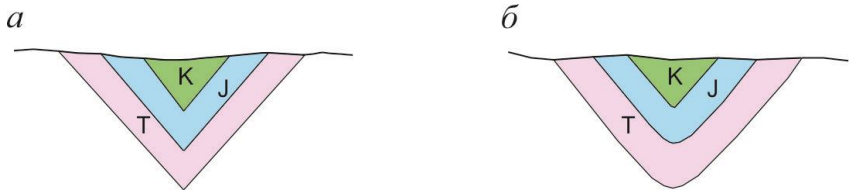


Рис. 4-9. Правильная (а) и неправильная (б) рисовка замка складки на глубину.

В большинстве случаев на разрезах изображаются концентрические складки (мощности слоев на крыльях и в замке складок одинаковые), поскольку разница мощностей слоев в замке и крыльях складок не отображаются в масштабе разреза. Необходимо внимательно следить за тем, чтобы изменение мощностей пород на разрезах не произошло за счет неверно продолженных на глубину указанных близ дневной поверхности углов наклона слоев.

При построении разреза необходимо учитывать и положение зеркала складчатости. Для этого нужно обратить внимание на то, что на северо-западе территории обнажаются более молодые породы (триасовые и пермские), в то время как на юго-востоке на поверхность выходят каменноугольные и девонские образования. Это связано с тем, что зеркало складчатости воздымается в юго-восточном направлении. По этой причине на поверхность выводятся смятые в складки слои более древнего возраста. В этом же направлении возрастает и количество дополнительной складчатости, которая осложняет крылья более крупных складок.

Задание 5. Построить разрез по карте с опрокинутыми складками (рис. 4-10).

Пояснения. При построении разреза по данной карте необходимо учитывать, что на ней имеются опрокинутые складки, т.е. на одном крыле слои имеют нормальное залегание (подошва располагается ниже кровли), а на другом крыле слои имеют опрокинутое залегание (кровля располагается ниже подошвы). Распознать нормальное и опрокинутое залегания крыльев можно по значкам элементов залегания, стоящих на крыльях. Следует иметь ввиду также то обстоятельство, что на карте имеются и веерообразные складки, которые распознаются тоже по элементам залегания: оба противоположных крыла складок имеют опрокинутое залегания (восточная часть карты).

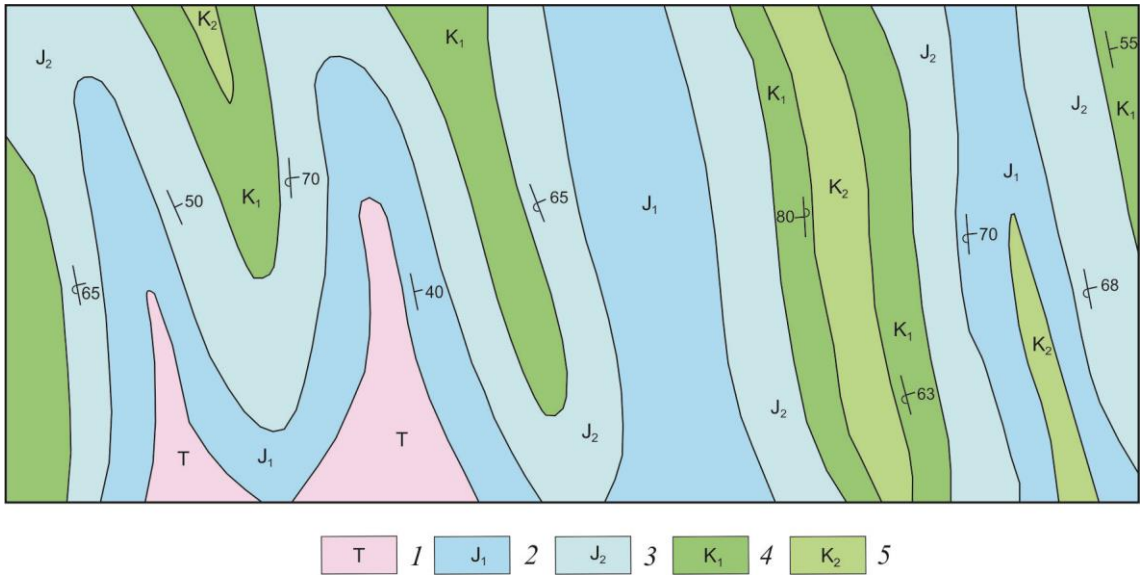


Рис. 4-10. Геологическая карта с опрокинутыми и веерообразными складками. Масштаб 1 : 50000. Условные обозначения: 1 – песчаники триасовой системы; 2 – алевролиты нижнего отдела юрской системы; 3 – аргиллиты среднего отдела юрской системы; 4 – песчанистые известняки нижнего отдела меловой системы; 5 – песчаники верхнего отдела меловой системы.

*З***адание 6.** Построить геологический разрез по карте с разновозрастными складчатыми комплексами (рис.4-11).

Пояснения. На разрезе рельеф условно принимается горизонтальным. Последовательность построения разреза идет от более молодых складок к более древним. Молодые складки полностью выходят на поверхность и особых затруднений с их построением не будет. Более древние складки строятся во вторую очередь. Там, где складки не перекрываются более поздними, построение производится по элементам залегания и выходам слоев на поверхность как обычно. В тех местах, где на ранних складках залегают поздние, первые строятся методом геологического просвечивания. Геологические границы (границы слоев) строятся путем их интерполяции под толщей более поздних отложения. При построении складок необходимо также учитывать, что более поздние складки «срезают» ранние. Но длина волны ранних складок сохраняется и под чехлом поздней складчатости.

На рис. 4-12, в качестве примера, приводится карта с двумя типами складчатости и дается разрез к ней по линии A_1-A_2. На карте отложения кембрийской и ордовикской систем смяты в линейные складки. Их перекрывают породы девонской и каменноугольной систем, которые смяты в брахиформные складки. В начале изображаются девон-каменноугольные породы, а затем под ними показываются линейные

складки, представленные кембрийско-ордовикскими отложениями. Пунктирными линиями на карте показаны границы слоев кембрийских и ордовикских пород под перекрывающими отложениями девонской и каменноугольной систем. Данные линии проводятся для удобства построения комплекса ранних складок.

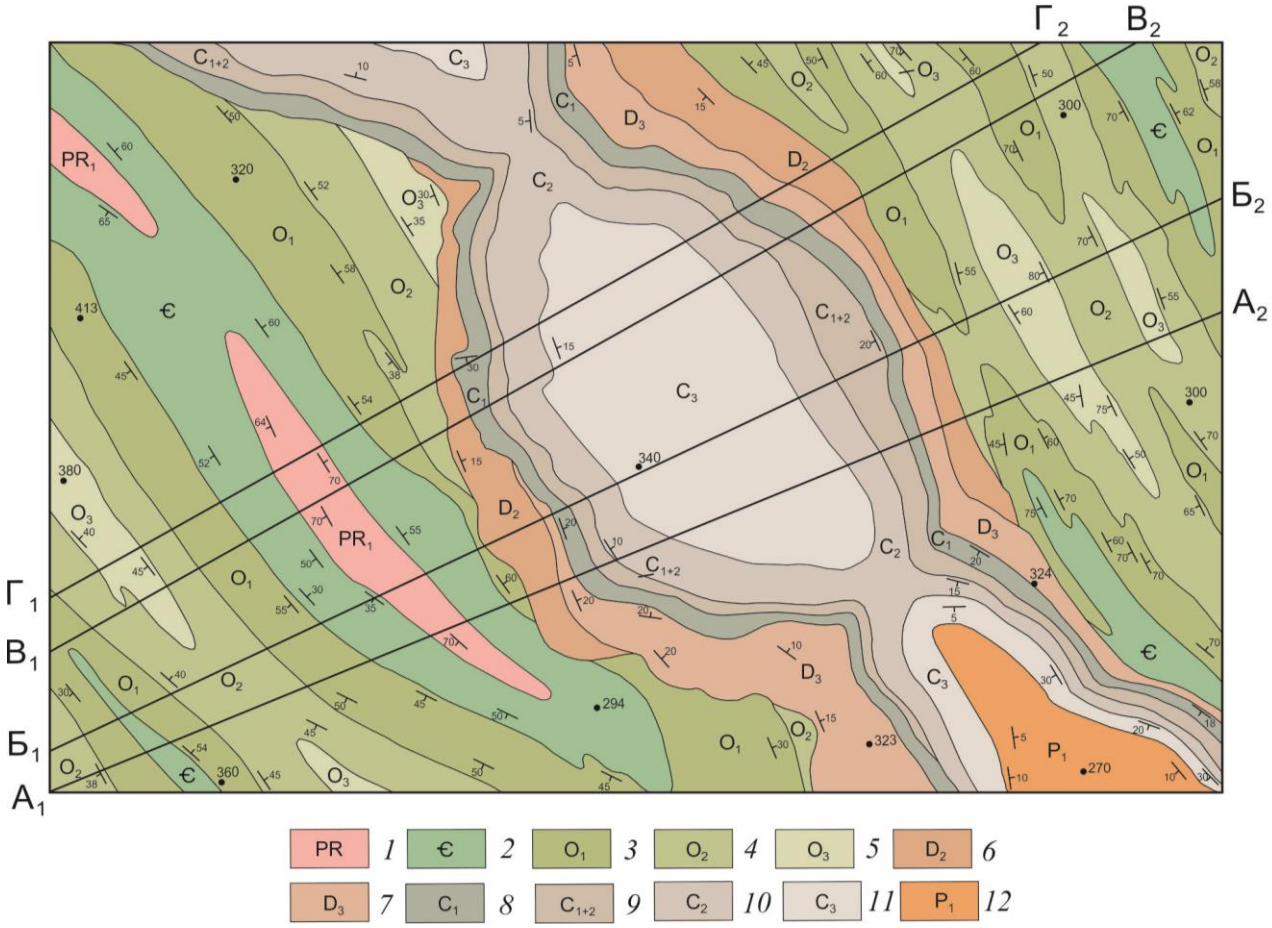


Рис. 4-11. Геологическая карта масштаба 1 : 200000. Условные обозначения: 1 – кварциты протерозойской акротемы; 2 – яшмы, яшмо-кварциты кембрийской системы; 3 – песчаники нижнего отдела ордовикской системы; 4 – песчаники с прослоями известняков среднего отдела ордовикской системы; 5 – песчаники, алевролиты, аргиллиты верхнего отдела ордовикской системы; 6 – лавовые брекчии среднего отдела девонской системы; 7 – песчаники, конгломераты верхнего отдела девонской системы; 8 – песчанистые известняки нижнего отдела каменноугольной системы; 9 – известняки нижнего – среднего отделов каменноугольной системы, 10 – песчаники и аргиллиты среднего отдела каменноугольной системы; 11 – песчанки с прослоями глин верхнего отдела каменноугольной системы; 12 – алевролиты нижнего отдела пермской системы

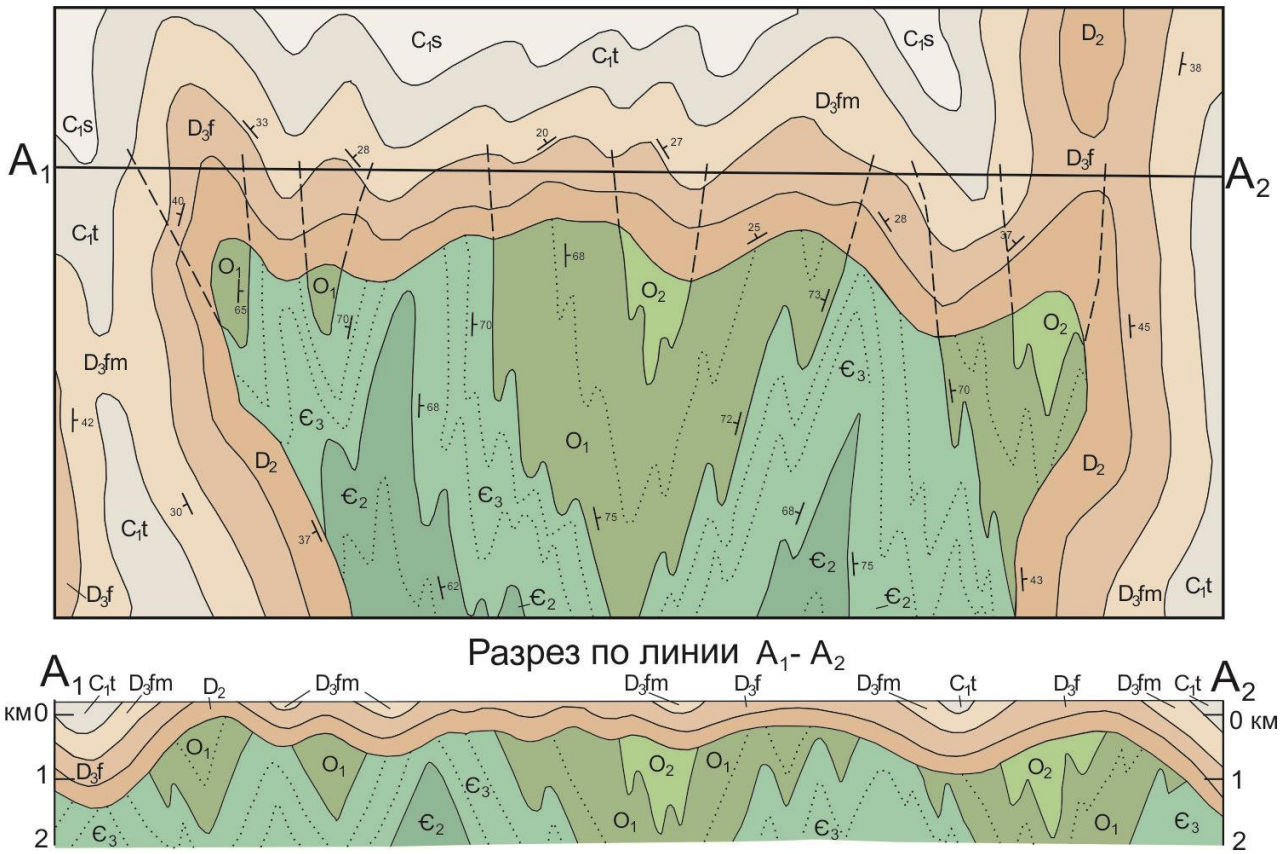


Рис. 4-12. Геологическая карта и разрез с изображением двух типов складчатости. Масштаб 1 : 100000.

Глава 5. Задания на построение структурных карт

Для изображения деформированных поверхностей на глубине (кровли или подошвы слоя, пласта, маркирующего горизонта и т.д.) используют структурные карты. Такие карты особенно важны, когда речь идет о геологических объектах, содержащих полезные ископаемые (пласты угля, нефтеносные и водоносные горизонты и т.д.). В этом случае подобные карты дают представления о том, на какой глубине находится полезное ископаемое в разных участках территории, что позволяет принять решение об условиях его отработки (подземным или открытым способом, до какой глубины придется бурить разведочные или эксплуатационные скважины и т.д.). На структурных картах с помощью ***изогипс*** (линий одинаковых высот над уровнем моря) показывается гипсометрическое положение ***опорных поверхностей***, в роли которых могут выступать кровля или подошва выделяемых в разрезе стратиграфических или маркирующих горизонтов; пласты полезных ископаемых; поверхности несогласия, кровля интрузивных тел, поверхности сместителей разрывных нарушений и др. Изогипсы, построенные по кровле или подошве стратиграфических подразделений, имеющих установленное положение в стратиграфическом разрезе, называются ***стратоизогипсами***.

По методике построения структурные карты очень близки к топографическим, на которых рельеф земной поверхности передан с помощью горизонталей. Наиболее надежный метод составления структурных карт основан на использовании данных бурения скважин, позволяющих точно установить высотные отметки какой-либо опорной поверхности. Для этого также могут быть использованы геофизические данные и геологические разрезы. Если опорный горизонт частично обнажен, при построении структурной карты большое значение могут иметь высотные отметки его выхода на земную поверхность.

Подробно рассмотрим процесс построения структурной карты с использованием данных бурения. Он начинается с нанесения мест расположения буровых скважин на топографическую карту. Каждая скважина показывается в виде точки. Затем для каждой из скважин определяют высотные отметки поверхности опорного горизонта, для которого строится структурная карта. Для этого из буровых журналов берётся высотная отметка устья скважины и глубина до выбранной поверхности. Вычтя из первой величины вторую, мы получим абсолютную высотную отметку поверхности опорного горизонта (рис.5-1). Если рассматриваемая скважина искривлена, необходимо будет внести соответствующую поправку в полученную расчетную величину.

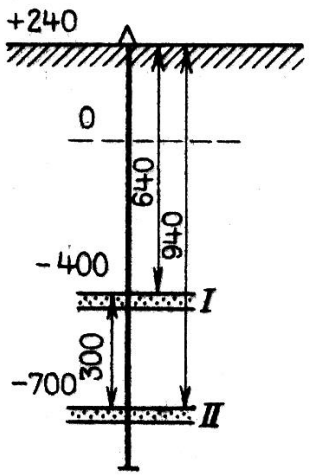


Рис. 5-1. Определение по данным буровых скважин абсолютных отметок поверхности верхнего (I) и нижнего (II) опорных горизонтов.

+240 – высотная отметка устья (м); 0 – уровень моря (м); 640 – глубина до поверхности верхнего опорного горизонта (м); 940 – глубина до поверхности нижнего опорного горизонта (м); -400 – абсолютная отметка верхнего опорного горизонта (м); 300 – мощность промежуточной толщи (м); -700 – абсолютная отметка нижнего опорного горизонта (м).

После того, как для всех скважин определены высотные отметки опорной поверхности, их значения указываются на карте рядом с точками, обозначающими соответствующие скважины. Все точки, обозначающие скважины соединяются между собой прямыми линиями, образующими сеть треугольников. При этом следует стремиться к тому, чтобы треугольники были, по возможности, равносторонними. Затем следует выбрать сечение изогипс (например, через 10 м), и согласно ему проводим интерполяцию значений отметок залегания опорной поверхности между скважинами таким образом, чтобы отметки изогипс были кратны выбранному сечению (например, 550, 560, 580 м). Одноименные отметки соединяются плавными кривыми линиями (стратоизогипсами), в результате чего получается структурная карта.

Интерполяция значений абсолютных отметок поверхности между скважинами – наиболее трудоемкая операция при построении структурной карты. Для ее облегчения рекомендуется использовать масштабную сетку (палетку), состоящую из параллельных равноудаленных линий, проведенных с шагом в несколько миллиметров (до 1 см). Её легко сделать самостоятельно, вычертив на кальке-восковке или прозрачном пластике. Для удобства линии на палетке подписываются числами, соответствующими отметкам искомых изогипс (они находятся в пределах диапазона высотных отметок опорной поверхности); на рисунке 5-2 эти числа кратны 10. Частично передвигая, частично поворачивая палетку, добиваемся такого ее положения, когда высотные отметки опорной поверхности в рассматриваемых скважинах займут положение между двумя параллельными линиями палетки согласно надписанным для них отметкам. На рисунке 5-2 видно, что линия между скважинами 3 и 7 в определенных местах пересекается стратоизогипсами 550, 560 и 570; эти места аккуратно накалываются иголкой, а потом отмечаются на карте и подписываются.

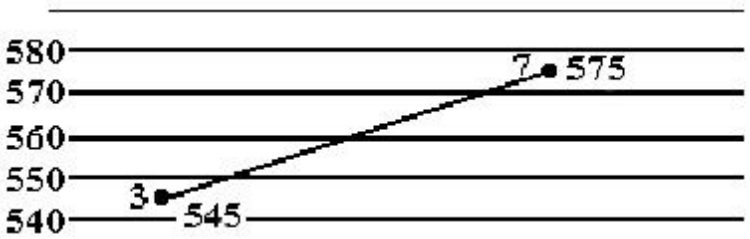


Рис. 5-2. Схема интерполяции значений абсолютных отметок стратиграфической поверхности между скважинами при помощи палетки

Качество структурной карты во многом зависит от правильности построения сети треугольников. Стараться получить равносторонние треугольники необходимо для того, чтобы избежать появления на карте отсутствующих в действительности изгибов поверхности опорного горизонта, обусловленных исключительно особенностью интерполяции на «растянутых» или, наоборот, «сжатых» отрезках. На рис. 5-3 приведены примеры правильной и неправильной разбивок сети треугольников.

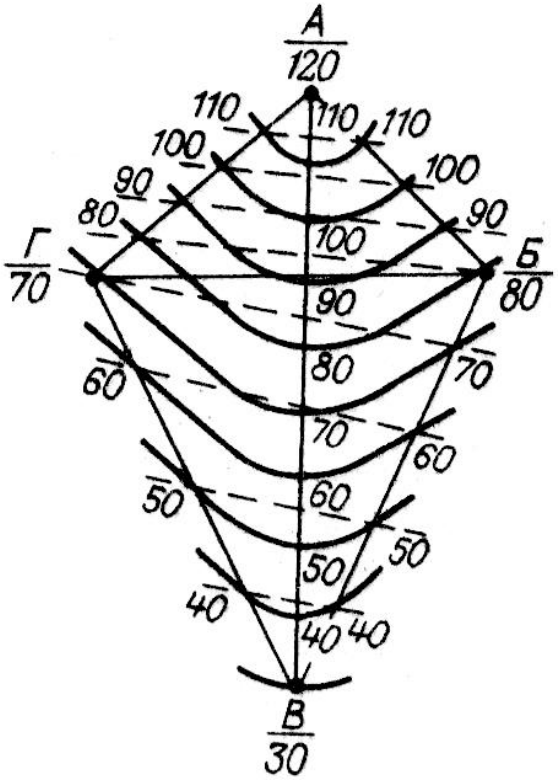


Рис.5-3. Варианты построения сети треугольников. Первый вариант (сплошные линии) построен по сторонам треугольников АБВ и АВГ; второй (пунктирные линии) – по треугольникам АБГ и БВГ. Во втором варианте отсутствует поднятие, хорошо выраженное на первом варианте, получившееся за счет неправильной интерполяции высотных отметок по линии АВ. Цифры – абсолютные высотные отметки (м).

Следует также следить за тем, чтобы стороны построенных треугольников не пересекали участков, на которых отметки поверхности опорного горизонта были бы выше

или ниже интервала отметок, указанных на концах соответствующей стороны треугольника. Не учитывая этого, легко пропустить поднятия и прогибы в кровле опорного горизонта (рис. 5-4).

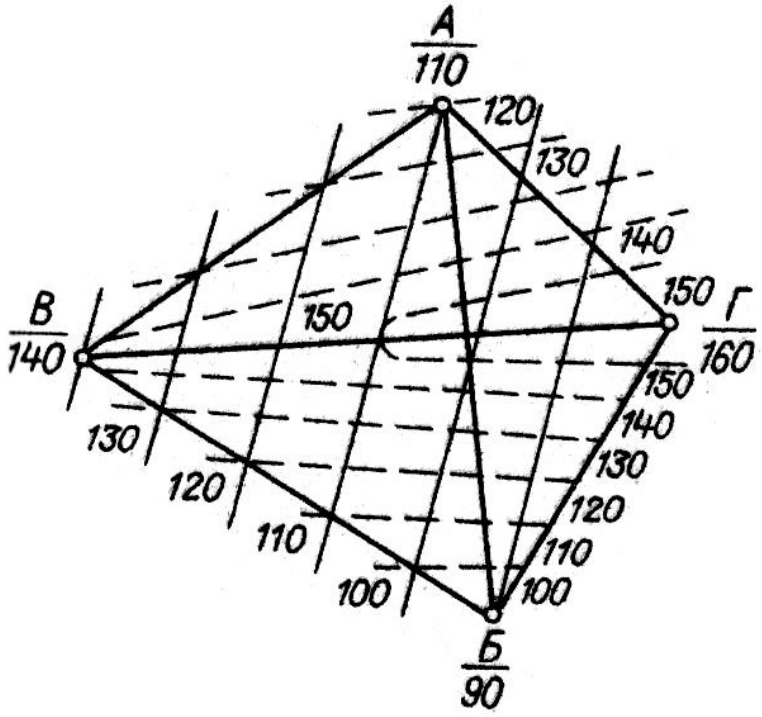


Рис.5-4. Варианты построения структурной карты. Первый вариант (сплошные линии) построен по треугольникам скважин А-Б-В и А-Б-Г; второй вариант (пунктирные линии) – по треугольнику скважин А-В-Г и Б-В-Г. Различие в положении стратоизогипс первого и второго вариантов объясняется неверным построением треугольников в первом варианте. Нельзя соединять между собой скважины А и Б, так как на середине отрезка между ними находится отметка в 150 метров, что значительно выше, чем отметки поверхности в указанных скважинах (110 и 90 соответственно). Цифры – абсолютные высотные отметки (в м.).

Весьма важно увязать структуру опорного горизонта с геологической картой. Если опорный горизонт не обнажается, необходимо очень внимательно относиться к значениям мощности толщи, отделяющей его от земной поверхности. При изменении этой мощности необходимо установить причины такого изменения и не допустить ошибок в построениях.

Если опорный горизонт обнажается на дневной поверхности, то при правильно составленной структурной карте в точках пересечения стратоизогипс с границей выхода опорного горизонта на поверхность их высотные отметки должны совпадать.Получив структурную карту одного опорного горизонта, нам нередко приходится на этой же площади выявлять особенности поведения другого, нижележащего, опорного горизонта. Для этого может быть использован прием, известный под названием **метода схождения.** Его сущность заключается в том, что структурная карта нижнего горизонта строится

путем вычитания из отметок расположения верхнего горизонта вертикальной мощности пород, разделяющих данные горизонты. Так отметка верхнего горизонта в скважине, показанной на рис. 5-1 составляет – 400м, вертикальная мощность разделяющих горизонты пород составляет 300м. В этом случае абсолютная отметка второго горизонта в скважине будет составлять -700м (-400м – 300м).

Разберем построение структурной карты методом схождения на следующем примере. По данным бурения составлена структурная карта верхнего продуктивного горизонта, образующего пологую брахиантиклинальную складку (рис.5-5). При дальнейшем бурении одной из скважин *(А)* на глубине 940 м вскрыт еще один продуктивный горизонт. Для построения структурной карты по нижнему горизонту необходимо, прежде всего, установить мощность пород, отделяющих нижний горизонт от верхнего. Для этого необходимо иметь данные как минимум по трем скважинам. После вскрытия нижнего продуктивного горизонта еще двумя скважинами, вычисляем по каждой из них мощность промежуточной толщи, разделяющей горизонты. В скважине *А* она оказалась равна 300 м, в скважине *Б* – 500 м и скважине *В* – 450 м. Для определения мощности промежуточной толщи пород необходимо из значения глубины залегания поверхности нижнего продуктивного горизонта вычесть значение глубины залегания поверхности верхнего продуктивного горизонта (рис.5-5).

Как видно из приведенных цифр, мощность промежуточной толщи непостоянна. Для выяснения закономерности изменения мощности строим карту равных мощностей промежуточной толщи пород. Линии равных истинных мощностей называются ***изопахитами,*** а линии равных вертикальных мощностей – ***изохорами.*** Вертикальная мощность всегда больше истинной. Однако при незначительных углах наклона пород, не превышающих 10°, разница между этими мощностями невелика, поэтому без существенных ошибок вместо истинных мощностей можно пользоваться вертикальными.
Для построения изохор соединяем пункты расположения скважин на карте прямыми линиями. На сторонах образованного треугольника находим значения мощности промежуточной пачки через интервалы, соответствующие интервалам между стратоизогипсами верхнего продуктивного горизонта. Например, если стратоизогипсы проведены через 100 м, интервалы между изохорами также должны быть равны 100 м. Точки с одинаковыми значениями мощности на сторонах треугольника соединяем прямыми линиями, которые будут представлять собой изохоры промежуточной толщи. Если количество скважин более трех, необходимо строить серию треугольников, на сторонах которых даны значения мощности для построения изохор.

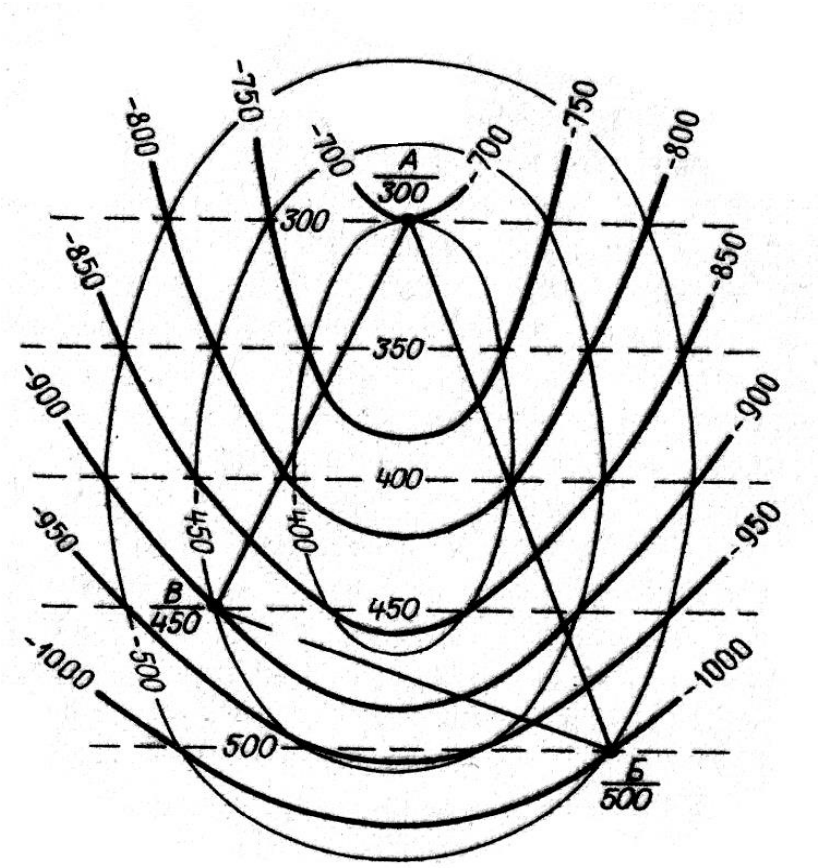


Рис.5-5. Структурная карта, построенная методом схождения. Тонкие линии – стратоизогипсы поверхности верхнего опорного горизонта; толстые линии – стратоизогипсы поверхности нижнего опорного горизонта; пунктирные линии – изохоры. Цифры на изохорах – мощности (м), остальные цифры – абсолютные высотные отметки (м).

Построив карту мощностей и нанеся на структурную карту изохоры верхнего продуктивного горизонта, находим точки пересечения стратоизогипс и изохор. В каждой такой точке вычисляем отметку поверхности нижнего продуктивного горизонта, для чего из значения высотной отметки стратоизогипсы вычитаем значение изохоры. Например, если отметка стратоизогипсы составляет -400 м, а значение изохоры 300 м, то абсолютная отметка кровли нижнего продуктивного горизонта будет равна -700 м.

Вычислив высотные отметки для каждой точки, соединяем одинаковые значения плавными кривыми, которые и будут представлять собой стратоизогипсы нижнего опорного горизонта.

Точки, необходимые для составления структурной карты, можно также получить путем построения серии разрезов с изображением опорного горизонта. Таких разрезов должно быть достаточное количество, чтобы они показывали положение опорного

горизонта на всей площади карты. Высотные отметки для каждой из точек вычисляются по разрезам и затем наносятся по линиям разреза на карту. Точность построенной таким способом структурной карты зависит от обоснованности разрезов.

Задание 1. Построить структурные карты кровли и подошвы пласта цементных мергелей. На рис. 5-6 приведена топографическая карта масштаба 1:5000. Рельеф на карте показан с помощью горизонталей с сечением 10 м. На площади, изображенной на карте, пробурены 39 скважин, вскрывших на различных глубинах пласт цементных мергелей. В пяти точках мергели обнажены на земной поверхности (табл.5-1). Мергели перекрыты песчаниками и подстилаются аргиллитами. Три скважины (13, 17, 37) углублены до подошвы пласта мергелей (см.табл.5-1) и вскрыли ее на различных глубинах.

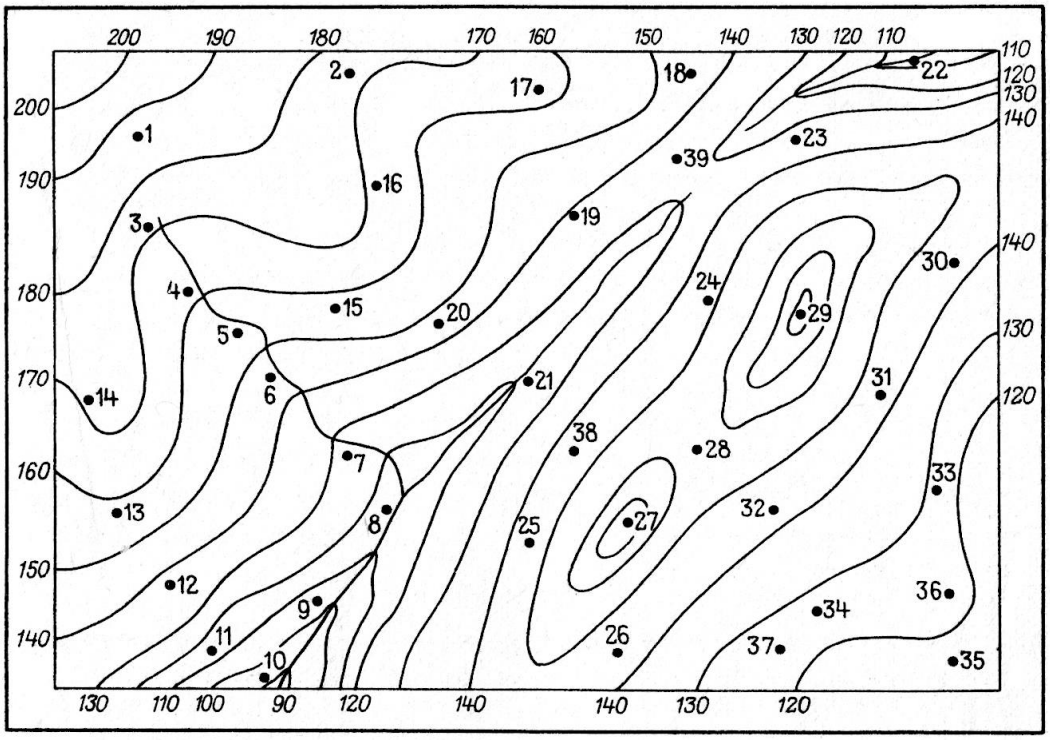


Рис.5-6. Топооснова с расположением скважин для построения структурных карт кровли и подошвы цементных мергелей. Масштаб 1:5 000, горизонтали проведены через 10 м.

Таблица 5-1

Данные буровых работ для построения структурных карт кровли и подошвы цементных мергелей (к заданию 1)

№ скважин и точек	Абс.отм. устий скважин, м	Глубина до кровли пласта, м	Глубина до подошвы пласта, м	№ скважин и точек	Абс.отм. устий скважин, м	Глубина до кровли пласта, м	Глубина до подошвы пласта, м
1	187	79		21	122	Выход мергелей на поверхность	
2	174	65		22	108	38	
3	173	68		23	134	49	
4	162	39		24	146	30	
5	154	21		25	145	35	
6	145	11		26	145	49	
7	127	Выход мергелей на поверхность		27	175	56	
8	112	3		28	155	5	
9	105	10		29	182	82	
10	94	14		30	143	61	
11	115	32		31	144	47	
12	137	46		32	143	18	
13	157	61	161	33	126	23	
14	172	72		34	126	Выход мергелей на поверхность	
15	156	7		35	116		
16	168	33		36	123	3	
17	162	64	194	37	125	5	205
18	145	60		38	147	4	
19	138	17		39	137	37	
20	146	Выход мергелей на поверхность					

Необходимо построить структурные карты кровли и подошвы пласта цементных мергелей и разрез в крест простирания структуры.

Пояснения. Для решения поставленной задачи необходимо выполнить следующую последовательность операций:

1. по данным бурового журнала рассчитать абсолютные высотные отметки кровли цементных мергелей, вскрытой скважинами;
2. построить сеть треугольников между скважинами, провести интерполяцию их сторон с учетом изложенных выше рекомендаций и построить стратоизогибсы кровли цементных мергелей через 10м;
3. по значению высотных отметок наметить оси антиклинальных и синклинальных складок, в которые сминается толща с горизонтом цементных мергелей;
4. оконтурить площадь выхода мергелей на дневную поверхность;
5. построить карту изохор для пласта цементных мергелей с интервалом изохор 10 м;
6. методом схождения построить структурную карту подошвы мергелей с сечением стратоизогипс 10 м;
7. построить геологический разрез в крест простирания складок.

Все необходимые указания по построению структурной карты и карты изохор были приведены выше. Здесь даются пояснения для оконтуривания площади выхода мергелей на поверхность.

При построении стратоизогипс по кровле пласта мергелей следует учитывать пункты, в которых пласт обнажен на поверхности. При этом надо понимать, что кровля пласта, ныне уничтоженная денудацией, в прошлом располагалась выше уровня современного рельефа. Поэтому при расчете положения стратоизогипс кровли мергелей строить стороны треугольников через эти точки нельзя. Однако следует учитывать отметки точек поверхности рельефа, в которых мергели обнажены, так как значения отметок на ту или иную величину будут ниже отметок кровли пласта.

