

Н. И. БУЯЛОВ

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ
И ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ
КАРТИРОВАНИЮ

ГОСГОЛТЕХИЗДАТ - 1955

Коп
1956

Проф. Н. И. БУЯЛОВ

ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ
И ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ
КАРТИРОВАНИЮ

123



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НЕФТЯНОЙ И ГОРНО-ТОПЛИВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Москва 1955



АННОТАЦИЯ

В книге изложены методы решения задач по структурной и полевой геологии (геологическому картированию), которые приходится решать геологу при проведении съемочных, геолого-поисковых, аэрогеологических и других работ, принимаемых при поисках месторождений полезных ископаемых и, в частности, нефтяных и газовых залежей.

Примеры решения задач дают возможность освоить методы обработки геологических материалов и способы изображения их на картах, профилях, блок-диаграммах и структурных схемах.

Книга является практическим руководством для инженерно-технических работников, занимающихся геолого-съемочными и поисково-разведочными работами и учащихся нефтяных техникумов.

ВВЕДЕНИЕ

Для максимального использования природных богатств нашей страны с целью удовлетворения запросов народного хозяйства необходимо быстрое изучение геологического строения недр, а это требует более широкого развертывания геолого-съёмочных и поисково-разведочных работ.

На современном этапе развития геологии, особенно структурной и полевой, связанных с изучением разнообразных тектонических форм залегания горных пород в полевых условиях и изображением этих форм на горизонтальных и вертикальных проекциях, от геолога-наблюдателя и исследователя требуется все больше и больше знаний не только в области геологии, но и в других, смежных областях науки.

Геологические карты, профильные разрезы, структурные карты, литолого-фациальные карты и разрезы, карты изопахит, блок-диаграммы и другие в настоящее время являются основными исходными материалами, без которых немислимы промышленное освоение и разработка любого месторождения полезного ископаемого.

Настоящее руководство составлено применительно к методике геолого-съёмочных работ в производственных условиях. Здесь последовательно рассмотрены все основные приемы и методы, применяемые при проведении геологической съёмки в поле. К ним относятся такие вопросы, как нанесение обнажения на топографический план, определение элементов пласта (подошвы, кровли, мощности) и элементов залегания пласта (азимутов падения и прогибания и углов падения).

Так как наибольшие трудности при проведении геологической съёмки вызывает обработка первичного полевого материала сразу же после его получения, в руководстве большое место отведено задачам, при решении которых вырабатываются необходимые для этого навыки и методика.

В процессе камеральной обработки собранного фактического материала у геолога-исследователя часто возникает ряд трудностей, обусловленных сложностью геологического строения района. В этих случаях эффективными являются графические методы, при помощи которых путем построения поверхностей складчатых и разрывных нарушений и структурных карт глубоких участков земной коры, на основе изучения условий залегания пород на

поверхности предлагаются наиболее вероятные варианты геологического строения, нуждающиеся в проверке лишь минимальным количеством горно-разведочных выработок (скважин, шурфов и др.).

В основу построения настоящего руководства положен принцип постепенного усложнения предлагаемых к разрешению задач, причем по каждой из них должны быть получены вполне определенные и конкретные ответы на все вопросы, поставленные в условии.

Автор будет весьма признателен за все замечания и советы, которые возникнут у читателей при практическом пользовании настоящей книгой.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Все карты, приведенные в сборнике задач, ориентированы нормально, т. е. линия С—Ю параллельна вертикальной границе (краю) карты и север находится сверху.

При решении каждой задачи необходимо использовать тот план, какой намечен в задании, а если он отсутствует, то надо наметить свой план и дать исчерпывающие ответы на все поставленные вопросы. Все графические построения должны быть выполнены в тех масштабах, которые заданы. Если же масштабы построения не заданы, они могут быть приняты произвольными.

На некоторых картах совмещено несколько самостоятельных задач, например нанесено два или три пласта, взаимно пересекающихся, и т. д. Каждый из таких пластов совершенно независим, и при рассмотрении его следует игнорировать все другие. В условных обозначениях некоторых карт умышленно дана неверная стратиграфическая последовательность отложений. Правильную последовательность требуется в таких случаях установить по карте и внести соответствующие поправки при составлении стратиграфической колонки отложений.

Глава I

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОДНОГО ИЛИ НЕСКОЛЬКИХ ПЛАСТОВ (СЛОЕВ) С УЧЕТОМ ГЕНЕЗИСА ИХ ОБРАЗОВАНИЯ

При проведении геологической съемки, а также при обработке фактических материалов полевых сборов геологу приходится сталкиваться с пластами (слоями), свитами и, объединяя их по различным признакам (литологическому составу, палеонтологическим формам, условиям залегания и др.), выделять отдельные комплексы отложений и относить их к тем или иным стратиграфическим единицам. Это самая серьезная и наиболее ответственная задача, которая требует от исполнителя не только практических навыков, но и необходимых теоретических знаний во всех областях геологической науки.

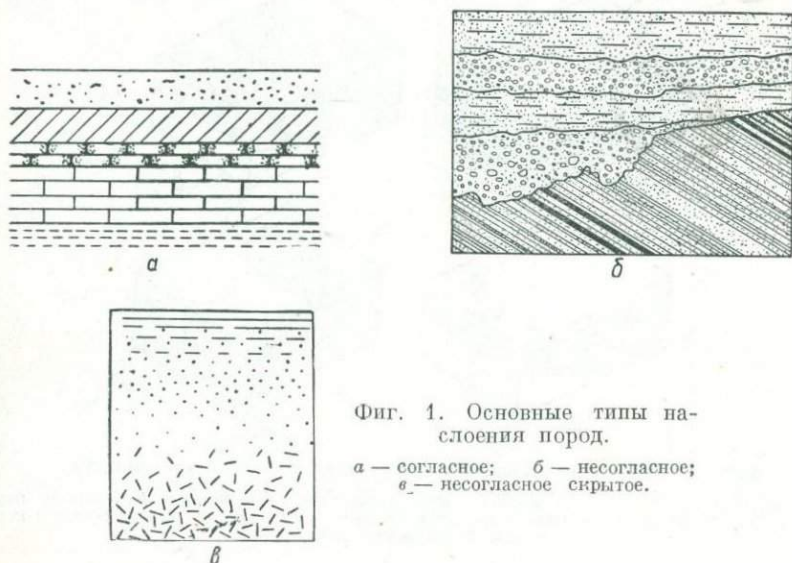
Основной элементарной единицей всякого геологического разреза, наблюдаемого в обнажении или по разрезу какой-либо горно-разведочной выработки (шурфа, скважины и др.), является слой или пласт. С л о й или п л а с т — это первично обособленный осадок, образовавшийся в течение сравнительно короткого промежутка времени и характеризующийся относительным постоянством литолого-петрографического состава с возможным наличием слоистости и внутренних текстурных особенностей и иногда наличием того или иного полезного ископаемого. По простирацию пласта возможны постепенные переходы одних литологических разновидностей в другие.

Плоскости соприкосновения пласта с окружающими породами (плоскости напластования) называются подошвой и кровлей пласта. Подошвой является стратиграфически наиболее древняя часть пласта. При нормальном залегании пластов она представляется нижней плоскостью напластования. Стратиграфически наиболее молодой частью пласта является кровля, которая при нормальном залегании пластов представляется верхней плоскостью напластования. Кратчайшее расстояние между подошвой и кровлей называется мощностью или слоя или пласта.

Подошва, кровля и мощность являются основными элементами слоя или пласта. Совокупность слоев, мало различающихся по своему литолого-петрографическому составу, относя-

щихся к одному возрасту и прослеживаемых на сравнительно небольшом участке, называется толщей, свитой или серией.

Слоистость представляет большой практический интерес, так как характеризует обстановку, в которой происходило накопление осадков, или указывает на те изменения, которые претерпела данная порода после своего образования (явление кливажа). Слоистость бывает горизонтальная, волнистая и косая. Она должна быть предметом самого детального изучения в поле.



Фиг. 1. Основные типы на-
слоения пород.

а — согласное; *б* — несогласное;
в — несогласное скрытое.

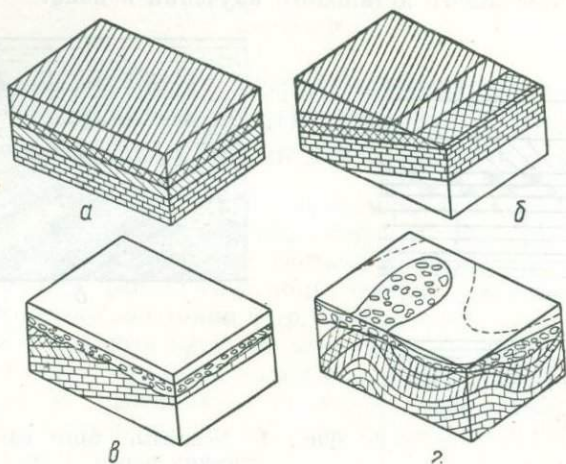
Внешние признаки слоев, наблюдаемые на плоскостях напластования, крайне разнообразны. К ним относятся следы ряби, пероглифы, трещины усыхания, линии прибой, отпечатки дождевых капель и града, следы беганья и ползанья животных и ряд других. Эти признаки отчетливо видны на плоскостях напластования и фиксируются геологом-наблюдателем при внимательном изучении пород в обнажениях.

Изучение изменения фацального состава пород позволяет судить об изменении режима накопления осадков и с учетом остальных геологических факторов делать выводы о палеогеографии района в тот или иной промежуток времени.

Изучение условий и формы залегания горных пород и анализ их пространственного распределения являются основными объектами при геологических наблюдениях. Пласты или слои могут залегать между собой согласно и несогласно. Согласно залегание (фиг. 1, *а*) указывает на то, что процесс накопления осадков происходил непрерывно; несогласное наслоение (фиг. 1, *б* и *в*) отражает наличие перерыва в осадконакоплении. Несогласное наслоение может быть угловым (фиг. 1, *б*), скрытым стратиграфическим

(фиг. 1, в) и другим [17 и 51]. Все эти несогласия можно отчетливо наблюдать не только в вертикальном сечении (геологических разрезах), но и на геологических картах. На фиг. 2 показаны примеры залегания слоев, изображенных в виде блок-диаграмм.