После того как нанесена последняя стратоизогипса, находим точки пересечения горизонталей рельефа со стратоизогипсами, имеющими одинаковые высотные отметки, и, соединив их плавной кривой, устанавливаем контур выхода цементных мергелей на дневную поверхность (рис.5-7). В пределах этого контура стратоизогипсы проводим

пунктирными линиями, отметив в условных знаках их «воздушное» («висячее») положение.

Структурные карты кровли, изохор и подошвы мергелей можно построить непосредственно на одном топографическом бланке (линиями различных цветов), иногда карту изохор и структурную карту подошвы мергелей дают на кальке-накладке.

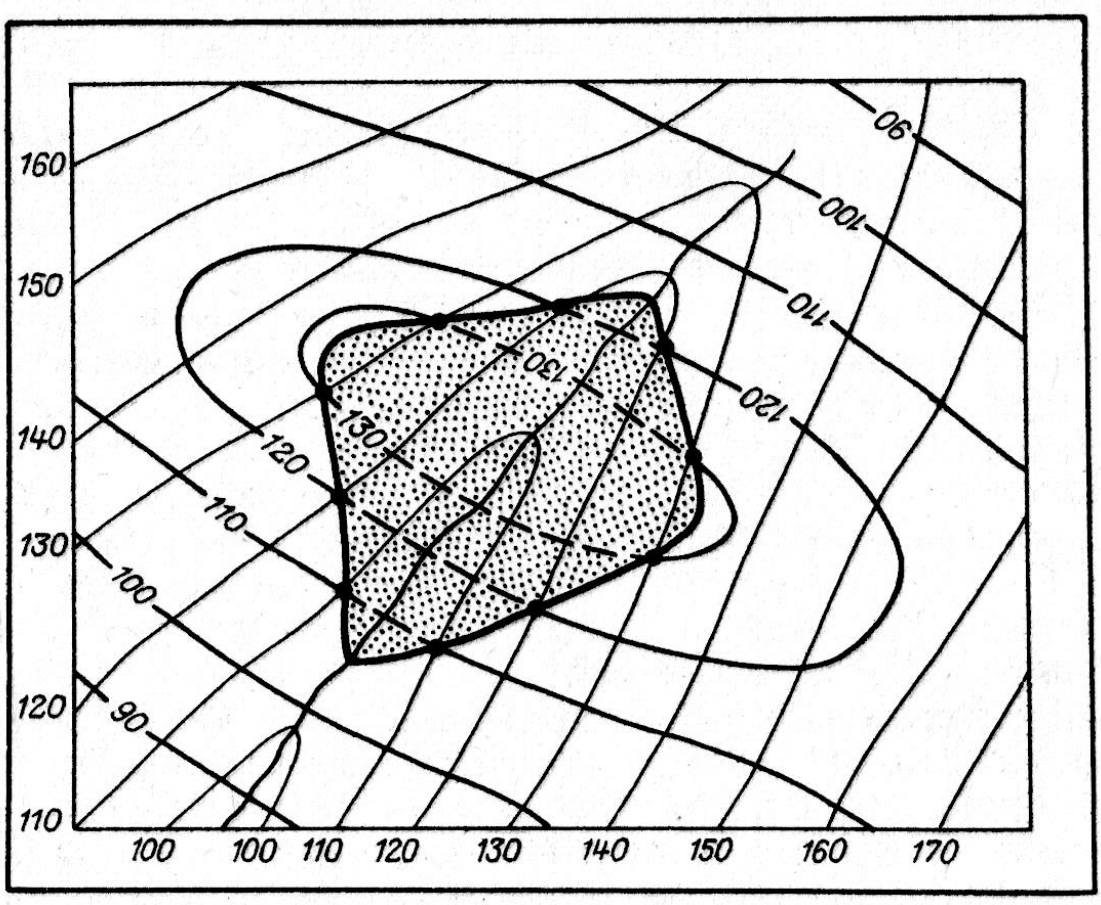


Рис.5-7. Построение на структурной карте выхода пласта на дневную поверхность. Тонкие линии – горизонтали; толстые линии – стратоизогипсы; пунктирные линии – воздушные стратоизогипсы; поле с точечным крапом – выход пласта на поверхность; цифры – абсолютные высотные отметки (м).

Задание 2. Построить структурную карту кровли понтического и мэотического ярусов (район купола Акжар).

На рис.5-8 приведена топографическая карта масштаба 1:1000. Рельеф на карте показан с помощью горизонталей с сечением 10 м. На площади, изображенной на карте, пробурено 30 скважин, вскрывших на различных глубинах кровлю понтического яруса (N_2p); в семи точках отложения понтического яруса обнажены на земной поверхности

(табл.5-2). Одиннадцать скважин углублены до кровли нижележащего мэотического яруса (N_2m), и вскрыли её на различных глубинах (табл.5-2).

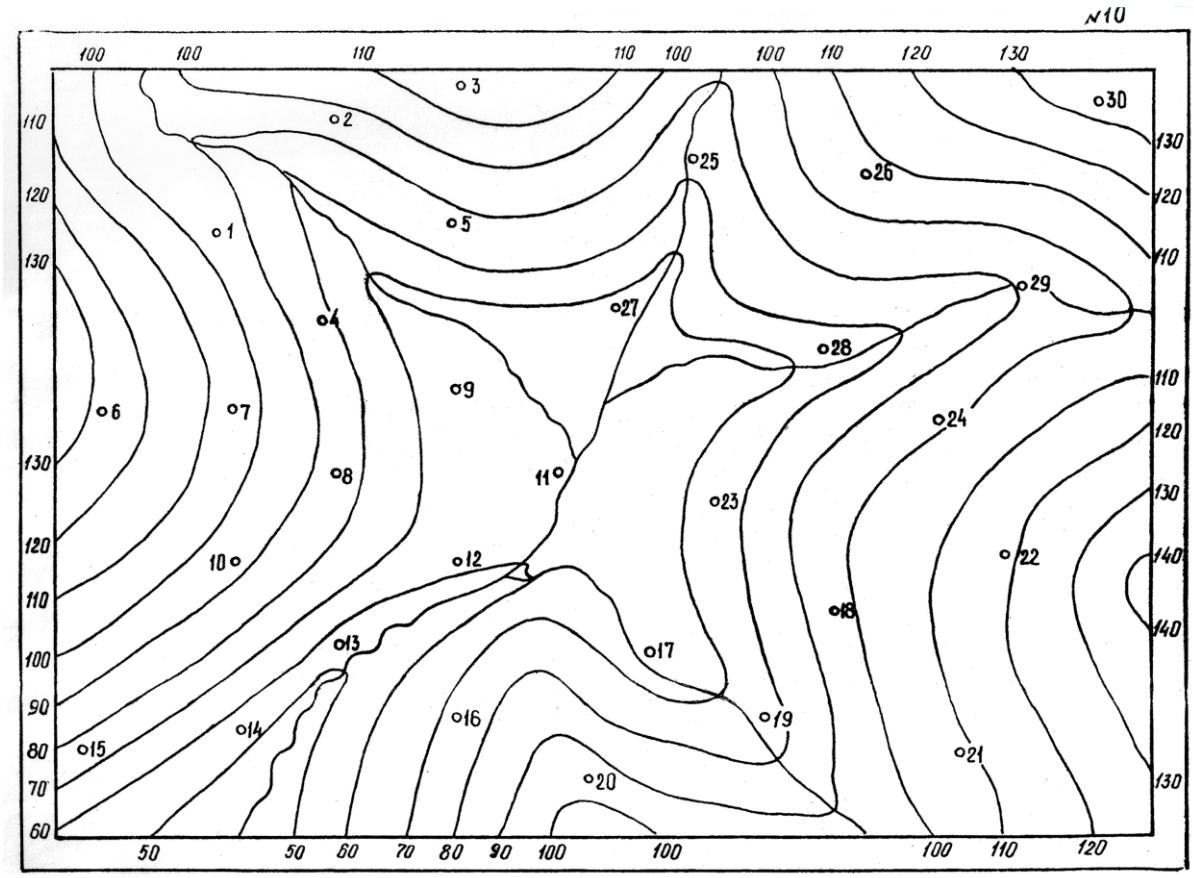


Рис.5-8. Топографическая карта для построения структурной карты (район купола Акжар). Масштаб 1:1 000, горизонтали проведены через 10 м.

Необходимо построить структурные карты кровли понтического и кровли мэотического ярусов, построить разрез по линии от северо-западного до юго-восточного края карты.

Пояснения. Методика выполнения настоящего задания аналогична методике, описанной для задания 1. Так же требуется рассчитать по данным бурового журнала абсолютные отметки поверхностей, для которых строятся структурные карты (кровли понтического (N_2p) и мэотического (N_2m) ярусов), рассчитать значения вертикальной мощности понтического яруса (N_2p). Необходимо провести стратоизогибсы указанных поверхностей, там где они (поверхности) находятся в неразмытой части, оконтурить выходы кровли понтического яруса на поверхности.

Построив карту изохор (вертикальных мощностей) понтического яруса можно приступать к вычислению абсолютных отметок кровли мэотического яруса, а затем и к построению стратоизогибс кровли мэотического яруса.

Таблица 5-2

Данные буровых работ для построения структурных карт кровли понтического и мэотического ярусов (к заданию 2)

№ скважин	Абс.отм. устий скважин, м	Глубина до кровли понтического регояруса, м	Глубина до кровли мэотического регояруса, м	№ скважин	Абс.отм. устий скважин, м	Глубина до кровли понтического регояруса, м	Глубина до кровли мэотического регояруса, м
1	95	13	213	16	73	5	125
2	96	60	–	17	67	46	–
3	113	80	–	18	95	53	–
4	82	Размыта	173	19	77	56	–
5	86	8	–	20	96	102	–
6	128	47	–	21	108	79	–
7	105	19	–	22	118	100	–
8	84	Размыта	149	23	75	30	–
9	67	Размыта	126	24	99	99	–
10	92	16	166	25	83	25	225
11	64	Размыта	104	26	107	123	–
12	61	Размыта	113	27	69	Размыта	157
13	57	Размыта	121	28	74	65	–
14	55	7	–	29	90	112	–
15	76	35	–	30	132	170	–

Для удобства построений структурную карту понтического яруса следует выполнить на топографической основе (рис. 5-8), карту изохор лучше выполнить на кальке. Наложив на карту стратоизогибс понтического яруса карту (на кальке) изохор для этого яруса находим точки, где пересекаются стартоизогибсы с изохорами. В этих точках из значений стратоизогибс вычитаем значения изохор и получаем абсолютные отметки кровли мэотического яруса и наносим их на отдельную кальку. Проставив на этой кальке все точки пересечений и отметив возле них абсолютные отметки кровли мэотического яруса можно приступать к построению стратоизогибс кровли мэотического яруса.

Глава 6. Задания на определение форм залегания интрузивных горных пород

Задание 1. Определить тип интрузивного тела по данным бурения. Пробурен ряд скважин по заданному профилю (простирание 90^0), расстояние между скважинами составляет 200 метров, нумерация скважин последовательная с запада на восток. Вмещающие породы залегают горизонтально. Местность равнинная. Глубина, на которой встречена кровля и (или) подошва интрузивного массива дана в таблице 6-1 (4 варианта), где представлены данные из буровых журналов всех скважин.

Таблица 6-1.

Данные из буровых журналов скважин

Вариант 1.

№ скважины	Абсолютная отметка устья скважины (м)	Глубина до кровли интрузивного тела (м)	Глубина до подошвы интрузивного тела (м)	Глубина скважины (м)	Примечание
1	+200	380	450	475	Интрузивное тело габбро-пироксенитового состава
2	+210	400	510	530	_”_
3	+205	380	510	520	_”_
4	+209	370	550	570	_”_
5	+204	390	570	600	_”_
6	+199	370	---	610	Интрузивное тело габбро-пироксенитового состава. Скважина не вышла из интрузивного тела.
7	+209	390	590	620	Интрузивное тело габбро-пироксенитового состава.
8	+213	380	580	600	_”_
9	+199	380	540	550	_”_
10	+202	400	530	540	_”_

Таблица 6-1 продолжение

Вариант 2

№ скважины	Абсолютная отметка устья скважины (м)	Глубина до кровли интрузивного тела (м)	Глубина до подошвы интрузивного тела (м)	Глубина скважины (м)	Примечание
1	+200	300	400	440	Гранодиориты
2	+210	170	400	430	-“-
3	+205	80	380	400	-“-
4	+209	10	360	390	-“-
5	+204	Гранодиориты выходят на поверхность	350	370	Гранодиориты.
6	+199	Гранодиориты выходят на поверхность	370	385	Гранодиориты.
7	+209	Гранодиориты выходят на поверхность	580	605	Гранодиориты..
8	+213	10	Забой 700 м	700	Гранодиориты.
9	+199	50	350	370	Гранодиориты.
10	+202	100	300	320	Гранодиориты.

Таблица 6-1 продолжение

Вариант 3.

№ скважины	Абсолютная отметка устья скважины (м)	Глубина до кровли интрузивного тела (м)	Глубина до подошвы интрузивного тела (м)	Глубина скважины (м)	Примечание
1	+200	970	–	1005	Гранит-порфиры
2	+210	700	820		До глубины 730 м гранит порфиры, далее среднезернистые граниты, с глубины 800 м – гранит-порфиры.
3	+205	110	–	620	До глубины 140 м гранит-порфиры, далее до забоя

					среднезернистые граниты
4	+209	400	−	600	До глубины 460 м гранит-порфиры, далее до забоя среднезернистые граниты
5	+204	450	−	920	До глубины 500 м гранит-порфиры, далее до забоя среднезернистые граниты
6	+199	300	−	540	До глубины 360 м гранит-порфиры, далее до забоя среднезернистые граниты
7	+209	130	−	800	До глубины 200 м гранит-порфиры, далее до забоя среднезернистые граниты
8	+213	50	−	200	До глубины 110 м гранит-порфиры, далее до забоя среднезернистые граниты
9	+199	Гранит-порфиры выходят на поверхность	400	430	До глубины 10 м гранит-порфиры, далее среднезернистые граниты, с глубины 360 м и до подошвы тела – гранит-порфиры.
10	+202	Среднезернистые граниты выходят на поверхность	300	320	Среднезернистые граниты. С глубины 270 м и до подошвы тела гранит-порфиры.

Таблица 6-1 продолжение

Вариант 4

№ скважины	Абсолютная отметка устья скважины (м)	Глубина до кровли интрузивного тела (м)	Глубина до подошвы интрузивного тела (м)	Глубина скважины	Примечание
1	+200	740	–	950	До глубины 800 м гранит-порфиры, далее до забоя равномернозернистые граниты
2	+210	480	–	700	До глубины 550 м гранит-порфиры, далее до забоя равномернозернистые граниты
3	+205	330	–	740	До глубины 390м гранит-порфиры, далее до забоя равномернозернистые граниты
4	+209	270	730	740	До глубины 330 м гранит-порфиры, далее до глубины 340 м равномернозернистые граниты, ниже до подошвы гранит-порфиры
5	+204	250	570	585	До глубины 300 м гранит-порфиры, далее до глубины 530 м равномернозернистые граниты, ниже до подошвы гранит-порфиры
6	+199	250	480	485	До глубины 300 м гранит-порфиры, далее до глубины 450 м равномернозернистые граниты, ниже до подошвы гранит-порфиры
7	+209	240	410	420	До глубины 310м гранит-порфиры, далее до глубины 370 м граниты равномернозернистые, затем до подошвы гранит-порфиры

8	+213	290	390	430	До глубины 340м гранит-порфиры, далее до глубины 370 м равномернозернистые граниты, ниже до подошвы гранит-порфиры
9	+199	330	380	390	Гранит-порфиры
10	+202	350	370	390	Гранит-порфиры

Пояснения. Для выяснения морфологии интрузивного тела необходимо построить разрез по профилю буровых скважин. Для этого выбираем масштаб, в котором будет строиться разрез (вертикальный и горизонтальный масштабы одинаковые). Длина линии разреза будет равна расстоянию между крайними скважинами (первой и десятой). С учетом межскважинного расстояния в 200 метров оно будет составлять 1900 метров. Профиль рельефа строим в виде прямой линии. Глубина разреза должна быть не менее самой глубокой скважины. Построение разреза начинаем с изображения скважин, которые показываются вертикальными тонкими линиями. На каждой скважине показывают штрихом кровлю и подошву интрузивного тела (данные в таблице 6-1). Форма интрузивного тела получается путем соединения точек пересечения кровли и подошвы интрузивного тела между соседними скважинами. Скважина может быть остановлена, не встретив подошвы (кровли) интрузивного тела. В этом случае в графе глубина до подошвы интрузивного тела стоит прочерк (табл. 6-1). На разрезе цветом показывают вмещающие породы и интрузивное тело.

При составлении геологического разреза необходимо помнить о том, что он будет иметь зональное строение. Основное интрузивное тело будет окружаться эндоконтактовой зоной, за которой последует зона экзоконтакта, переходящая в породы рамы. Так как и породы основного интрузивного тела и породы эндоконтакта образовались одновременно, то граница между ними будет фациальная (показывается точками).

Задание 2. Построить геологический разрез по учебной геологической карте №16, на которой вмещающие породы смяты в разновозрастные складки и прорываются интрузивными телами разного возраста (рис. 6-1).

Пояснения. При построении разреза необходимо учитывать, что вмещающие осадочные, вулканогенные и осадочно-вулканогенные породы залегают по-разному. Смяты в линейные складки протерозойские, кембрийские и ордовикские породы, выполняют брахиформные складки отложения девонской и каменноугольной систем,

горизонтально залегают неогеновые породы. При построении разреза необходимо использовать метод геологического просвечивания, суть которого была изложена ранее.

Интрузивные тела на геологической карте имеют разный возраст, о котором можно судить по буквенно-цифровым индексам и взаимоотношению между отдельными интрузивными телами в плане, что особенно хорошо видно на примере сиенитов и гранитов. Контакты интрузивных тел чаще всего бывают вертикальными или крутопадающими. О характере контакта можно судить по элементам прототектоники (положению линейности и полосчатости внутри интрузивного тела, ориентировке ксенолитов и трещиноватости). Такие элементы прототектоники указаны на интрузивных телах как гранитов, так и сиенитов. Кроме того, на углы падения контактов интрузивных тел указывает ширина зоны экзоконтактовых изменений (роговиков, скарнов). Широкие экзоконтактовые зоны свидетельствуют о пологих контактах, а узкие - о крутопадающих.

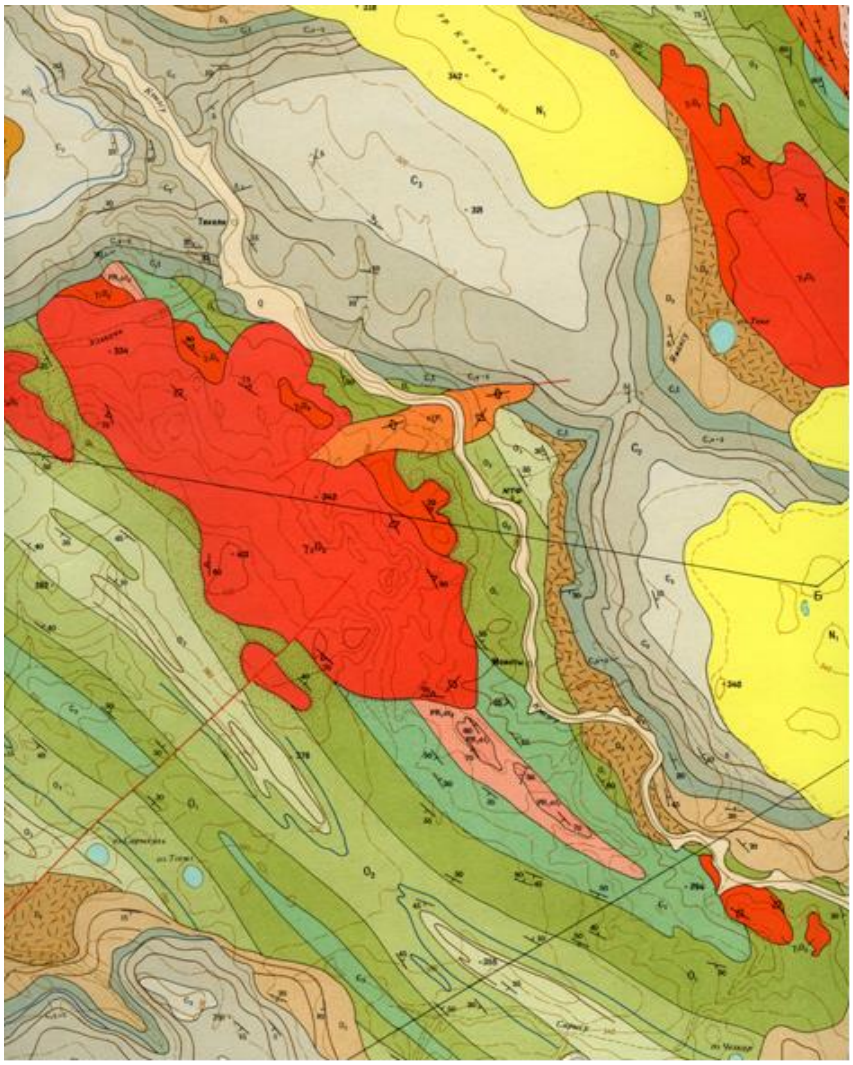


Рис 6-1. Фрагмент учебной геологической карты № 16. К заданию 2.

При построении разреза не следует забывать о том, что по ширине экзоконтактовых изменений между изолированными выходами интрузивных тел судят о том, соединяются ли данные тела на глубине в единое тело или они остаются автономными и на глубине. Если пространство между изолированными телами сложено экзоконтактовыми породами (роговиками, скарнами, кварцитами и т.д.), то на глубине эти тела скорее всего соединяются, образуя единый интрузивный массив.

Задание 3. Построить геологический разрез по карте № 26с на которой изображен интрузивный комплекс с разновозрастными и многофазными интрузивными телами, сопровождающимися мощными зонами экзо- и эндоконтактовых изменений. В пределах интрузивных тел широко развиты элементы прототектоники.

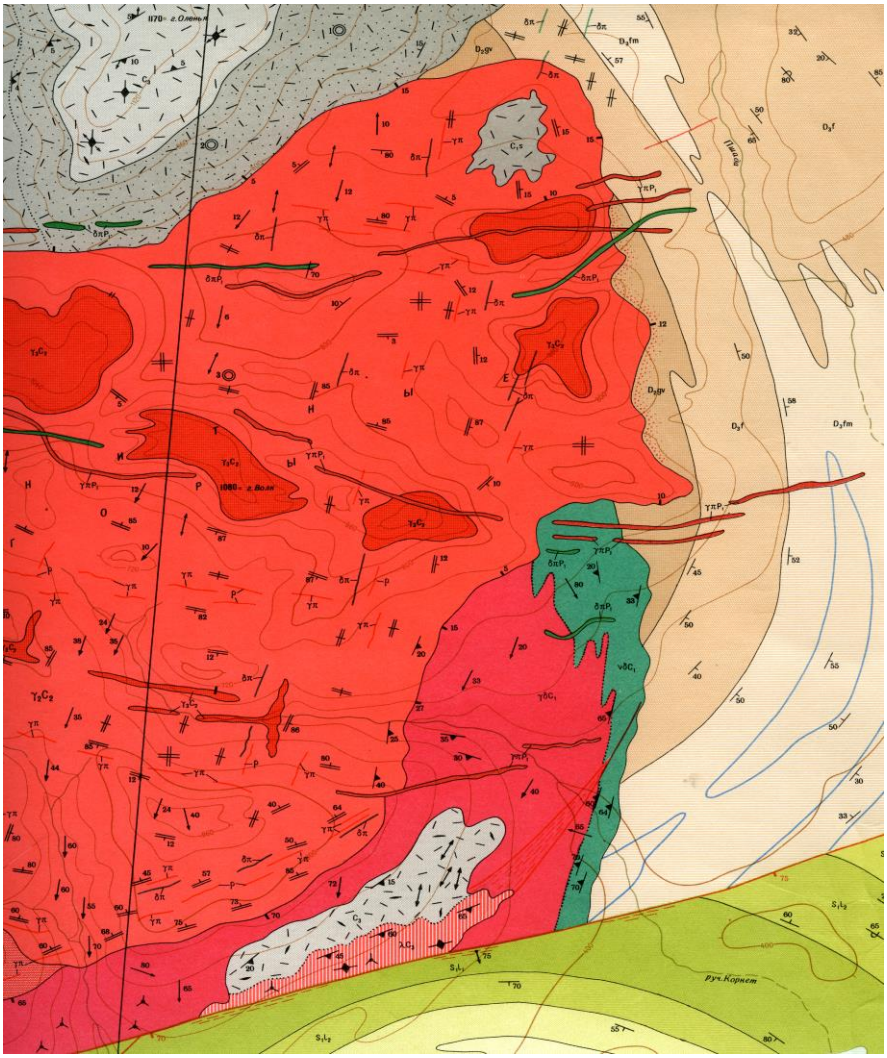


Рис. 6-2. Фрагмент учебной геологической карты № 26с. К заданию 3.

Пояснения. Перед тем как строить разрез необходимо проанализировать данную карту. Главная особенность геологического строения территории в том, что в ее пределах выделяется два блока (две структурно-формационные зоны), разделенные разломом северо-восточного простирания с падением плоскости сместителя на юго-восток под углом 70^0. Относительно этого разлома южный блок не содержит интрузивных тел и сложен породами силурийской системы, смятыми в линейные складки и породами девонской системы, выполняющими брахиформные складки.

В северном блоке интенсивно проявлен магматизм, как эффузивный, так и интрузивный. Магматические породы ограничиваются с юга разломом, по этой причине разлом является, по всей видимости, магмаподводящим каналом, по которому расплавы поднимались к поверхности. В северном блоке в линейные складки смяты породы девонской системы, которые перекрываются каменноугольными вулканогенными и вулканогенно-осадочными породами, выполняющими брахиформные складки. Большую часть блока занимает интрузивный комплекс, который представлен интрузивными телами раннекаменноугольного ($\gamma\delta C_1$ и $\delta\beta C_1$) и среднекаменноугольного (γ_1C_2, γ_2C_2, γ_3C_2) возрастов и дайками гранит-порфиров и диорит-порфиров раннепермского возраста ($\gamma\pi P_1$, $\delta\pi P_1$). Такая временная последовательность формирования интрузивных тел указывает на то, что дайки пермского возраста будут пересекать и раннекаменноугольные и среднекаменноугольные интрузивные тела, а среднекаменноугольные тела будут пересекать и ассимилировать раннекаменноугольные интрузии.

При построении разреза необходимо учитывать, что фациальные (точечные) границы между габбро-диоритами и грано-диоритами свидетельствуют об одновозрастности этих пород. Габбро-диориты являются эндоконтактовой зоной основного грано-диоритового тела. Грано-диориты и габбро-диориты сформировались в результате внедрения одной порции магматического расплава.

Интрузивные тела среднекаменноугольного возраста сформировались в результате внедрения трех порций (фаз) расплава (γ_1C_2, γ_2C_2, γ_3C_2). Породы более поздней фазы будут пересекать и ассимилировать (поглощать) более ранние породы. На карте это хорошо видно на примере взаимоотношений первой и второй фаз (γ_1C_2, γ_2C_2). Особое внимание при построении разреза следует обратить на закономерности размещения тел третьей фазы (γ_3C_2). Одни из них образуют изометричные тела и слагают возвышенности рельефа (их границы параллельны горизонталям), другие образуют узкие (дайкообразные) полосы, имеющие разную ориентировку. Такая особенность морфологии тел свидетельствует о том, что изометричные тела – это фрагменты единого пластообразного интрузивного тела, которое ранее перекрывало интрузивные породы

первой и второй фазы, а в настоящее время частично уничтожено эрозионными процессами и сохранилось только на возвышенностях рельефа. Каналами, по которым поступал магматический расплав для формирования пластообразного тела, являлись крупные трещины, которые в настоящее время представлены линейными, дайкообразными телами.

Успешное построение разреза во многом зависит от того, насколько достоверно на нем будет изображен центральный объект – крупное интрузивное тело, сложенное гранитами второй фазы (γ_2C_2). При определении его морфологии необходимо использовать данные буровых скважин и элементы прототектоники интрузивного тела. На севере площади пробурены три скважины, которые дают представление о форме интрузивного тела в этой части территории. Скважина №1 интрузивное тело не встретила, т.е. оно (тело) не доходит до северной рамки карты. Скважина №2, устье которой располагается на нижнекаменноугольных вулканогенно-осадочных породах, на небольшой глубине пересекла кровлю и подошву интрузивного тела. Скважина №3, забуренная в самом интрузивном теле вскрыла подошву тела. Отсюда можно сделать вывод о том, что в северной части площади форма тела близка к пластообразной. Далее, на юг скважин нет и о положении подошвы тела судить можно только по элементам прототектоники. Линейные элементы прототектоники указывают на направление движения магматического расплава, параллельно которому будет располагаться подошва интрузивного тела. Элементы прототектоники указывают на движения расплава к поверхности с юга на север, в этом же направлении угол подъема магматического расплава и подошва интрузивного тела тоже будут выполаживаться. Плоскостные элементы прототектоники чаще всего указывают на положение боковых контактов интрузивного тела. При построении разреза необходимо показать экзоконтактовые зоны интрузивного массива, которые на данной территории представлены скарнами и роговиками.

Задание 4. Дана топографическая карта масштаба 1:10000 (рис.6-3), полевой журнал с пунктами наблюдений, указанными на карте. На территории, изображенной на этой карте, расположены два разновозрастных интрузивных массива (граниты и габбро), окруженных зоной экзоконтактовых изменений. Указаны прототектонические элементы жидкой и твердой фаз.

Необходимо:

- составить геологическую карту на бланке по полевому журналу, показав на ней два разновозрастых интрузивных массива, ореол экзоконтактовых пород и все прототектонические элементы;

- построить геологический разрез с учетом рельефа по ломанной линии через точки 25, 16, 14, 12;

- составить условные обозначения и оформить карту и разрез.

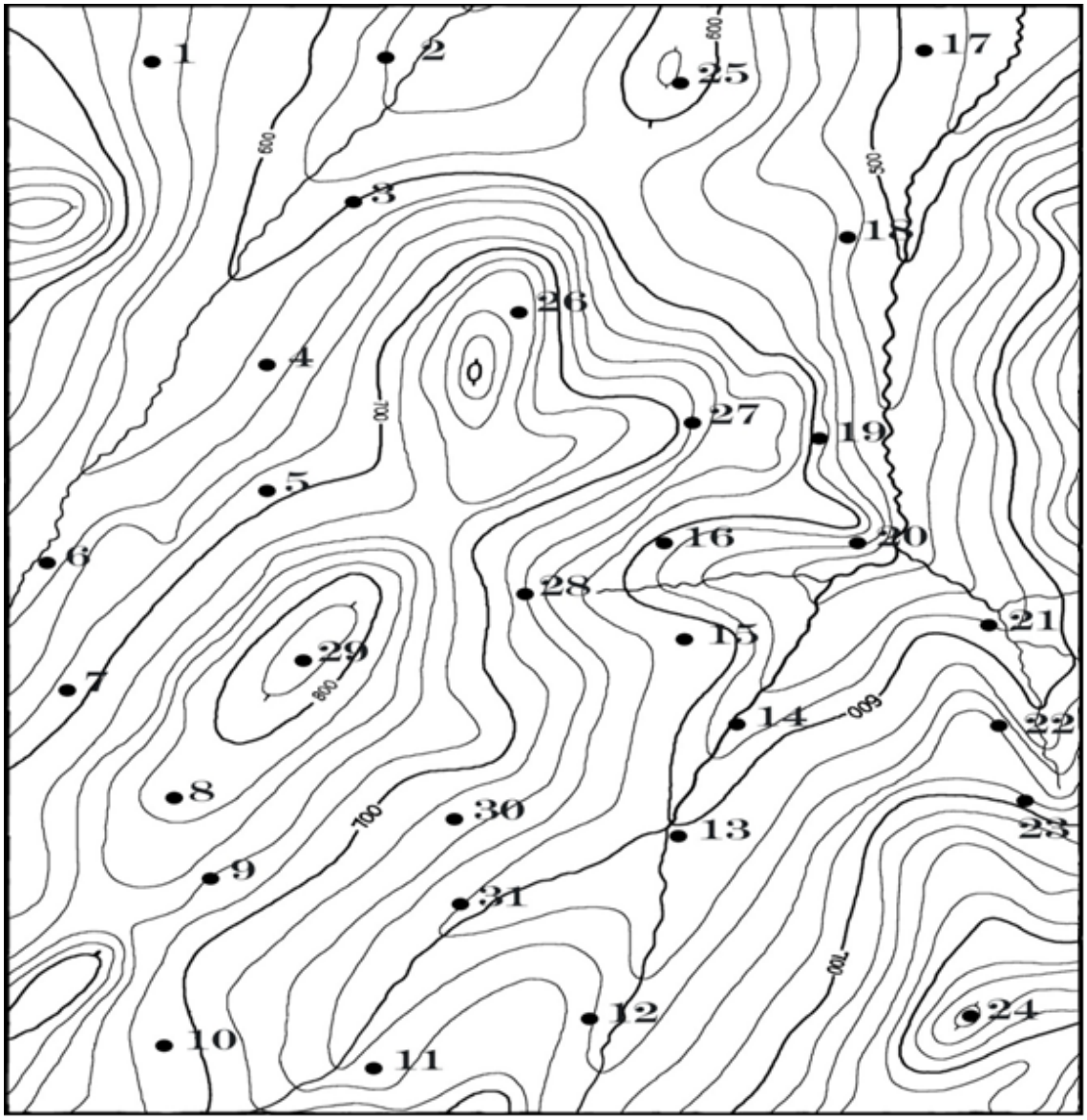


Рис. 6-3. Топографическая карта масштаба 1: 10000 с точками наблюдений (к заданию № 4).

Полевой журнал (к заданию 4).

1. Алевролиты. Аз. пад. 110 / 40.
2. Слабо ороговикованные аргиллиты и песчаники. Аз. пад. 282, / 35. В русле ручья амфиболовые роговики. По правому берегу ручья на высоте 30-50 м видны гранитные породы.
3. Контакт аплитовидных гранитов и роговиков. Аз. пад. 302, / 60.
4. Гранит-порфиры. Азимут падение табличек полевого шпата 275, / 15. В русле ручья амфиболовые роговики.
5. Граниты средне-равномернозернистые с матрацевидной отдельностью.

6. Гранит-порфиры. Азимут простирания минералов и шлиров 247. В 50 м южнее выступают среднезернистые граниты.

7. Граниты среднезернистые. Азимут падения листочков биотита 210, /_45.

8. Граниты среднезернистые. Азимут падения отдельности 175, /_60.

9. Гранит-порфиры. Азимут падения вкрапленников 170, /_60. В 100 м южнее обнажаются роговики.

10. Песчаники. Аз. пад. 300 /_40.

11. Контакт мелкозернистого габбро и роговиков. Аз. пад. 285, /_75. Ширина зоны ороговикования 5 метров. В 5 м выше по правому склону обнажаются крупнозернистые габбро. На левом склоне ручья песчаники и аргиллиты.

12. Крупнозернистые габбро. Азимут простирания шлиров амфиболов и пластинок полевых шпатов 40.

13. Контакт габбро и гранит-порфиров. Аз. пад. 90, /_60.

14. Граниты

15. Роговики. Южнее гранит-порфиры. Азимут падения плоских ксенолитов 30, /_15.

16. Слабо ороговикованные песчаники и аргиллиты. В 50 м западнее выходы гранитоидных пород.

17. Контакт аплитовидных гранитов и роговиков. Аз. пад. 120, /_40. Роговики идут до русла ручья. На правом берегу ручья обнажаются аргиллиты песчаники. Аз. пад. 315, /_35.

18. Слабо ороговикованные аргиллиты. Аз. пад. 310, /_35. В русле ручья и на противоположном берегу аргиллиты с прослоями песчаников.

19. Роговики. На высоте 620 м контакт аплитовидных гранитов. Аз. пад. 95, /_40. На противоположном берегу ручья аргиллиты и песчаники.

20. Переслаивающаяся толща песчаников и аргиллитов. Аз. пад. 315, /_30.

21. Гранит-порфиры. Азимут падения листочков биотита 330, /_30.

22. Граниты.

23. Гранит-порфиры. Азимут падения плоских ксенолитов 175, /_60.

24. Крупнозернистое габбро. Азимут падения табличек полевых шпатов (среднее из 20 измерений) 240, /_70.

25. Граниты с матрацевидной отдельностью. Азимут падения отдельности 300, /_65. На всем протяжении до точки 26 граниты.

26. Граниты.

27. Граниты.

28. Гранит-порфиры. Азимут падения плоских ксенолитов 85, /_15.

29. Среднезернистые граниты.

30. Среднезернистые граниты.

31. Песчаники. В русле реки роговики. В 3 метрах выше по склону правого берега ручья обнажаются габбро.

Задание 5. Дана топографическая карта масштаба 1:5000 (рис.6-4), полевой журнал с точками наблюдений (2 варианта), указанными на карте. На территории, изображенной на карте, расположены два разновозрастных интрузивных массива (гранитов и диоритов), окруженных зоной экзоконтактовых пород. Даны элементы прототектоники (трещины), ориентировка ксенолитов, элементы залегания вмещающих пород и элементы залегания контактов интрузивных тел.