При проведении геологических съемок, особенно крупных масштабов (например, 1 : 25000 и крупнее), часто приходится иметь дело с относительно небольшими площадями и горизонтально или почти горизонтально залегающими слоями. Нанесение таких слоев



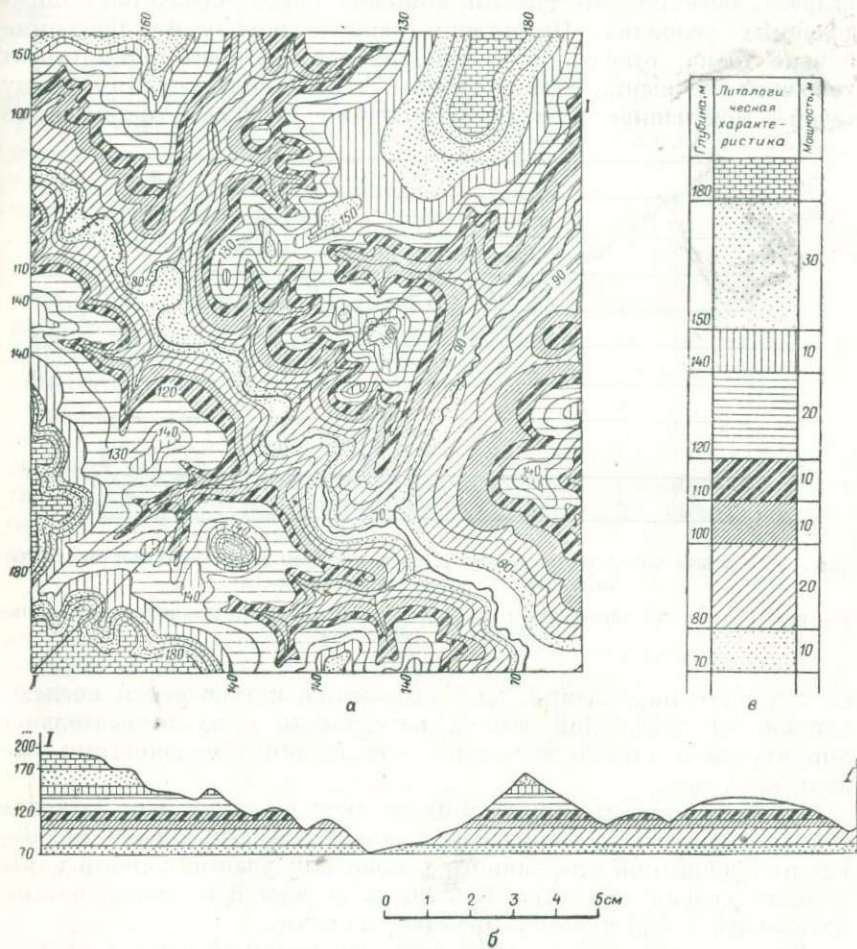
Фиг. 2. Залегание слоев, изображенных в виде блок-диаграмм.

а — горизонтальное; б — наклонное (моноклинальное); в — наклонное, пласты перекрыты базальным конгломератом; г — слои собраны в складки, сверху размыты и перекрыты базальным галечником.

(или пластов) на карту и построение выходов их на поверхность несложны и приведены ниже (см. пример 1). На фиг. 3, а представлена топографическая карта с нанесенными на ней выходами пород разного литологического состава, залегающих горизонтально. Границы слоев (кровля и подошва) совпадают с изогипсами рельефа, поэтому ширина выхода одного и того же слоя в различных участках планшета не одинакова. Геологический разрез по линии I—I (фиг. 3, б) показывает условия залегания всех обнажающихся на поверхности слоев. Приведенная на фиг. 3, в нормальная колонка отложений показывает последовательность залегания и истинные мощности каждого слоя, прослеженного на геологической карте.

При изучении осадочных пород слоистую структуру отложений и литологический состав слоев в большинстве случаев можно рассматривать как выражение колебательных движений земной коры. Отсюда, наблюдая образование литологически различных слоев, налегающих друг на друга и залегающих параллельно друг другу, можно проследить и установить характер движений земной коры,

которые здесь происходили. Так, замещение мелководных осадков более глубоководными (по вертикали) указывает на опускание дна бассейна, связанное с трансгрессией, а замещение глубоководных осадков мелководными отвечает подъему дна бассейна, связанному с регрессией.

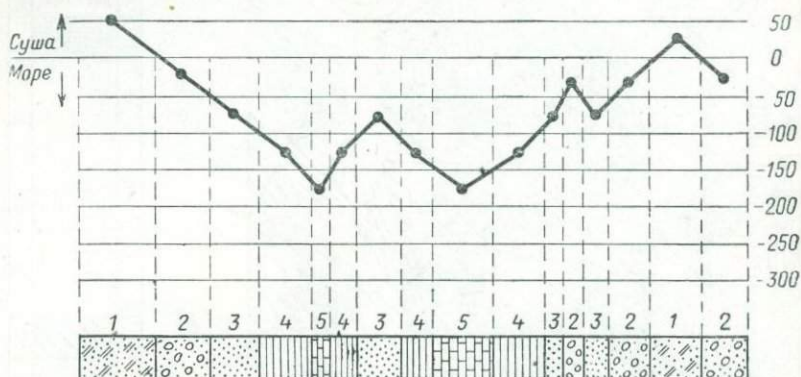


Фиг. 3. Горизонтальное залегание слоев.

а — карта в масштабе 1 : 10000; б — вертикальный разрез по линии I—I в масштабе 1 : 5000; в — нормальная колонка отложений.

Расшифровка этих движений земной поверхности на основе изучения геологических разрезов может быть сделана графическим путем при помощи кривой накопления осадков. Принцип построения кривой таков. По оси ординат в условно выбранном масштабе (фиг. 4) отложим примерные расстояния от береговой линии до глубин, на которых образуются осадки соответствующего

литологического типа (например, конгломераты, пески крупнозернистые, среднезернистые, мелкозернистые, глины, карбонаты и др.) или соответственно глубины отложения этих пород. По оси абсцисс отложим в выбранном масштабе последовательно мощности соответствующих слоев рассматриваемого геологического разреза. Известно, что каждый комплекс пород образуется в определенных условиях. Представим каждую породу на диаграмме в виде точки, отнесенной к той глубине, которая соответствует условиям отложения данной породы, и все точки соединим между собой. Полученная кривая накопления осадков, составленная



Фиг. 4. Кривая накопления осадков, составленная на основе анализа литолого-стратиграфического разреза.

1 — континентальные образования; 2 — конгломераты; 3 — песчаники; 4 — глинистые сланцы; 5 — известняки.

по глубинам накопления, дает выражение исторической последовательности колебаний земной поверхности с их относительной амплитудой и темпом движения, определяемых мощностями различных слоев.

Совмещая кривые накопления осадков по отдельным регионам и провинциям, можно определить характер и направление колебательных движений для данного района или участка земной коры, а также сравнить режимы различных ее частей в период рассматриваемого геологического отрезка времени.

Для усвоения изложенного выше рекомендуем решить следующие задачи.

Задача 1. Охарактеризовать основные элементы слоя. Разобрать типы слоистости и показать их основные отличия. Изобразить слой в разрезе и на плане с учетом изменения мощности по простиранию и литологического состава.

Задача 2. Показать примеры согласного залегания слоев одинакового и различного геологического возрастов. Показать изменение фациальных условий накопления отложений в верти-

кальном разрезе слоев (снизу вверх) при условии трансгрессивного залегания их.

Задача 3. Изобразить на графических схемах (в плане и разрезах) несогласное залегание пород; привести примеры из практических наблюдений; объяснить условия образования этих несогласий.

Задача 4. Построить кривую накопления осадков для отложений района, разрез которого (по данным бурения картировочных скважин) представлен следующими породами (снизу вверх): известняки мощностью 140 м; глины известковые — 60 м; глины серые, сверху слабо песчанистые — 65 м; пески мелкозернистые, сильно глинистые внизу — 25 м; пески мелкозернистые серые, снизу мелкозернистые, выше среднезернистые и у кровли крупнозернистые — 110 м; пески крупнозернистые с плохо окатанной галькой — 15 м; пески разнозернистые с косой слоистостью эолового происхождения — 35 м. Охарактеризовать условия накопления отложений и объяснить причины изменения литологического состава пород.

Задача 5. Перечислить все типы несогласного залегания, показать их основные различия между собой и изобразить в вертикальных разрезах. Объяснить на примерах (в графическом изображении) отличие несогласий от текстурных особенностей¹ пород и различных знаков, наблюдаемых на поверхности наложения их.

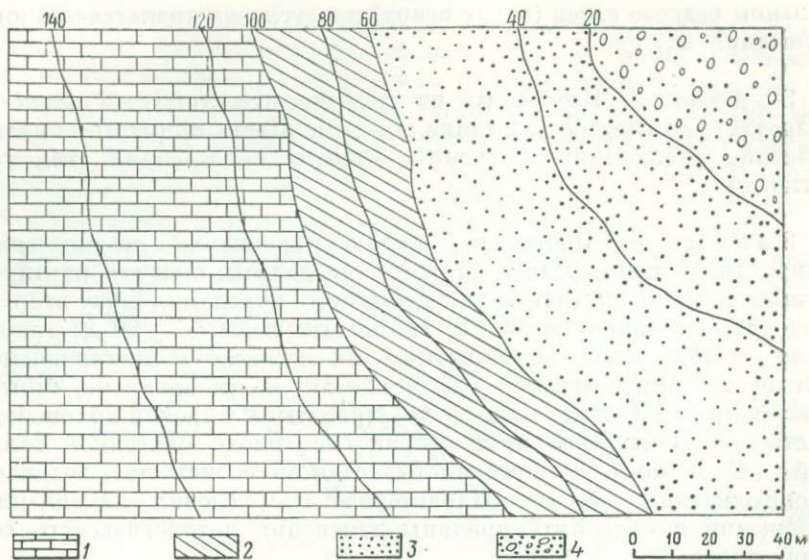
Задача 6. Разобрать литологическую карту (фиг. 5), составленную в масштабе 1 : 1000, и охарактеризовать фациальные условия накопления осадков. Объяснить, в каких условиях происходило накопление пород, и показать в разрезе, построенном по северной границе участка, характер залегания пород.

Задача 7. Прочитать литологическую карту, составленную в масштабе 1 : 1000 (фиг. 6), разобрать последовательность накопления отложений и объяснить условия изменения литологического состава пород и фациальную обстановку. Построить вертикальный разрез по северной границе участка, сохраняя нормальные отношения масштабов (вертикального и горизонтального).

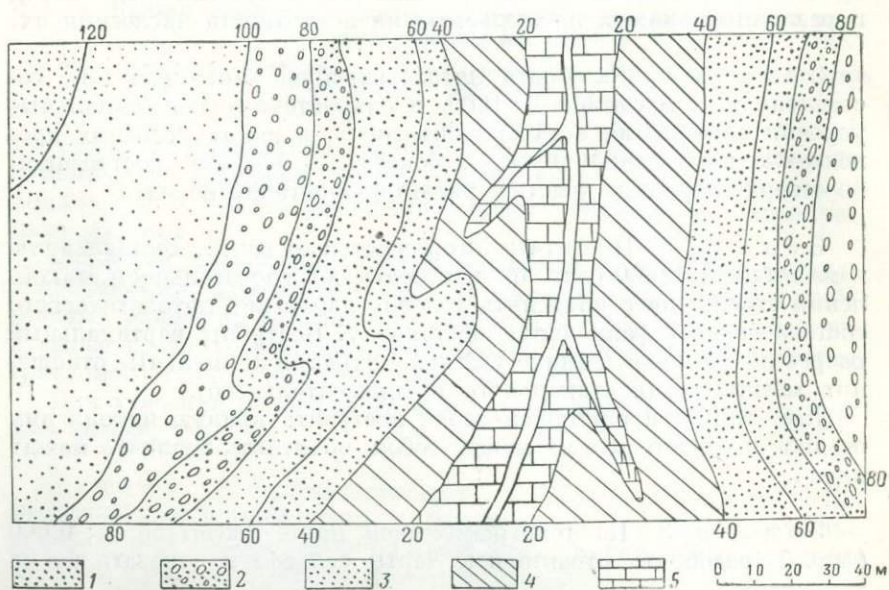
Для этой и предыдущей задач построить кривую накопления осадков и сопоставить их между собой; объяснить различие между ними.

Задача 8. По топографической карте масштаба 1 : 10000 (фиг. 7) разобрать характерные черты рельефа и показать их на

¹ Текстурой называется пространственное размещение составных частей породы и их взаимное расположение. Типичными текстурными признаками являются слоистость, ориентировка галек и органических остатков и пр.

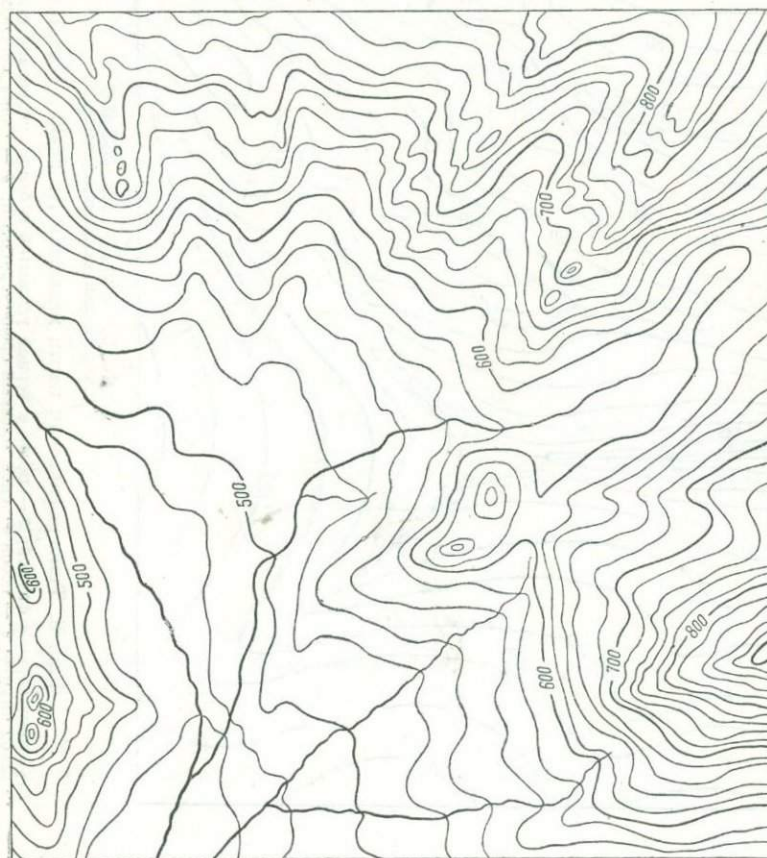


Фиг. 5. Литологическая карта пород с изображением рельефа местности.
 1 — известняк; 2 — глина; 3 — песок; 4 — песок крупнозернистый с галькой.

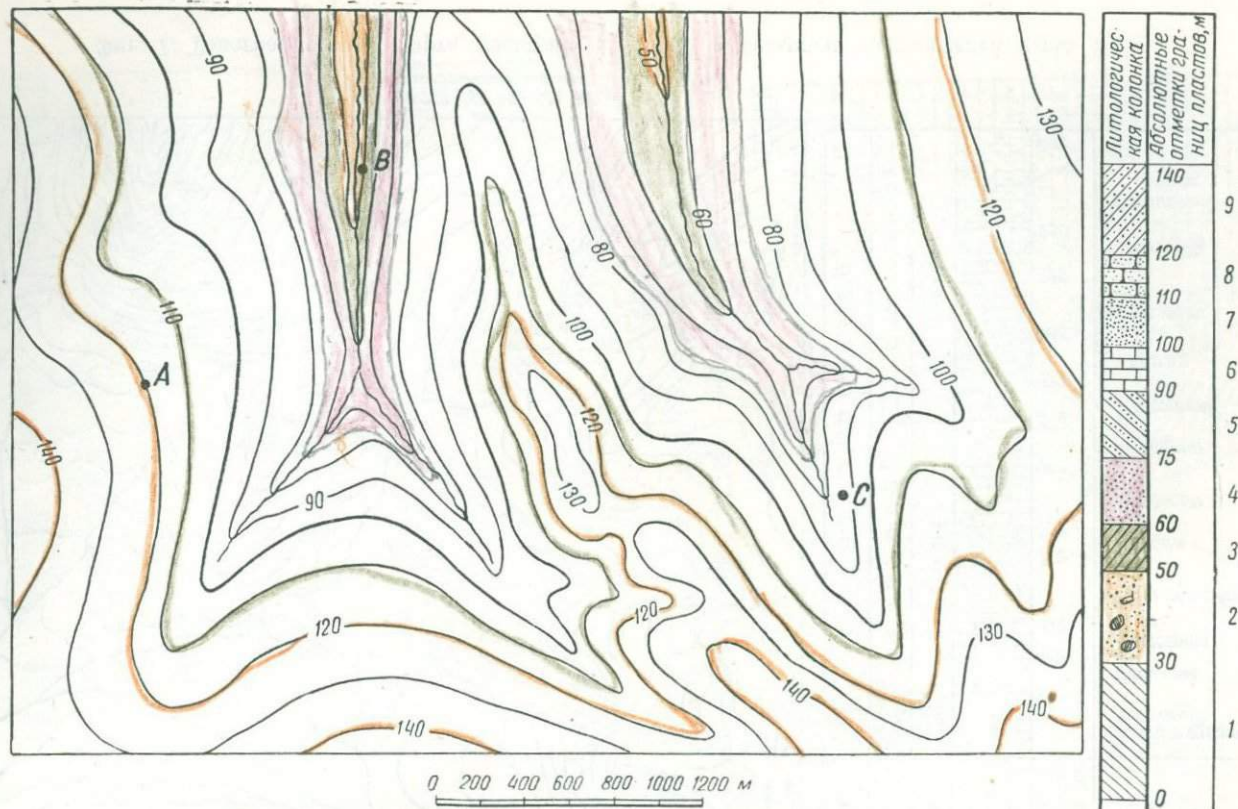


Фиг. 6. Литологическая карта пород с изображением рельефа местности.
 1 — песок (желтый, косолистый); 2 — галечник с крупнозернистым песком; 3 — песок средне- и мелкозернистый, к подошве глинистый; 4 — глина; 5 — известняк.

Литологическая характеристика пород	Речной и озерный аллювий	Песчаник	Известняк	Глина песчаная	Песок	Доломит	Ангидрит	Известняк	Глина	Доломит	Мергель	Глинистый сланец
Абсолютные отметки в метрах	910	880	842	776	750	700	676	627	588	525	490	400
Литологическая колонка	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]	[Symbol]
Отдел	Менный	Южная					Верхний					
Система	Четвертичная	Пермская					Каменноугольная					
Група	Канарская	Палеозойская										



Фиг. 7. Топографическая карта масштаба 1 : 10000 с сечением горизонталями через 20 м.