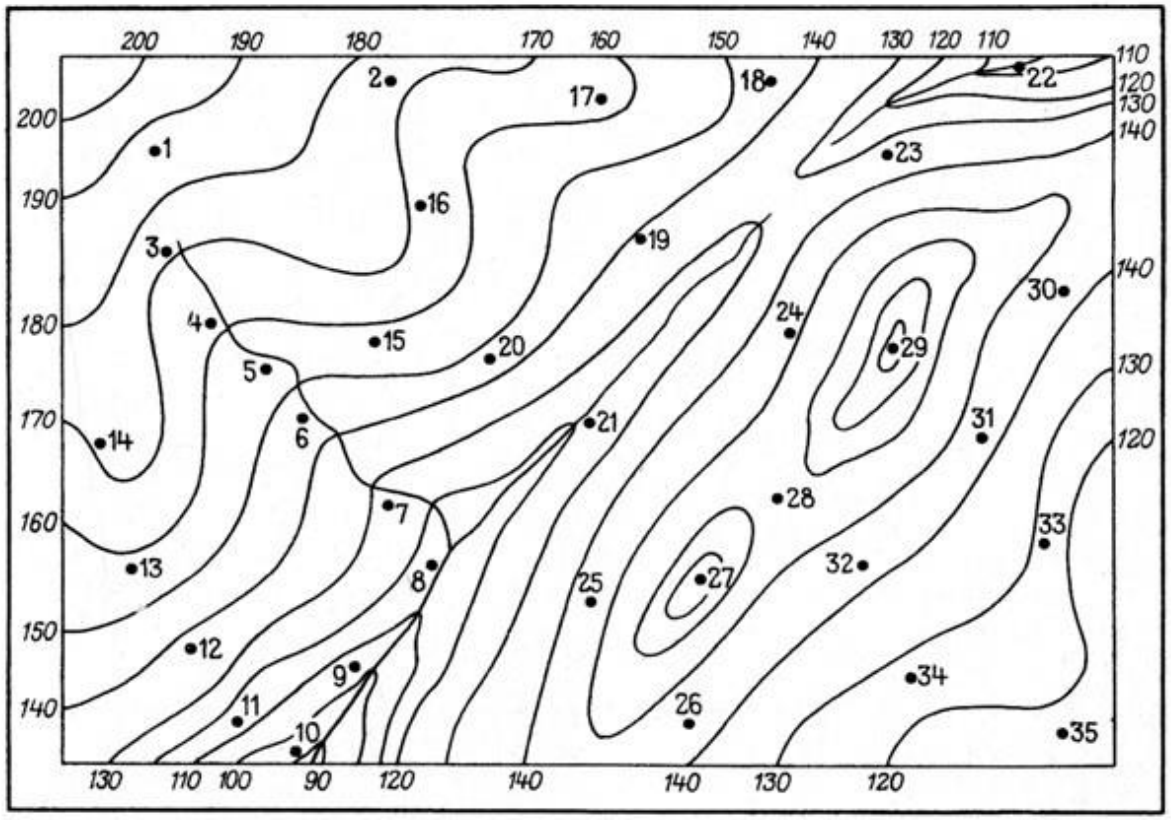


Рис. 6-4. Топографическая карта масштаба 1: 5000 с точками наблюдений (к заданию 5).

Необходимо:

- Составить геологическую карту используя топографическую карту и данные полевого дневника.

- Построить геологический разрез через точки наблюдений 1 и 27.

- Определить возрастную последовательность формирования интрузивных тел.

- Оформить карту и разрез согласно правилам оформления геологической графики.

Полевой журнал (1-ый вариант задания 5)

1. Песчаники, сланцы.
2. Песчаники, сланцы.
3. Песчаники, сланцы.
4. Граница песчаников, сланцев и ороговикованных пород.
5. Контакт между гранитами и роговиками. Азимут падения контакта 345, /_ 40.
6. Граниты. Ориентировка плоских ксенолитов аз.пад.350, / 30.
7. Граниты. Ориентировка плоских ксенолитов аз.пад.0, / 10.
8. Граниты. Ориентировка чешуек слюды аз.пад 70, / 10.
9. Пластовые трещины в гранитах с ориентировкой аз. пад. 290, / 5.

10. Пластовые трещины в гранитах с ориентировкой аз. пад. 295, / 10.
11. Граниты. Ориентировка пластинок полевого шпата аз. пад. 280, / 15.
12. Граниты. Ориентировка пластинок полевого шпата аз. пад. 285, / 30.
13. Контакт гранитов и роговиков. Ориентировка контакта аз. пад. 280, / 45.
14. Граница песчаников, сланцев и ороговикованных пород.
15. Роговики.
16. Песчаники, сланцы.
17. Песчаники, сланцы.
18. Песчаники, сланцы.
19. Песчаники, сланцы.
20. Контакт гранитов и роговиков. Ориентировка контакта аз. пад. 10, / 60.
21. Контакт гранитов, диоритов и роговиков. Ориентировка поверхности гранитов аз. пад. 250, / 70.
22. Песчаники, сланцы.
23. Ороговикованные песчаники и сланцы.
24. Ороговикованные песчаники и сланцы.
25. Контакт гранитов и диоритов. Ориентировка контакта аз. пад. 280, / 75.
26. Диориты с ориентировкой полосчатости аз.пад 200, / 30.
27. Диориты с ориентировкой полосчатости аз.пад 200, / 30.
28. Роговики.
29. Граница песчаников, сланцев и ороговикованных пород.
30. Граница песчаников, сланцев и ороговикованных пород.
31. Песчаники, сланцы
32. Контакт диоритов и роговиков. Ориентировка контакта аз. пад. 20, / 30.
33. Граница песчаников, сланцев и ороговикованных пород.
34. Диориты с полосчатостью аз.пад. 20, / 30.
35. Диориты с полосчатостью аз.пад. 20, / 30.

Полевой журнал (2-ой вариант задания 5)

1.Контакт роговика по песчаникам и гранит-порфиров. Ширина полосы роговиков около 50 м на юг от точки. В 100 метрах севернее точки выступают граниты с матрацевидной отдельностью. Ориентировка отдельности: аз. пад.120, / 5. На участках с отметками рельефа 2040 – 2050 м. встречены гранит-порфиры с горизонтальной отдельностью.

2.Гранит-порфиры. В 20 м южнее выходы роговиков.

3.Аргиллиты с ориентировкой слоистости аз. пад.250, / 25.

4.Аргиллиты слабо ороговикованные. Южнее переходят в амфиболовые роговики.

5.Диорит-порфириты.

6.Крупнозернистые диориты.

7.Крупнозернистые диориты с ориентировкой темноцветных минералов и шлиров по простиранию 320.

8.Крупнозернистые диориты с ориентировкой темноцветных минералов и шлиров по простиранию 310.

9.Крупнозернистые диориты с ориентировкой темноцветных минералов и шлиров по простиранию 315.

10.Крупнозернистые диориты. На всем протяжении от точки 8 до точки 10 по левому склону ручья на высоте 30-50 метров обнажаются породы гранит-порфиры.

11.Крупнозернистые диориты.

12.Крупнозернистые диориты. Простирание ксенолитов 325.

13.Крупнозернистые диориты.

14.Мелкозернистые диориты. Севернее точки – роговики.

15.Роговики.

16.Слабо ороговикованные песчаники и аргиллиты.

17.Слабо ороговикованные песчаники и аргиллиты с ориентировкой слоистости аз. пад.225, / 45.

18.Песчаники с прослоями аргиллитов.

19.Песчаники с прослоями аргиллитов. Ориентировка слоистости аз. пад.50, / 70.

20.Роговики. Южнее точки обнажаются диорит-порфириты, в которых видны плоские ксенолиты с ориентировкой аз. пад.355, / 70.

21.В русле реки встречены диорит-порфириты. Юго-восточнее точки выходят гранит-порфиры. Ориентировка табличек полевого шпата в гранит-порфирах аз. пад.135, / 35. Гранит-порфиры тянутся полосой по левому склону ручья. Севернее точки 21 на поверхность выходят роговики.

22.Граниты с ориентировкой отдельности аз. пад.125, / 30. В 100 метрах выше по ручью обнажаются гранит-порфиры.

23.Контакт гранит-порфиров и роговиков. Простирание контакта – 40. В 100 метрах южнее наблюдаются граниты, которые прослеживаются до точки 24.

24.Граниты с ориентировкой листочков биотита аз. пад.120, / 30.

25.Граниты, которые пересекаются жилой аплитов. Простирание жилы 45.

26.Граниты, в которых встречаются шлиры с ориентировкой аз. пад.140, / 35. Между точками 25 и 26 сплошные выходы гранитов.

27.Гранит-порфиры с ориентировкой вкрапленников аз. пад.125, / 10. Восточнее точки, на высоте 1670 м гранит-порфиры постепенно переходят в граниты.

28.Граниты, которые секутся жилами аплитов. Ориентировка жил аплитов аз. пад.315, / 75.

29.Роговики. Южнее на высоте 1700 м высыпки гранитов.

30.Контакт роговиков и гранит-порфиров. Встречаются жилы аплитов с ориентировкой аз. пад.300, / 20.

31.Граниты с ориентировкой листочков биотита аз. пад.130, / 40.

32.Граниты, которые протягиваются до точки 33.

33.Гранит-порфиры с ориентировкой плоских ксенолитов и вкрапленников аз. пад.135, / 65.

34.Гранит-порфиры. Виден их контакт с роговиками. Ориентировка контакта аз. пад.140, / 60.

35.Песчаники и аргиллиты с ориентировкой слоистости аз. пад.40, / 45.

Задание 6. Пользуясь полевым журналом нанести на топографическую карту (рис. 6-5) данные полевых наблюдений. Построить геологические разрезы по линиям $А_1А_2$ и $Б_1Б_2$ и восстановить на них форму интрузивных массивов штриховыми линиями. Установить типы интрузивных тел, их названия. Определить относительный возраст интрузивных тел.

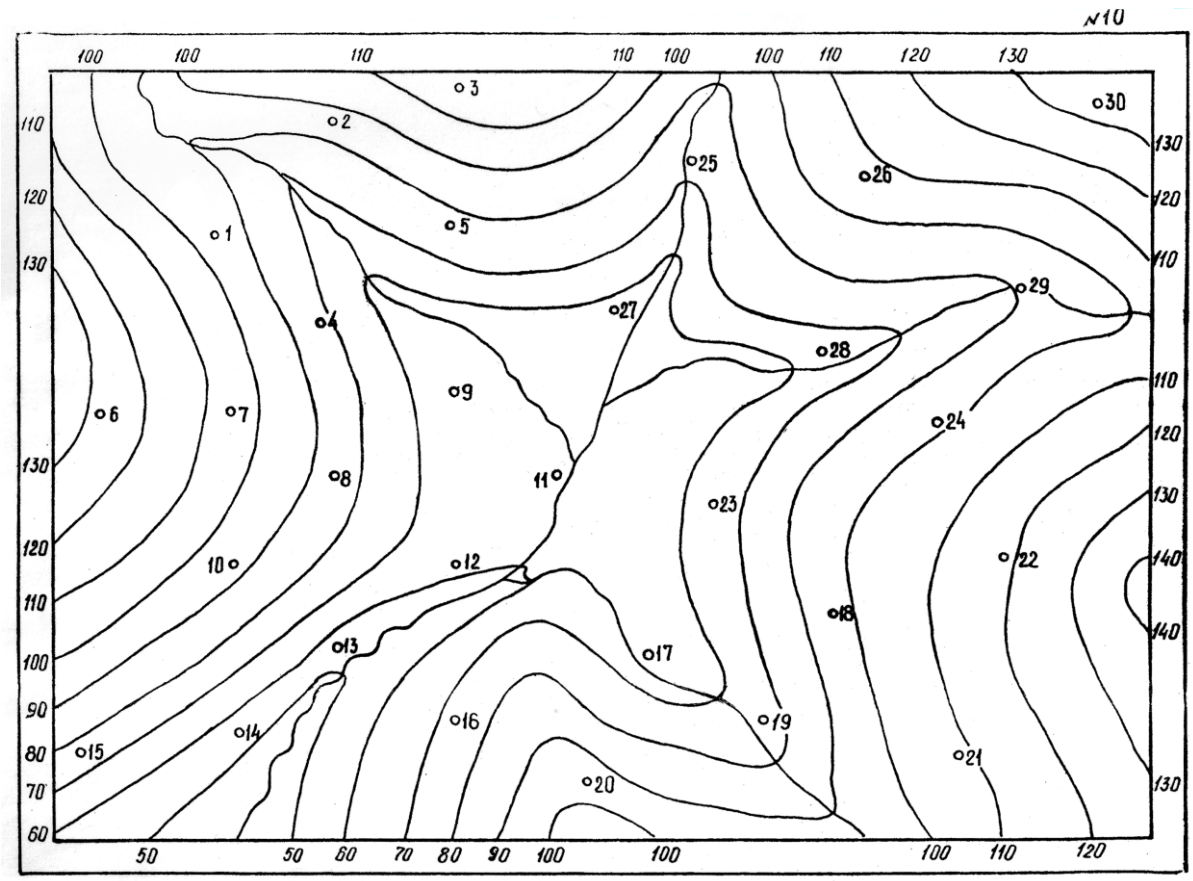


Рис. 6-5. Топографическая карта масштаба 1: 10000 с точками наблюдений.

Полевой журнал (задание 6)

1.Аргиллиты со слоистостью аз. пад.242, / 50. В 70 м к северо-востоку песчаники.

2.Песчаники со слоистостью аз. пад.60, / 60.

3.Аргиллиты.

4.Песчаники со слоистостью аз. пад.235, / 40.

5.Аргиллиты с простиранием слоистости 330.

6.Севернее точки – аргиллиты со слоистость аз. пад.70, / 58. Южнее точки 6 – диорит-порфириты. Вкрапленники в диорит-порфиритах имеют простирание 85.

7.Контакт аргиллитов и диорит-порфиритов. Диорит-порфириты располагаются южнее точки 7, в них вкрапленники роговой обманки имеют простирание 280. Ширина полосы выхода диорит-порфиритов составляет 120м.

8.Диорит-порфириты и мелкозернистые диориты. Простирание шлиров составляет 305. Севернее точки в 20м обнажаются аргиллиты.

9.Песчаники.

10.Крупнозернистые диориты.

11.Гранит-порфиры. Ориентировка вкрапленников биотита аз. пад.290, / 60. В 100м восточнее гранит-порфиры постепенно переходят в граниты. В 10 м западнее точки 11 обнажаются роговики по аргиллитам.

12.Севернее данной точки обнажаются роговики по аргиллитам. Ширина полосы их выходов до 100м. Юго-восточнее точки на поверхность выходят гранит- порфиры. На правом берегу реки гранит-порфиры секутся дайкой аплитов. Дайка имеет ориентировку аз. пад.130, / 30. Дайка прослеживается по простиранию на 80 метров. Западнее точки 12 обнажаются диорит-порфириты, в которых отмечаются плоские ксенолиты с ориентировкой аз. пад.35, / 80.

13.Крупнозернистые диориты с ориентировкой темноцветных минералов и шлиров по простиранию 295. В русле реки отмечаются выходы гранит-порфиров с ориентировкой вкрапленников аз. пад.300, / 70.

14.Крупнозернистые диориты. Южнее данной точки в 40м – выход гранит-порфиров с простиранием ксенолитов 25.

15.Крупнозернистый диорит.

16.Граниты. Мелкие жилы аплитов с ориентировкой аз. пад.140, / 15. К западу от точки граниты прослеживаются на протяжении 250м.

17.Граниты. Ориентировка листочков биотита в гранитах аз. пад.40, / 15.

18.Гранит-порфиры пересекаются дайкой аплитов с ориентировкой аз. пад.135, / 15. В 130 м к юго-востоку отмечается в гранит-порфирах ориентировка биотита аз. пад.128, / 30.

19.Гранит-порфиры. В 90м по ручью выступают роговики.

20.Контакт гранит-порфиров и роговиков. Ориентировка ксенолитов в гранит-порфирах аз. пад.140, / 20.

21.Роговики по аргиллитам. В юго-восточном направлении на протяжении 150м роговики постепенно переходят в аргиллиты.

22.Гранит-порфиры. Ориентировка отдельности в гранит-порфирах аз. пад.90, / 15. В 10 м восточнее точки выходят роговики. Ширина выхода составляет 220м.

23.Гранит-порфиры от данной точки прослеживаются в восточном направлении на 280м. Южнее выходы гранитов.

24.Граниты. В 50м восточнее выходят гранит-порфиры.

25.Гранит-порфиры. Ориентировка вкрапленников в гранит-порфирах аз. пад.300, / 75. В 100 метрах – граниты с ориентировкой листочков биотита аз. пад.305, / 50. По правому берегу ручья обнажаются полосой в 60м выходят роговики.

26.Граниты с отдельностью аз. пад.315, / 40.

27.Контакт гранит-порфиров и роговики. В русле ручья встречена жила пегматитов с ориентировкой аз. пад.305, / 20. В 120м от точки выходы гранитов.

28.Гранит-порфиры с отдельностью аз. пад.130, / 7.

29.Контакт гранит-порфиров и роговиков.

30.Гранит-порфиры с ориентировкой ксенолитов аз. пад.130, / 25.

Пояснения к заданиям 4, 5, 6. Построение геологической карты необходимо начать с составления условных обозначений всех стратиграфических, нестратиграфических и прочих объектов. Штриховые или цветовые условные обозначения для интрузивных пород выбираются в соответствии с их составом; экзоконтактовые ореолы указать красным крапом.

Далее, на топографический бланк, рядом с точками наблюдений, условными знаками показываются геологические объекты (состав пород, элементы их залегания, контакты интрузивных тел с вмещающими породами, элементы прототектоники (ориентировка трещин, ксенолитов). После этого проводятся геологические границы путем соединения линиями точек, где проходят контакты между одними и теми же породами. Если в соседних точках обнажаются разные породы, то граница между ними проводится по середине расстояния между точками (при отсутствии дополнительной информации).

Необходимо помнить, что гранит-порфиры, микродиориты, мелкозернистые габбро – это эндоконтактовая часть интрузивных массивов и границы ее с основным телом фациальные (точечные), в то время как роговики, скарны являются экзоконтактовой зоной. Границы между эндоконтактовой и экзоконтактовой зонами интрузивные и изображается сплошной черной линией. При отсутствии достаточных данных, геологические границы указываются на равном расстоянии от смежных точек наблюдений.

Относительный возраст (древнее – моложе) интрузивных тел определяется по «срезанию» одним из них экзо- и эндоконтактовых зон и элементов прототектоники другого тела. В этом случае «срезающее» тело будет более молодым, а то, у которого «срезаются» контакты и элементы прототектоники – более древним.

При отрисовке геологических границ нужно учитывать зональность геологических тел: основное интрузивное тело будет в центре, вокруг него будет зона эндоконтакта, а во вмещающих породах – зона экзоконтакта. Ориентировка ксенолитов в теле интрузивного массива соответствует ориентировке контакта этого массива с вмещающими породами. Само наличие ксенолитов указывает на то, что точка наблюдений расположена в краевой

части интрузивного тела, в зоне эндоконтакта. Пологие трещины в теле интрузивного массива часто соответствуют положению кровли (апикальной части) интрузивного тела. Все перечисленные замечания необходимо иметь ввиду при составлении карты интрузивного массива.

Глава 7. Задания на определение форм залегания вулканогенных пород

Задание 1. Дана топографическая карта с точками геологических наблюдений (рис.7-1). Территория характеризуется равнинным рельефом. В точках наблюдений на поверхность выходят пирокластические породы (туфы) псаммитового, псефитового и агломератового составов, которые образовались в прижерловой, промежуточной и удаленной зонах. Необходимо установить местоположение жерла древнего вулкана.

Пояснения. На первом этапе построения карты необходимо возле каждой точки наблюдения условными знаками показать состав обнажающегося пирокластического материала (псаммитового, псефитового и агломератового). Путем объединения точек, в которых встречается пирокластический материал одинакового состава, выделяются области распространения псаммитового, псефитового и агломератового материала, которые будут соответствовать удаленной, промежуточной и прижерловой зонам. В целом карта будет иметь концентрически зональный рисунок. В центре будет прижерловая зона, ее обрамление составит промежуточная и удаленная зоны. Предполагаемое место кратера будет в центре прижерловой зоны.

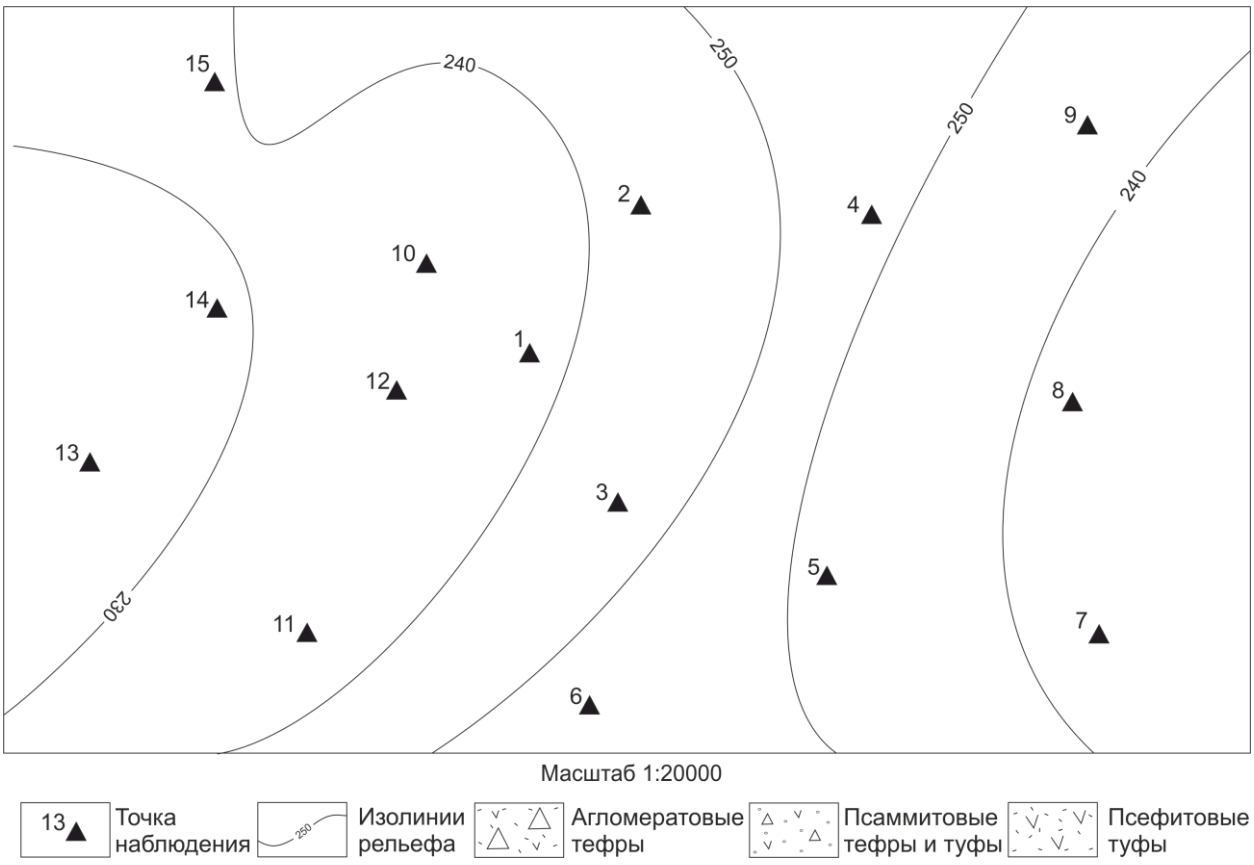


Рис. 7-1. Топографическая основа с точками геологических наблюдений.

Дневник полевых наблюдений (к заданию 1):

1. В точке наблюдения (т.н.) №1 обнаружены выходы на поверхность агломератовой тефры.
2. В т.н. №2 в склоне обнажаются выходы плотных пород, имеющих средне- и мелкообломочную структуру, тёмно-коричневого цвета, вулканогенного генезиса - псефитовые туфы;
3. В т.н. №3 обнаружены псефитовые туфы;
4. В т.н. №4 на поверхность выходят псаммитовые туфы коричневого и чёрного цветов.
5. В т.н. №5 на поверхность выходят псефитовые туфы;
6. В т.н. №6 обнажаются псаммитовые туфы черного цвета;
7. В т.н. №7 обнажаются псаммитовые туфы черного цвета;
8. В т.н. №8 обнажаются псаммитовые туфы темно-коричневого цвета;
9. В т.н. №9 обнажаются псаммитовые туфы темно-коричневого цвета;
10. В т.н. №10 обнажаются агломератовые туфы темно-коричневого и черного цветов;
11. В т.н. №11 обнажаются псаммитовые туфы темно-коричневого цвета;
12. В т.н. №12 обнажаются агломератовые туфы темно-коричневого и черного цветов;
13. В т.н. №13 обнажаются псаммитовые туфы темно-коричневого цвета;
14. В т.н. №14 обнажаются псефитовые туфы;
15. В т.н. №15 обнажаются псаммитовые туфы темно-коричневого цвета;

Задание 2. Дана топографическая карта с точками геологическими наблюдений (рис.7-2). В центральной части площади находится хорошо сохранившаяся вулканическая постройка центрального типа (конусообразная), представляющая собой стратовулкан. В рельефе она выражена вершиной, имеющей отметку + 3765 метров. У подножия постройки и на ее склонах проводились геологические наблюдения, позволившие установить состав обнажающихся вулканических и осадочно-вулканогенных пород. Необходимо используя полевой дневник:

- Составить геологическую карту вулканической постройки;
- Определить количество циклов извержений в истории вулкана;
- Составить геологический разрез по линии A_1-A_2 через вулканический аппарат;

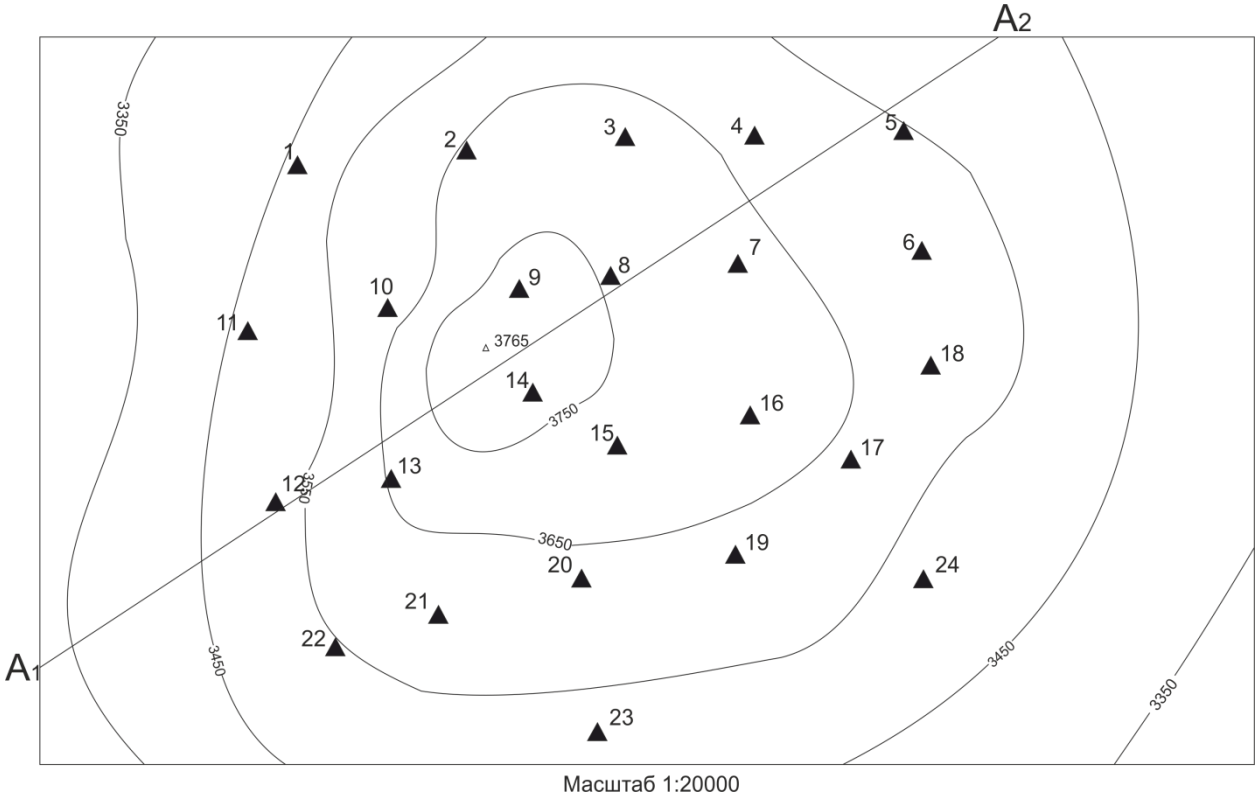


Рис. 7-2. Топографическая карта с точками наблюдений (к заданию 2).

Дневник полевых наблюдений (к заданию 2)

1. В точке наблюдения (т.н.) №1 в промоине на склоне обнаружен контакт туфов и лав базальтового состава. Туфы от темно-серого до черного цвета. Обломочный материал представлен вулканическим песком и лапиллями и сцементирован пепловыми частицами (рис. 7-3). Лавы залегают на туфах и имеют черный цвет, пористую текстуру с миндалинами, заполненными карбонатным материалом (рис. 7-4).
2. В т.н. №2 на склоне обнаружен контакт между лавами базальтового состава (внизу) и андезитами (вверху разреза). Андезитовые лавы характеризуются серым, темно-серым цветом и наличием одиночных вкрапленников плагиоклаза.
3. В т.н. №3 в расчистке на склоне обнаружен контакт между базальтами и андезитами, аналогичный контакту в точке 2.
4. В т.н.№4 обнаружены выходы пород серого цвета, аналогичных андезитам встреченным в точках 3 и 4, только без вкрапленников

Рис. 7-3. Туф песчано-лапиллевый (в точке 1).

Рис. 7-4. Покров базальтов (в точке 1)

5. В т.н. №5 породы темно-серого цвета с множеством пор и миндалин. Вероятнее всего это базальты, обнаруженные в точке 2.
6. В т.н. №6 контакт между базальтами и андезитами. Андезиты лежат на базальтах. Контакт между ними неровный, по нему развивается зона ожелезнения.
7. В т.н. №7 контакт между андезитами, которые залегают внизу и риолитами (сверху) со следами флюидальности, параллельными подошве покрова (рис. 7-5).

Рис. 7-5. Риолит с флюидальными текстурами течения (точка7).

8. В т.н. №8 обнажается контакт флюидальных риолитов и игнимбритов (туфов кислого состава). Внизу на склоне риолиты, вверху – игнимбриты (рис. 7-6).
9. В т.н. №9 на поверхность выходят игнимбриты, аналогичные точке 8.
10. В т.н. №10 контакт андезитов (внизу) и риолитов (вверху).
11. В т.н. №11 контакт туфов (внизу) и базальтов (вверху).
12. В т.н. №12 выходят на поверхность черные базальты.
13. В т.н. №13 в промоине обнаружен контакт андезитов и флюидальных риолитов.
14. В т.н. №14 на поверхность выходят светло-серые риолиты с порфировой структурой. Основная масса риолита тонкозернистая, на фоне которой выделяются светлые, водяно-прозрачного вида зерна кварца. Вполне вероятно, что данный риолит относится к жерловой фации.
15. В т.н. №15 на поверхность выходит контакт флюидальных риолитов и игнимбритов.
16. В т.н. №16 обнажается контакт серых андезитов (внизу) и флюидальных риолитов (вверху).

Рис. 7-6. Игнимбритовый туф (точка 8).

17. В т.н. №17 выходит на поверхность контакт темно-серых андезитов и черных миндалекаменных базальтов.
18. В т.н.№18 контакт темно-серых андезитов и черных миндалекаменных базальтов, как в точке 17.
19. В т.н. №19 контакт темно-серых андезитов и черных миндалекаменных базальтов.
20. В т.н. №20 контакт темно-серых андезитов и черных миндалекаменных базальтов.
21. В т.н. №21 базальты черные миндалекаменные.
22. В т.н. №22, 23, 24 контакт между черными миндалекаменными базальтами (вверху) и песчано-лапиллиевыми туфами (внизу).

Пояснения. В начале нужно возле каждой точки наблюдения условными знаками показать состав обнажающегося вулканических пород (базальты, андезиты, риолиты, игнимбриты и т.д.). Поскольку постройка представляет собой стратовулкан, то в ее разрезе будут чередоваться лавовые и пирокластические покровы разного состава (от основных до кислых). При составлении карты необходимо учитывать, что в основании постройки будут наиболее древние покровы, а к вершине – более молодые. Распространение покровов на карте будет носить зональный характер: в центре более

молодые, а к периферии – более древние. Наклон покровов будет от центра постройки к периферии.

При определении циклов извержения следует ориентироваться на резкие различия в составе лавовых потоков и покровов.

Задание 3. Построить разрез по геологической карте № 23 через вулканическую постройку неогенового возраста (рис. 7-7). Горизонтальный и вертикальный масштабы разреза должны быть одинаковы и соответствовать масштабу карты.

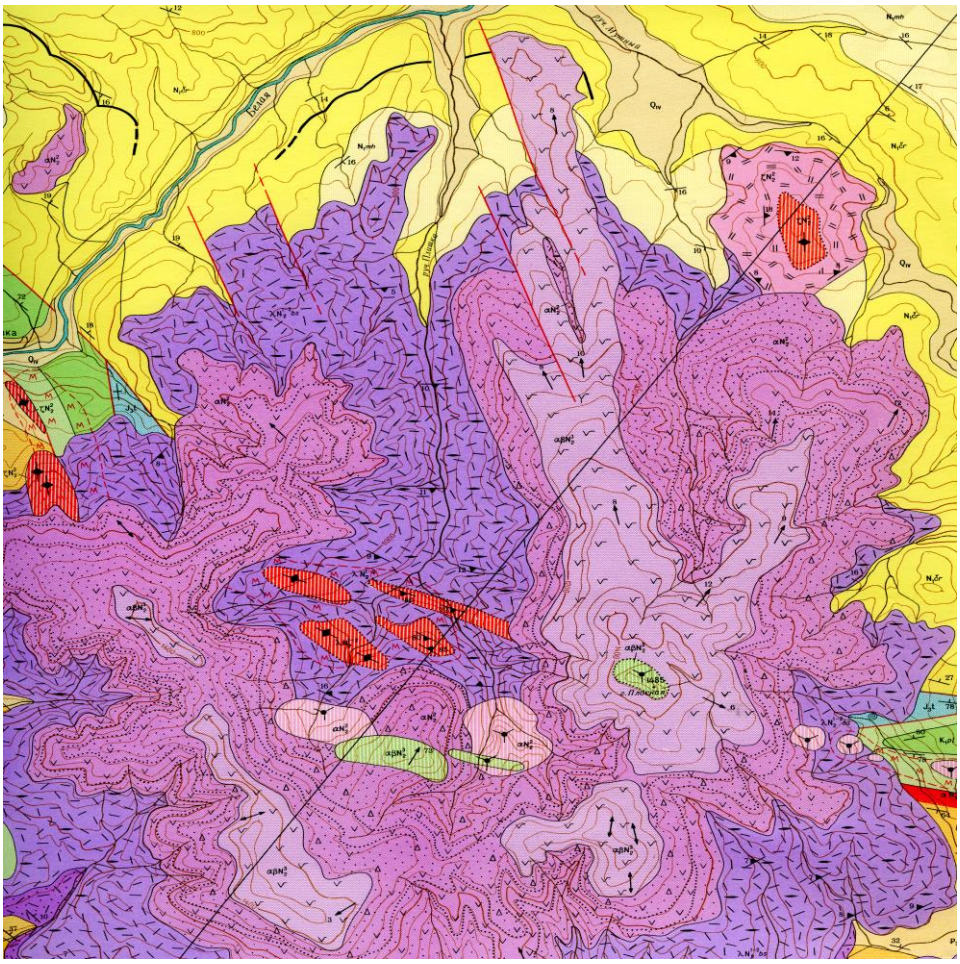


Рис. 7-7. Фрагмент учебной геологической карты №23.

Пояснения. Перед построением разреза необходимо детально ознакомиться с особенностями геологического строения территории, изображенной на карте № 23. Фундаментом постройки являются мезо-кайнозойские породы меловой, палеогеновой и неогеновой систем, которые имеют разные формы залегания. Мел-палеогеновые породы

смяты в линейные наклонные и опрокинутые складки, неогеновые – выполняют брахиформные структуры. На территории проявлены нарушения северо-западной ориентировки, согласной с простиранием пород и осей складок и менее протяженные нарушения северо-восточного простирания. Необходимо определить тип нарушений (сбросы, взбросы, сдвиги, раздвиги и т.д.). При этом следует учесть, что прямолинейные в плане нарушения являются вертикальными, а изгибающиеся на водоразделах и в долинах рек – наклонные. Направления падения нарушений определяется по ориентировке пластовых треугольников. Нужно обратить внимание на группу сближенных нарушений, в центральном блоке которых обнажаются кроме мел-палеогеновых отложений более древние породы юрского возраста. К этой системе нарушений приурочена вулканическая постройка и в ее пределах располагается субвулканическая интрузия. Данная ослабленная зона, по всей видимости, являлась магмаподводящей для вулкана.