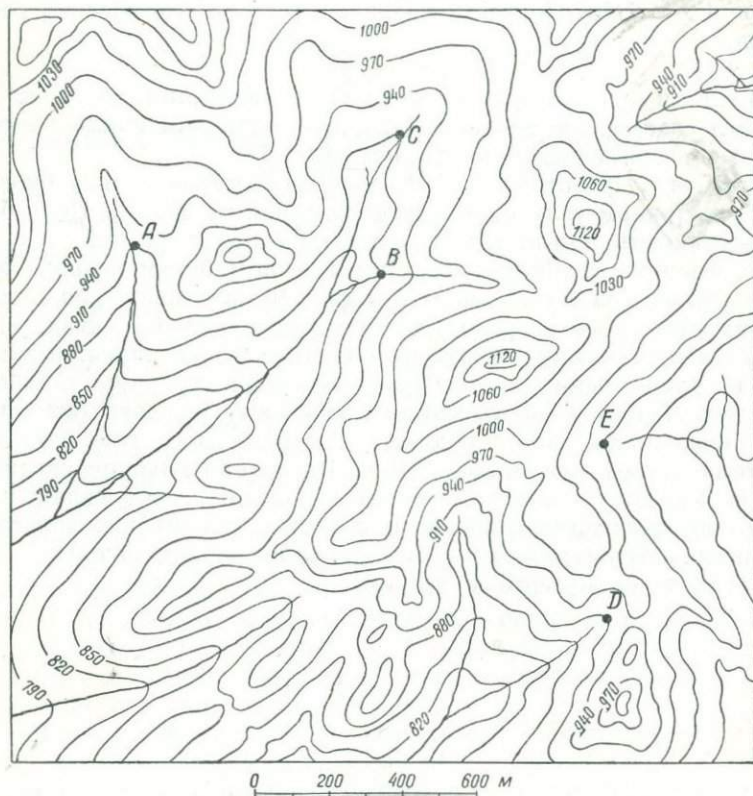


Фиг. 8. Топографическая карта масштаба 1 : 20000 с сечением горизонталей через 10 м.

1 — глина серая с фауной; 2 — песок с черной угловатой и белой кварцевой галькой; 3 — глина бурая с включением кристаллов пирита; 4 — песок зеленовато-серый среднезернистый; 5 — глина светлосерая с тонкими прослоями мелкозернистого песка; 6 — известняк сильно кавернозный, местами окремненный; 7 — песок известковый мелкозернистый темносерый; 8 — песчаник среднезернистый с прожилками кальцита светлосерый; 9 — глина коричневатобурая сильно песчанистая.

ряде топографических профилей. На основании данных, указанных в колонке отложений, построить геологическую карту горизонтально лежащих слоев.

Задача 9. Составить геологическую карту в масштабе 1 : 20000 на основе нормальной колонки отложений (фиг. 8). Пласты залегают горизонтально. Построить геологические профили по направлениям *AB* и *BC* (с продолжением линий профилей до



Фиг. 9. Топографическая карта масштаба с сечением горизонталей через 30 м.

границ карты) и показать на них пространственное положение всех указанных в колонке отложений. Для профилей предусмотреть соответствующий масштаб построения.

Задача 10. На основе приведенной топографической карты, составленной в масштабе 1 : 10000, построить геологическую карту при условии согласного залегания слоев (фиг. 9).

В пределах данного планшета в ряде точек (*A, B, C, D, E*) прослежен слой красной глины с включениями кристаллического

гипса. Кровля слоя залегает на глубине +910 м; его истинная мощность 30 м. На глубине +800 м залегает кровля битуминозного известняка, мощность которого 45 м. Кровля среднезернистого серого песчаника залегает на глубине +960 м; кровля серой глины с прослоями мергеля — на глубине +1070 м; кровля известняка-ракушечника — на глубине +1100 м; кровля черной глины — на глубине +850 м.

Построить геологический разрез по линиям, проходящим через точки *AD* и *CBE*. Показать в колонке весь литологический разрез пород.

Задача 11. Определить глубину залегания подошвы глинистого сланца в северо-западном, юго-восточном и юго-западном углах топографической карты (см. фиг. 7).

Составить проектный разрез скважины, намеченной к бурению в юго-восточном углу карты, изображенной на фиг. 8. Цель бурения — вскрыть подошву пласта глины серой с фауной.

Определить глубину залегания подошвы битуминозного известняка во всех углах планшета (см. фиг. 9) и составить для каждого из них проектные разрезы (разрезы картировочных скважин).

Составить проектный разрез колонковой скважины, заложенной в русле реки, в пределах западной границы планшета (см. фиг. 9) при условии, что на 175 м ниже подошвы битуминозного известняка залегает толща пестроцветных глин кунгура (нижняя пермь) мощностью 210 м. Проектная глубина скважины 300 м. Указать стратиграфическое положение забоя скважины и точки для заложения колонковых скважин, где глубины залегания подошвы пестроцветных глин кунгура будут наименьшие. Составить для этих точек проектные разрезы.

Глава II

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЛЕГАНИЯ СЛОЕВ В ПОЛЕ И НА КАРТЕ

Горные породы образуют в земной коре различные геометрические тела — структурные формы, которые подразделяются на первичные и вторичные [13].

Первичные формы возникают во время образования самих пород и тесно связаны с условиями их образования. Вторичные же формы образуются в результате тектонических движений и обусловлены механической деформацией горной породы уже после ее образования. Слой является основной первичной формой залегания осадочных горных пород. Слои осадочных отложений представляются горизонтально или наклонно лежащими и иногда располагаются вертикально.

123
Наиболее распространена моноклиальная форма наклонного залегания слоев. При моноклиальном залегании каждый выведенный из горизонтального положения слой или пласт представляет наклонную плоскость (условно принятую в кровле или подошве его), пространственное положение которой определяется элементами залегания (азимутами¹ простирания и падения и углом падения).

Линией простирания пласта служит линия пересечения плоскости пласта (подошвы или кровли) с горизонтальной плоскостью. Линия простирания пласта горизонтальна и лежит в плоскости пласта.

Линия падения пласта представляет собой линию, лежащую в плоскости пласта (подошве или кровле) и указывающую направление его максимального наклона. Линия падения пласта всегда перпендикулярна к линии его простирания. Направления простирания и падения пласта выражаются в градусах от 0 до 360° с обозначением их по странам света и называются азимутами простирания и падения. Азимуты определяются при помощи горного компаса.

¹ Азимутом называется угол между заданным направлением в горизонтальной плоскости и направлением северного конца меридиана, отсчитываемый по ходу часовой стрелки.

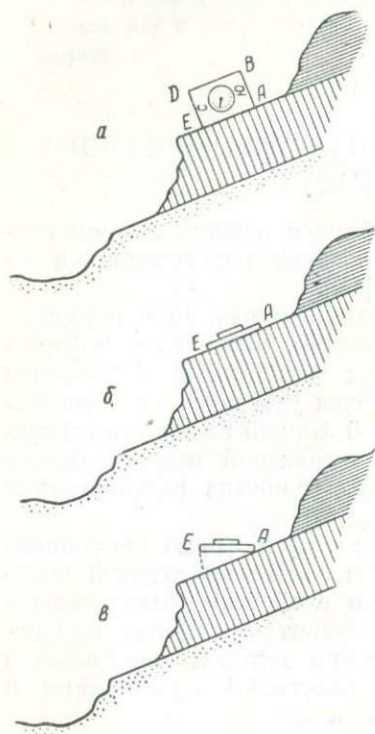
Третьим элементом залегания пласта является угол падения и α — наибольший угол, образуемый плоскостью пласта (подошвой или кровлей) с горизонтальной плоскостью и отсчитываемый по линии падения. Угол падения определяется в вертикальной плоскости и измеряется в градусах от 0 до 90° также при помощи горного компаса.

Элементы залегания пласта можно определить, если имеется одна или несколько точек выходов пласта на поверхность, а при наличии мощных четвертичных отложений при помощи искусственных горных выработок (скважин, шурфов и др.).

Измерение элементов залегания осуществляется непосредственно на плоскости пласта (кровле или подошве) или графическими и аналитическими методами.

Определение элементов залегания пласта по выходу его на поверхность в одной точке

Пример 1. На расчищенной плоскости пласта устанавливают горный компас длинной стороной дощечки на ребро (фиг. 10, а). Вращая компас около точки А, по отвесу определяют на малом лимбе наибольший угол падения слоя, являющийся истинным углом падения α . Направление длинного ребра дощечки компаса укажет при этом направление линии падения. Для определения азимута падения вращают компас вокруг линии АЕ и совмещают его с плоскостью пласта (фиг. 10, б).



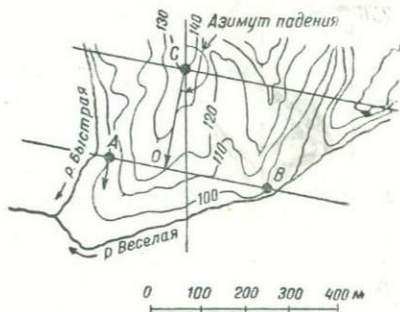
Фиг. 10. Определение элементов залегания пласта по выходу его на поверхность в одной точке.

Короткое ребро дощечки компаса покажет направление простирания. Вращая компас вокруг линии АВ, приводят его в горизонтальное положение (фиг. 10, в) и по северному концу магнитной стрелки отсчитывают на большом лимбе компаса азимут падения пласта. При определении этого азимута необходимо, чтобы короткое ребро дощечки компаса с обозначением севера (С) было ориентировано по направлению падения.

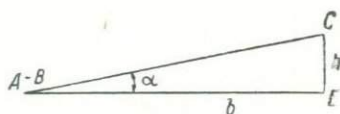
При очень пологом залегании пластов, когда углы падения измеряются лишь несколькими градусами, и наличии нескольких (трех и более) точек выхода пласта на поверхность целесообразно применять графические методы определения элементов залегания пласта.

Определение элементов залегания пласта по трем точкам выхода его на поверхность

Пример 2. В процессе проведения геологической съемки на топографический планшет масштаба 1 : 10000 (фиг. 11) нацены три точки выхода на поверхность подошвы известняка (А, В, С). Две точки (А и В) лежат на горизонтали 100 м, а третья (С) — на горизонтали 140 м. Требуется найти элементы залегания пласта. Соединяем точки А и В прямой линией, которая и будет линией простирания. Замеряя ее азимут транспортиром, получаем ЮВ 103° или СЗ 283°. Из точки С, находящейся на более высокой отметке, опускаем перпендикуляр *СО* на линию простирания, который является линией падения. Азимут линии падения, как это указано на фиг. 11, выражается ЮЗ 193°.



Для определения угла падения воспользуемся величиной заложения *b* (горизонтальное проложение между точками с максимальной и минимальной отметками) и превышением точки С над А и В равным *h*; построим в выбранном масштабе треугольник А-ВСЕ, где α — угол падения. Этот угол можно определить путем расчета, пользуясь формулой $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{b}$.



Фиг. 11. Определение элементов залегания пласта по трем точкам выхода его на поверхность.

Для данного примера $\operatorname{tg} \alpha = \frac{40}{210} = 0,19$, а по таблице значений тригонометрических величин находим $\alpha = 10^{\circ}45'$.

Если к решению этой задачи предъявляются требования высокой точности (определение элементов залегания с точностью до минут и даже секунд), необходимо знать пространственное положение точек¹ и абсолютные или относительные отметки плоскости слоя (кровли или подошвы его).

Для решения этой задачи на бумаге строим координатную сетку с одинаковыми интервалами (например, 10, 20 см и более) и

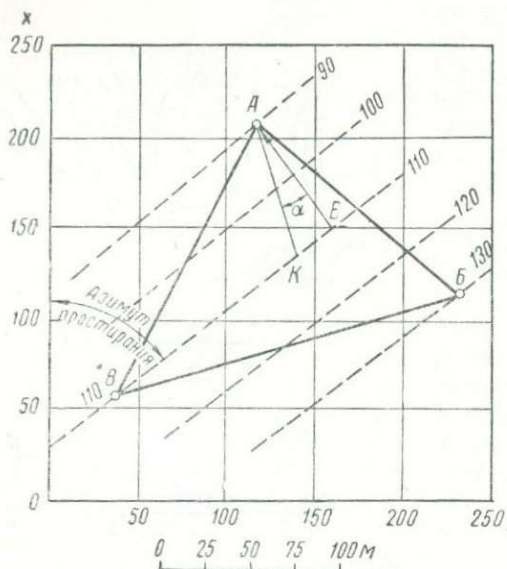
¹ Местонахождение пунктов наблюдений (или обнажений, скважин) определяется геодезическими координатами по трем осям: *x* — север—юг; *y* — восток—запад; *z* — высота над уровнем моря. Положительными для *x* и *y* являются направления на север и восток, а для *z* — при положении точки выше уровня моря. Это метод проекций с числовыми отметками.

Последовательность обозначений такова: наименование пункта (А), затем обозначение координат по *x* (207), по *y* (120) и по *z* (90).

наносим на нее положение точек по значениям координат x и y ; отметки координаты z надписывают у каждой точки.

Пример 3. При проведении геологической съемки зафиксированы координаты точек: A (207, 120, 90), B (115, 235, 130), B (55, 37, 110), отмеченные в кровле красноцветной глины топографической съемкой.

Нанесем эти точки по значениям координат x и y на составленную нами координатную сетку (фиг. 12) и, соединив их между



Фиг. 12. Определение элементов залегания пласта при помощи координатной сетки.

собой прямыми линиями, получим треугольник ABB , лежащий в плоскости кровли слоя; затем по линиям сторон треугольника находим положение точек с высотами, например, кратными 10. Это делается путем разбивки сторон на равные отрезки, пропорциональные интервалам высот.

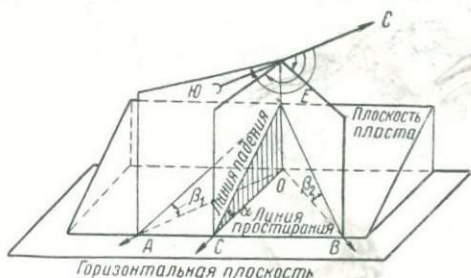
Через точки с одноименными отметками сторон треугольника проводим параллельные линии — горизонталь, являющиеся линиями простираения пласта, наблюдаемыми на различных отметках. Определяем транспортиром угол между северным направлением меридиана (т. е. направлением оси x) и горизонталью, проходящей через любую точку пласта, и получаем азимут простираения (СВ 40° или ЮЗ 220°). Из точки A (или B) опускаем перпендикуляр AE на линию простираения (в данном случае линии с отметкой 110 м) и находим азимут линии падения (СЗ 310°). При этом необходимо учитывать величину и направление магнитного склонения и вводить соответствующие поправки.

Для определения угла падения на линии простираения от точки E откладываем в масштабе построения отрезок, равный превышению точки B над точкой A , т. е. $110 - 90 = 20$ м. Соединив точку K с точкой A , получаем угол падения α , величина которого измеряется транспортиром ($\alpha = 20^\circ$).

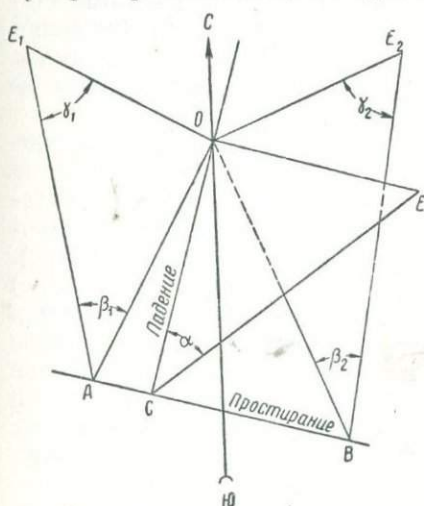
В тех случаях, когда непосредственного замера элементов залегания пласта на его плоскости произвести нельзя, эти измерения осуществляются по двум вертикальным расчисткам (обнажениям в береговых обрывах, карьерах и др.) или по двум смежным вертикальным стенкам шурфа.

Определение элементов залегания пласта по стенкам шурфа

Пример 4. На стенках выработки (шурфа, штольни, обнажения), где наблюдаются следы плоскости пласта, измеряют видимые углы падения, лежащие в плоскости стенок, и простирание каждой стенки. Рассмотрим пример. На фиг. 13 изображена блок-диаграмма, на которой плоскости пласта обозначены буквами A и B . В шурфе по стенке A видимый угол падения $\beta_1 = 35^\circ$, азимут простирания ЮЗ 208° ; по стенке B видимый угол падения $\beta_2 = 30^\circ$, азимут простирания ЮВ 156° . На листе бумаги (фиг. 14) выбираем положение меридиана и из условно выбранной точки O проводим направление простирания стенок по заданным азимутам. Затем из точки O к каждой из этих линий опускаем перпендикуляры произвольной, но одинаковой длины (OE_1 и OE_2). В точке E_1 откладываем угол $\gamma_1 = 90^\circ - \beta_1$, т. е. $90 - 35 = 55^\circ$. В точке E_2 производим аналогичные построения и находим угол $\gamma_2 = 90^\circ - \beta_2$, т. е. $90 - 30 = 60^\circ$. Из точек $E_1 - E_2$ проводим линии до пересечения с линиями простирания и находим точки A и B . Линия, соединяющая эти точки, является линией простирания. Восстановив из точки O перпендикуляр к линии AB , получаем линию падения и определяем азимут падения, который равен ЮЗ 195° . Для определения угла падения из точки O проводим перпендикуляр $OE = OE_1 = OE_2$ и, соединив точки E и C , получаем угол падения α , равный 40° . Для удобства построения можно воспользоваться окружностью, проведенной произвольным радиусом вокруг точки O , тогда линии OE , OE_1 и OE_2 , как видно из предыдущего построения, являются радиусами этой окружности.



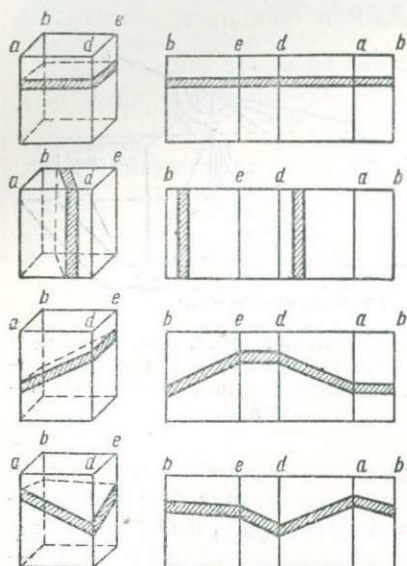
Фиг. 13. Блок-диаграмма, показывающая взаимосвязь видимых азимута и угла падения с истинными углом и азимутом падения.



Фиг. 14. Графический способ определения истинного угла падения по двум видимым углам.

Для удобства построения можно воспользоваться окружностью, проведенной произвольным радиусом вокруг точки O , тогда линии OE , OE_1 и OE_2 , как видно из предыдущего построения, являются радиусами этой окружности.

Элементы залегания пласта можно определять на основе изучения форм сопряжения пласта со стенками горных выработок путем развертки их. Эти формы весьма различны, но все они могут быть представлены несколькими типичными примерами.



1. Пласт залегает горизонтально, т. е. имеет бесчисленное множество простираний, падение 0° . В развертке шурфа (фиг. 15, а) при зарисовке элементы пласта прослеживаются в виде двух параллельных линий, отвечающих подошве и кровле пласта.

2. Пласт вертикальный. Азимут простирания пласта определяется по следу пласта, наблюдаемому на двух противоположных стенках шурфа с учетом ориентировки шурфа (фиг. 15, б).

3. Пласт наклонный, причем линия простирания его совпадает с проекциями стенок шурфа (ab, ed). Как видно из фиг. 15, в, угол падения α определяется по стенкам be и da .

4. Пласт наклонный, причем линия простирания не совпадает ни с одной из стенок шурфа (проходит по какому-то косому направлению). Такие примеры (фиг. 15, г) наиболее часто встречаются на практике, и определение элементов залегания пластов в этом случае производится при помощи графических построений или путем аналитических расчетов.

Фиг. 15. Формы сопряжений пласта со стенками шурфа в перспективном (слева) и развернутом (справа) виде.