Построение разреза нужно начинать с профиля местности, так как существует прямая связь между условиями залегания вулканических покровов и рельефом. Линия разреза должна пересекать как можно большее вулканических покровов и пород жерловой фации (некков). Мощности покровов и осадочных отложений указаны в стратиграфической колонке. В ходе построения разреза и изображения на нем пород жерловой фации необходимо ориентироваться на элементы прототектоники, в частности на полосчатость, которая параллельна контактам магмаподводящих каналов. Следует не забывать, что образования жерловой фации – это магмаподводящие каналы, по которым лава поднималась к поверхности, растекалась по ней и остывала, образуя покровы. Граница между такими покровами и жерловыми породами показываются точками (границы фациальные). Со всеми другими покровами, которые образовались за счет других магмаподводящих каналов, у данной жерловой фации границы показываются сплошной черной линией, так как это будут разновозрастные образования. Таким образом, у жерлового образования точечная (фациальная граница) будет только с одним покровом.

Глубина разреза должна составлять в масштабе карты 2-3 см., так как на нем нужно показать весь разрез вулканической постройки и верхнюю часть фундамента. Фундамент (мезо-кайнозойский комплекс), перекрываемый вулканической постройкой строится методом геологического просвечивания (положение геологических границ интерполируется под толщей вулканических пород). Рекомендуется изобразить пунктирными линиями предполагаемые эродированные части вулканического сооружения (вулканических покровов).

Задание 4. Построить разрез по геологической карте № 25 (рис. 7-8) через эродированное вулканическое сооружение неогенового возраста. Горизонтальный и вертикальный масштабы разреза должны быть одинаковы и соответствовать масштабу карты.

Пояснения. На геологической карте изображена глубокоэродированная вулканическая постройка миоценового возраста, представленная в настоящее время породами жерловой и субвулканической фаций. Фундаментом постройки служит покров базальтов олигоценового возраста. Вулканическая постройка отделена от восточной складчатой зоны (восточной структурно-формационной зоны) крупным разломом, который наследуется руслом реки.

Анализируя расположение кольцевых даек, которые обычно окаймляют центр извержений, можно выделить две системы кольцевых даек: северную и южную. Южная система более крупная (больший радиус) и более ранняя, так как и дайки и субвулканические тела секутся дайками и субвулканическими телами северной системы. Отсюда следует вывод о том, что вулканическая постройка сформировалась в течение двух этапов вулканизма. В первый этап образовались лавы (в настоящее время эродированные), тела жерловой фации, субвулканические тела и дайки. Центр магматизма пришелся на южную часть территории. Затем центр извержения сместился на север, масштаб вулканической деятельности уменьшился и образовались вулканические тела, окаймленные северной системой кольцевых даек. Это обстоятельство следует учитывать при составлении разреза. Тела, образовавшиеся в ходе первого этапа миоценового вулканизма, будут пересекаться, а в отдельных местах и поглощаться телами второго этапа вулканизма. При изображении интрузивных тел и даек на разрезах следует учесть положение линий течения, первичную полосчатость и положение контактов интрузивных тел. Для всех этих элементов на карте указаны углы наклона.

Рис. 7-4. Фрагмент учебной геологической карты №25, на которой изображена глубокоэродированная вулканическая постройка.

Глава 8. Задания на определение форм залегания метаморфических пород

Задание 1. Построить геологическую карту участка метаморфических пород, деформированных с образованием гранито-гнейсовых куполов, по данным полевых наблюдений. Расположение точек наблюдений показано на схеме в масштабе 1: 50 000 (рис. 8-1). Результаты трех вариантов наблюдений приведены в таблице 8-1. Карту необходимо снабдить геологическим разрезом.

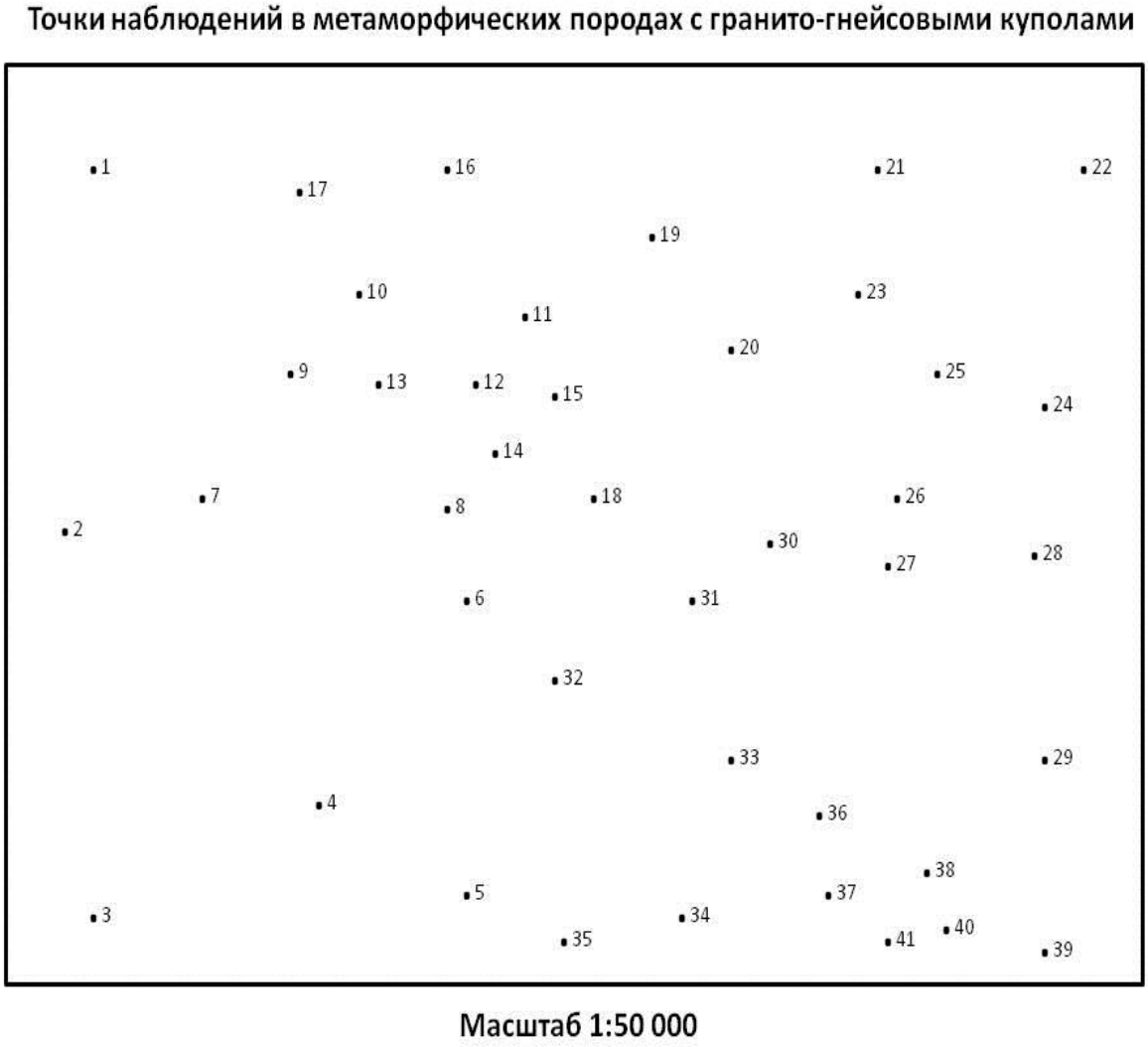


Рис. 8-1. Схема расположения точек наблюдения (к заданию 1)

Таблица 8-1.

Результаты геологических наблюдений в точках, расположенных на участке развития гранито-гнейсовых куполов.

Вариант №1

№ точки наблюдений	Результаты наблюдений
1	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
2	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
3	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
4	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
5	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
6	Кристаллические сланцы с ориентировкой полосчатости аз. пад. 180^0, $< 10^0$. Отмечается мигматизация в виде крупных кварцевых жил. Примерно 200 метров на север встречаются гранито-гнейсы.
7	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
8	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка пластинчатых минералов в гнейсо-гранитах (директивность) - аз. пад. 180^0, $< 41^0$
9	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 267^0, $< 22^0$
10	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка пластинчатых минералов в гнейсо-гранитах (директивность) - аз. пад. 339^0, $< 39^0$
11	Гнейсо-граниты с директивностью - аз. пад. 53^0, $< 55^0$
12	Граниты интрузивного облика, массивные
13	Контакт гранитов массивных и гнейсо-гранитов с диррективностью. Элементы залегания контакта - аз. пад. 270^0, $< 70^0$
14	Контакт гранитов массивных и гнейсо-гранитов с диррективностью. Элементы залегания контакта - аз. пад. 155^0, $< 75^0$
15	Гнейсо-граниты с директивностью - аз. пад. 100^0, $< 50^0$
16	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Положение контакта - аз. пад. 355^0, $< 15^0$
17	Кристаллические сланцы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 310^0, $< 10^0$, наблюдается мигматизация в виде маломощных жил кварц-полевошпатового состава. Примерно в 200 метрах на юго-восток встречаются гранито-гнейсы.
18	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Положение контакта - аз. пад. 120^0, $< 15^0$
19	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
20	Кристаллические сланцы с ориентировкой полосчатости аз. пад. 270^0, $< 5^0$. Отмечается мигматизация в виде маломощных жил кварц-полевошпатового состава. Примерно 250 метров на восток встречаются гранито-гнейсы.
21	Кристаллические сланцы с полосчатостью - . 340^0, $< 5^0$. Отмечается слабая мигматизация. Примерно в 400 метрах на юго-восток встречаются гранито-гнейсы.
22	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
23	Контакт гранито-гнейсов и гнейсо-гранитов. Элементы залегания контакта аз. пад. 315^0, $< 35^0$.
24	Гнейсо-граниты с директивностью - аз. пад. 110^0, $< 45^0$.
25	Граниты массивные, интрузивного облика.
26	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта- 200^0,

	$< 39^0$.
27	Кристаллические сланцы с ориентировкой полосчатости аз. пад. 200^0, $< 5^0$. Отмечается мигматизация в виде маломощных жил кварц-полевошпатового состава. Примерно в 250 метрах на север встречаются гранито-гнейсы.
28	Кристаллические сланцы с ориентировкой полосчатости аз. пад. 165^0, $< 7^0$. Отмечается мигматизация в виде маломощных жил кварц-полевошпатового состава. Примерно 200 метров на северо-запад встречаются гранито-гнейсы.
29	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 65^0, $< 17^0$
30	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
31	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
32	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
33	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка пластинчатых минералов в гнейсо-гранитах (директивность) - аз. пад. 310^0, $< 40^0$
34	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка пластинчатых минералов в гнейсо-гранитах (директивность) - аз. пад. 270^0, $< 41^0$
35	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ориентировка полосчатости в сланцах - аз. пад. 270^0, $< 19^0$
36	Контакт гранитов массивных и гнейсо-гранитов. Ориентировка контакта - аз. пад. 5^0, $< 65^0$
37	Граниты массивные.
38	Гнейсо-граниты с директивностью аз. пад. 80^0, $< 50^0$
39	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ориентировка полосчатости в сланцах - аз. пад. 90^0, $< 15^0$
40	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка пластинчатых минералов в гнейсо-гранитах (директивность) - аз. пад. 80^0, $< 40^0$
41	Контакт гранитов массивных и гнейсо-гранитов. Ориентировка контакта - аз. пад. 95^0, $< 70^0$

Таблица 8-1. Продолжение

Вариант №2

№ точки наблюдений	Результаты наблюдений
1	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
2	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
3	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
4	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости аз. пад. 210^0, $< 25^0$
5	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости аз. пад. 200^0, $< 27^0$
6	Граниты массивные
7	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта аз. пад. 270^0, $< 35^0$
8	Граниты массивные
9	Контакт массивных гранитов и гнейсо-гранитов. Ориентировка контакта - аз. пад. 300^0, $< 65^0$
10	Контакт массивных гранитов и гнейсо-гранитов. Ориентировка контакта - аз. пад. 330^0, $< 70^0$
11	Граниты массивные

12	Граниты массивные
13	Граниты массивные
14	Граниты массивные
15	Граниты массивные
16	Контакт гнейсо-гранитов гранито-гнейсов. Положение контакта - аз. пад. 350^0, $< 40^0$
17	Контакт гнейсо-гранитов гранито-гнейсов. Положение контакта - аз. пад. 330^0, $< 40^0$
18	Граниты массивные
19	Контакт массивных гранитов и гнейсо-гранитов. Ориентировка контакта - аз. пад. 30^0, $< 70^0$
20	Контакт массивных гранитов и гнейсо-гранитов. Ориентировка контакта - аз. пад. 50^0, $< 70^0$
21	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 40^0, $< 15^0$.
22	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
23	Контакт гранито-гнейсов и гнейсо-гранитов. Элементы залегания контакта аз. пад. 50^0, $< 35^0$.
24	Кристаллические сланцы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 80^0, $< 45^0$. Отмечается мигматизация в виде маломощных жил кварц-полевошпатового состава. Примерно в 500 метров западнее точки 24 встречаются гранито-гнейсы.
25	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости – аз. пад. 55^0, $< 20^0$.
26	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта- аз. пад. 80^0, $< 45^0$.
27	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта- аз. пад. 110^0, $< 45^0$.
28	Кристаллические сланцы с ориентировкой полосчатости аз. пад. 105^0, $< 7^0$. Отмечается мигматизация в виде маломощных жил кварц-полевошпатового состава. Примерно 200 метров на северо-запад встречаются гранито-гнейсы.
29	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
30	Контакт массивных гранитов и гнейсо-гранитов. Положение контакта - аз. пад. 80^0, $< 70^0$
31	Граниты массивные
32	Граниты массивные
33	Гнейсо-граниты с директивностью - аз. пад. 160^0, $< 40^0$
34	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 170^0, $< 15^0$
35	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 180^0, $< 19^0$
36	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 160^0, $< 10^0$
37	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью. Севернее и южнее данной точки, примерно на удалении 500 м встречаются гранито-гнейсы. Кристаллические сланцы сильно мигматизированы.
38	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью. Севернее и южнее данной точки, примерно на удалении 500 м встречаются гранито-гнейсы. Кристаллические сланцы сильно мигматизированы.
39	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад.340^0, $< 35^0$
40	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 340^0, $< 20^0$

41	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 330^0, < 15^0

Таблица 8-1. Продолжение

Вариант №3

№ точки наблюдений	Результаты наблюдений
1	Гранито-гнейсы с полосчатостью - аз. пад. 225^0, < 10^0
2	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
3	Контакт кристаллических сланцев с гранито-гнейсами. Ориентировка контакта - аз. пад. 45^0, < 10^0
4	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
5	Контакт кристаллических сланцев с гранито-гнейсами. Ориентировка контакта - аз. пад. 300^0, < 10^0
6	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
7	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью.
8	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью. Отмечается слабая мигматизация в виде тонких кварц-полевошпатовых прожилков.
9	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 210^0, < 5^0
10	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 180^0, < 40^0
11	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 210^0, < 40^0
12	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 190^0, < 10^0
13	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 200^0, < 10^0
14	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 180^0, < 10^0
15	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 170^0, < 10^0
16	Контакт массивных гранитов и гнейсо-гранитов. Ориентировка контакта - аз. пад. 190^0, < 70^0
17	Гнейсо-граниты с ориентировкой директивности - аз. пад. 200^0, < 15^0
18	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью.
19	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 155^0, < 40^0
20	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 160^0, < 10^0
21	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 150^0, < 15^0.
22	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
23	Контакт гранито-гнейсов и гнейсо-гранитов. Элементы залегания контакта аз. пад. 50^0, < 35^0.
24	Кристаллические сланцы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 80^0, < 45^0. Отмечается мигматизация в виде маломощных жил кварц-полевошпатового состава. Примерно в 500 метров западнее точки 24 встречаются гранито-гнейсы.
25	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости – аз. пад. 55^0, < 20^0.
26	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта- аз. пад. 80^0, < 45^0.
27	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта- аз. пад. 110^0, < 45^0.
28	Кристаллические сланцы с ориентировкой полосчатости аз. пад. 105^0, < 7^0.

	Отмечается мигматизация в виде маломощных жил кварц-полевошпатового состава. Примерно 200 метров на северо-запад встречаются гранито-гнейсы.
29	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью
30	Контакт массивных гранитов и гнейсо-гранитов. Положение контакта - аз. пад. 80^0, < 70^0
31	Граниты массивные
32	Граниты массивные
33	Гнейсо-граниты с директивностью - аз. пад. 160^0, < 40^0
34	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 170^0, < 15^0
35	Контакт кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад. 180^0, < 19^0
36	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 160^0, < 10^0
37	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью. Севернее и южнее данной точки, примерно на удалении 500 м встречаются гранито-гнейсы. Кристаллические сланцы сильно мигматизированы.
38	Кристаллические сланцы с горизонтальной полосчатостью. Севернее и южнее данной точки, примерно на удалении 500 м встречаются гранито-гнейсы. Кристаллические сланцы сильно мигматизированы.
39	Контакт гнейсо-гранитов и гранито-гнейсов. Ориентировка контакта - аз. пад.340^0, < 35^0
40	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 340^0, < 20^0
41	Гранито-гнейсы с ориентировкой полосчатости - аз. пад. 330^0, < 15^0

Пояснения. Составление карты необходимо начать с выноса на схему возле каждой точки наблюдения состава пород и ориентировку в них полосчатости или директивности, а также наличие мигматизации. После этого следует соединить точки, в которых зафиксированы контакты между одинаковыми породами. При оконтуривании областей распространения пород необходимо учитывать, что в центральных частях гранито-гнейсовых куполов будут находиться граниты интрузивного облика (массивные), без какой-либо полосчатости и директивности (закономерной ориентировки пластинчатых или листоватых минералов). Гранитные ядра окружены продуктами их воздействия на окружающие кристаллические сланцы. К ним относятся гнейсо-граниты и гранито-гнейсы. Гнейсо-граниты – это практически полностью замещенные гранитным материалом кристаллические сланцы. От первичных метаморфических структур в гнейсо-гранитах осталась только директивность. Гнейсо-граниты окружают непосредственно гранитные ядра и в свою очередь окружаются гранито-гнейсами. Гранито-гнейсы в меньшей степени замещены гранитным расплавом, в них сохраняется полосчатось метаморфических пород. За гранито-гнейсами следуют кристаллические сланцы, которые несут относительно слабые следы влияния гранитов (зоны мигматизации). Последние развиваются на контакте кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Непосредственно

на контакте проявлена сильная мигматизация (многочисленные жилы кварц-полевошпатового состава) с удалением от контакта мигматизация затухает (присутствуют лишь единичные тонкие прожилки кварц-полевошпатового состава). Наличие мигматизации, таким образом, указывает на близость точки к контакту кристаллических сланцев и гранито-гнейсов. Ширина зоны мигматизации, как правило, не превышает 500 метров.

Падение контактов между породами, ориентировка полосчатости и директивности в породах направлены от центра куполов к периферии. Углы падения уменьшаются от центра к периферии и на удалении 500 – 1000 метров от контакта между гранито-гнейсами и кристаллическими сланцами полосчатость последних занимает горизонтальное положение. Горизонтальное положение полосчатости в кристаллических сланцах свидетельствует о том, что точка находится в межкупольном пространстве на удалении от границы купола.

При построении разреза рельеф изображаем в виде прямой линии. Вертикальный масштаб принимаем равным горизонтальному, так как мощности гнейсо-гранитов, гранито-гнейсов, кристаллических сланцев превышают 500 метров (в масштабе карты это 10 мм и более).

Задание 2. На изучаемой территории обнажаются докембрийские метаморфические комплексы амфиболитовой фации, отличающиеся по составу и строению. Комплексы граничат между собой по зонам крупных разрывных нарушений и установить возрастные взаимоотношения между ними по этой причине сложно. Для решения данного вопроса необходимо использовать структурный метод, сущность которого заключается в том, что в древних комплексах проявлено большее число фаз складчатости, а в молодых – меньше фаз складчатости и отсутствуют складки ранних фаз. Одним из основных критериев принадлежности складок к разным фазам складчатости считаются различия в простирании шарниров. Если простирание шарниров у складок отличается больше чем на 30^0, то складки относятся к разным фазам. Различия в положении шарниров меньше, чем на 30^0 могут быть связаны с особенностями геологического разреза метаморфических толщ, локальными различиями в ориентировке векторов деформирующих сил. В таблице 8-2 приведено три варианта ориентировок шарниров по трем комплексам: гранито-гнейсовому, амфиболитовому и кристаллосланцевому. Требуется выяснить возрастную последовательность образования комплексов на основе анализа проявленной в них складчатости.

Пояснения. Для решения данной задачи необходимо воспользоваться методикой построения диаграмм трещиноватости с помощью сетки Вальтера Шмидта. Только вместо азимутов падения и углов падения трещин мы анализируем азимуты падения и углы падения шарниров складок. Для каждого комплекса: гранито-гнейсового, амфиболитового и кристаллосланцевого нужно построить три диаграммы ориентировок шарниров. На диаграмме шарниров самого древнего комплекса выделится больше всего систем ориентировок шарниров (фаз складчатости) и будут представлены системы (фазы складчатости), отсутствующие в других комплексах. У самого молодого комплекса будет меньше всего систем ориентировок шарниров и все они будут присутствовать на диаграммах более древних комплексов. Системы должны отличаться друг от друга по одному из параметров (азимуту падения или углу падения) шарнира более чем на 30 градусов.

Таблица 8-2.

Результаты замеров ориентировок шарниров по гранито-гнейсовому, амфиболитовому и кристаллосланцевому комплексам

Комплексы	Ориентировка шарниров. 1-й вариант	Ориентировка шарниров. 2-й вариант	Ориентировка шарниров. 3-й вариант
Гранито-гнейсовый	аз. пад. 73, < 31; аз. пад. 69, < 37; аз. пад. 315, < 17; аз. пад. 318, < 10; аз. пад. 322, < 15; аз. пад. 71, < 27; аз. пад. 321, < 13; аз. пад. 75, < 30; аз. пад. 69, < 35; аз. пад. 72, < 38; аз. пад. 69, < 37;	аз. пад. 22, < 71; аз. пад. 332, < 18; аз. пад. 84, < 32; аз. пад. 79, < 37; аз. пад. 19, < 76; аз. пад. 329, < 16; аз. пад. 334, < 17; аз. пад. 80, < 39; аз. пад. 73, < 31; аз. пад. 26, < 80; аз. пад. 19, <81; аз. пад. 329, < 14; аз. пад. 335, < 17; аз. пад. 89, < 37;	аз. пад. 310, < 11; аз. пад. 308, < 21; аз. пад. 305, < 16; аз. пад. 312, < 17; аз. пад. 310, < 15; аз. пад. 300, < 16; аз. пад. 311, < 13; аз. пад. 309, < 15; аз. пад. 310, < 17; аз. пад. 304, < 14;
Кристалло-сланцевый	аз. пад. 32, < 71; аз. пад. 322, < 18; аз. пад. 74, < 32; аз. пад. 69, < 37; аз. пад. 29, < 76; аз. пад. 319, < 16; аз. пад. 324, < 17; аз. пад. 70, < 39; аз. пад. 63, < 31; аз. пад. 36, < 80; аз. пад. 29, <81; аз. пад. 319, < 14;	аз. пад. 93, < 33; аз. пад. 89, < 40; аз. пад. 335, < 20; аз. пад. 338, < 13; аз. пад. 342, < 18; аз. пад. 91, < 30; аз. пад. 341, < 10; аз. пад. 95, < 33; аз. пад. 89, < 38; аз. пад. 92, < 41; аз. пад. 89, < 40;	аз. пад. 63, < 34; аз. пад. 59, < 39; аз. пад. 305, < 19; аз. пад. 308, < 14; аз. пад. 312, < 19; аз. пад. 61, < 29; аз. пад. 311, < 11; аз. пад. 65, < 34; аз. пад. 59, < 39; аз. пад. 62, < 42; аз. пад. 59, < 39;

	аз. пад. 325, < 17; аз. пад. 79, < 37;		
Амфиболитовый	аз. пад. 320, < 10; аз. пад. 318, < 20; аз. пад. 315, < 15; аз. пад. 322, < 18; аз. пад. 320, < 14; аз. пад. 310, < 15; аз. пад. 321, < 12; аз. пад. 319, < 14; аз. пад. 320, < 16; аз. пад. 314, < 13;	аз. пад. 340, < 10; аз. пад. 338, < 20; аз. пад. 335, < 15; аз. пад. 342, < 18; аз. пад. 340, < 14; аз. пад. 330, < 15; аз. пад. 341, < 12; аз. пад. 339, < 14; аз. пад. 340, < 16; аз. пад. 334, < 13;	аз. пад. 352, < 71; аз. пад. 302, < 18; аз. пад. 54, < 32; аз. пад. 49, < 37; аз. пад. 349, < 76; аз. пад. 299, < 16; аз. пад. 304, < 17; аз. пад. 50, < 39; аз. пад. 43, < 31; аз. пад. 356, < 80; аз. пад. 349, <81; аз. пад. 299, < 14; аз. пад. 305, < 17;

Задание 3. В небольшом обнажении на поверхность оказались выведены метаморфические породы – кристаллические сланцы. В сланцах хорошо выражена полосчатость с ориентировкой аз. пад. 270 и < 25. Кроме этого, в кристаллосланцах была установлена система сближенных параллельных трещин – кливаж, элементы залегания которого составили – аз. пад 270, < 45. Наличие кливажа указывает на то, что толща кристаллических сланцев смята в складки и в обнажении мы наблюдаем только одно крыло складки, в котором проявлен кливаж осевой поверхности (система мелких параллельных трещин, параллельных осевой поверхности). Требуется определить элементы залегания другого крыла и определить вид складки по положению осевой поверхности (прямая, наклонная, опрокинутая). Варианты элементов залегания одного крыла складки и кливажа осевой поверхности даны в таблице 8-3.

Пояснения. Данную задачу можно выполнить как расчетным, так и графическим способом (рис. 8-2). Для графического способа нужно провести прямую линию, изображающую рельеф и из произвольной точки провести линию под углом, соответствующим углу падения крыла складки (на рис. 8-2 это измеренное крыло, падающее под углом 25 градусов). Затем из этой же точки под углом 45 градусов проводится другая прямая, которая будет одновременно и осевой поверхностью и поверхностью кливажа. Угол между крылом и осевой поверхностью складки будет таким образом составлять 20 градусов (45-25). Поскольку осевая поверхность делит угол складки пополам, то симметрично осевой поверхности по другую ее сторону откладываем угол 20 и получаем второе крыло складки (на рис. 8-2 это крыло построенное, которое будет иметь азимут падения 270 градусов и угол падения 65 градусов. Поскольку осевая поверхность имеет наклонное положение (45 градусов), а

крылья складки падают в одну сторону, то складка будет опрокинутой. Крыло с элементами залегания аз. пад. 270, <65 будет опрокинутое.

Таблица 8-3

Варианты ориентировки крыла складки и кливажа осевой поверхности

	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
Ориентировка крыла складки	аз. пад. 270, <19	аз. пад. 270, <40	аз. пад. 90, <70	аз. пад. 270, <60
Ориентировка кливажа осевой поверхности	аз. пад. 270, <35	аз. пад. 270, <80	аз. пад. 90, <50	аз. пад. 90, <65

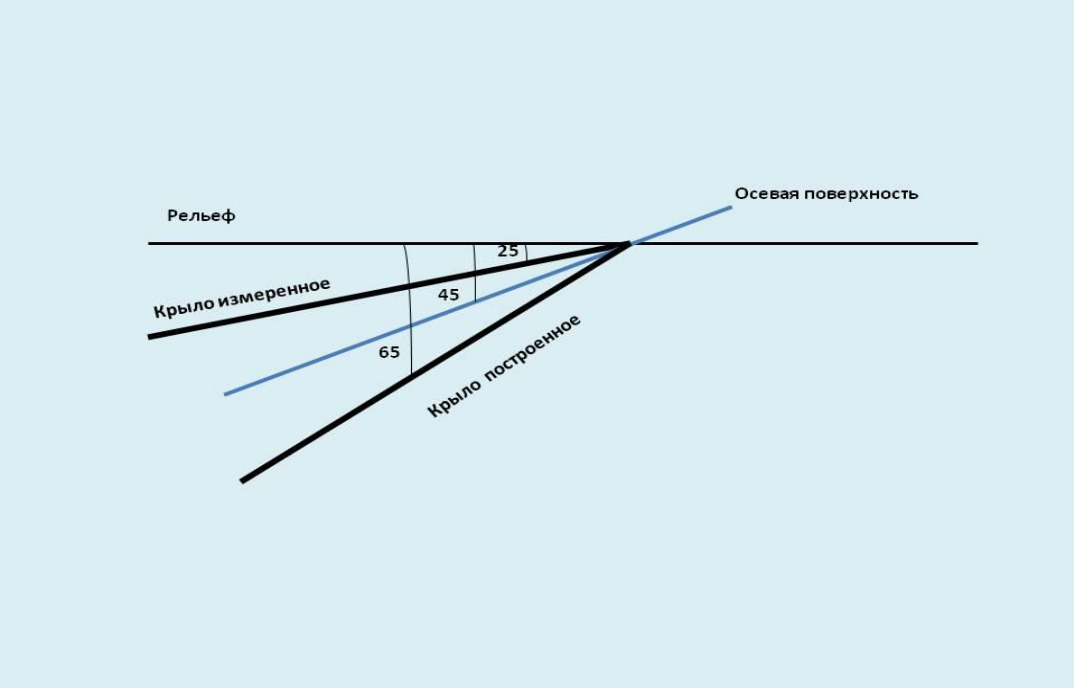


Рис. 8-2. Схема к заданию 3, поясняющая определение положения второго крыла складки и вид складки по положению осевой поверхности.

Задание 4. Построить геологический разрез по северо-восточному фрагменту учебной геологической карты №16. На карте древние (ранний протерозой) метаморфические породы граничат по крупному взбросу с отложениями раннего

палеозоя (рис.8-3). Метаморфические породы деформированы с образованием гранито-гнейсовых куполов. Купола слабо эродированы, поэтому в их центральных частях на поверхность не выходят граниты и гнейсо-граниты, а обнажаются лишь гранито-гнейсы. На карте положение полосчатости и сланцеватости показаны конфигурацией значков и значками элементов залегания. Породы обрамления гранито-гнейсовых куполов сложены стратиграфическими образованиями, преимущественно сланцами, туфами и лавами риолитов.

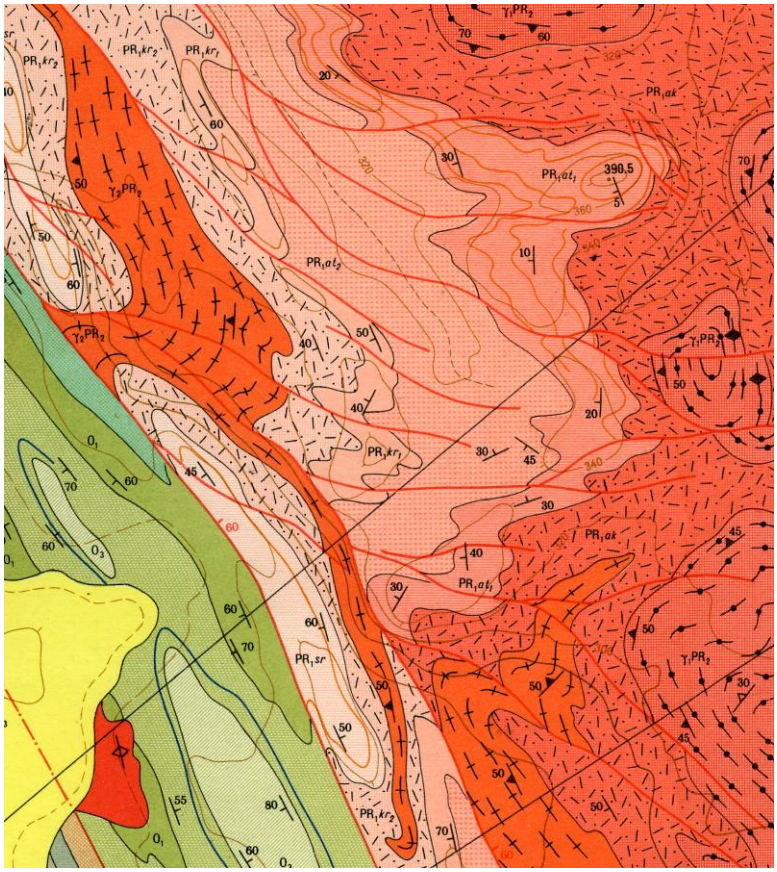


Рис. 8-3. Фрагмент учебной геологической карты №16. Метаморфические породы раннего и позднего протерозоя образуют гранито-гнейсовые купола (восточная часть территории). Ядра куполов сложены порфировидными и очковыми гранито-гнейсами (γ_1PR_2), обрамления - стратифицированными отложениями (туфами и лавами риолитов) аксуйской (PR_1ak) и (сланцами) айтекской (PR_1at) свит.

Пояснения. При построении разреза по фрагменту карты №16 необходимо руководствоваться элементами залегания свит и элементами полосчатости и гнейсоватости, которые даны на карте, особенно в областях развития гранито-гнейсовых куполов. В этом отношении методика выполнения задания аналогична методике, примененной при построении карты и разреза к ней в задании 1.

Глава 9. Задания на изучение разрывов со смещением в горных породах

Задание 1. Дана геологическая карта с широким развитием четвертичных отложений и разветвленной овражной сетью. На карте нет разрывных нарушений, выходящих на дневную поверхность, но есть разрывы, скрытые под чехлом моренных и аллювиальных отложений. Используя прямые и косвенные признаки разрывных нарушений необходимо на карте определить, где проходят данные разрывы, примерные азимуты их простирания и относительное положение их крыльев (какие опущены, а какие приподнятые).

По картам, изображенным на рис. 9-2 и 9-3 необходимо определить:

а. Какие признаки указывают на наличие на данной площади разрывного нарушения;

б. Какое простирание возможного разрывного нарушения;

в. Определить опущенное и поднятое крылья предполагаемого нарушения;

г. Определить кинематический тип разрывного нарушения

Пояснения. При выявлении скрытых разрывных нарушений необходимо в первую очередь ориентироваться на резкое смещение геологических границ, зоны дробления и рассланцевания. Ориентировка разрывов будет совпадать с направлением протяженных прямолинейных участков русел рек и ручьев, с рассланцованностью пород. Опущенные и приподнятые блоки определяются по возрасту пород, контактирующих по обе стороны предполагаемого разрыва. Тот блок, в котором обнажаются более древние породы будет приподнятым, а тот, где породы моложе – опущенным. В качестве примера рассмотрим рис. 9-1, на котором показано крупное разрывное нарушение. Параллельно разрывному нарушению в субширотном направлении протягивается русло реки. Нарушение падает в южном направлении (на это указывают штрихи красного цвета). Угол падения будет крутым, так как линия нарушения не изгибается (не образует так называемых треугольников) в местах пересечения с речными долинами притоков. Таким образом, южное крыло нарушения будет висячим, а северное – лежачим. Южное крыло приподнято по сравнению с северным, так как в южном обнажаются более древние породы (каменноугольного возраста, а северном – молодые (четвертичной системы). Можно также утверждать, что северное крыло продолжает опускаться относительно южного, так как речная долина ограничена с юга разломом и нигде не пересекает его. Таки образом, южное, висячее крыло, приподнято и разрывное нарушение следует отнести к взбросу.

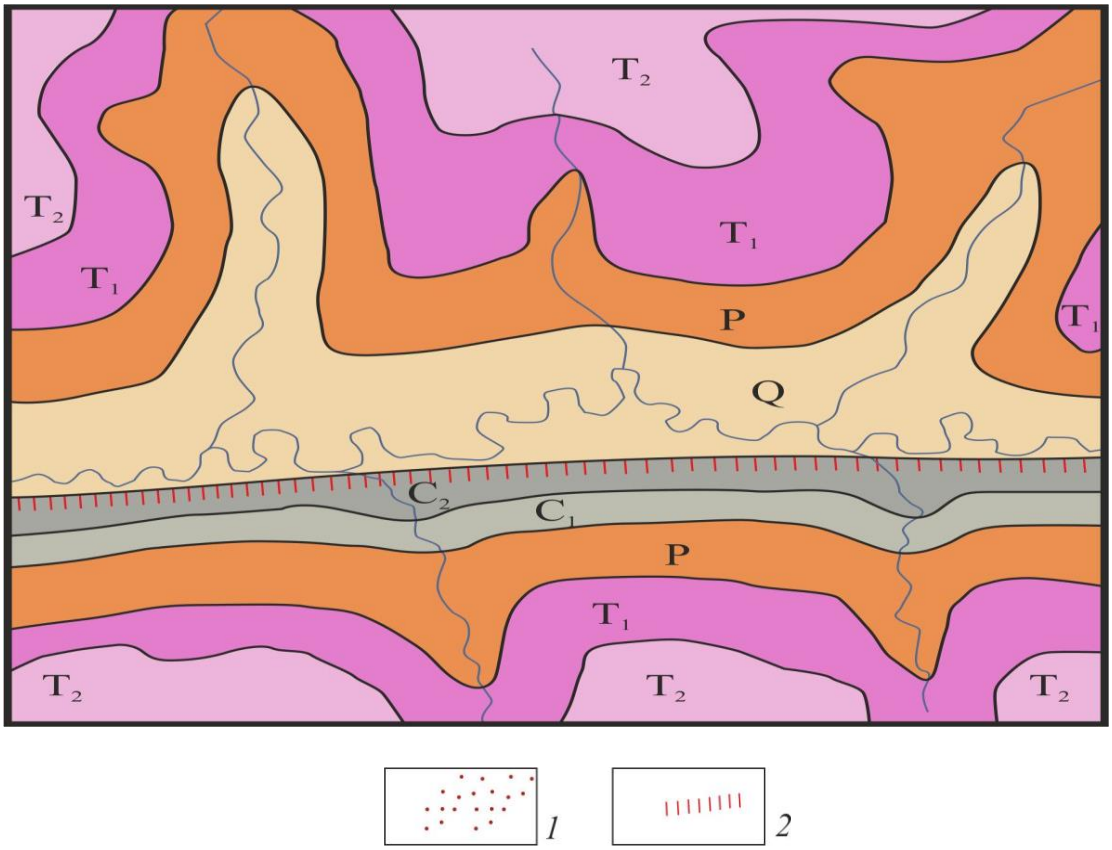


Рис. 9-1. Разрывное нарушение вбросового типа. Условные обозначения: 1- участки с тектоническими брекчиями, 2 – направления падения плоскости сместителя разрывного нарушения.