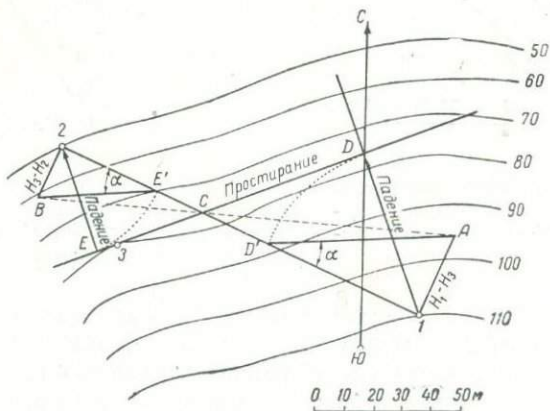
а — пласт горизонтальный; б — пласт вертикальный; в — пласт наклонный, линия простирания совпадает с проекцией стенок; г — пласт наклонный, линия простирания не совпадает ни с одной проекцией стенок; д — развертка муфты по двум смежным стенкам.

Используя метод зарисовок стенок шурфа, можно определить элементы залегания пласта по двум смежным стенкам его. На фиг. 15, д точками $ABCD$ изображена проекция устья шурфа на горизонтальную плоскость, ориентированная по странам света. $DCHO$ и $ADPF$ — зарисовки стенок шурфа, развернутые на горизонтальную плоскость, NM и EK — линии пересечения пласта, наблюдаемые на соответствующих стенках шурфа. Продолжим линию KE до пересечения ее

с линией AD . Они пересекутся в точке Q , которая является точкой пересечения пластом горизонтальной плоскости, в которой дано сечение шурфа. В то же время эта точка лежит в плоскости стенки шурфа $ADPF$. Таким же способом находим точку (L) пересечения линии пласта MN с линией DC . Точка L одновременно лежит и в горизонтальной плоскости $ABCD$ и в вертикальной плоскости $CHOD$. Так как точки Q и L лежат в одной и той же горизонтальной плоскости $ABCD$ и в то же время они лежат в плоскости пласта, то линия, их соединяющая, является линией простирания. Восстановленный из точки D перпендикуляр Dx к линии QL показывает направление падения пласта. Угол DyK представляет истинный угол падения α .

Определение элементов залегания пласта по трем скважинам

При наличии значительного наносного покрова, пологом залегании пород, сильных притоков воды, осложняющих проходку и углубление канав и шурфов, применяются картировочные буровые скважины. Для определения элементов залегания пластов



Фиг. 16. Определение элементов залегания пласта методом разности отметок.

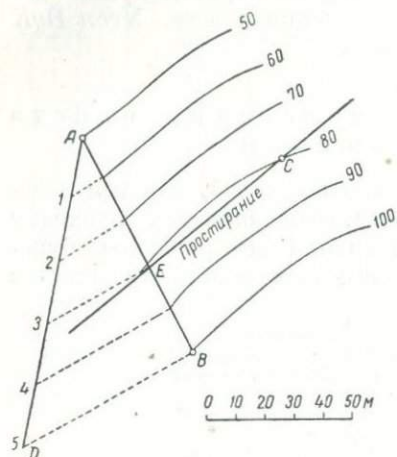
в этих условиях необходимо заложение трех скважин, расположенных по треугольнику. Вскрыв в разрезах этих скважин какой-либо опорный (маркирующий) пласт, характерный своим литологическим составом, наличием палеонтологических форм и пр., определяем его пространственное положение.

Наиболее простым способом определения элементов залегания пласта является способ пропорционального деления (см. выше).

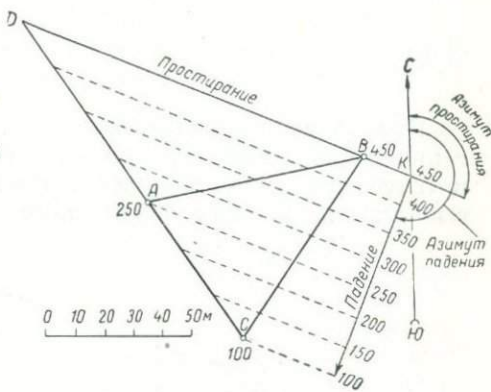
Пример 5. Три скважины 1, 2 и 3 (фиг. 16) вскрыли кровлю (или подошву) пласта на разных отметках. Соединяем прямой линией скважины с максимальной и минимальной отметками кровли. На перпендикулярах к этой линии $1 - A$, $2 - B$ откла-

дываем разности отметок между скв. 1—3 и 3—2 и получаем прямую BCA , где точка C имеет отметку, равную отметке скв. 3. Проводим прямую через скв. 3 и точку C , получаем направление простирания пласта. Перпендикуляры из точек скв. 1 и 2 ($1 - D$ и $2 - E$) дают направление падения. Для получения угла падения проводим из точки 1 дугу DD' и получаем угол $ID'A$, равный истинному углу падения α . Аналогичное решение можно получить и по точке 2.

Упрощенный метод решения этой задачи приведен на фиг. 17. Проводим по отношению к линии AB под произвольным углом прямую AD и откладываем на ней любые, но равные между собой



Фиг. 17. Определение элементов залегания пласта методом разности отметок (упрощенный способ).



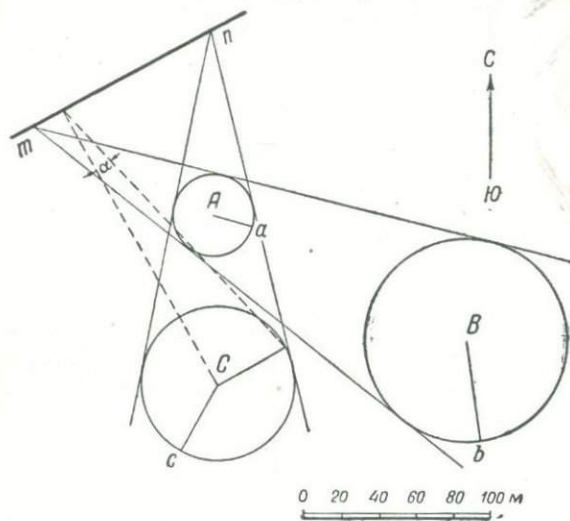
Фиг. 18. Определение элементов залегания пласта при помощи градуировки прямой между двумя смежными скважинами.

отрезки, число которых должно соответствовать высотной разности точек A и B . Затем проводим ряд отрезков параллельно BD и находим на линии AB точку E с отметкой 80, лежащую на линии простирания CE . Дальнейшее решение аналогично приведенному выше.

На фиг. 18 приведен пример определения элементов залегания пласта при помощи градуировки прямой, соединяющей две смежные точки (скважины). Сущность решения заключается в том, что градуируют два направления (BC и BA) и продолжение третьего (AC) до нахождения на последнем точки D с максимальной отметкой пространственного положения пласта (450 м). Соединив прямой точки B и D , находим направление простирания пласта. Восстановленный к этой прямой перпендикуляр, обращенный в сторону наименьших отметок, покажет направление падения пласта.

Пример 6. При бурении трех картировочных скважин в точках A, B, C были прослежены глубины залегания подошвы маркирующего пласта на отметках a, b, c относительно выбранной нулевой поверхности (фиг. 19). Определим элементы залегания

пласта геометрическим методом. Для этого вокруг точек A, B, C на плане проводим окружности радиусами, пропорциональными a, b, c (в условно выбранном масштабе). Берем две окружности, наиболее различающиеся по величине (в нашем примере с центрами A и B), и проводим к ним две касательные до пересечения их в точке m ; затем делаем то же для окружностей с центрами A и C и получаем точку n . Соединив точки m и n , находим линию простирания, так как точки m и n лежат в плоскости пласта и в одной горизонтальной плоскости. Нетрудно убедиться и в том, что, взяв



Фиг. 19. Определение элементов залегания пласта геометрическим методом по трем скважинам.

касательные к окружностям с центрами B и C , получим третью точку, которая также будет лежать на линии простирания. Определение направления падения пласта и угла падения α ясно из фиг. 19.

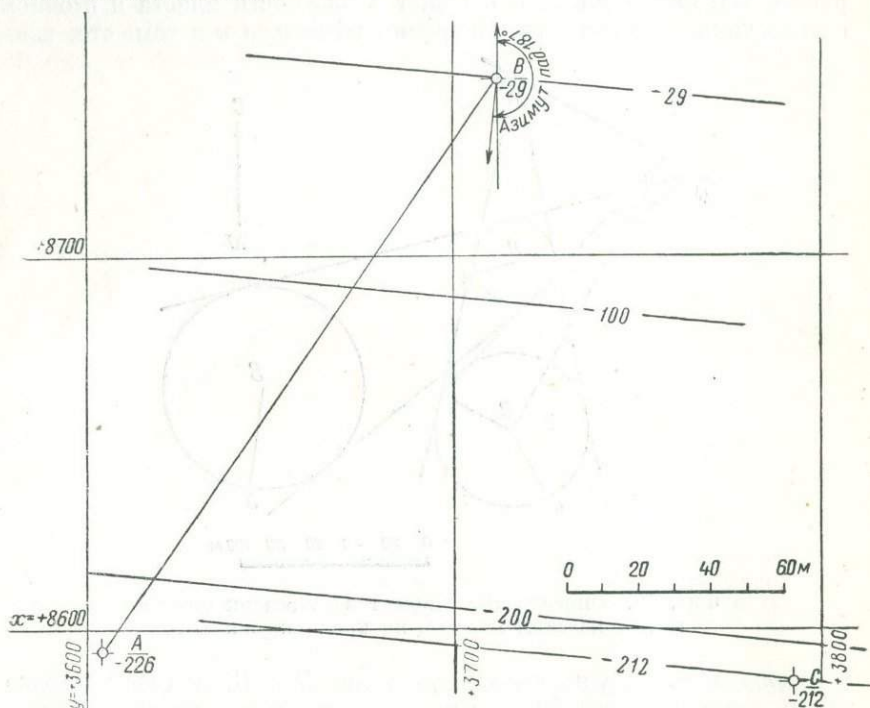
Пример 7. Три скважины A, B, C вскрыли кровлю пестроцветных глин. Определить элементы залегания этой свиты; координаты скважин и глубины, на которых встречена кровля свиты, приведены ниже.

Скважины	x	y	z	Абсолютная глубина залегания кровли, свиты, m
A	+8594	+3604	+129	-226
B	+8747	+3712	+217	-29
C	+8586	+3792	+238	-212

Решение задачи приведено на фиг. 20. Азимут падения ЮЗ 187° , угол падения $\alpha = 46^\circ 30'$.

Наряду с графическими методами определения элементов залегания пород применяются аналитические методы, которые дают более точные результаты замеров (до минут и секунд), особенно при пологих углах падения.

Математические аналитические методы подробно описаны в литературе [17, стр. 270—286]. Здесь рассмотрим лишь методы тангенсов и котангенсов.



Фиг. 20. Определение элементов залегания пласта по данным бурения скважин.

Метод котангенсов. Возьмем две смежные стенки шурфа A и B , по которым замерены видимые падения слоя. На фиг. 21, a линии Oa и Ob — следы некоторой выбранной плоскости напластования. Пересечем шурф произвольно выбранной горизонтальной плоскостью $mO'n$, которая пересекает следы пласта в точках c и d . Линия cd является линией простирания, а катеты cO' и dO' прямоугольных треугольников, полученных на стенках шурфа, будут связаны с соответствующими видимыми углами падения, замеренными на стенках шурфа. Так,

$$OO' = \frac{cO'}{\operatorname{ctg} x}, \quad (1)$$

$$OO' = \frac{dO'}{\operatorname{ctg} y}, \quad (2)$$

где x и y — видимые углы падения.

Проведем через вертикальную линию OO' плоскость, перпендикулярную линии простирания cd . Тогда линия $O'e$ — линия падения, а угол $O'eO$ — угол падения α .

Рассмотрим соотношения отрезков полученных прямых. Из фиг. 21, а видно, что

$$dO' = OO' \operatorname{ctg} y; \quad (3)$$

$$cO' = OO' \operatorname{ctg} x; \quad (4)$$

$$eO' = OO' \operatorname{ctg} \alpha. \quad (5)$$

Отсюда можно сделать вывод, что отрезки dO' , cO' , eO' соответственно пропорциональны $\operatorname{ctg} y$, $\operatorname{ctg} x$, $\operatorname{ctg} \alpha$, где коэффициент пропорциональности представлен произвольно выбранной величиной OO' . Из $\triangle ceO'$ находим, что

$$eO' = cO' \cos \varphi. \quad (6)$$

Из $\triangle deO'$ получаем

$$eO' = dO' \cos \varphi', \quad (7)$$

где φ и φ' — углы, образуемые плоскостью падения $eO'O$ со стенками шурфа A и B .

Решая совместно уравнения (1), (5) и (6), получим

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{cO'}{OO'} \cos \varphi = \operatorname{ctg} x \cos \varphi'; \quad \operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} x \cos \varphi.$$

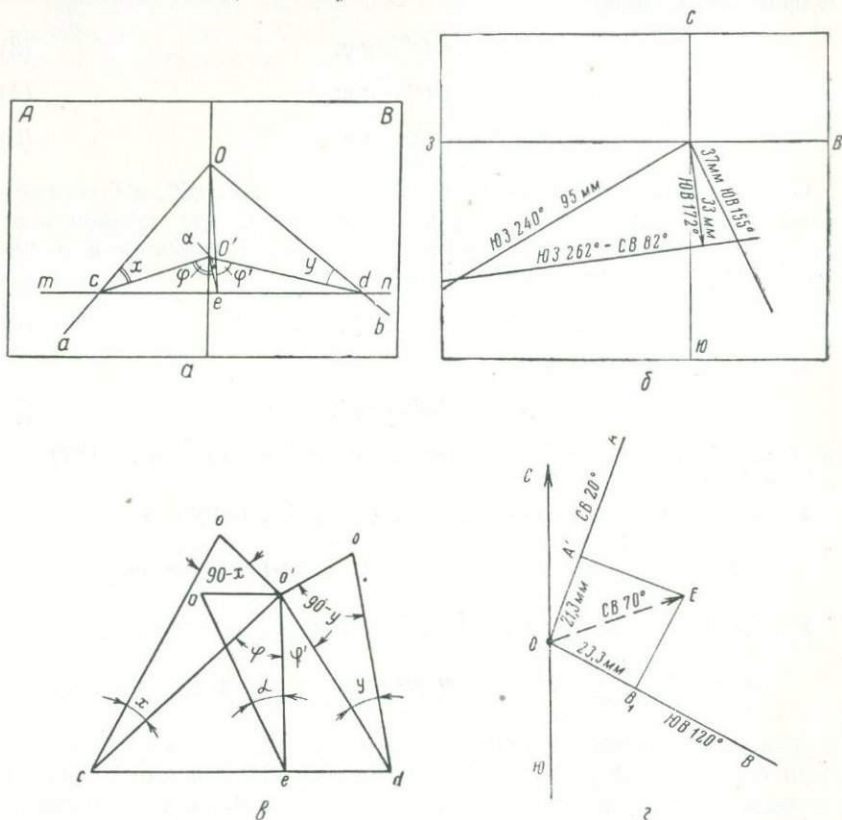
Решая совместно уравнения (2), (5) и (7), получим

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{dO'}{OO'} \cos \varphi' = \operatorname{ctg} y \cos \varphi; \quad \operatorname{ctg} \alpha = \operatorname{ctg} y \cos \varphi'.$$

Обобщая решение, приходим к выводу, что отрезок линии падения от вершины угла (на диаграмме) до пересечения с линией простирания выражает собой котангенс истинного угла падения в том же масштабе, в каком два других отрезка выражают собой котангенсы углов видимого падения.

Пример 8. Для определения элементов залегания пласта пройдем шурф. По одной стенке замерен азимут ЮВ 155° , угол видимого падения 15° , по другой — азимут ЮЗ 240° , угол видимого падения 6° . На ориентированном листе бумаги (фиг. 21, б) проводим две линии тех же азимутов, что и стенки шурфа. Используя метод котангенсов, определяем, что $\operatorname{ctg} 15^\circ = 3,7$, а $\operatorname{ctg} 6^\circ = 9,5$. Откладываем на соответствующих линиях от точки пересечения их по направлению падения два отрезка, пропорциональные указанным котангенсам. Выразим котангенсы в масштабе 1,0 в 1 см. Тогда откладываемые отрезки будут равны 37 и 95 мм. Соединив их концы прямой, получаем линию простирания, азимут которой СВ 82° или ЮЗ 262° . Затем опускаем на линию простирания перпендикуляр и отмечаем стрелкой направление падения; оно будет направлено в ту же сторону, что и оба видимые падения.

Азимут падения ЮВ 172°. Измеряем полученный отрезок на линии падения в принятом нами масштабе и получаем $\text{ctg } \alpha = 33 \text{ мм}$, или 3,3. По таблице котангенсов находим $\alpha = 16^\circ$. При определении необходимо помнить, что истинный угол падения всегда должен быть больше каждого из углов видимого падения.



Фиг. 21. Определение элементов залегания пласта аналитическими методами.

a — метод котангенсов; *б* — пример определения элементов залегания пласта методом котангенсов; *в* — метод тангенсов; *г* — пример определения элементов залегания пласта методом тангенсов; *д* — при помощи сетки Баумана.

Метод тангенсов. Этот метод в принципе аналогичен методу котангенсов. На стенках шурфа замерены следы cO и dO плоскости слоя (фиг. 21, *в*). Пересечем эти линии горизонтальной плоскостью $cO'd$. Линия cd является линией простирания, а общая сторона обоих треугольников OO' связана с соответствующими видимыми углами падения (x и y) так:

$$OO' = cO \operatorname{tg} x;$$

$$OO' = dO \operatorname{tg} y.$$

где φ и φ' — углы, образуемые плоскостью падения OeO' со стенками шурфа.

Решая полученные уравнения, находим

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{OO'}{cO' \cos \varphi} = \frac{\operatorname{tg} x}{\cos \varphi};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{OO'}{dO' \cos \varphi'} = \frac{\operatorname{tg} y}{\cos \varphi'}$$

или

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi;$$

$$\operatorname{tg} y = \operatorname{tg} \alpha \cos \varphi'.$$

Для практического решения воспользуемся численными значениями тангенсов видимых (т. е. измеренных) углов, найденных по тригонометрической таблице, и отложим их в масштабе построения по соответствующим азимутам. Через полученные точки проведем линию простирания, а затем определим линию и угол падения, как и в предыдущем примере.

Пример 9. По одной стенке шурфа измерено падение, азимут которого СВ 20° , видимый угол падения $3^\circ 40'$; по другой — азимут ЮВ 120° , видимый угол падения 4° . Нанесем эти направления (OA и OB) на лист бумаги, ориентированный по странам света (фиг. 21, ε). Для изображения углов наклона в виде векторов заменим эти углы их тангенсами. $\operatorname{tg} 3^\circ 40' = 0,064$, $\operatorname{tg} 4^\circ = 0,070$. Примем масштаб построения $0,003 = 1$ мм и по направлениям OA и OB отложим в этом масштабе векторы, соответствующие углам наклона по этим направлениям. Получим точки A' и B' , из которых восстанавливаем перпендикуляры к OA . Перпендикуляры пересекутся в точке E и вектор OE покажет направление падения пласта (СВ 70°), а длина 34 мм будет соответствовать величине тангенса угла падения 0,102. Отсюда $\alpha = 5^\circ 50'$.

Пример 10. В углу карьера, где добывается белый мел, прослежен прослой розовато-красного мергеля с азимутами простирания стенок СЗ 330° и ЮЗ 225° . Видимые падения направлены на ЮВ 28° и на ЮВ 38° . Решение этой задачи графическим методом и методами тангенса и котангенса приведено на фиг. 22.