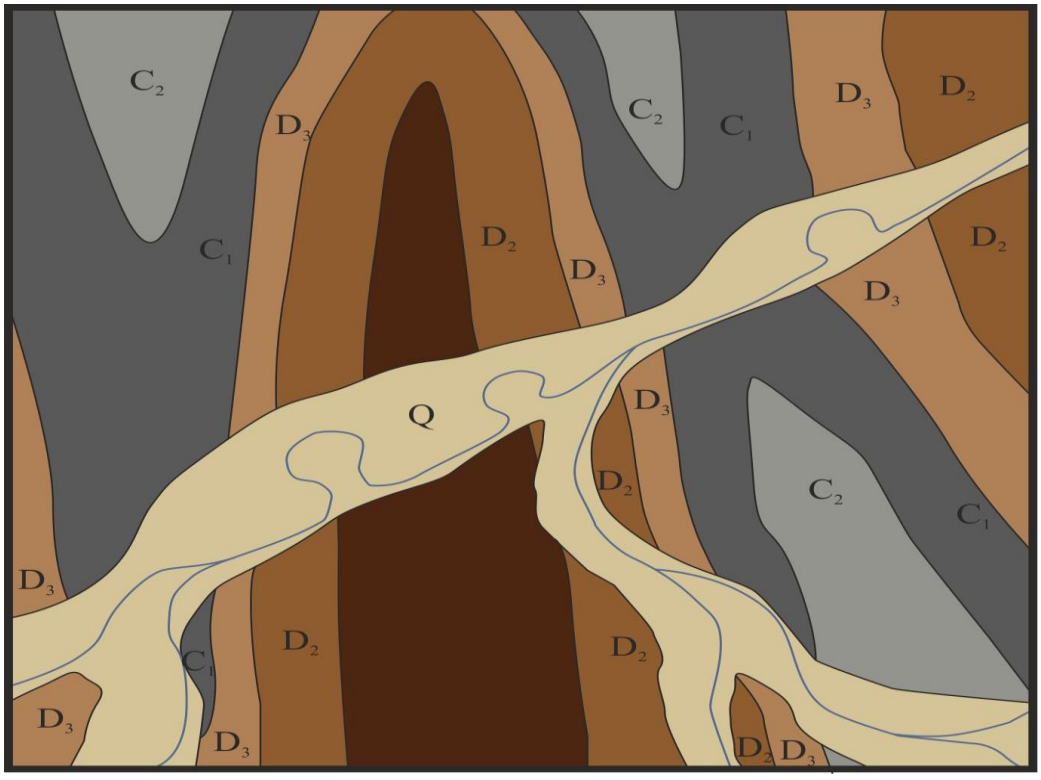


Рис. 9-2. Геологическая карта с предполагаемым разрывным нарушением.

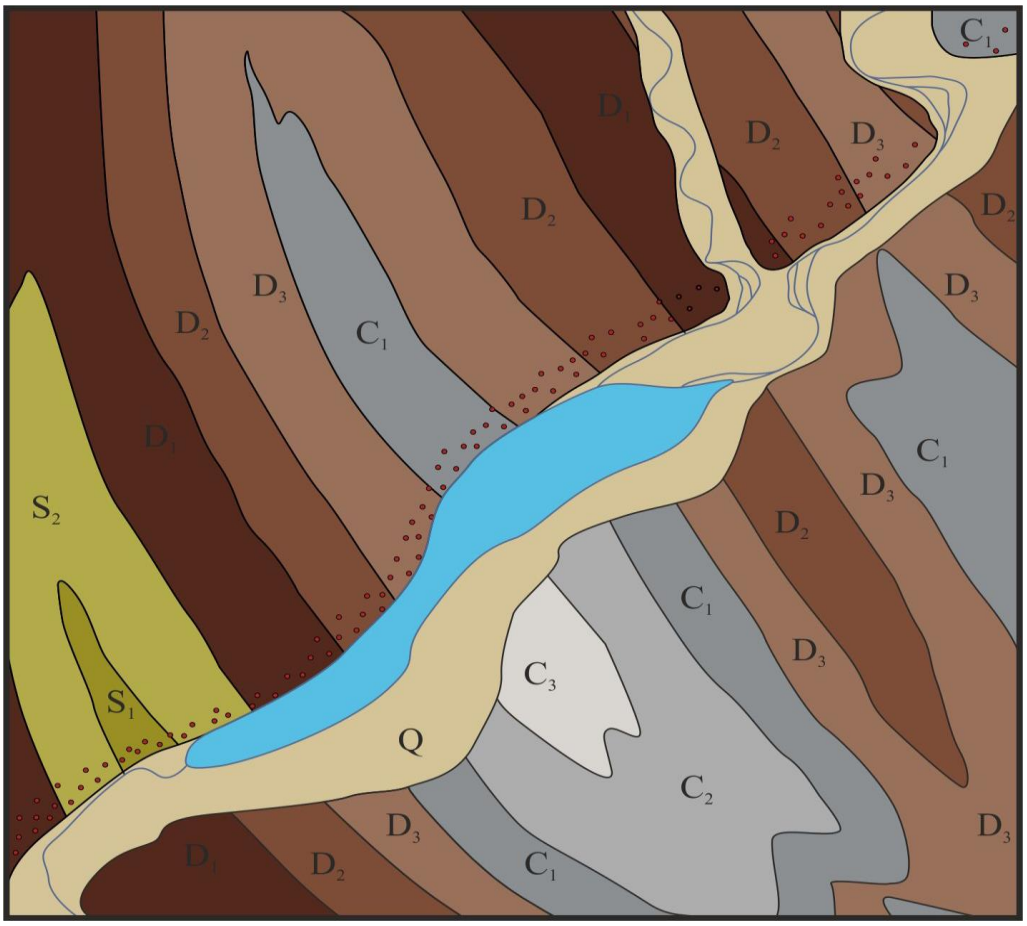


Рис. 9-3. Геологическая карта с предполагаемым разрывным нарушением. Точками на карте показаны тектонические брекчии.

Задание 2. Даны геологические разрезы (рис. 9-4, рис. 9-5, рис. 9-6, рис. 9-7) на которых изображены сбросы и взбросы. Приведены вертикальный и горизонтальный масштабы. Необходимо определить элементы сброса или взброса (угол наклона плоскости сместителя, поднятое и опущенное крылья, горизонтальную, вертикальную, стратиграфическую амплитуды, амплитуду по сместителю, вертикальный и горизонтальный отходы.

Пояснения. В начале нужно на разрезе показать отрезками все амплитуды и отходы. Затем необходимо измерить данные отрезки на разрезе и перевести их с учетом масштаба разреза в истинные расстояния.

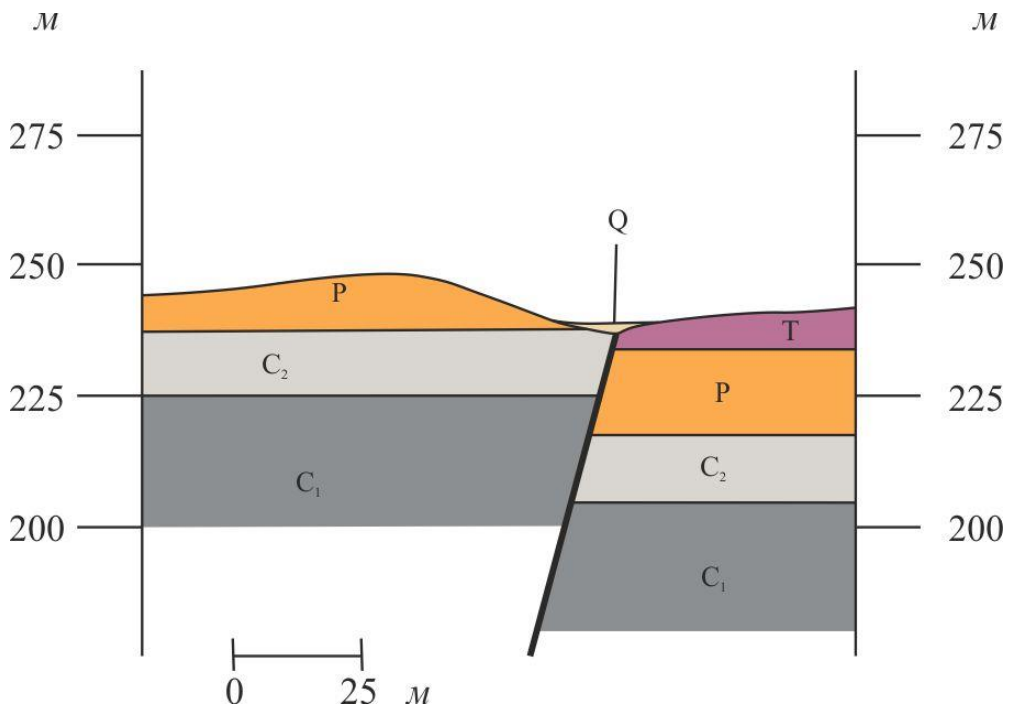


Рис. 9-4. Геологический разрез к заданию 2.

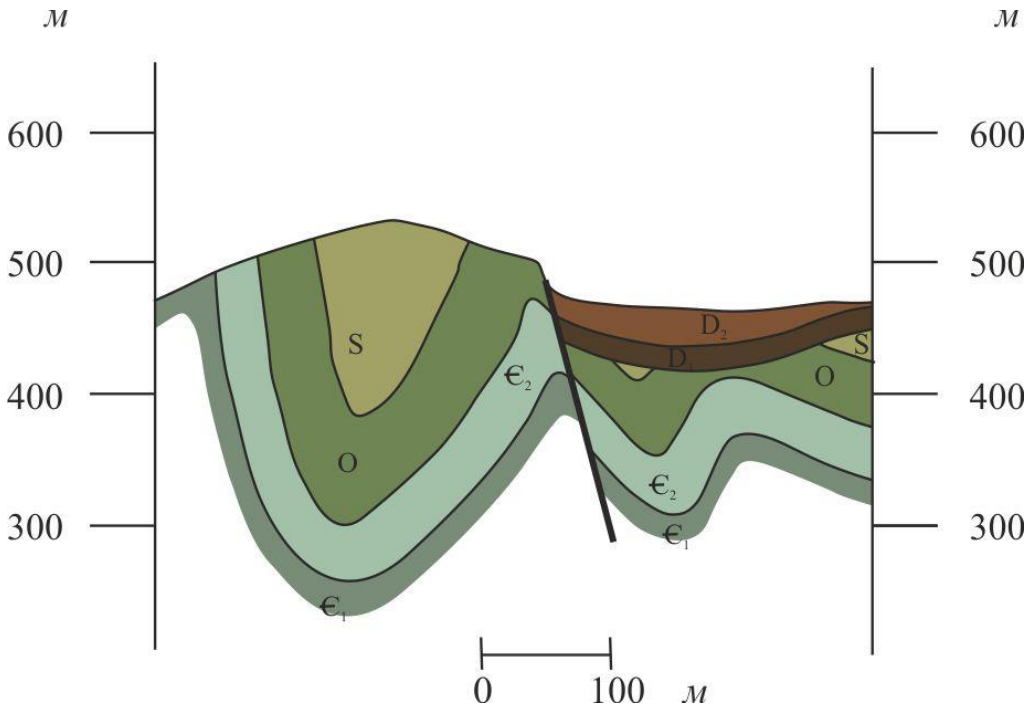


Рис. 9-5. Геологический разрез к заданию 2.

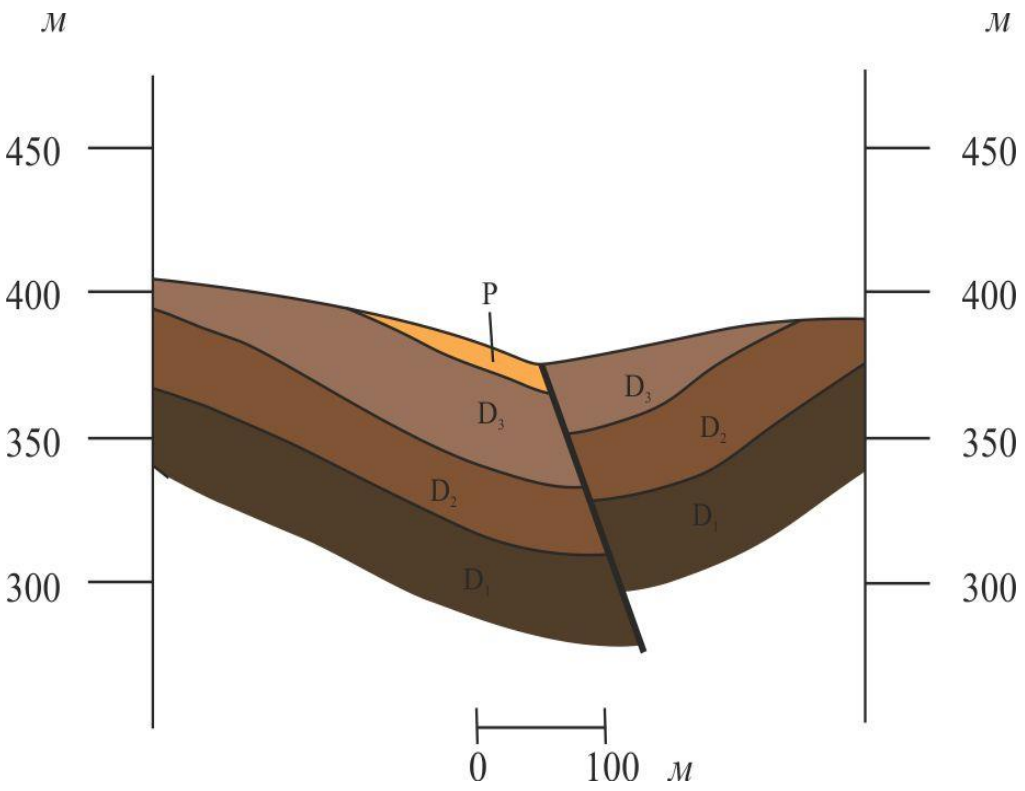


Рис. 9-6. Геологический разрез к заданию 2.

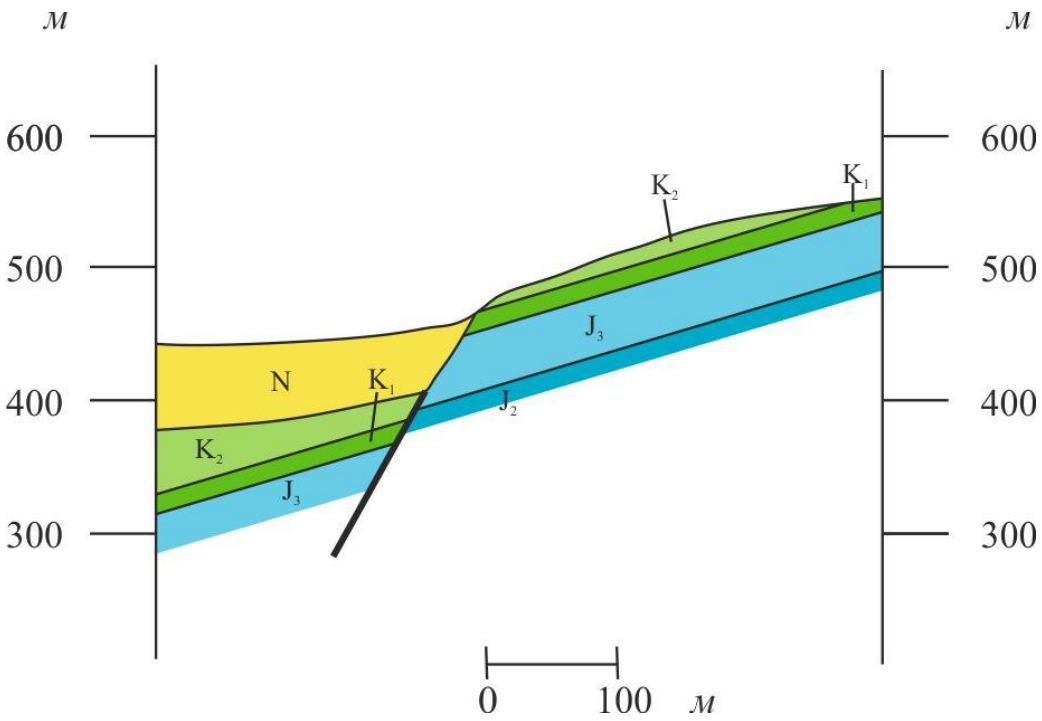


Рис. 9-7. Геологический разрез к заданию 2.

Задание 3. Определить по карте вертикальную амплитуду разрывного нарушения. На фрагментах геологических карт (рис. 9-8) изображены толщи наклонно залегающих пород. Следует определить вертикальные амплитуды разрывных нарушений.

Пояснения. Вертикальный отход разрывов типа сбросов или взбросов можно определить, используя метод стратоизогипс. Задача сводится к сравнению отметок подошвы (или кровли) одного и того же слоя по разные стороны от разрывного нарушения. В качестве примера рассмотрим случай, изображенный на рис. 9-9. В западном крыле разрыва проводим стратоизогипсу кровли ордовика, с отметкой 50 м и продолжаем ее в восточное крыло разрыва до пересечения с этой же кровлей. Здесь отметка кровли ордовика по этой стратоизогипсе равна 43 м (определяем путем интерполяции отметок горизонталей). Следовательно, вертикальная амплитуда разрыва 50 —43 = 7 м. Одновременно этим же способом определяется поднятое и опущенное крылья: в нашем случае поднятым является западное крыло, которое имеет большую отметку стратоизогипсы.

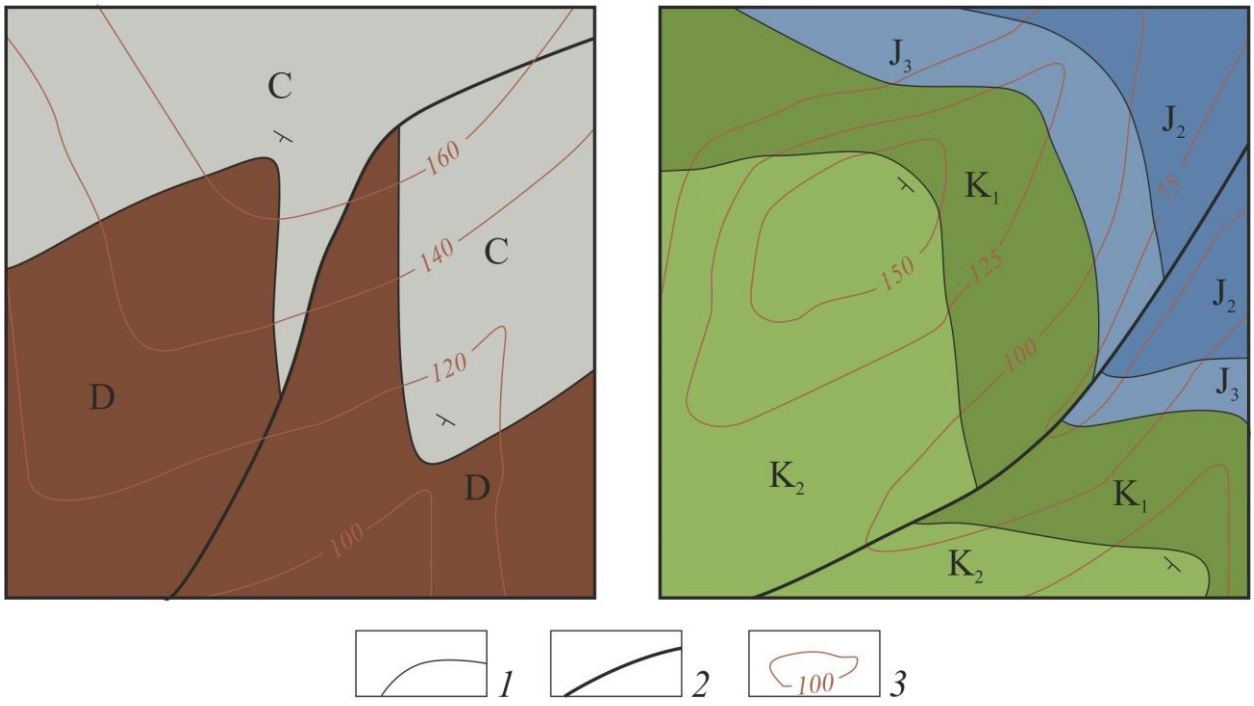


Рис. 9-8. Фрагменты геологических карт к заданию 3. Условные обозначения: 1- геологические границы; 2- разрывные нарушения; 3 – горизонтали.

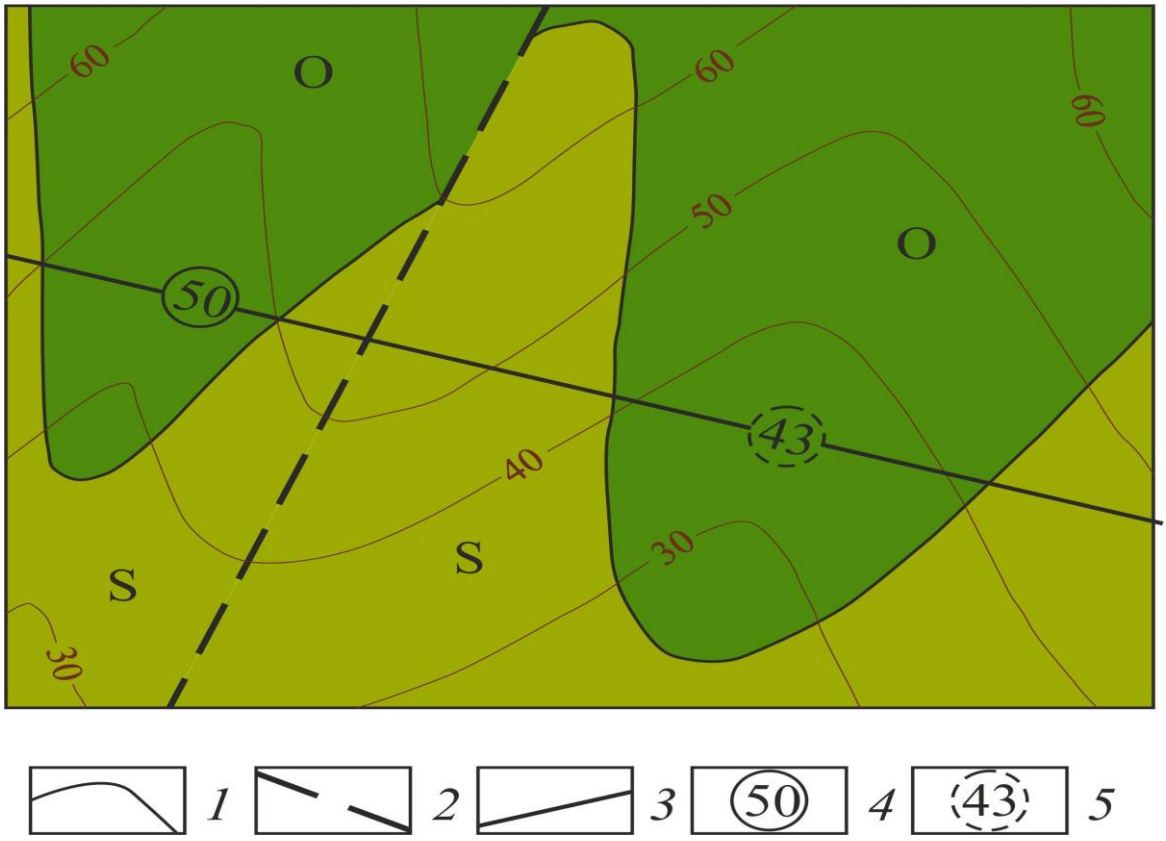


Рис. 9-9. Определение вертикальной амплитуды разлома. Условные обозначения: 1 – выходы слоя ордовика на поверхность; 2- линия разрыва; 3- стратоизгогибса кровли ордовика; 4 -значение стратоизогибсы кровли ордовика в западном крыле; 5- значение стратоизогибсы кровли ордовика в восточном крыле.

Задание 4. Определение возраста разрывов.

На рис. 9-10 дана геологическая карта масштаба 1:25000 с сечением горизонталей через 100 м. Юго-восточная часть карты сложена наклонно залегающими породами силура, которые, судя по пластовым треугольникам, наклонены к юго-востоку. В северо-западной части располагаются отложения карбона, несогласно перекрывающие силурийские отложения и наклоненные на северо-запад. В пределах карты изображены два разрывных нарушения: одно протягивается из юго-восточного угла карты к северо-западному, а другое из юго-западного угла карты на северо-северо-восток. Следует:

-определить элементы залегания и тип разрывных нарушений;

- установить вертикальный отход разрывов;

- определить возраст разрывных нарушений.

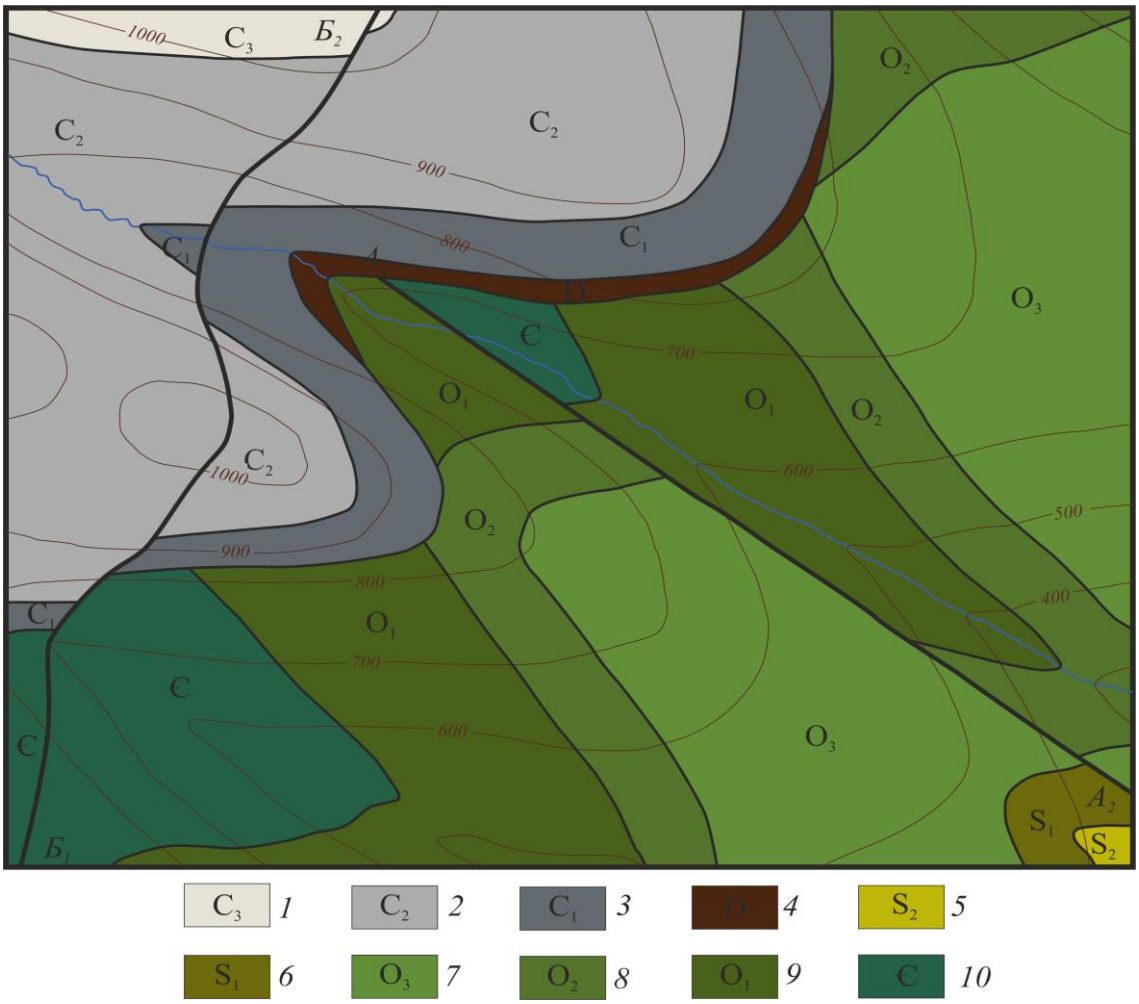


Рис. 9-10. **Геологическая карта масштаба 1:25 000.** Верхний карбон: *1* песчано-глинистые угленосные слои; средний карбон: *2* глины. нижний карбон: *3* известняки; девонские отложения: *4* – конгломераты; верхний силур: *5* -доломиты; нижний силур: б серые глинистые сланцы; верхний ордовик: *7* – мергели; 8- средний ордовик: *8* черные битуминозные сланцы; нижний ордовик: *9* — нефтеносные песчаники; кембрий: *10* — кремнистые известняки.

Пояснения. Для определения возраста разрывного нарушения необходимо установить, какого возраста породы нарушаются (смещены) разрывом и породы какого возраста не нарушены и перекрывают разрывное нарушение. При этом нижней возрастной границей разрыва будет возраст самых молодых нарушенных пород, а верхней — самых древних из перекрывающих (ненарушенных) пород.

Задание 5. На геологической карте (рис. 9-11) масштаба 1:50000 с сечением горизонталей через 100 м изображены несогласно залегающие толщи карбона и нижнего мела, нарушенные тремя разрывами $А_1А_2$, $Б_1Б_2$, $В_1В_2$.

Следует найти:

- элементы залегания всех трех разрывов,

- поднятое и опущенное крылья разрывов,

- возраст разрывов.

Пояснения. Надо обратить внимание на одну из особенностей структуры участка: в центральной части карты разрывные нарушения $Б_1Б_2$, $В_1В_2$ пересекаясь, не смещают друг друга. Как так могло получиться?

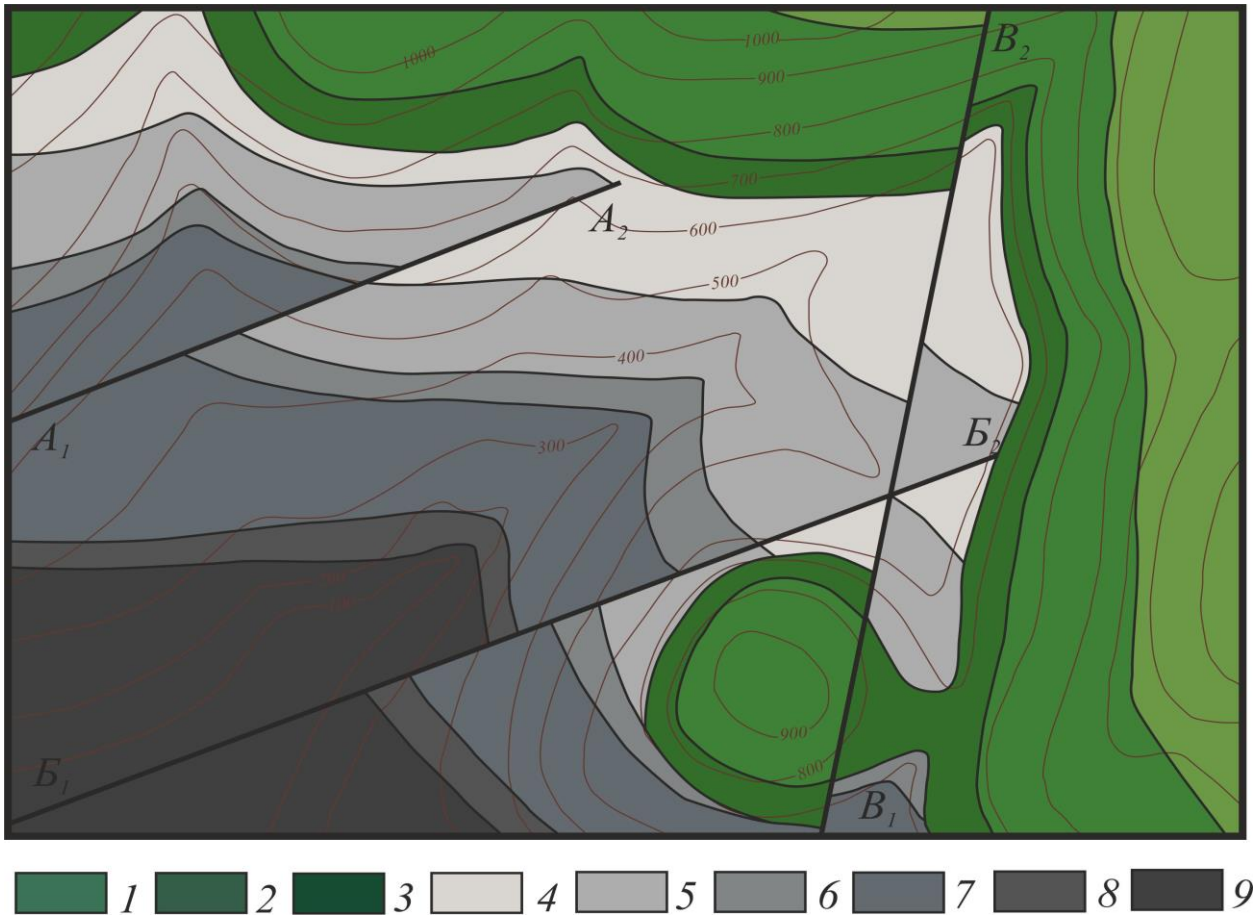


Рис. 9-11. Геологическая карта масштаба 1: 50 000. Меловые отложения: 1-мергелистые глины; 2- кремнистые мергели; 3- глины черные. Каменноугольные отложения: 4-глины бурые, 5- мергели цементные, 6-глины белые,7- известняки, 8-песчаники; 9-песчано-глинистые породы.

Задание 6. Групповые разрывные нарушения. На рисунках 9-12, 9-13, 9-14, 9-15, 9-16 изображены фрагменты геологических карт с групповыми разрывными нарушениями. Необходимо определить:

- вид группового нарушения (горст или грабен, ступенчатый взброс или сброс);

- время образования группового нарушения;

- чем образован горст или грабен (системой взбросов или сбросов);

- составить схематичные геологические разрезы.

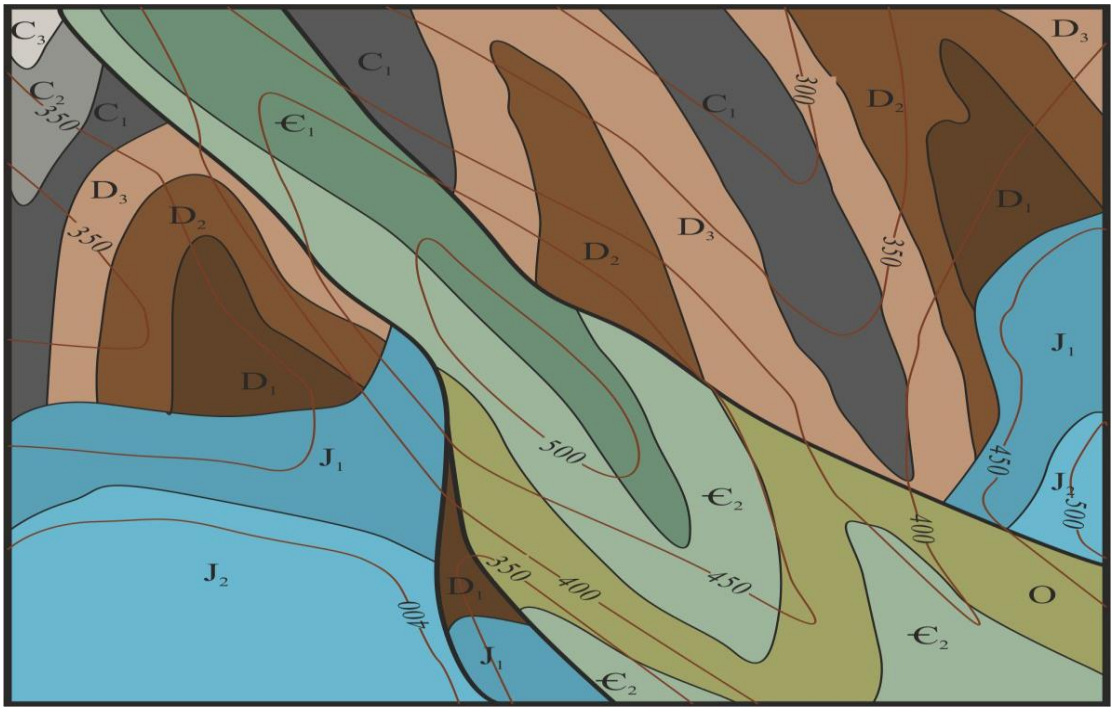


Рис. 9-12. Геологическая карта к заданию 6. Групповые разрывные нарушения.

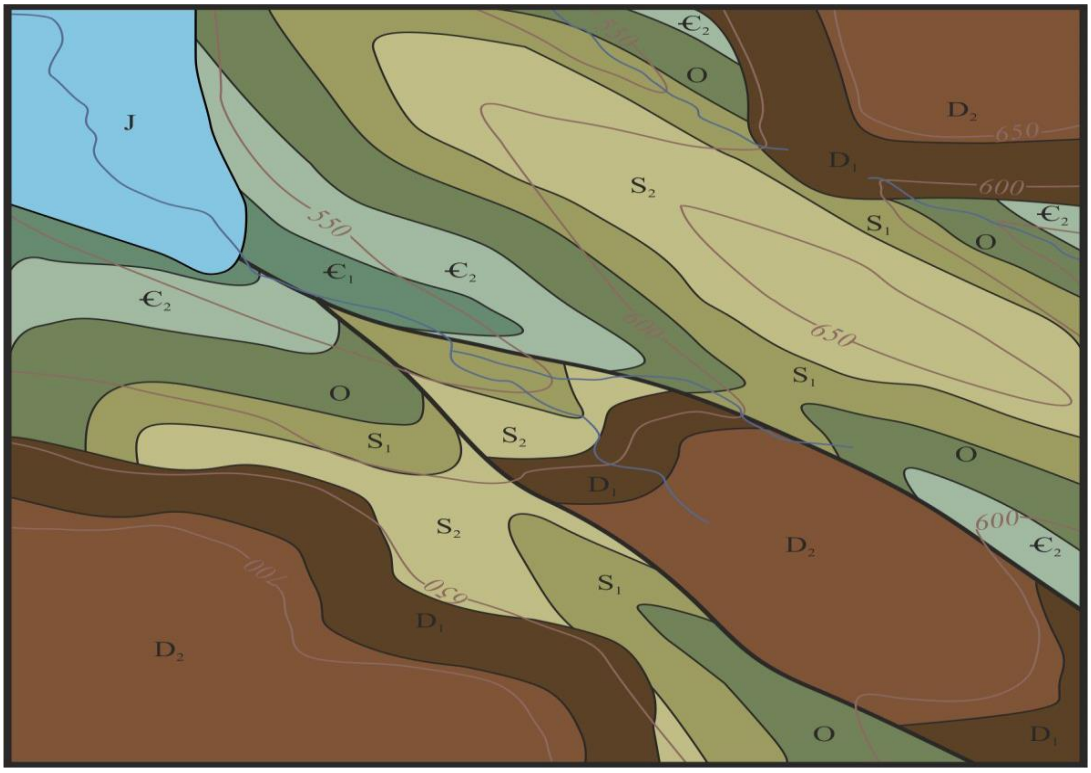


Рис. 9-13. Геологическая карта к заданию 6. Групповые разрывные нарушения.

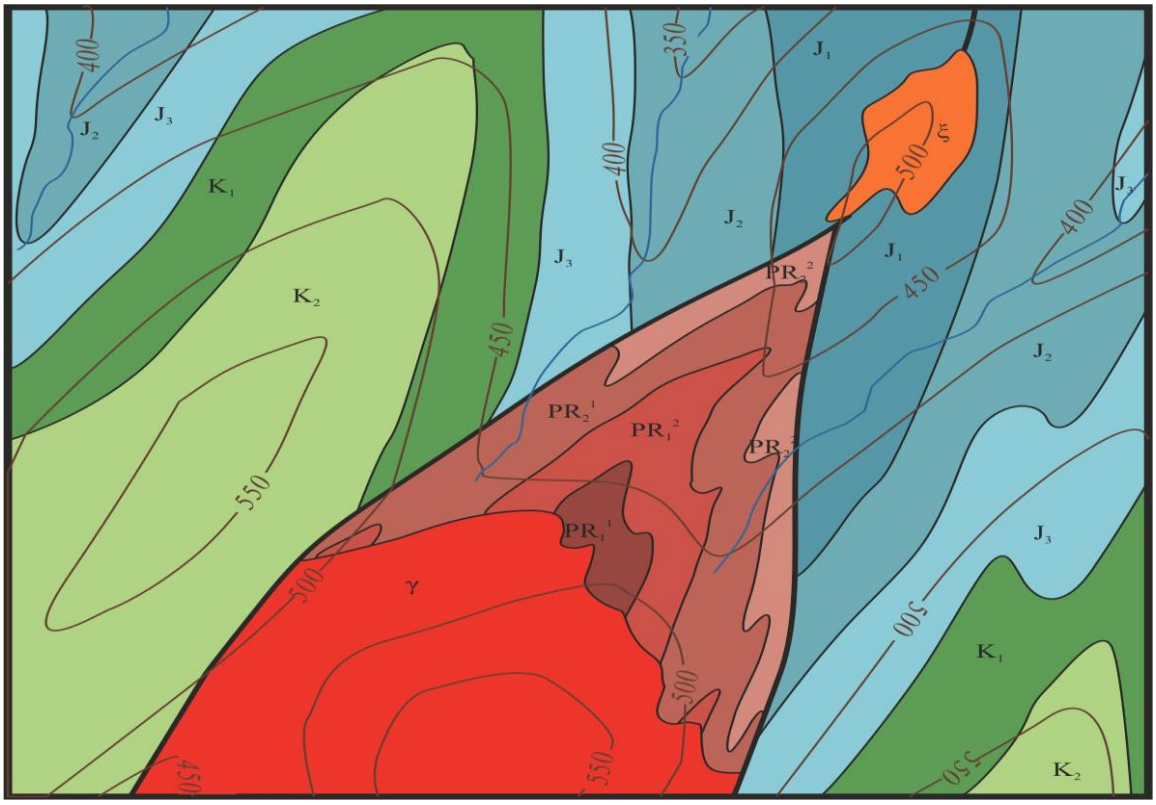


Рис. 9-14. Геологическая карта к заданию 6. Групповые разрывные нарушения.

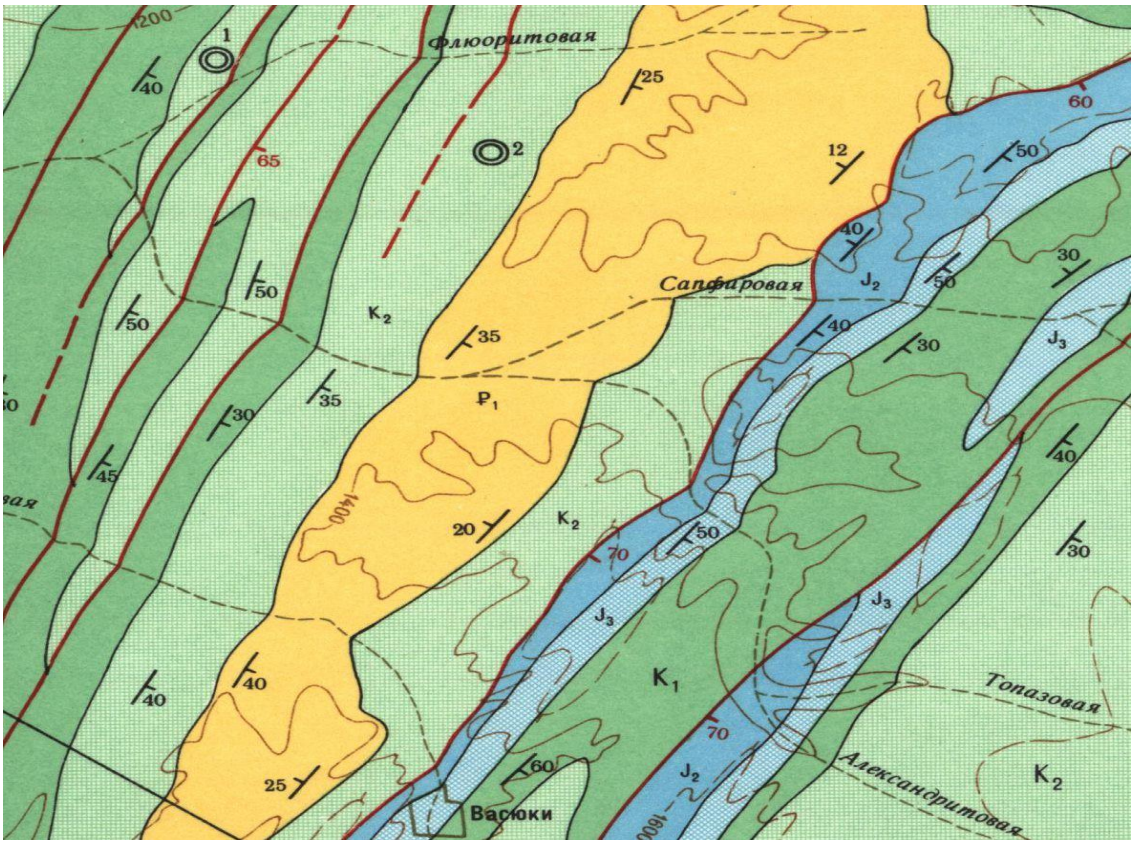


Рис. 9-15. Геологическая карта к заданию 6. Групповые разрывные нарушения.

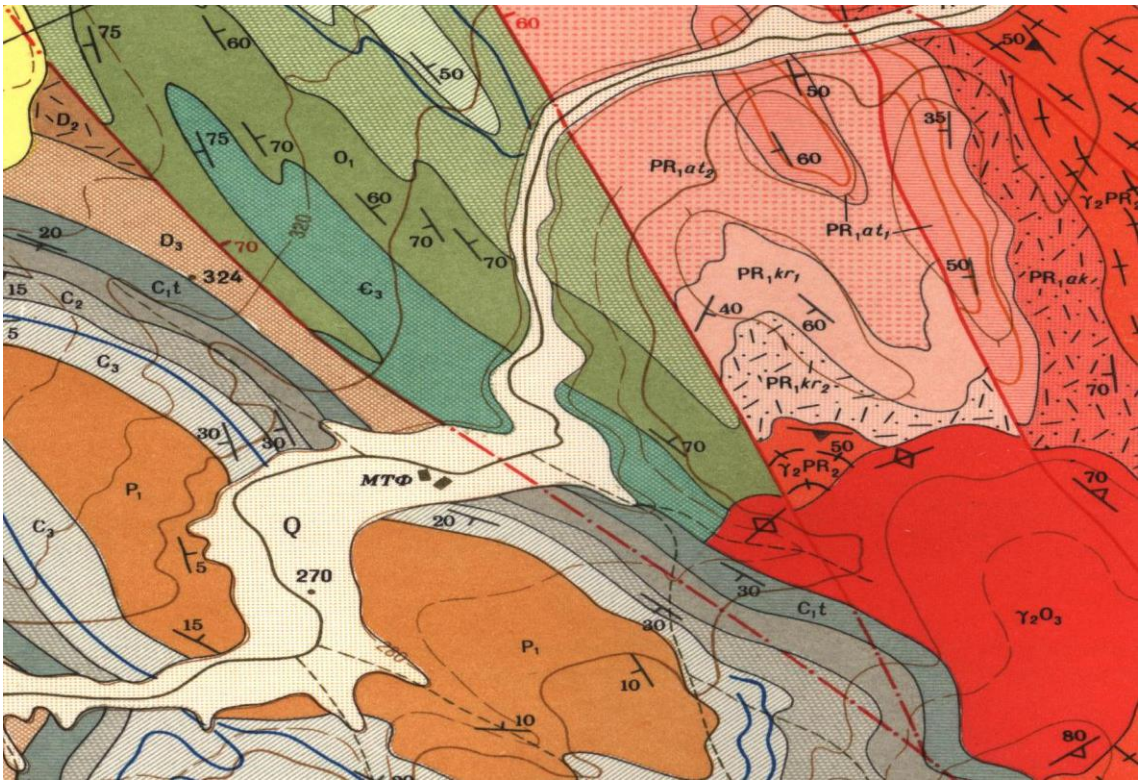


Рис. 9-16. Фрагмент учебной геологической карты 16 к заданию 6. Групповые разрывные нарушения.

Задание 7. На основе анализа разрывных нарушений, различающихся по ориентировке, времени образования и кинематическому типу, показанных на учебной геологической карте (рис. 9-17). Необходимо:

- выделить системы разрывных нарушений по их ориентировке (простиранию);
- для каждой системы разрывных нарушений установить кинематический тип;
- определить время образований каждой систем разрывных нарушений.

Пояснения. Обычно системы разрывных нарушений выделяют по их ориентировке относительно сторон света. Принято выделять системы меридианальной, широтной, северо-западной, северо-восточной, субмеридианальной (близкой к меридианальной), субширотной (близкой к широтным) ориентировок. При определении возраста нарушений необходимо ориентироваться на то, какого возраста породы сечет (смещает) нарушение и породами какого возраста перекрывается (в случае осадочных образований) или «залечивается» (в случае магматических образований).

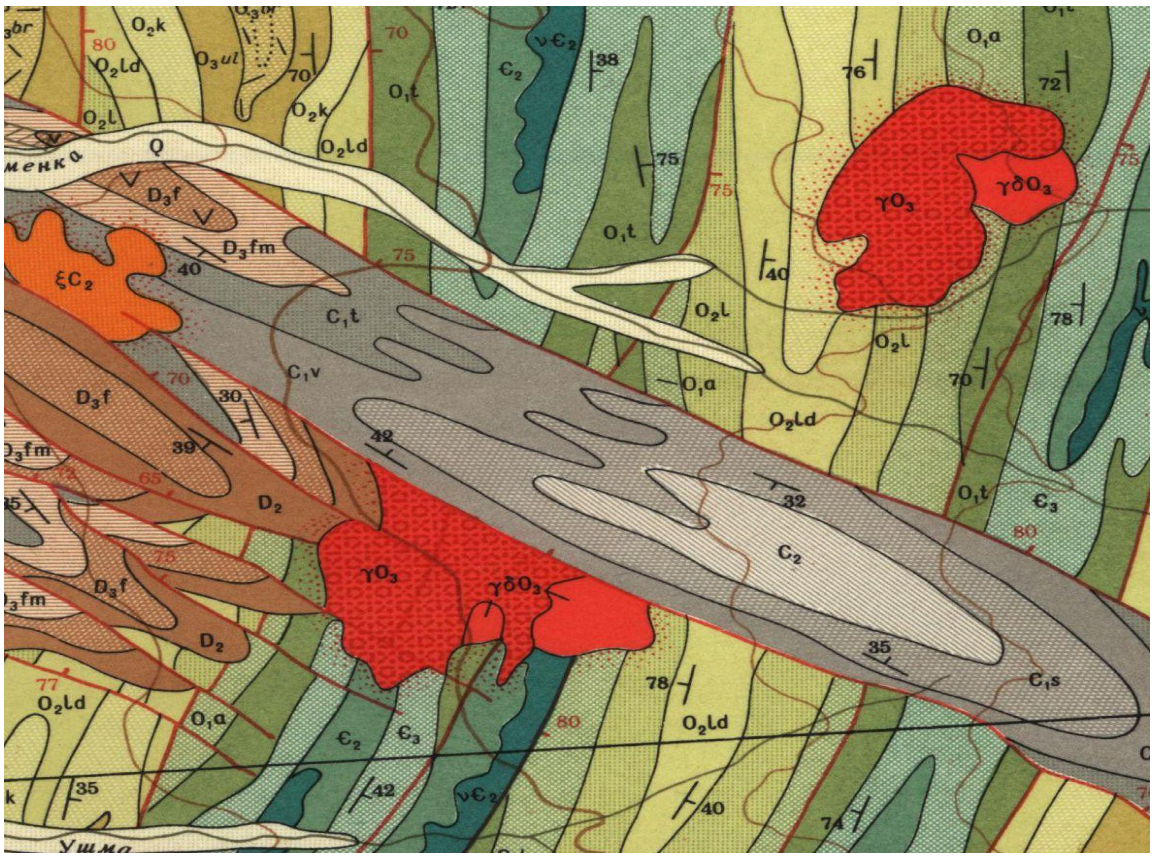


Рис. 9-17. Фрагмент учебной геологической карты к заданию 7. Системы разрывных нарушений.

Задание 8. На рисунках 9-18 и 9-19 изображены фрагменты геологических карт с разрывными нарушениями сдвигового типа. Плоскости разрывов извилистые, поэтому при смещении блоков образуются зоны (дуплексы) сжатия и зоны (дуплексы) растяжения. Необходимо провести анализ сдвигов, изображенных на указанных картах и определить:

- тип сдвига (левосторонний или правосторонний);
- вид дуплексов (растяжения или сжатия);
- какими структурами дуплексы представлены в настоящее время (горстами или грабенами)

Пояснения. В начале определяется тип сдвига. Для этого нужно мысленно встать на границу какого либо слоя лицом к плоскости сместителя и определить куда сместилась (вправо или влево) та граница, на которой вы стоите по другую сторону сместителя. Определив тип сдвига вы можете судить о том, в каком направлении двигался противоположный блок. Перемещая его мысленно в этом направлении вы оцениваете было ли сжатие или растяжение в зоне изгиба и расщепления плоскости сместителя (в

дуплексах). По возрасту пород в дуплексах относительно окружающих образований можно сделать вывод о том, впадину или поднятие представляют в настоящее время рассматриваемые дуплексы. Более древние отложения указывают на поднятие, а молодые – на опускание.

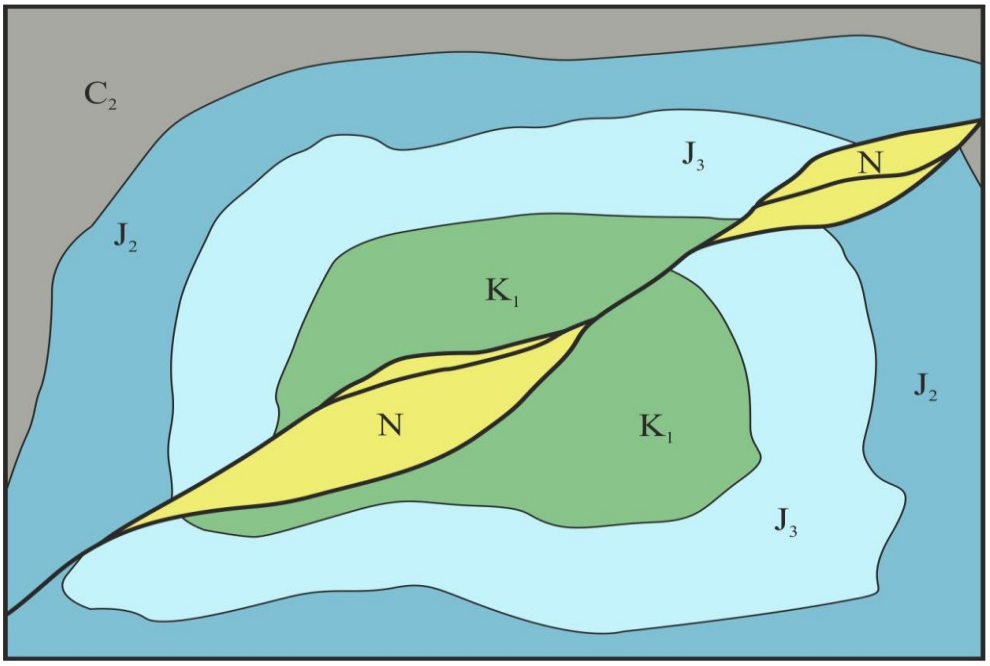


Рис. 9-18. Фрагмент учебной геологической карты со сдвигом к заданию 8.

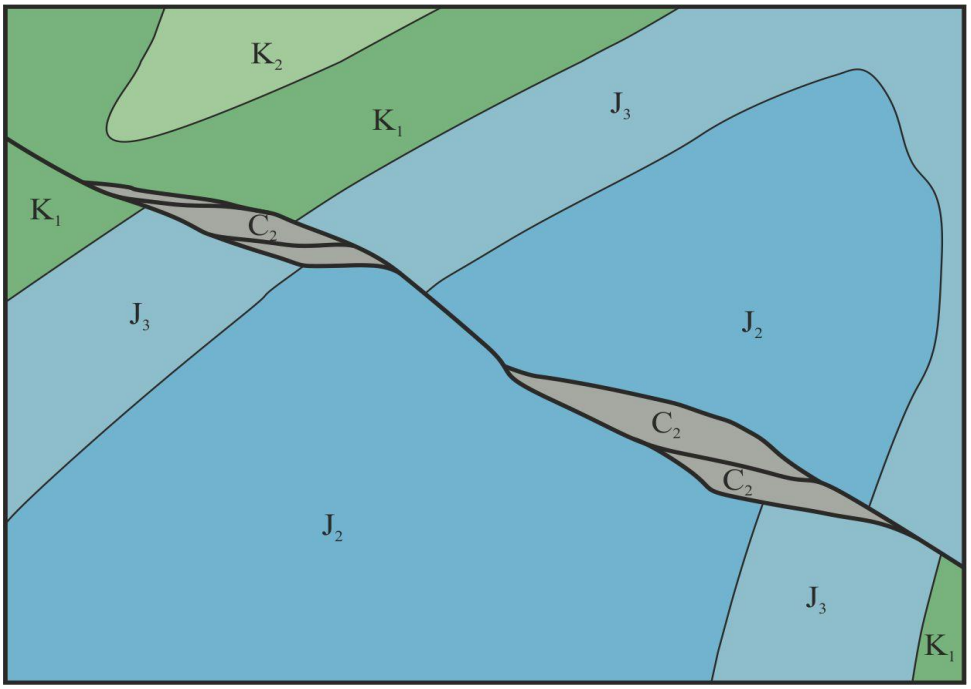


Рис. 9-19. Фрагмент учебной геологической карты со сдвигом к заданию 8.

Задание 9. На рисунке 9-20 изображен фрагмент геологической карты с разрывными нарушениями надвигового типа.

Необходимо:

- обосновать принадлежность системы разрывных нарушений к надвигу.
- выделить на карте аллохтон и автохтон.
- указать тыловую и фронтальную зоны надвига.
- выделить отдельные пластины в составе аллохтона.

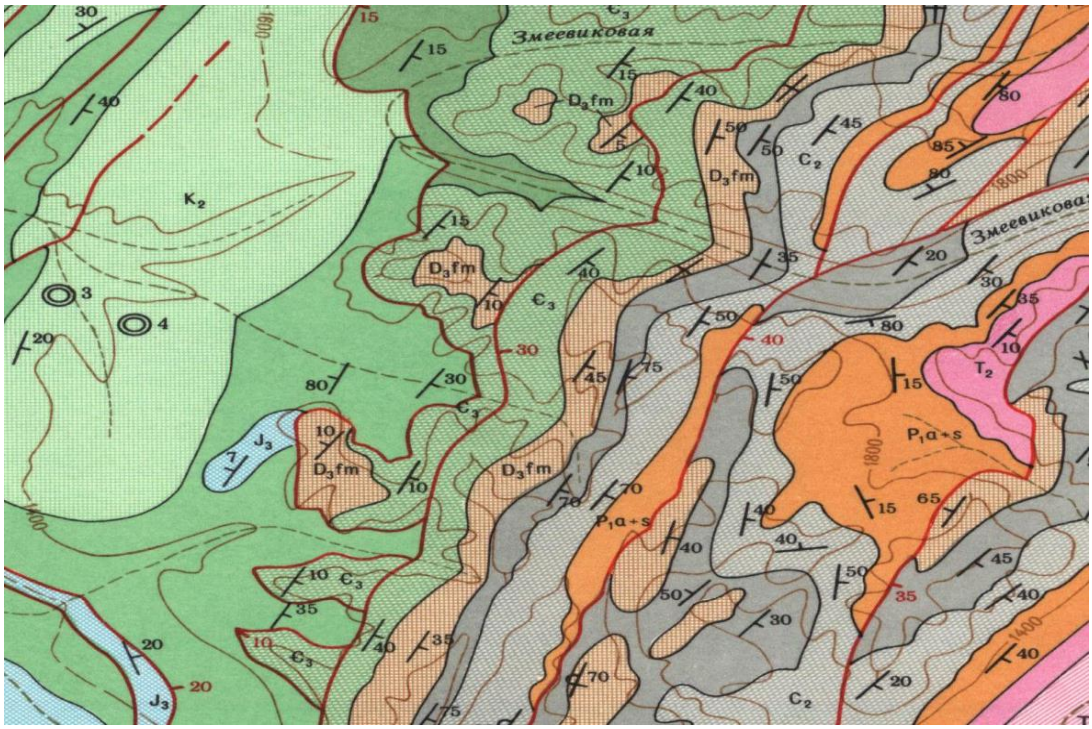


Рис. 9-20. Фрагмент учебной геологической карты с системой надвигов к заданию 9.

Задание 10. Построить разрез по геологической карте №20, на которой изображен тектонический покров. Фрагменты данной карты изображены на рис.9-21.

Пояснения. В строении данной территории выделяются две зоны. Северо-западная зона представляет собой автохтон и сложена породами мел-палеогенового возраста, смятыми в линейные прямые складки (с вертикальными осевыми поверхностями). Юго-восточная зона сложена породами аллохтона, надвинутыми на автохтон. Юрско-меловые породы смяты в линейные опрокинутые складки, осевые поверхности которых параллельны поверхностям волочения покрова. Это необходимо учитывать при определении угла наклона поверхностей разрыва. На карте выделяется несколько поверхностей волочений, направления падения которых определяется как по осевым поверхностям опрокинутых складок, так и по их изгибам в долинах рек. Острые

углы «пластовых треугольников» указывают на относительно небольшие углы наклона поверхностей волочения. Следует также иметь ввиду, что с глубиной они могут выполаживаться и причленяться к основной поверхности волочения – детачменту.

Для детального отображения опрокинутых складок необходимо ориентироваться на маркирующие слои, встречающиеся в юрских отложениях. Благодаря им определяется сложная складчатость в пределах одного слоя. В центральной части карты в поле развития автохтона встречаются тектонические останцы аллохтона. В северо-восточной части в пределах аллохтона встречаются эрозионные окна автохтона (рис. 9-22), границы между ними также тектонические.

При построении разреза вертикальный и горизонтальный масштабы берутся одинаковыми и в обязательном порядке строится рельеф местности.

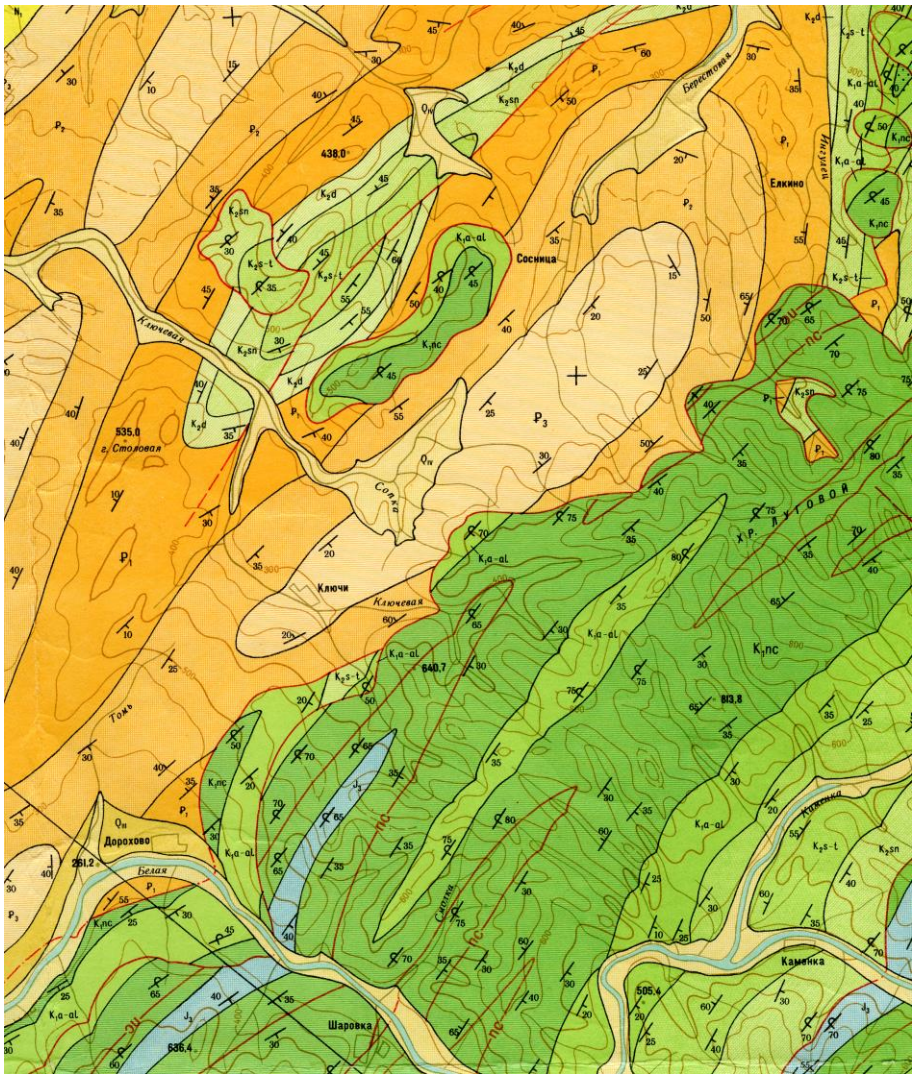


Рис. 9-21. Фрагмент учебной геологической карты № 20.

Глава 10. Задания на обработку массовых замеров трещин в горных породах

При анализе трещиноватости горных пород важно знать, как трещины ориентированы в пространстве (азимуты и углы падения), в системы какой ориентировки они группируются, в каких системах наибольшая густота трещин, с трещинами какой ориентировки связаны рудные прожилки. Для того, чтобы решить данные задачи, необходима статистическая обработка трещин, которая позволяет ответить на поставленные вопросы.

В настоящее время наибольшим распространением пользуются круговые диаграммы в изолиниях, построенные с помощью сетки Вальтера — Шмидта. Широко используются и другие виды диаграмм, в особенности розы-диаграммы.

На розах-диаграммах легко можно выявить преобладающие простирания трещин, азимуты или углы их падения. В качестве примера рассмотрим построение розы-диаграммы азимутов линий простирания. На полукруг произвольного радиуса наносится градусная сетка с северными румбами и проводятся радиусы-меридианы (рис. 10-1).

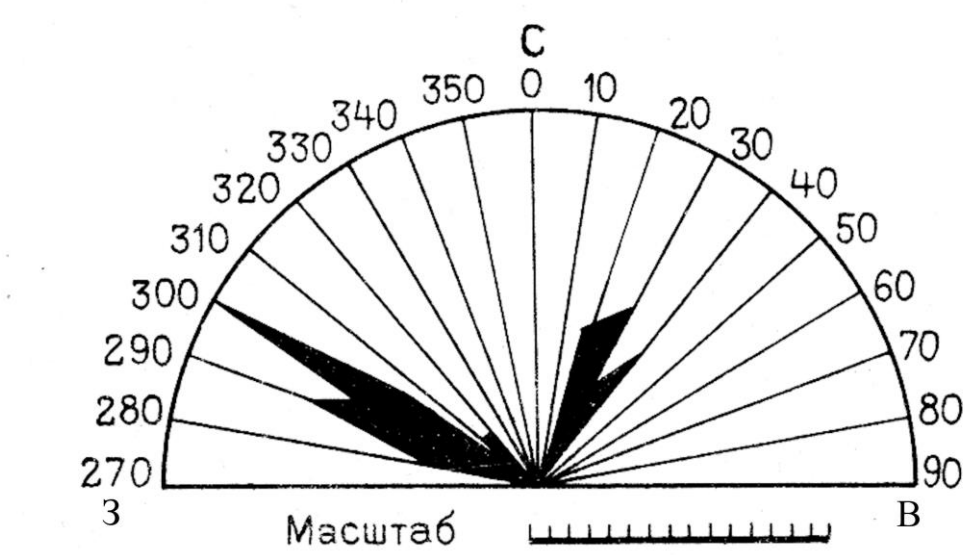


Рис. 10-1. Роза-диаграмма простираний. Каждое деление на масштабной линейке соответствует одной трещине

Интервалы между меридианами можно брать различными — 2—3 или 5°. Затем выбирается единичный отрезок произвольной длины, соответствующей одному замеру. Он будет служить масштабом для изображения количества трещин. Единичный отрезок откладывается на полукруге от его центра по направлению замеренного азимута. При

этом производится округление значений замеров азимутов в соответствии с частотой проведенных радиусов-меридианов.

При повторении замера единичный отрезок откладывается от ранее нанесенного к периферии диаграммы. После нанесения всех замеров концы линий, составленных единичными отрезками, соединяют прямыми и образовавшийся контур затушевывают. На рис. 10-1 видно, что выделяются четыре системы трещин с азимутами простираний 30^0, 40^0, 290^0, 300^0.

Существует и иной вариант построения розы-диаграммы, при котором, прежде чем наложить имеющиеся замеры на сетку, они группируются с интервалами 2—3 или 5°. В одну группу относят трещины, азимуты или углы падения которых находятся в пределах того или иного интервала. Определяют число случаев и среднее значение азимута или угла падения для каждой группы. Полученные значения наносят на диаграмму с помощью радиусов. Направление радиусов должно отвечать среднему значению азимута, а длина его должна быть пропорциональной числу замеров, попавших в данную группу.

Если количество трещин наносят в виде процентов, то общее число замеров принимают за 100% и вычисляют процент замеров по каждой группе. Для изображения азимутов падения розу-диаграмму нужно строить на полном круге, а для углов падения достаточно одного квадранта.

Существенным недостатком роз-диаграмм является невозможность изображения на одной диаграмме двух характеристик трещин одновременно (азимутов падения и углов падения). Для устранения этого недостатка прибегают к построению диаграмм с помощью сетки Вальтера — Шмидта. Как известно, сетка Вальтера — Шмидта, используемая в кристаллографии, сохраняет равенство площадей, заключенных между меридианами и параллелями, за счет нарушения пропорциональности изображения угловых значений. Применение такой сетки необходимо для количественной оценки замеров. Нулевое значение для углов падения указывается в центре сетки, 90° — на окружности.

Сетку и вспомогательный набор трафаретов можно изготовить из куска ватмана или картона. Удобно иметь готовую сетку Вальтера — Шмидта, которую следует наклеить на картон или фанеру. Можно обойтись и упрощенной сеткой, изображающей лишь окружность и верхний радиус окружности. Для простоты расчетов при изготовлении трафаретов радиус окружности следует брать равным 10 см. Окружность градуируется через равные градусные интервалы против часовой стрелки, начиная от северного радиуса, который принимается за нулевой (рис. 10-2). Полученная шкала служит для отсчета замеров азимутов падения. По нулевому радиусу отсчитывают углы падения.

В центр круга с размеченной окружностью и радиусом (или в центре сетки Вальтера — Шмидта) вставляется игла или гвоздь, на который накладывается калька с нанесенной на нее окружностью того же диаметра. Для того чтобы калька не прорывалась, на ней в место прокола иглой следует приклеить кусочек плотной бумаги.

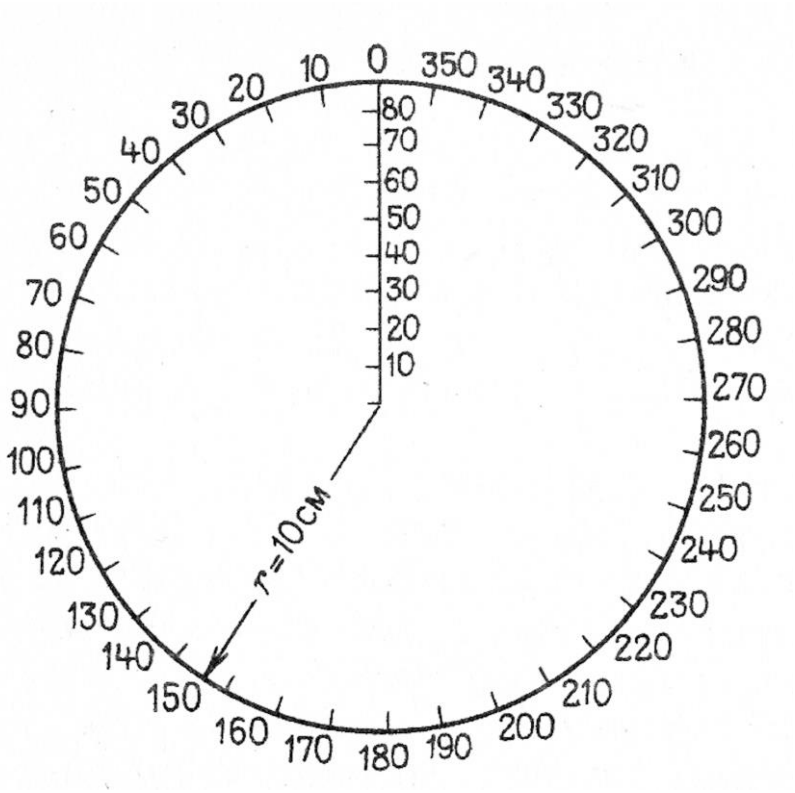


Рис. 10-2. Сетка для нанесения замеров

На окружности кальки проводится стрелочка или другой какой-либо ориентир, соответствующий нулевому меридиану. Ориентир служит для отсчета азимутов падения на градусной шкале на окружности диаграммы. При нанесении замеров азимутов падения кальку поворачивают до положения, при котором стрелочка или другая пометка на окружности кальки будет соответствовать замеру азимута падения. Затем на кальке по размеченному радиусу откладывают значение угла падения. Полученная точка и будет изображать положение поверхности трещины (рис.10-3). В геометрическом смысле эта точка будет представлять собой проекцию на основание полусферы точки пересечения нормали к трещине с самой полусферой. Сама трещина и нормаль к ней проходят через центр основания полусферы (рис. 10-4).

Если трещина горизонтальна, т. е. угол падения равен нулю, перпендикуляр пересечет полушарие в его центре и, следовательно, точка будет расположена в центре сетки, на нулевом значении угла падения. Когда же трещина окажется вертикальной, перпендикуляр примет горизонтальное положение и точка пересечения полушария с

перпендикуляром будет лежать на окружности, где углы падения имеют значения 90°. Чтобы нанести замер вертикальной трещины на сетку, к замеру азимута линии простирания прибавляют 90°, затем поворачивают кальку до полученного значения и на окружности у конца нулевого радиуса ставят точку. Если на кальку наносят несколько однозначных замеров, точки ставятся рядом или заменяются цифрами.

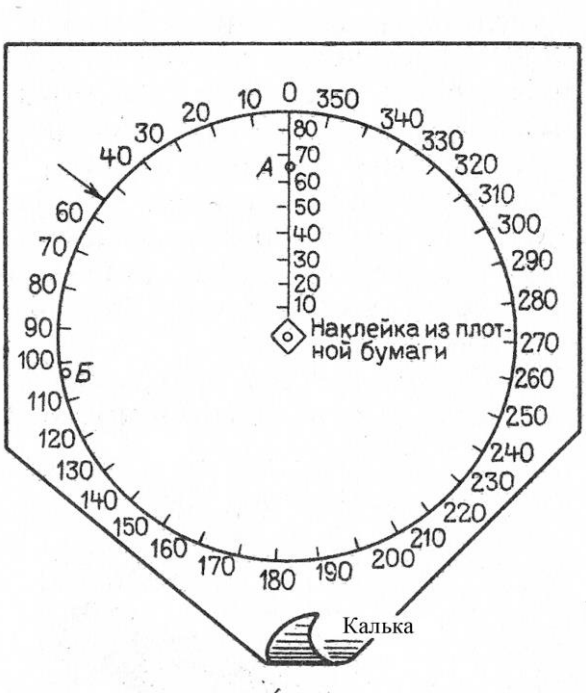


Рис. 10-3. Калька, наложенная на сетку. При данном положении кальки нанесен замер поверхности трещины с аз. пад. 55, ∟ 66 (точка *А*). Точка *Б* отвечает замеру аз.пр. 42, ∟90

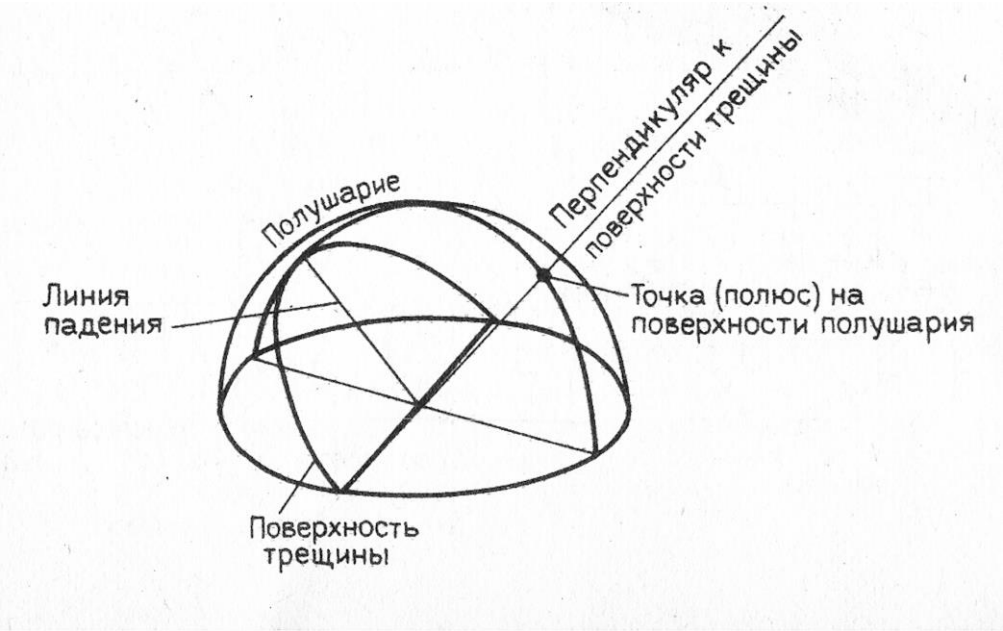


Рис. 10-4. Схема, поясняющая геометрический смысл точек, соответствующих трещинам на круговой диаграмме Вальтера-Шмидта.

Обычно на одну диаграмму наносят не более 300—400 замеров. С целью выяснения преобладающей ориентировки трещин, круг с замерами подвергают дальнейшей обработке. Калька накладывается на сетку квадратов, на которой нанесена окружность с радиусом 10 см (рис.10-5). Стороны отдельных квадратов равны 1 см. Центр окружности располагается в середине сетки квадратов. При наложении кальки с результатами замеров на сетку их внешние контуры (окружности) совмещаются. Из плотной бумаги вырезается кружок диаметром 2 см. Площадь этого кружка при диаметре круга 20 см составляет 1 % площади большого круга.

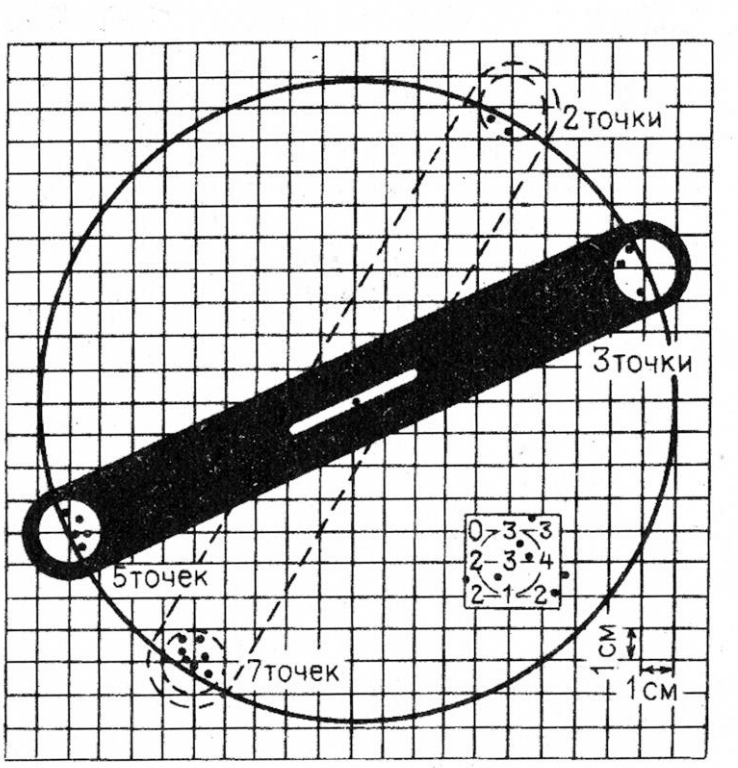


Рис. 10-5. Схема, поясняющая способ подсчета точек с помощью сетки квадратов и линейки с двумя окружностями

Передвигая кружок по кальке, наложенной на сетку квадратов, производят подсчет количества точек, попадающих внутрь площади кружка, определяя тем самым количество точек, приходящихся на 1% площади большого круга. Подсчет ведут, помещая центр кружка последовательно в каждую точку пересечения линии сетки квадратов и записывая количество точек (индекс) в центре кружка. При этом кружок должен вписываться в четыре смежные клеточки сетки. В тех случаях, когда на его площади оказывается окружность большого круга, подсчет точек ведется линеечкой, имеющей два кружка и узкую продольную прорезь посередине. Расстояние между центрами кружков линеечки

должно быть равно 20 см. Линеечка устанавливается так, чтобы ее прорезь проходила через центр круга, а центры кружков совпали с центрами четырех смежных квадратиков, через которые проходит окружность большого круга. Затем подсчитывается количество точек, оказавшихся на площади обоих кружков, и суммарное значение указывается в том кружке, центр которого расположен в пределах круга кальки. В тех случаях, когда линеечка устанавливается в положение, при котором центры кружков совпадают с окружностью, индекс, составляющийся из суммы точек на площади обоих кружков, ставится в каждом из них на окружности диаграммы.

После определения всех индексов на кальке проводят изолинии, отражающие плотность точек на 1% площади круга. Рисовка изолиний осуществляется путем соединения одинаковых индексов плавными кривыми линиями, и весь процесс очень напоминает нанесение горизонталей при составлении топографической карты (рис.10-6). Так, например, если на углах квадрата стоят индексы *2* и *8,* то на стороне квадрата путем пропорционального деления находим индексы *3, 4, 5, 6* и 7.

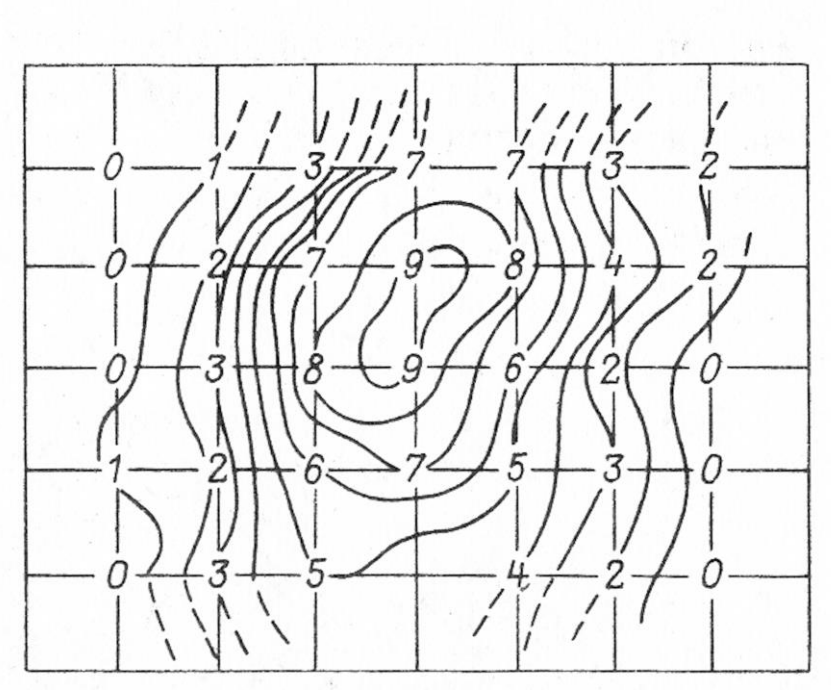


Рис. 10-6. Схема, поясняющая способ проведения изолиний с одинаковой плотностью точек. Цифрами обозначены индексы

Применяется и другой способ построения изолиний на диаграмме, при котором индексы отражают не число замеров на 1% площади круга, а плотность точек, выраженную в процентах относительно общего количества замеров. Например, если на

диаграмму нанесено 400 замеров, а точек на площади кружка восемь, это составит 2% общего количества замеров. Цифра *2* явится соответствующим индексом. Далее изолинии проводятся через индексы, как и в первом случае.

Особое внимание при изображении изолиний должно быть обращено на периферические участки круга. При правильно составленной диаграмме на противоположных концах диаметров в точках их пересечения с окружностью должны находиться изолинии с одинаковой плотностью точек, что достигается тщательной проверкой и сопоставлением точек пересечения окружности и изолиний.

Пространство, заключенное между отдельными изолиниями, для большей выразительности обычно покрывается различной штриховкой, более темной для изолиний с большей плотностью точек (рис.10-7). Для лучшей обзорности построенную диаграмму можно уменьшить в два или четыре раза, пользуясь для этого квадратной сеткой меньшего масштаба, причем иногда оказывается удобным переносить на уменьшенную сетку не все изолинии, а каждую вторую или третью. На диаграмме крестиком помечается центр, цифрами обозначаются системы трещин, указываются север и юг. Рядом с диаграммой в условных обозначениях приводится количество нанесенных замеров, количество точек, через которые проводятся изолинии. Так, например, если нанесено 400 замеров, а изолинии проходят через каждый индекс (точку), получим, что каждая точка составляет 0,25% общего количества замеров, и, следовательно, изолинии проведены через 0,25% точек. Если изолинии проходят через два индекса, плотность изолиний составляет 0,5%; если через четыре индекса — 1% и т.д.

Диаграмма позволяет решать обратную задачу, т. е. выявить элементы залегания систем трещин. Для этого определяются азимут и угол падения для точки, расположенной в центре максимума данного ряда. Точку ставят на шкалу наклонов (северный меридиан на сетке Вальтера-Шмидта) и по ней определяют угол наклона, а по стрелке на круге берут отсчет азимута падения.

Достоинство диаграммы, построенной на сетке Вальтера — Шмидта, заключается в наглядности изображения, возможности количественной оценки трещин различного направления и сравнения с другими диаграммами, построенными для различных участков и районов. Недостатком диаграммы является некоторая громоздкость шаблонов.

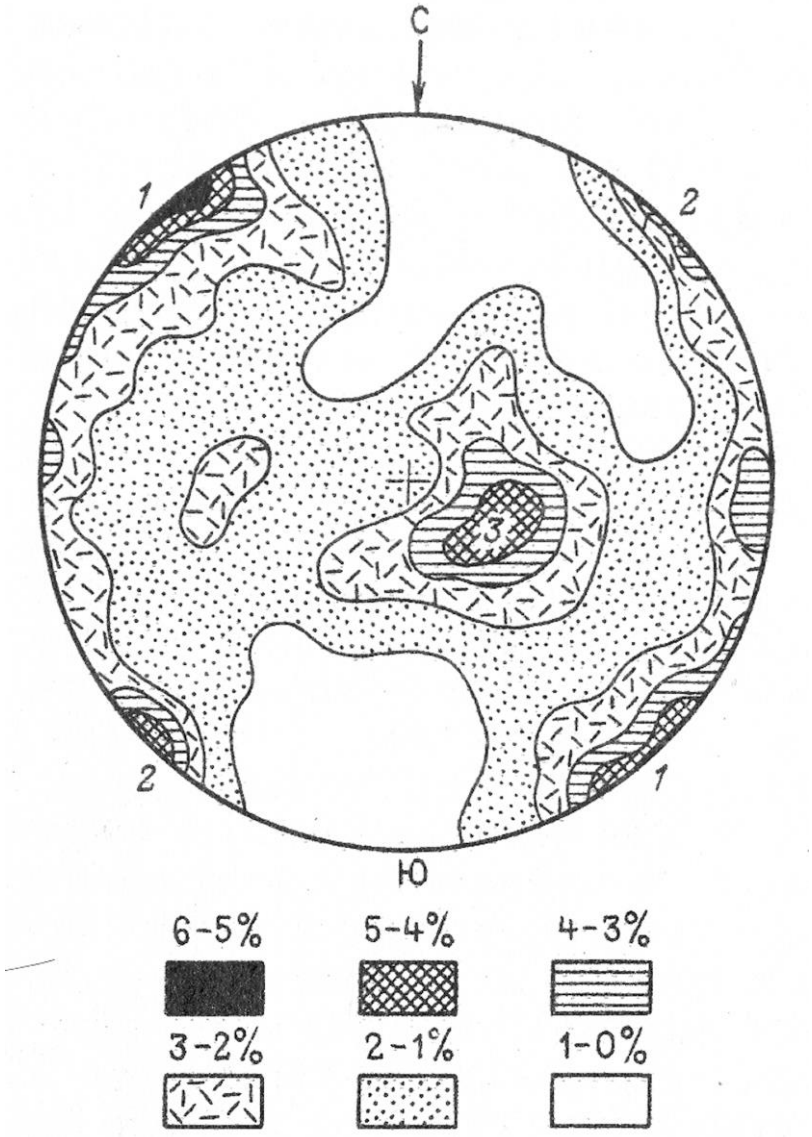


Рис. 10-7. Круговая диаграмма трещиноватости в изолиниях. Нанесено 400 замеров; изолинии нанесены через 1% точек. Выделены три системы трещин: 1 и 2 –вертикальные; 3 – наклонная.

Задание 1. Построить розы-диаграммы трещиноватости (падения и простирания) на основе данных, приведенных в табл. 1. Даны три варианта разных систем трещиноватости. Замеры элементов залегания сгруппированы с интервалом в 10^0.

Таблица 10-1.

Данные для построения роз-диаграмм трещиноватости

Интервалы в градусах	Варианты					
	1		2		3	
	азимут простира-ния, в градусах	угол паде-ния, в градусах	азимут простирания, в градусах	угол падения, в градусах	азимут простирания, в градусах	угол падения, в градусах
271—279	272	37	—	—	—	—
	276	44	—	—	—	—
	277	39	—	—	—	—
	275	27	—	—	—	—
	279	41	—	—	—	—
280—289	282	63	—	—	283	12
	284	57	—	—	286	14
	281	49	—	—	287	14
	287	61	—	—	287	20
	289	62	—	—	289	19
290—299	293	16	297	6	291	22
	295	20	298	7	293	23
	297	23	299	7	294	27
	299	21	—	—	296	32
	—	—	—	—	197	39
300—309	302	304	303	12	302	41
	307	26	307	15	304	41
	309	30	308	15	305	44
	—	—	309	17	307	44
310—319	311	18	312	24	300	40
	312	17	314	26	312	36

	314	22	317	31	314	36
	317	19	—	—	316	30
320—329	321	4	323	31	321	12
	322	6	323	31	324	10
	327	5	327	33	327	12
	329	3	329	39	329	9
330—339	—	—	333	40	—	—
	—	—	334	42	—	—
	—	—	336	40	—	—
	—	—	339	40	—	—
340—349	—	—	343	21	—	—
	—	—	345	19	—	—
	—	—	347	17	—	—
	—	—	348	15	—	
	—	—	349	12	—	—
350—359	—	—	355	9	—	—
			358	4	—	—
0—9	—	—	—	—	—	—
10—19	—	—	—	—	—	
20—29	23	10	—	—	—	—
30—39	33	18		—	31	6
	35	20	—	—	—	—
40—49	48	11	—	—	43	10
	49	9	—	—	47	10
40—49	50	—	—	—	—	—
50—59	—	—	—	—	57	6

60—69	—	—	—	—	—	
70—79	—	—	73	27	—	—
	—	—	77	25	—	—
	—	—	79	26	—	—
80—89	—	—	81	17	—	—
	—	—	85	15	—	—
	—	—	79	16	—	—

Пояснения. Необходимо построить две розы-диаграммы: одну для азимутов простирания, другую для углов падения трещин. Для розы-диаграммы азимутов простирания вычерчивается полукруг, соответствующий двум северным румбам. Из центра полукруга проводятся радиусы через 10^0, начиная с 5^0. В северо-восточном румбе будут меридианы со значениями: 5^0, 15^0, 25^0, 35^0, 45^0, 65^0, 75^0, 85^0. В северо-западном румбе необходимо провести меридианы со значениями: 275^0, 285^0, 295^0, 305^0, 315^0, 325^0, 335^0, 345^0, 355^0. На каждом меридиане откладываются в выбранном масштабе количество трещин (в абсолютном или процентном выражении), содержащихся в соответствующем интервале (табл.1). Так на меридиане 275^0 в масштабе откладывается 5 трещин, так как в соответствующем интервале значений азимутов простираний ($271^0 – 279^0$) зафиксировано только 5 трещин с простиранием 272^0, 276^0, 277^0, 275^0, 279^0 (вариант 1).

Так, как значения углов падения трещин колеблется от 0^0 до 90^0, то достаточно построить только один румб (четверть круга), разбить его на интервалы через 10^0 и провести соответствующие меридианы: 5^0, 15^0, 25^0, 35^0, 45^0, 55^0, 65^0, 75^0, 85^0. На каждом меридиане нужно отложить количество трещин, попадающих в соответствующий интервал. Для меридиана 5^0 необходимо сосчитать количество трещин с углами падения от 0^0 до 9^0; для меридиана 15^0 – с углами падения от 10^0 до 19^0 и т.д. Следует только учесть, что в таблице 1 трещины сгруппированы в интервалы по азимуту простирания, а не по углу падения, поэтому количество трещин, попадающий в каждый конкретный интервал студент должен подсчитать сам.

Задание 2. При изучении рудного поля были произведены замеры элементов залегания тектонических трещин (азимуты падения и углы падения), развитых в ордовикских песчаниках и глинистых сланцах, а также элементов залегания рудных жил.

Следует: 1) построить круговые диаграммы трещиноватости в изолиниях с помощью сетки Вальтера — Шмидта для выявления преобладающего направления трещиноватости; 2) нанести на диаграммы точками разного цвета жилы с различным типом минерализации; 3) выявить связь между направлением трещин и составом рудной минерализации; 4) выявить соотношения между элементами залегания пород и трещиноватостью. Ниже в таблицах 10-2, 10-3, 10-4 приведены три варианта заданий для самостоятельной работы студентов.

Пояснения. В начале необходимо построить круговую диаграмму трещиноватости с помощью сетки Вальтера-Шмидта. После того, как на диаграмме будут выделены системы трещин и определены их центры, на нее наносится положение рудных прожилков разного состава по той же методике, как и положение рядовых трещин. Точки, соответствующие прожилкам определенного состава показываются своим цветом (желтым, синим, лиловым и т.д.). Простой визуальный анализ покажет, с какой системой трещин связаны рудные прожилки определенного состава. В заключении необходимо будет определить соотношение между трещиноватостью и слоистостью вмещающих пород: продольное, поперечное, диагональное. Если простирание пород и трещин близки между собой (отличия не более 10^0-15^0), то можно говорить о продольной системе трещин. Если простирания отличаются на величины 75^0-90^0, то трещины будут поперечные. Все другие системы трещин (отличные от простирания слоев на 15^0-75^0) можно отнести к диагональным.

Таблица 10-2.

Вариант 1.
Элементы залегания пород: аз. пад 25, ∟69

Замеры трещин:

№	Аз. пад.	Уг. пад.	№	Аз. пад.	Уг. пад.	№	Аз. пад.	Уг. пад.
1	13	61	51	285	70	101	10	10
2	18	76	52	286	78	102	11	19
3	20	71	53	288	74	103	12	24
4	05	81	54	290	60	104	14	14
5	22	78	55	291	66	105	357	18
6	24	73	56	292	80	106	355	14

7	46	66	57	293	70	107	347	22
8	26	81	58	296	57	108	340	14
9	27	74	59	297	76	109	332	9
10	28	78	60	298	64	110	330	21
11	30	69	61	300	59	111	328	16
12	16	78	62	301	72	112	310	20
13	14	64	63	302	68	113	358	23
14	12	70	64	302	82	114	341	18
15	20	81	65	304	76	115	340	60
16	18	66	66	305	60	116	352	71
17	24	66	67	307	68	117	5	40
18	22	63	68	308	78	118	30	45
19	32	74	69	310	62	119	38	19
20	36	66	70	310	72	120	38	35
21	38	76	71	306	42	121	64	73
22	38	70	72	310	49	122	66	47
23	36	60	73	321	78	123	78	60
24	21	68	74	324	60	124	79	30
25	22	57	75	320	40	125	80	36
26	200	70	76	103	64	126	88	34
27	201	76	77	104	52	127	100	46
28	204	73	78	105	56	128	104	12
29	206	76	79	106	69	129	112	16
30	207	79	80	107	61	130	120	41
31	205	69	81	108	76	131	36*	90
32	208	66	82	110	68	132	72*	90
33	191	61	83	111	67	133	181	44
34	199	78	84	112	63	134	156	74
35	198	69	85	113	61	135	158	41

36	196	81	86	114	74	136	160	37
37	192	85	87	115	58	137	170	41
38	195	78	88	116	68	138	178	22
39	196	69	89	117	64	139	190	34
40	196	74	90	118	79	140	196	10
41	201	60	91	119	54	141	202	48
42	202	66	92	120	74	142	208	41
43	206	58	93	121	60	143	238	74
44	208	62	94	122	73	144	248	32
45	212	72	95	123	78	145	260	61
46	216	64	96	125	62	146	220	20
47	218	60	97	126	74	147	244	52
48	220	70	98	128	68	148	250	80
49	279	26	99	190	62	149	180*	90
50	279	72	100	144	66	150	246	60

*указаны азимуты протирания

Продолжение таблицы 10-2.

Замеры жил

Кальцитовые жилы с пирротином			Кальцитовые жилы с арсенопиритом и золотом		Кальцитовые жилы с арсенопиритом и кобальтом	
№	Аз. пад.	Уг. пад.	Аз. пад.	Уг. пад.	Аз. пад.	Уг. пад.
1	305	70	20	76	208	72
2	300	68	22	78	200	74
3	307	74	21	70	204	73
4	309	76	20	75	202	78
5	116	68				
6	118	70				
7	110	72				

Таблица 10-3.

Вариант 2

Элементы залегания пород: аз. пад 75, ∟65

Замеры трещин

№	Аз. пад.	Уг. пад.	№	Аз. пад.	Уг. пад.	№	Аз. пад.	Уг. пад.
1	335	68	51	140	62	101	90	10
2	332	72	52	139	68	102	196	10
3	334	78	53	141	76	103	197	24
4	335	74	54	142	71	104	198	18
5	336	84	55	143	56	105	199	14
6	337	87	56	144	65	106	200	22
7	338	70	57	145	76	107	210	26
8	340	80	58	146	69	108	211	17
9	341	74	59	147	59	109	213	23
10	342	68	60	148	65	110	216	11
11	343	83	61	149	82	111	219	20
12	345	78	62	60*	90	112	222	26
13	347	71	63	151	85	113	230	16
14	348	66	64	152	75	114	234	23
15	349	83	65	153	70	115	240	19
16	350	78	66	155	78	116	231	13
17	355	74	67	156	61	117	241	9
18	352	68	68	158	56	118	249	32
19	328	80	69	159	71	119	10	69
20	322	64	70	160	79	120	12	39
21	318	74	71	162	65	121	16	36
22	333	59	72	164	83	122	20	63
23	341	62	73	166	48	123	24	57
24	348	51	74	168	76	124	23	53

25	349	47	75	169	79	125	37	75
26	239	71	76	60	72	126	74	44
27	240	81	77	61	82	127	47	23
28	242	77	78	62	64	128	50	80
29	243	64	79	63	76	129	53	61
30	244	70	80	64	85	130	100	59
31	245	79	81	65	71	131	114	43
32	154*	90	82	66	80	132	108	23
33	246	74	83	66	59	133	114	72
34	248	65	84	67	76	134	130	54
35	250	80	85	68	69	135	141	43
36	251	72	86	69	84	136	146	37
37	252	59	87	70	76	137	178	63
38	253	78	88	72	73	138	180	50
39	255	74	89	74	76	139	95*	90
40	256	62	90	76	66	140	221	61
41	257	69	91	77	72	141	204	71
42	258	58	92	78	78	142	210	40
43	259	82	93	80	72	143	223	33
44	260	65	94	81	77	144	230	43
45	261	72	95	83	74	145	300	52
46	263	78	96	76	64	146	275	53
47	264	61	97	72	64	147	291	31
48	238	49	98	81	65	148	271	16
49	237	53	99	87	78	149	316	33
50	230	71	100	86	65	150	330	44

*указаны азимуты простирания

Продолжение таблицы 10-3.

Замеры жил

	Кварцевые жилы с адуляром и касситеритом		Кварцевые жилы с вольфрамитом		Кварцевые жилы с молибденитом		Кварцевые безрудные жилы	
№	Аз. пад.	Уг. пад.	Аз. пад.	Уг. пад.	Аз. пад.	Уг. пад.	Аз. пад.	Уг. пад.
1	341	74	71	76	209	18	248	76
2	346	78	72	78	213	20	250	72
3	330	82	69	76	212	14	254	72
4	151	80	66	69	210	16	243	78
5	148	70	75	72	223	24		
6	170	74			226	22		
7	145	78						

Таблица 10-4.

Вариант 3

Элементы залегания пород: аз. пад 20, ∟70

Замеры трещин

№	Аз. пад.	Уг. пад.	№	Аз. пад.	Уг. пад.	№	Аз. пад.	Уг. пад.
1	5	80	51	187	70	101	133	74
2	7	82	52	180	78	102	135	76
3	10	71	53	178	62	103	136	83
4	11	80	54	191	72	104	150	70
5	12	83	55	200	70	105	144	76
6	103*	90	56	201	72	106	164	29
7	14	72	57	204	70	107	208	33
8	15	78	58	202	76	108	206	24
9	12	54	59	201	68	109	214	44
10	17	64	60	196	80	110	240	44

11	18	59	61	195	66	111	244	72
12	19	76	62	197	84	112	248	56
13	20	67	63	205	80	113	267	76
14	21	82	64	209	76	114	264	53
15	22	73	65	213	72	115	272	44
16	23	61	66	203	82	116	280	63
17	25	77	67	200	85	117	284	51
18	28	67	68	206	87	118	290	82
19	29	75	69	293*	90	119	294	42
20	30	79	70	214	80	120	300	64
21	31	70	71	216	61	121	302	62
22	33	64	72	220	72	122	308	66
23	33	76	73	202	58	123	310	80
24	35	70	74	197	48	124	312	82
25	73	30	75	180	50	125	318	36
26	80	31	76	258	16	126	326	32
27	81	23	77	280	20	127	336	64
28	87	29	78	284	24	128	338	47
29	93	33	79	286	18	129	350	72
30	95	25	80	288	22	130	262*	90
31	96	20	81	298	18	131	3	33
32	98	28	82	303	24	132	5	45
33	100	26	83	306	14	133	16	38
34	105	28	84	308	20	134	20	24
35	107	25	85	312	16	135	50	74
36	112	73	86	318	22	136	40	47
37	116	29	87	325	18	137	70	63
38	117	21	88	277	12	138	74	51
39	119	25	89	263	23	139	90	72

40	124	32	90	247	21	140	91	69
41	128	26	91	279	22	141	124	73
42	130	30	92	255	25	142	132	61
43	140	26	93	266	9	143	142	63
44	128	16	94	278	26	144	152	52
45	103	31	95	294	31	145	158	37
46	116	25	96	296	40	146	194	73
47	97	13	97	296	9	147	106	46
48	65	15	98	339	12	148	108	50
49	78	8	99	315	30	149	168	74
50	50	26	100	132	80	150	112	63

*указаны азимуты протирания

Продолжение таблицы 10-4.

Замеры жил

	Кварцевые жилы с флюоритом и касситеритом		Кварцевые жилы с халькопиритом		Кварцевые безрудные жилы	
№	Аз. пад.	Уг. пад.	Аз. пад.	Уг. пад.	Аз. пад.	Уг. пад.
1	19	82	288	18	101	30
2	16	80	284	24	107	26
3	16	74	286	26	93	26
4	13	74			96	31
5	13	88			114	28
6	200	85				
7	195	75				
8	201	76				

Задание 3. В обнажении на поверхность выходит крыло складки с азимутом падения 90^0 углом падения слоев 25^0. При детальном изучении наклонно залегающих пород были установлены трещины главного кливажа (кливажа осевой поверхности) с азимутом падения 90^0 и углом падения 70^0.

Пояснения. В начале необходимо провести горизонтальную линию, которая условно будет соответствовать рельефу местности. После этого под углом 25^0 к ней проводим сплошную линию, которая будет представлять собой крыло складки. Штриховой линией под углом 70^0 показываем положение главного кливажа (кливажа параллельного осевой поверхности). Для наглядности прямую, изображающую кливаж и прямую, показывающую крыло складки пересечем в точке на горизонтальной линии, представляющей рельеф. Между прямой, изображающей крыло и прямой кливажа образуется угол равный 45^0 ($70^0 – 25^0$). Относительно линии кливажа (эта линия отражает положение осевой поверхности складки) по другую ее сторону проводим линию, которая с линией кливажа составляет 45^0. Это и будет второе крыло складки. Угол между ним и горизонтальной линией будет углом падения второго крыла. Если на разрезе крылья падают в разные стороны, то складка будет наклонной (осевая поверхность наклонена под углом 70^0. Если крылья падают в одну сторону, то складка будет опрокинутая. При выполнении задания необходимо руководствоваться рис. 8-2. В таблице 10-5 даются пять вариантов задания.

Таблица 10-5.

Варианты задания 3

Варианты	Азимут падения крыла	Угол падения крыла	Азимут падения кливажа	Угол падения кливажа
1	90	30	90	60
2	270	70	90	80
3	270	45	-	90
4	90	30	270	80
5	90	80	270	70

Глава 11. Методические указания по составлению курсовой работы по структурной геологии

Курсовая работа по структурной геологии представляет собой заключительный этап в формирования у студентов знаний по условиям и формам залегания горных пород. В процессе выполнения данной работы студенты должны провести самостоятельный анализ геологической карты и на основе его дать описание геологического строения данного района, восстановить геологическую историю его развития, построить геологические разрезы, схему условия залегания пород и разрывов. Результаты проведенного анализа должны быть изложены в виде текста с иллюстрациями и геологической графикой, выполненной на отдельных листах в виде приложений.

Курсовая работа подводит итог изучения студентами курсов общей геологии и структурной геологии. Ее выполнение развивает у студентов умение свободно читать геологические карты и использовать собранный материал для разностороннего геолого-структурного анализа.

11.1. Цель курсовой работы.

Основная цель курсовой работы - закрепить знания студентов по структурной геологии и научить использовать их для анализа геологической карты. Выполнение курсовой работы следует рассматривать как один из этапов подготовки ко второй (Крымской) учебной геологической практике, а в последствие и к первой производственной практике.

По содержанию графики и объяснительной записки курсовая работа близка к геологическим отчетам, представляемым студентами после производственных практик, к содержанию геологической части дипломных проектов.

11.2. Основные задачи и методы анализа геологической карты.

К основным задачам курсовой работы относятся:

1) Изучение возрастной последовательности осадочных и магматических горных пород, установление форм их залегания.
2) Установление типов разрывных нарушений в пределах изучаемой территории и определение времени их образования

3) Выявление несогласий между стратиграфическими подразделениями и установление их типов (тектонических, стратиграфических - параллельных, угловых, азимутальных).

4) Определение строения, форм залегания и возраста магматических образований, выделение в их составе интрузивных комплексов.

5) Анализ глубинного строения территории с составлением геологических разрезов.

6) Восстановление геологической истории района с отражением важнейших геологических событий.

11.3. Методы, применяемые при написании курсовой работы

При решении поставленных задач рекомендуется использовать следующие методы: анализ геологических границ; анализ несогласий; фациальный анализ; метод анализа мощностей.

Метод анализа геологических границ

Анализ пространственного положения геологических границ по отношению к горизонталям рельефа позволяет выявить горизонтальное и наклонное залегание слоев. При горизонтальном залегании геологические границы слоев параллельны горизонталям, а при наклонном залегании они пересекают горизонтали.

Метод анализа соотношения геологических границ дает возможность определить характер взаимоотношений между стратиграфическими подразделениями (согласный или несогласный).

При согласном залегании не нарушается возрастная последовательность слоев в разрезе, т.е. из разреза не выпадают слои какого-либо возраста, при несогласном залегании из разреза выпадают слои определенного возраста.

В случае согласного и параллельного несогласного залегания слоев их геологические границы будут параллельны друг другу. При угловом и азимутальном несогласиях геологические границы слоев будут пересекаться.

По анализу геологических границ, в частности, по площади распространения пород, можно судить о трансгрессивном или регрессивном их взаимоотношении. Трансгрессивное взаимоотношение на картах выражается в перекрытии молодыми отложениями более древних слоев, т.е. площадь распространения трансгрессивно залегающих (более молодых) слоев больше более древних. При регрессивном взаимоотношении площадь развития древних слоев больше, чем молодых.

Метод анализа несогласий

Изучение во времени и по площади перерывов в осадконакоплении позволяет определять участки поднятия земной коры. Если на площади отсутствуют породы какого-

то возраста, то это, скорее всего, указывает на то, что территория в данное время представляла собой сушу, так как на суше процесс разрушения пород преобладает над процессом их накопления. Таким образом, по наличию несогласия между стратиграфическими подразделениями можно определить, когда на данной территории была суша, а когда морское или океаническое дно.

Оконтуривая площадь несогласного взаимоотношения слоев мы тем самым устанавливаем контур суши (тектонического поднятия).

Стратиграфический объем несогласия (объем выпавших из разреза слоев) и площадь его распространения отражает длительность и устойчивость тектонических поднятий. Для более полной реконструкции истории геологического развития структуры района необходимо данные, полученные при изучении перерывов, дополнить анализом фаций и мощностей.

Метод фациального анализа

Под фацией понимают участок слоя (или другого геологического тела), который отличается составом от соседних с ним одновозрастных участков. В этом случае говорят о фациальной неоднородности слоя, связанной с тем, что для разных участков слоя существовали разные условия осадконакопления. Изучая фации какого-либо стратиграфического подразделения в разных частях района и сравнивая их между собой, устанавливают изменение условий осадконакоплений по площади. При этом необходимо выявить устойчивые во времени изменения, отражающие развитие тектонических движений. Например, по смене глин грубообломочными породами (конгломератами) можно установить мелководные и глубоководные участки морского дна, где в то время шло осадконакопление. Там, где в составе слоя глины, глубина была значительной (сотни метров и даже первые километры), т.е. шло интенсивное прогибание территории, а там, где слой представлен конгломератами, шло воздымание дна. По смещению грубообломочных фаций во времени и пространстве определяют направление движения береговой линии, т.е. регрессии и трансгрессии моря.

Метод анализа мощностей

Все бассейны осадконакопления делятся на компенсированные и некомпенсированные. В компенсированных бассейнах скорость прогибания равна скорости осадконакопления. По этой причине по суммарной мощности осадков, сформировавшихся в определенный период геологической истории, можно определить суммарную амплитуду прогибания данной территории. Так, если мощность отложений кембрийской и ордовикской систем составляет 530 метров, то в случае

компенсированного осадконакопления общая амплитуда прогибания на данной территории за кембрийский и ордовикский периоды составила 530 метров. Для более полного представления о характере изменения мощностей отдельных толщ рекомендуется сделать разрезы в различных участках карты. Метод анализа мощностей не применим к глубоководным (некомпенсированным) бассейнам, где величина прогибания (для данного отрезка времени) может быть намного больше мощности осадков. О некомпенсированном характере осадконакопления может свидетельствовать резкая смена мелководных осадков (песчаников, конгломератов) глубоководными кремнистыми осадками (яшмами, диатомитами). Результаты анализа фации и мощностей осадков часто представляют в виде графиков эпейрограммы (рис.11-1).

Для построения эпейрограмм по горизонтальной оси, условно соответствующей уровню моря, откладывается геологическое время (в млн. лет). По вертикальной оси (вниз от горизонтальной оси) откладываются мощности (истинные) слоев (в метрах или километрах). При этом вычерчиваются две линии. Верхняя линия - палеогеографическая кривая - отмечает глубину моря (на основании фациального состава пород), а при наличии континентальных условий (перерыва в осадконакоплении) - идет вдоль горизонтальной оси. Нижняя линия - эпейрогеническая кривая, отмечает суммарную величину прогибания земной коры. При этом вниз от палеогеографической кривой по вертикальной оси откладывается мощность отложений за соответствующий отрезок времени, постепенно нарастающая от одного стратиграфического подразделения к другому, как это видно из рисунка 11-1.

На эпейрограмме желательно отразить состав, отложений, что может быть сделано в виде колонок, составленных для каждого отдела и помещаемых под палеогеографической кривой.

11.4. Последовательность выполнения курсовой работы

На начальной стадии составления курсовой работы проводится ознакомление с геологической картой и ее предварительный анализ: изучение рельефа по топографической основе, наличие и распространение горных пород разного генезиса, общая загруженность карты. В результате такого анализа выявляются наиболее характерные черты рельефа - глубина эрозионного вреза, характер склонов, рисунок речной сети.

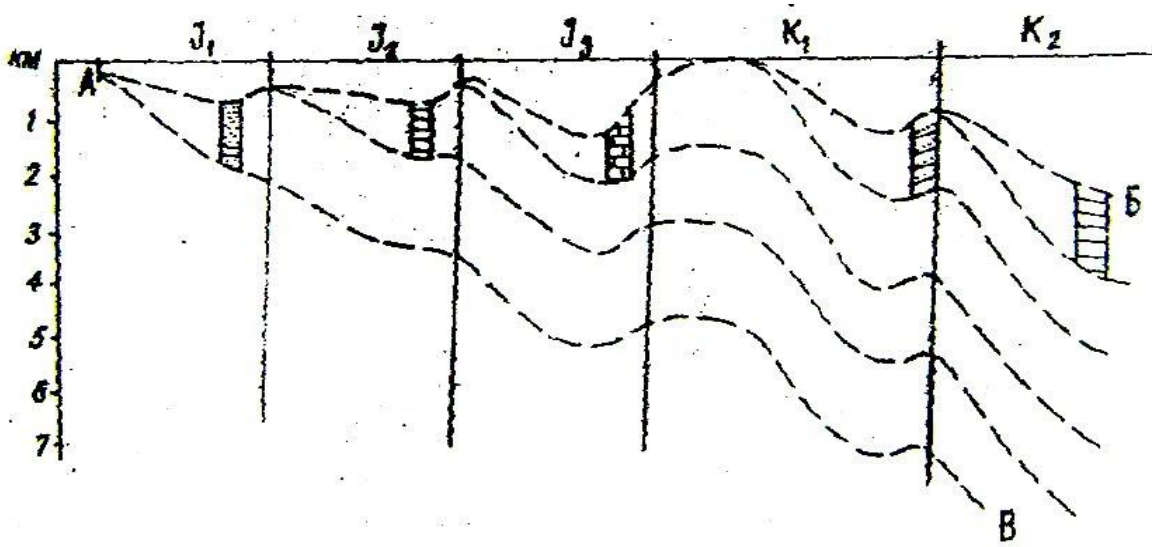


Рис. 11-1. Пример построения эпейрограммы. АБ – палеогеографическая кривая. АВ – эпейрогеническая кривая, (линии лежащие между АБ и АВ - вспомогательные линии построения палеотектонической кривой)

Далее проводится изучение стратиграфии района на основе анализа геологической карты, составленных разрезов, стратиграфической колонки и условных обозначений. Выясняется распространение каждого стратиграфического подразделения, устанавливаются его взаимоотношения с подстилающими и перекрывающими образованиями. Следует различать выход на поверхность и распространение отложений. Выход на поверхность – это та площадь, на которой указанное подразделение наблюдается на поверхности, площадь распространение – это та территория, на которой находится слой, как под чехлом более молодых отложений. Площадь распространения слоев устанавливается по скважинам, канавам, шурфам и другим горным выработкам.

В отношении интрузивных тел следует выявить их местонахождение, форму залегания, взаимоотношения с породами рамы. Исходя из размеров и формы тел, нужно отнести их к тому или иному морфологическому виду (шток, батолит, дайка, лакколит и т.д.). Если на карте имеются данные о прототектонических элементах жидкой и твердой фаз, следует использовать их для реконструкции формы интрузива. Путем анализа экзо- и эндоконтактовых изменений магматических тел на карте необходимо установить возраст интрузивных пород, а если он указан в условных обозначениях, то подтвердить его геолого-структурными данными, основанными на его взаимоотношении с породами рамы (холодные и горячие контакты).

После изучения стратиграфических и магматических образований района можно переходить к анализу условий залегания горных пород, на основании которого будет составлена соответствующая схема. Необходимо выделить площади с разными типа залеганиями пород: горизонтальным, наклонным, линейным складчатым, брахиформным

складчатым, купольным складчатым. В дальнейшем, в зависимости от формы залегания слоев, анализируются углы наклона слоев, морфологические и генетические типы складок, их отдельные параметры (длина, ширина и т.д.).

Отдельно осуществляется анализ разрывных нарушений, так как они часто являются более поздними по отношению ко всем стратиграфическим подразделениям и магматическим образованиям (их пересекают). Особое внимание необходимо обратить на крупные региональные разрывы глубокого заложения и длительного развития. Они устанавливаются на основании различного строения стратиграфического разреза в разделяемых блоках, а также по связям с разрывами интрузивных тел. Присутствие ультраосновных пород указывает на наличие глубинных разломов. Об этом же свидетельствуют резкие различия в строении смежных блоков.

Разрывы группируются в системы, отличающиеся общим простиранием и типом строения. Определяется их относительный возраст (после образования пород такого-то возраста, но до образования более молодых пород другого возраста). Изучается пространственное положение разрывных нарушений, их взаимоотношение с формами рельефа и складками. Там, где это возможно, определяется угол падения плоскости сместителя разрыва (если это не указано на карте). Необходимо выявить вид нарушения согласно принятой классификации. Там, где возможно, определяют амплитуды смещения.

Обобщающим этапом в изучении геологического строения территории, изображенной на учебной геологической карте, является восстановление истории геологического развития района. В истории геологического развития необходимо проследить всю цепь геологических процессов (стратиграфических, магматических, тектонических и др.) от самого древнего для района времени до настоящих дней. В этой цепи событий должно найтись место образованию осадочных и вулканогенных пород, внедрению в них различных интрузивных тел, метаморфизму, процессам складкообразования, разрывной тектонике, метасоматическим и другим процессам.

В результате анализа карты и на основании собранных данных об условиям залегания пород составляется схема условий залегания горных пород и разрывов, геологические разрезы, орографическая схема. Количество разрезов по указанию преподавателя может быть от одного до трех, в зависимости от сложности геологического строения территории.

В тексте работы помещаются рисунки, на которых изображаются наиболее яркие особенности геологического строения, подтверждающие наличие несогласий различного вида, возраста интрузивных тел и разрывов, морфология складок и т.д. Рисунки

обязательно снабжаются подписью, указывающей на его содержание, на них должны в обязательном порядке быть ссылки в тексте курсовой работы.

11.5. Структура и содержание курсовой работы

Курсовая работа состоит из текстовой части и графических приложений. Текстовая часть объемом 20-30 страниц оформляется в виде сброшюрованной записки, которая набрана шрифтом 12 кеглей с интервалом между строками 1.5. Записка начинается с титульного листа (рис.11-2). У каждого студента в содержании титульного листа будет свой номер учебной геологической карты и свой руководитель.

Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе

Кафедра Общей геологии и геологического картирования

КУРСОВАЯ РАБОТА

по структурной геологии на тему

«Геологическое строение территории листа учебной геологической карты № 16 (южная часть)

Выполнил: студент гр. ПГ-13-2 Иванов П.А.

Руководитель: профессор Корсаков А.К.

Москва 2016г.

Рис. 11-2 Образец титульного листа текстовой части курсовой работы.

За титульным листом должно следовать содержание работы, образец которого размещен на рисунке 11-3. У каждого студента должно быть одно и тоже содержание за исключением номеров страниц, с которых начинаются главы.

Текст работы содержит следующие разделы: введение, описание рельефа и речной сети, стратиграфия, интрузивный магматизм, тектоника, история геологического развития и заключение.

Содержание стр.

Введение…… 3
Глава 1. Описание рельефа и речной сети…….4
Глава 2. Стратиграфия……..6
Глава 3. Интрузивный магматизм……13
Глава 4. Тектоника……17
Глава 5. История геологического ……22
развития
Заключение……27
Список использованной литературы……28
Приложения:
1. Орографическая схема
2. Схема условий залегания горных пород и разрывов
3. Геологические разрезы с выкопировками и условными обозначениями

Рис. 11-3. Содержание курсовой работы.

11.5.1. Введение

Во введении указываются цели, задачи и методы, использованные при составлении работы. Дается характеристика топоосновы и особенностей геологической нагрузки карты. В данном разделе автор курсовой работы может выразить благодарности лицам, которые консультировали и давали советы при выполнении настоящей работы. Объем введения 1,5-2 стр.

11.5.2. Глава I. Описание рельефа и речной сети.

Раздел начинается с общей характеристики рельефа (горный, равнинный). Для *горного рельефа* характерны абсолютные отметки выше 800 м. Низкогорный – от 800 до 1000 м; среднегорный – от 1000 до 2000 м и высокогорный рельеф - выше 2000м.

Для *равнинного рельефа* абсолютные отметки от 0 до 200 м соответствуют низменности, а от 200 до 500м – возвышенности, от 500 до 800м – плоскогорью.

Дается оценка однородности рельефа данной территории. Если рельеф отличается большой неоднородностью, то указывается на каких участках (относительно сторон света или географических ориентиров) он будет низменным, равнинным или горным и т.д. При описании рельефа указываются относительные превышения рельефа, что значительно влияет на проходимость территории. На основании анализа горизонталей отмечается крутизна склонов и степень их расчлененности; указывается присутствие скалистых обрывов и гребней. Если есть связь рельефа с составом пород, то указывается, какими породами сложены вершины гор и сопок, а какие выходят в долинах рек и оврагов. На территории выделяют главные и второстепенные хребты, которые представляют собой линейно расположенные цепочки гор или поднятий. Как правило, хребты разделяют бассейны рек, протекающих по данной территории. В этом случае они называются водораздельными. В тексте главы дается их ориентировка (азимут простирания). Приводятся основные географические названия, имеющиеся на карте.

Описание *речной сети* ведется по бассейнам, начиная с бассейна наиболее крупной реки. Под бассейном реки понимается территория, протекающие по которой более мелкие реки и овраги впадают только в эту крупную реку. Отмечается местоположение реки, ее исток (если таковой имеется), направление течения реки (относительно сторон света), какие имеет притоки. В зависимости от уклона русла устанавливается тип реки (горный и равнинный).

Объем главы «Описание рельефа и речной сети» должен составлять примерно 2-2,5 стр. Глава иллюстрируется орографической схемой. На орографической схеме показываются участки с различным типом рельефа. Контуры участков обводятся тонкой черной линией, сами участки закрашиваются в зависимости от типа рельефа. Равнинный рельеф показывается зеленым цветом (низменности – насыщенным оттенком, возвышенности – средним оттенком, а плоскогорья – бледным оттенком), горный – коричневым цветом (низкогорный – бледным оттенком, среднегорный – средним оттенком и высокогорный – насыщенным оттенком). На орографической схеме показываются все географические названия высот, их абсолютные отметки. Горные хребты отмечаются жирной коричневой линией. На схему наносятся все постоянные и

временные русловые водные потоки. Постоянные потоки (реки) показываются синим цветом. Ширина линий будет зависеть от масштаба реки. Чем крупнее река, тем более жирной синей линией следует ее показывать. Временные водные потоки обозначаются штриховыми синими линиями, ширина которых тоже будет зависеть от масштаба временного потока. На схеме приводятся названия водных потоков, а также названия всех населенных пунктов. Методически правильно будет в начале составить данную схему и, ориентируясь на нее, проводить описание как рельефа, так и речной сети.

11.5.3. Глава II. Стратиграфия.

В главе Стратиграфия дается описание всех стратиграфических подразделений, которые изображены на геологической карте. Стратиграфические подразделения, представленные осадочными, вулканогенными, и метаморфическими породами показаны в стратиграфической колонке. Характеристика стратиграфических подразделений проводится строго по плану (рис. 11-4).

Каменноугольная система

Отложения каменноугольной системы широко развиты по площади и представлены карбонатно-терригенными породами среднего и верхнего отделов общей мощностью 54 метра.

Средний отдел

Образования среднего отдела имеют небольшое развитие в пределах района, они сложены карбонатными породами московского яруса общей мощностью 14 метров.

Московский ярус

На изучаемой площади породы московского яруса представлены карбонатно-терригенными образованиями, среди которых преобладают известняки с небольшими прослоями алевролитов. Отложения московского яруса сложены породами подольского и мячковского ярусов общей мощностью 14 метров

**Подольский горизонт (C_2*pd)*

Описание самого дробного подразделения должно быть по

Рис. 11-4. Последовательность рубрикаций при описании стратиграфических отложений

В начале главы дается вступление – краткий перечень крупных стратиграфических подразделений, развитых в районе. Отмечаются породы, преобладающие в исследуемом районе по возрасту и составу. Описание ведется от более древних пород к молодым.

Описание проводится по системам. Под заголовком системы дается краткое вступление (три-четыре строки) в котором указываются преобладающие по составу породы, их распространенность по территории района и подразделения системы, которые представлены на данной территории (чаще всего отделы). После такого абзаца следует заголовок с названием отдела и далее его краткая характеристика, подобно системе (рис. 11-4). Если отложения отдела имеют более дробное деление (ярусы, серии, свиты), то даются в заголовках названия данных подразделений с краткой характеристикой. Такая последовательность заголовков идет до того подразделения, которое показано на карте в виде самостоятельных тел (свит, подсвит и т.д.).

План описания картируемых стратиграфических подразделений:

1. Где обнажаются (выходят на поверхность)
2. Какой процент площади занимают
3. Взаимоотношения с подстилающими и перекрывающими отложениями (согласное, несогласное, какое несогласие, обоснование рисунками)
4. Состав стратиграфического подразделения (исходя из условных обозначений и стратиграфической колонки)
5. Мощность отложений (по стратиграфической колонке)
6. Обоснование возраста (фауна, по аналогии с соседними площадями).

В обязательном порядке необходимо придерживаться данного плана

Рис. 11-5. Последовательность описания картируемых стратиграфических подразделений (отображенных на геологической карте).

В заголовке, рядом с названием картируемого стратиграфического подразделения ставится его буквенно-цифровой индекс, аналогичный тому, что стоит в поле развития этого подразделения на геологической карте.

При характеристике картируемых подразделений (согласно рис. 11-5) в начале указывается, где выходят породы этого подразделения на местности. Привязка выходов коренных пород к местности осуществляется либо по географическим ориентирам (горы, реки, овраги), либо относительно сторон света. Затем оценивается площадь распространения этих пород на территории (в % к общей площади). Места выхода подразделений на поверхность и площадь их выходов важны как с точки зрения роли этого подразделения в геологическом строении района, так и для того, чтобы эти отложения были легко найдены теми геологами, которые захотят их изучать дополнительно.

Важной частью описания является характеристика взаимоотношений стратиграфического подразделения с нижележащими и вышележащими образованиями. Они могут быть как согласные, так и несогласные. В случае несогласного взаимоотношения необходимо указать вид несогласия (параллельное, угловое, азимутальное, тектоническое). Необходимо обосновать сделанные выводы о характере взаимоотношений толщ, желательно выводы подкрепить рисунками.

После характеристики взаимоотношений отложений приводится характеристика состава пород. О составе пород можно судить по условным обозначениям, где указываются преобладающие разновидности отложений. Состав пород и особенности их строения даются и на стратиграфической колонке. В отличие от условных обозначений в стратиграфической колонке показывается не только состав пород, но и как они расположены в разрезе: какие отложения вверху, какие внизу, чередуются ли они между собой. По этой причине не рекомендуется пренебрегать данными стратиграфической колонки.

Мощность отложений картируемого подразделения определяется по стратиграфической колонке. При этом необходимо учитывать, что в ней указывается максимальная мощность пород. Если мощность варьирует по площади, то в стратиграфической колонке указывается ее максимальное и минимальное значения через тире.

Заканчивается описание стратиграфического подразделения обоснованием его возраста. Если в описании пород, приводимом в стратиграфической колонке, есть руководящие формы фауны, то они и приводятся в качестве доказательства возраста пород. Если информации о фауне отсутствует, то возраст авторами карты дан по аналогии

с подобными образованиями на соседних территориях, на что необходимо указать и автору курсовой работы. Пример описания условного картируемого подразделения представлен на рис. 11-6.

Бобриковская свита (C_2bb)

Отложения бобриковская свиты обнажаются на северо-востоке территории в районе горы Лысая и занимают около 18% площади листа карты.

На подстилающих породах букинской свиты верхнедевонского отдела отложения бобриковской свиты залегают с параллельным стратиграфическим несогласием. На это указывает параллельность границ двух свит (рис.1) и выпадение из разреза отложений нижнекаменноугольного отдела. Перекрывающие породы гелкинской свиты среднепермского отдела ложатся на образования бобриковской свиты со структурным несогласием, на что указывают различные азимуты падения слоев гелкинской и бобриковской свит (рис.2).

Породы бобриковской свиты представлены известняками и песчаниками. Известняки и песчаники переслаиваются по разрезу. Внизу преобладают известняки с редкими маломощными прослоями песчаника, вверх по разрезу возрастает количество прослоев песчаника и увеличивается их мощность.

Общая мощность отложений бобриковской свиты, судя по стратиграфической колонке, колеблется от 11 до 20 метров. Максимальная мощность свиты отмечается на юго-востоке территории.

Возраст свиты определен по аналогии с подобными образованиями на площади соседнего листа. Фауна в отложениях свиты не обнаружена.

Рис. 11-6. Пример описания картируемого стратиграфического подразделения.

11.5.4. Глава III. Интрузивный магматизм

В данной главе дается описание интрузивных тел, субвулканических и жерловых образований, ультраметаморфических пород, которые не показаны в стратиграфической колонке. Все указанные образования необходимо объединить в комплексы. Под комплексом понимают совокупность интрузивных, ультраметаморфических и нестратиграфических вулканических тел сближенных в пространстве и близких по возрасту образования. Предполагается, что у каждого комплекса существует свой глубинный магматический очаг.

В начале работы над данной главой необходимо интрузивные, субвулканические, жерловые, и ультраметаморфические породы объединить в комплексы. Породы, объединяемые в комплексы, должны иметь близкий возраст (в пределах одной эпохи или периода) и располагаться недалеко друг от друга. Каждому комплексу дается название, которое состоит из двух слов. Первым словом должно быть географическое название, отражающее место нахождения комплекса, второе слово дает представление о составе пород комплекса и чаще всего отражает преобладающий тип пород. Так, например, штоки гранитов, расположенных в окрестностях горы Лебединая можно объединить в комплекс с названием «Лебединский гранитный комплекс». Текст главы следует начинать с перечисления всех присутствующих на территории комплексов.

Комплексы описываются от более древних к молодым. В случае наличия в составе комплекса одновозрастных тел разного состава описание проводится от основных пород к кислым. Вначале приводятся общие данные - где развит рассматриваемый комплекс, каков его возраст, сколькими фазами внедрения он образован, какие интрузивные породы входят в его состав. Перечисляются наиболее крупные интрузивные массивы, входящие в состав комплекса. Для детальной характеристики выбирается одно или несколько интрузивных тел, которые наиболее полно представляют данный комплекс.

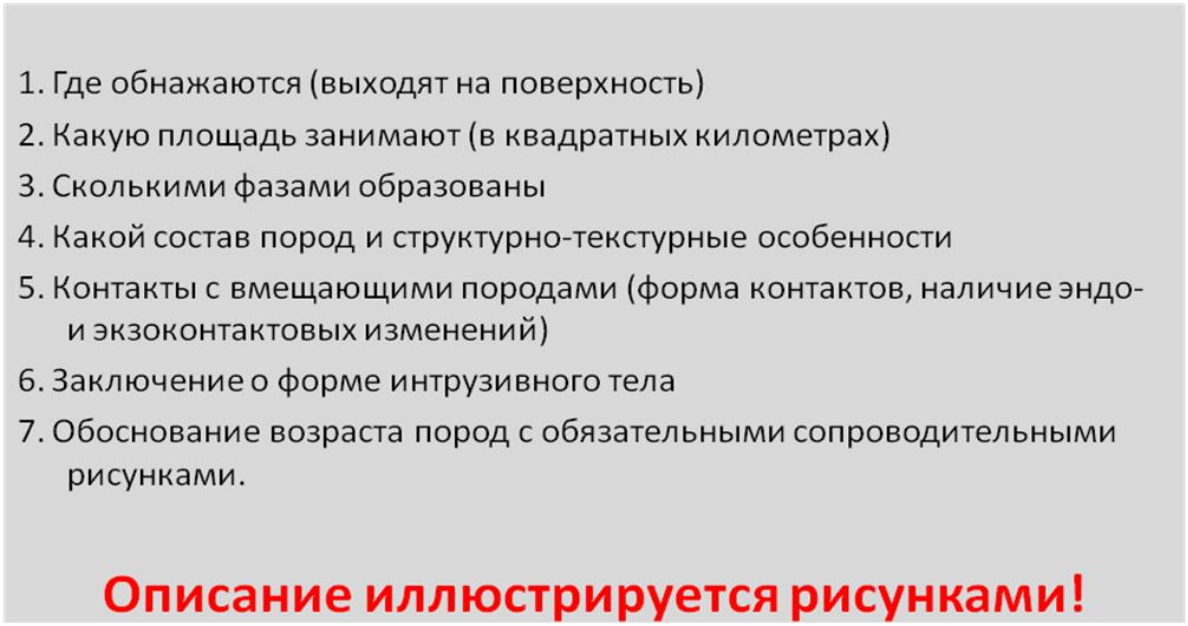


Рис. 11-7. Порядок описания конкретных интрузивных тел.

Порядок описания конкретных интрузивных тел приводится на рис. 11-7. Местоположение и размер интрузивных тел определяется по карте с учетом ее масштаба. Информация о составе интрузивных, ультраметаморфических и др. образований берется из условных обозначений. Следует обращать внимание на структурно-текстурные

особенности пород, так как они дают представление о формах залегания тел, характере их контактов. Речь идет, прежде всего, об элементах прототектоники интрузивных тел (как жидкой, так и твердой фаз), полосчатости, гнейсоватости ультраметаморфических образований и т.д.

При характеристике контактов интрузивных образований с породами рамы следует, прежде всего, указать их характер – горячие они или холодные. В случае горячих контактов описываются эндоконтактовые и экзоконтактовые зоны, если таковые показаны на геологической карте.

На основании размера интрузивного тела, характера его контактов с рамой, ориентировки элементов прототектоники делается вывод о том, к какому оно относится типу (конкордантному или дискордантному) и дается конкретное название (шток, батолит, сил, лакколит и т.д.).

Обоснование возраста интрузивного тела дается исходя из его взаимоотношений с обрамляющими породами. Горячий контакт свидетельствует о том, что интрузивное тело образовалось позже окружающих пород, а холодный контакт указывает на то, что оно древнее перекрывающих пород. Как правило, данная методика позволяет установить не точное время образования интрузивных, жерловых, субвулканических тел, а некую возрастную «вилку» - не ранее такого-то времени и не позднее такого-то.

В зависимости от количества интрузивных комплексов, их строения и состава объем главы может колебаться от 2 до 5 страниц.

11.5.5. Глава IV. Тектоника.

Главной задачей раздела является описание форм залегания горных пород на площади листа учебной геологической карты и характеристика разрывных нарушений. В основу главы положен анализ составленной автором схемы условий залегания горных пород и разрывов данного района и геологических разрезов.

Используя известные признаки залегания горных пород, на карте выделяются участки с горизонтальным, наклонным, складчатым линейным, складчатым брахиформным, складчатым купольным залеганием. Эти участки обводятся ломанной линией и в зависимости от типа залеганий закрашиваются определенным цветом. Общепринятой раскраски для этих целей не существует, но составители пособия советуют исключить цвета, применяемые для обозначений широко распространенных интрузивных пород. Так для горизонтального залегания можно выбрать серый цвет, для наклонного – голубой, для складчатого линейного – коричневый, для складчатого брахиформного – желтый, для складчатого купольного – фиолетовый.

На схеме показываются выходы на поверхность интрузивных образований. Площади их распространения закрашиваются цветом, отражающим состав интрузивных пород (красным – для кислых пород, малиновым для средних пород, зеленым – для основных пород и т.д.). Поверх раскраски на площади развития интрузивных, жерловых, субвулканических, ультраметаморфических тел наносится крап, отвечающий составу пород, в соответствии с действующими условными обозначениями (см. главу 1).

В пределах участков с наклонным залеганием слоев необходимо проставить элементы залегания слоев. В пределах участков с линейным складчатым залеганием показываются углы наклона крыльев складок, оси синклинальных и антиклинальных складок, показываются направления погружения шарниров. В поле развития брахиформных складок показываются элементы залегания слоев, оконтуривается ядерная часть складок (наиболее молодые породы в ядрах складок). На участках с купольным залеганием показываются элементы полосчатости или гнейсоватости, подчеркивающие наличие купольных структур, а также элементы залегания этой полосчатости.

На схему условий залегания горных пород и разрывов наносятся все разрывные нарушения, которые проявлены на площади карты. Для наглядности разрывные нарушения можно показывать красным цветом. Рядом с разрывным нарушением соответствующими значками показывается направление падения плоскости сместителя, опущенное и поднятое крылья.

Текст главы тектоника представляет собой пояснительную записку к схеме условий залегания горных пород и разрывов. В начале необходимо указать какие виды залегания горных пород представлены на данной территории и какие системы разрывных нарушений присутствуют (системы выделяются по ориентировке относительно сторон света, например, разрывы северо-восточного простирания). Далее дается описание участков с различными формами залегания пород. Для каждого участка указывается, где он находится относительно сторон света, какую площадь занимает, какой тип залегания пород, по каким признакам он (тип залегания) был определен. Описание участков проводится от более древних пород к более молодым.

Для участков с наклонным залеганием слоев указывается азимут падения слоев и угол падения. Для этого используются как элементы залегания (если они есть на геологической карте), так и другие признаки, например, пластовые треугольники. Если элементы залегания слоев меняются, то указать, как они меняются.

Для складчатого линейного залегания определяется длина и ширина складок, ориентировка их осей, тип складок по положению осевой поверхности, форме замка. Все заключения автора должны обосновываться данными геологической карты. Например,

указав, что складка является опрокинутой, нужно обосновать этот вывод данными углов наклона ее крыльев, наличием опрокинутого залегания в одном из крыльев. Если есть определенная связь типа складки с другими элементами геологического строения, то эту связь нужно раскрыть. В качестве примера дается описание по усмотрению автора одной синклинальной и одной антиклинальной складки.

Для брахиформных и купольных складок указываются размеры складок как по внешнему контуру, так и по ядру. Определяется длина и ширина брахиформных складок.

В конце главы приводится описание разрывных нарушений. Перед их характеристикой нужно выделить системы разрывных нарушений, основываясь на их простирании. Так, например, разрывные нарушения могут быть северо-западной, северо-восточной, широтной, меридианальной, субширотной (близкой к широтной), субмеридианальной (близкой к меридианальной) ориентировки. Далее описание идет по выделенным системам разрывов, начиная от более древних к молодым. Если возрастная последовательность разрывов не установлена, то их характеристика идет от более крупных к мелкими.

При характеристике каждой системы нарушений необходимо указать, что они из себя представляют. Это одиночные или групповые нарушения. Определяется наклон плоскости сместителя (в случае необходимости используется правило пластовых треугольников), определяются опущенные и приподнятые крылья (определяются по возрасту горных пород в крыльях нарушения). В качестве вывода делается заключение о типе разрывных нарушений данной системы: взбросы, сбросы, надвиги, сдвиги, горсты, грабены.

В главе в обязательном порядке должны быть ссылки на:

1.Схему условий залегания горных пород и разрывов;

2.Построенные автором геологические разрезы;

3.Рисунки, выполненные автором. В тексте главы должно быть не менее 10 рисунков, иллюстрирующих выводы автора. Подписи к рисункам должны быть лаконичны и вместе с тем, по ним можно было определить те объекты (складки, разрывы и т.д.), о которых идет речь в тексте.

11.5.6. Глава V. История геологического развития

В главе «История геологического развития» в хронологической последовательности приводится описание геологических событий, происходивших на данной территории. Источником информации о таких событиях прошлого служат состав,

строение и возраст горных пород, условия их залегания, наличие разрывов, кор выветривания и т.д. К числу событий, о которых необходимо указать в главе, относятся:

- трансгрессия и регрессия моря, его глубина;
- периоды времени, когда территория представляла собой сушу;
- извержения вулканов;
- внедрение интрузивных тел;
- тектонические движения, приведшие к образованию складчатости и разрывных нарушений
- другие геологические события (метаморфизм, метасоматоз и др.)

При описании геологических событий автор должен придерживаться следующего стиля описания: «В такое то время данная территория представляла собой мелководный морской бассейн, о чем свидетельствуют мелко и среднезернистые песчаники с прослоями глин данного возраста. Со временем происходила трансгрессия моря, так как вышележащие породы (указать их возраст) представлены органогенными известняками большой мощности и имеют значительно большую площадь распространения по сравнению с песчаниками……..»

На трансгрессию (наступление моря) указывают осадочные породы соответствующего возраста. Их присутствие на карте указывает на наличие морского бассейна в данное время. По составу и мощности осадочных пород определяется глубина моря и величина прогибания морского дна, на котором эти осадки накапливались.

Глубина морского дна оценивается по размеру и составу обломочного материала. Так конгломераты и крупнозернистые пески образуются в литеральной зоне (зона приливов и отливов), мелкозернистые пески, глины, илы, известняки накапливаются в сублитеральной зоне (шельф), кремнистые осадки – в глубоководной зоне (абиссальной).

Амплитуда прогибания (опускания) морского дна во время осадконакопления определяется по суммарной мощности осадков, так как условно принимается компенсированный характер осадконакопления.

При характеристике осадконакопления важно обращать внимание на строение осадков (см. стратиграфическую колонку), так как чередование в разрезе крупнозернистых и мелкозернистых отложений свидетельствует о периодическом углублении и обмелении бассейна осадконакопления.

На трансгрессию моря указывает уменьшение размера осадочного материала и большая площадь распространения пород, в то время как при регрессии (отступлении) моря площадь осадков (пород) сокращается и осадки становятся грубозернистыми, крупнозернистыми.

В предельном случае регрессия приводит к тому, что море уходит с данной территории и она (территория) превращается в сушу. На то, что в определенный период времени территория представляла собой сушу указывает отсутствие осадков данного возраста.

На проявления вулканизма указывают туфы и лавы в составе стратиграфических образований, а также образования жерловой фации. Для установления процессов вулканизма необходимо тщательно проанализировать стратиграфическую колонку на предмет наличия в ней вулканитов эффузивной фации. Исходя из такого анализа можно сделать вывод о том, в какое время осуществлялась вулканическая деятельность, на какой территории она происходила (определяется по площади распространения вулканических образований), какой был характер извержения. Наличие лавовых покровов свидетельствует об относительно спокойном характере извержения, в то время как присутствие в разрезах туфов указывает на взрывной (эксплозивный) характер извержения.

Для установления роли интрузивных образований в геологической истории района, прежде всего, необходимо определить время внедрения расплавов, если тела не продатированы на карте. В этом случае возраст определяется в виде временной вилки: указываются верхний и нижний возрастные границы. Нижняя возрастная граница определяется по возрасту самых молодых пород, с которыми у интрузива горячий контакт. Верхняя возрастная граница определяется по наиболее древним породам, у которых холодный контакт с интрузивным телом.

В главе «История геологического развития» указывается время внедрения магматических расплавов, какая была последовательность формирования интрузивного тела, если оно многофазное. Указываются и образование экзоконтактовых пород, связанных с данным интрузивным телом.

Время образования складчатости часто не удается установить точно, обычно оно определяется «временной вилкой». Нижняя возрастная граница определяется по наиболее молодым породам, подвергшимся складкообразованию, а верхняя – по наиболее древним породам, которые не сминались в складки. В качестве репера верхней возрастной границы могут быть использованы интрузивные породы, которые прорывают породы, смятые в складки. Так определяется время образования линейной складчатости и купольной (характерной для метаморфических комплексов).

Брахиформные складки в большинстве своем сингенетичны, так как их образование идет параллельно с осадконакоплением и они унаследуют конфигурацию

дна бассейна осадконакопления. Поэтому для брахиформной складчатости не выделяется этап деформации.

Для отражения в истории геологического развития разрывных нарушений необходимо определить возраст их образования. Он (возраст) определяется также, как для интрузивных тел и складчатости. В основу положены взаимоотношения разрывных нарушений с геологическими телами: какие тела пересекаются и смещаются данными разрывными нарушениями, а какие перекрывают разрывные нарушения. Время образования разрывных нарушений точно установить бывает крайне трудно, поэтому оно определяется достаточно широкой «возрастной вилкой». Как правило, нарушения одной ориентировки (системы) образуются одновременно. Поэтому необходимо «возрастную вилку» определить для каждой системы. Например, если нарушения пересекают отложения кембрийской, ордовикской и силурийской систем, но перекрываются породами пермской системы, то можно сделать вывод о том, что нарушения образовались после силурийского, но до пермского периода. Возрастные взаимоотношения между системами разрывных нарушений устанавливаются по их относительному смещению. Если одно нарушение смещает другое, то смещаемое нарушение будет древнее.

Необходимо кроме времени образования нарушений отметить в главе, как они повлияли на геологическое строение района. Например, образование сброса привело к тому, что северо-западный блок (крыло) опустился и в результате трансгрессии на его поверхности стали накапливаться отложения меловой системы, в приподнятом же блоке наоборот преобладали процессы денудации и в его пределах отсутствуют меловые образования.

11.5.7. Заключение

В заключении указывается степень достижения поставленных целей и задач. Отмечается, насколько курсовая работа способствовала дальнейшему развитию у студентов навыков чтения геологической графики, определению форм залегания горных пород, восстановлению геологической истории конкретных районов.

В заключении также даются рекомендации по дальнейшему улучшению курсового проектирования по структурной геологии.

11.5.8. Литература

В конце текстовой части курсовой работы приводится список литературы, использованной при написании курсовой работы. При этом в тесте курсовой работы должны быть ссылки на данную литературу. Ссылки делаются следующим образом:

указывается порядковый номер учебника или учебного пособия, под которым он стоит в списке литературы. Порядковый номер берется в квадратные скобки, например [6].

Для каждой работы (учебника, пособия) указываются: авторы, название работы, место издания, название издательства, год издания, количество страниц. Например:

1. Корсаков А.К. Структурная геология. Москва, КД «Университет», 2009г., 328с.

2. Лабораторные работы по структурной геологии, геологическому картированию и дистанционным методам. Москва, Недра, 1988г., 197с.

11.6. Рекомендуемая литература для написания курсовой работы.

При написании курсовой работы авторы настоящего учебного пособия рекомендуют студентам следующую литературу.

1. Корсаков А.К. Структурная геология. М., ООО КДУ, 2009. С.328

2. Лабораторные работы по структурной геологии, геокартированию и дистанционным методам. М., Недра, 1988. С.197

3. Милосердова Л.В. Структурная геология. М., Из. дом Недра. 2014. С.232.

4. Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование. М., Недра, 1984. С.464.

5. Павлинов В.Н. Структурная геология и геологическое картирование с основами геотектоники. М., Недра,1979.

6. Павлинов В.Н., Соколовский А.К. Структурная геология и геологическое картирование с основами геотектоники. М., Недра, 1990.

7. Первушов Е.М., Ермохина Л.И., Воробьев В.Я., Фомин В.А. Тестовые материалы по учебной дисциплине «Структурная геология».М., Геокарт-Геос. 2013. С.281.

8. Структурная геология. Пособие к лабораторным занятиям. (Под редакцией Павлиновой Н.В.). М., РУДН. 2014. С.293.

9. Тевелев Алекс.В. Структурная геология и геологическое картирование. М., Герс, 2012. С.291.