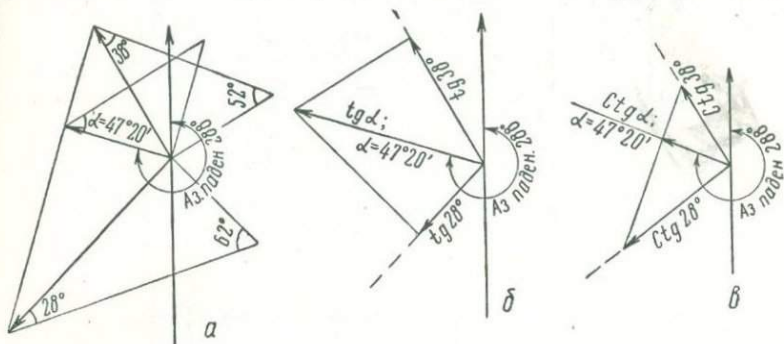
Определение элементов залегания пласта по двум видимым замерам можно делать при помощи сетки Баумана. Сетка состоит из ряда концентрических окружностей (фиг. 21, δ), величина радиусов которых пропорциональна котангенсам видимого угла падения; центр окружности соответствует углу падения 90° , а направления радиусов, проведенные через 1° , указывают азимуты линий падения. На фиг. 21, δ точки B и B' соответствуют двум замерам видимого падения. Соединив эти две точки прямой, получаем линию простирания. Опустив на нее перпендикуляр из центра окружностей, находим точку E пересечения перпендикуляра с линией BB' . Точка E определяет на сетке Баумана азимут истинного падения пласта и величину угла падения. Для данного примера азимут падения СВ 15° , угол падения $27^\circ 30'$.

По рассмотренным примерам решить задачи, приведенные ниже.

Задача 1. На плане (фиг. 23, а) показаны точки А, Б, В, в которых обнажается кровля швагеринового известняка. Абсолютные отметки в этих точках соответственно 65, 65 и 80 м.

Определить элементы залегания пласта и при помощи горизонталей изобразить его пространственное положение; сечение горизонталей взять через 5 м.

Задача 2. На плане (фиг. 23, б) даны точки А, Б, В, в которых отмечены выходы кровли акчагыльского яруса.



Фиг. 22. Примеры определения элементов залегания пласта.

а — графический метод; б — метод тангенсов; в — метод котангенсов.

Определить элементы залегания кровли яруса и изобразить ее графическим методом с сечением горизонталей через 5 м.

Задача 3. На участке, рельеф которого выражен в горизонталях (фиг. 23, в), пробурены скважины А, Б, В. Кровля опорного горизонта (красноцветная гипсоносная глина) прослежена на отметках, указанных на плане.

Изобразить плоскость горизонта в изогипсах с сечением через 5 м и определить графическим путем элементы залегания его.

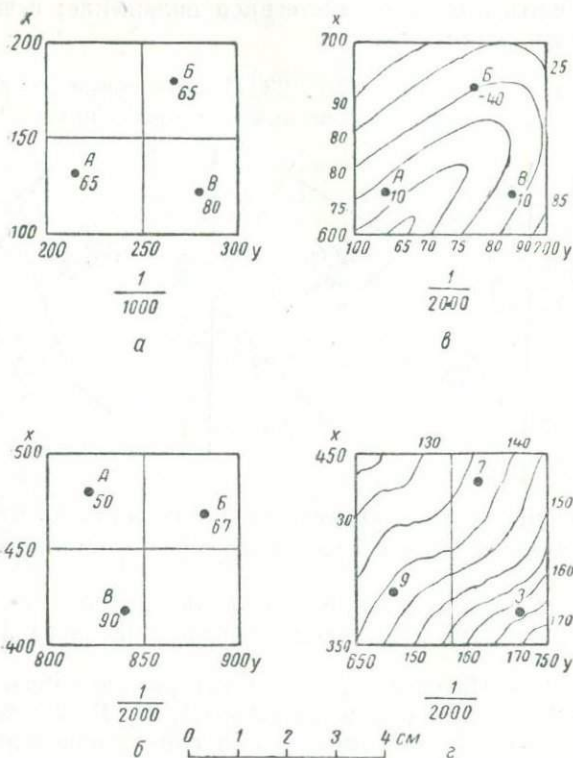
Задача 4. На территории, охваченной геологической съемкой, пробурены три картировочные скважины (фиг. 23, г). Скв. 3 отметила подошву верхнего карбона на глубине 92 м, скв. 7 — на глубине 42 м, скв. 9 — на глубине 20 м.

Определить элементы залегания подошвы верхнего карбона и изобразить ее изолиниями с сечением через 2 м. Определить абсолютные отметки этой плоскости в точках, координаты которых (x, y) указаны ниже: А (450, 650); Б (450, 750); В (350, 750); Д (350, 650); Е (400, 700).

Задача 5. Кровля сеномана обнажается на отметке 120 м. Второе обнажение кровли этой толщи находится на расстоянии 150 м.

к северу и имеет отметку 165 м; третье обнажение прослежено на расстоянии 90 м по азимуту СЗ 305° от первого обнажения, и отметка кровли сеномана в нем 105 м.

Определить элементы залегания кровли сеномана и указать в точках обнажений глубины залегания кровли нижележащей свиты альба, если истинная мощность сеномана 150 м.

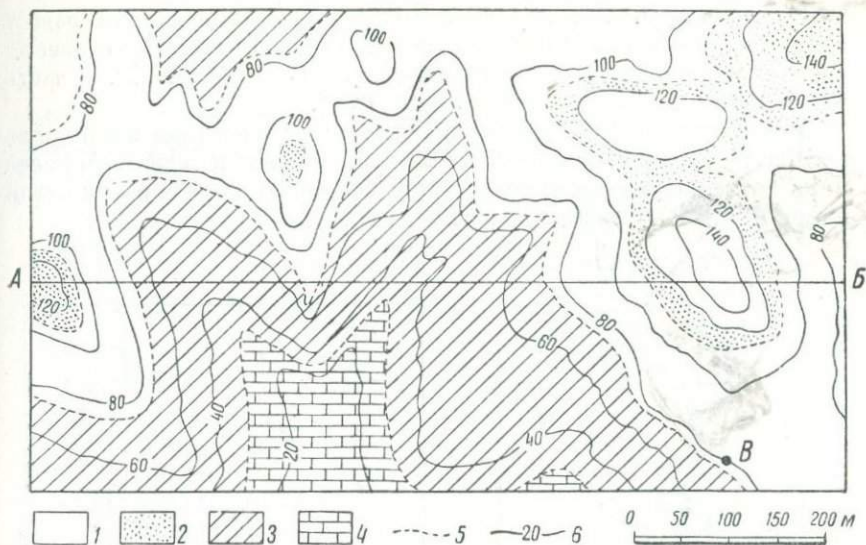


Фиг. 23. Топографические карты.

а — план в масштабе 1 : 1000 с выходами кровли швагеринового известняка в трех точках; б — план в масштабе 1 : 2000 с выходами кровли аччагыльской яруса в трех точках; в — план участка в масштабе 1 : 2000 с сечением горизонталей рельефа через 5 м; г — план участка в масштабе 1 : 2000 с сечением горизонталей через 10 м.

Задача 6. На геологической карте (фиг. 24) определить характер залегания пород и последовательность их напластования. По заданному направлению *АВ*, построить профильный геологический разрез и составить нормальную колонку отложений с указанием в ней истинной мощности каждой породы.

Построить второй профиль из точки *В* по азимуту СЗ 315° до границы планшета и определить пространственное положение кровли известняка, указав глубину залегания ее от поверхности в северо-западном углу планшета.



Фиг. 24. Геологическая карта масштаба 1 : 5000 с сечением рельефа местности через 20 м.

1 — песок мелкозернистый с мелкой плохо окатанной галькой; 2 — песок мелкозернистый; 3 — глина; 4 — известняк; 5 — границы отложений; 6 — горизонтали рельефа поверхности.

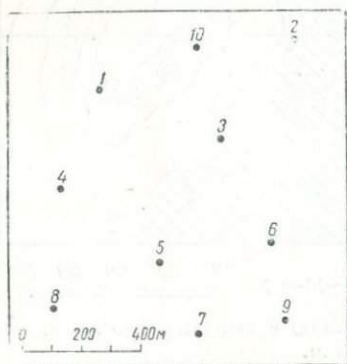
Задача 7. Нанести на план масштаба 1 : 10000 при помощи горного компаса элементы залегания пластов, замеренные в ряде обнажений (фиг. 25), указанных на схеме (составленной в масштабе 1 : 10000).

№ обнажений	Элементы залегания пласта, град.	
	азимут падения	угол падения
1	СЗ 320	35
2	СВ 30	12
3	СЗ 359	29
4	СЗ 287	49
5	ЮЗ 200	64
6	ЮВ 141	31
7	ЮЗ 183	74
8	ЮЗ 230	21
9	Ю 180	83
10	СВ 2	69

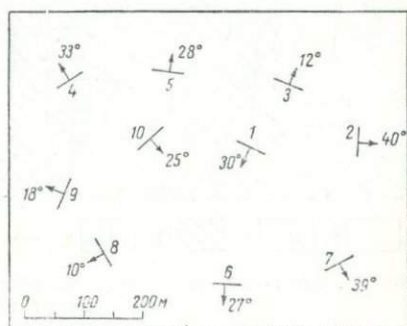
Задача 8. Составить таблицу элементов залегания пластов для обнажений, обозначенных на плане (фиг. 26). В пределах данного района магнитное склонение восточное 5° .

Задача 9. Определить элементы залегания пласта известковистого песчаника 1 и известняка 2, выходы которых на поверхности изображены на топографической карте (фиг. 27). Учесть, что магнитное склонение восточнее $7^{\circ}30'$.

Построить профиль вкрест простирания известняка в центральной части карты и определить измеренный угол и мощность песчаника по линии профиля; сопоставить величины измеренные с истинными и указать разницу между ними.



Фиг. 25. План в масштабе 1:10000 с нанесенными точками обнажений.

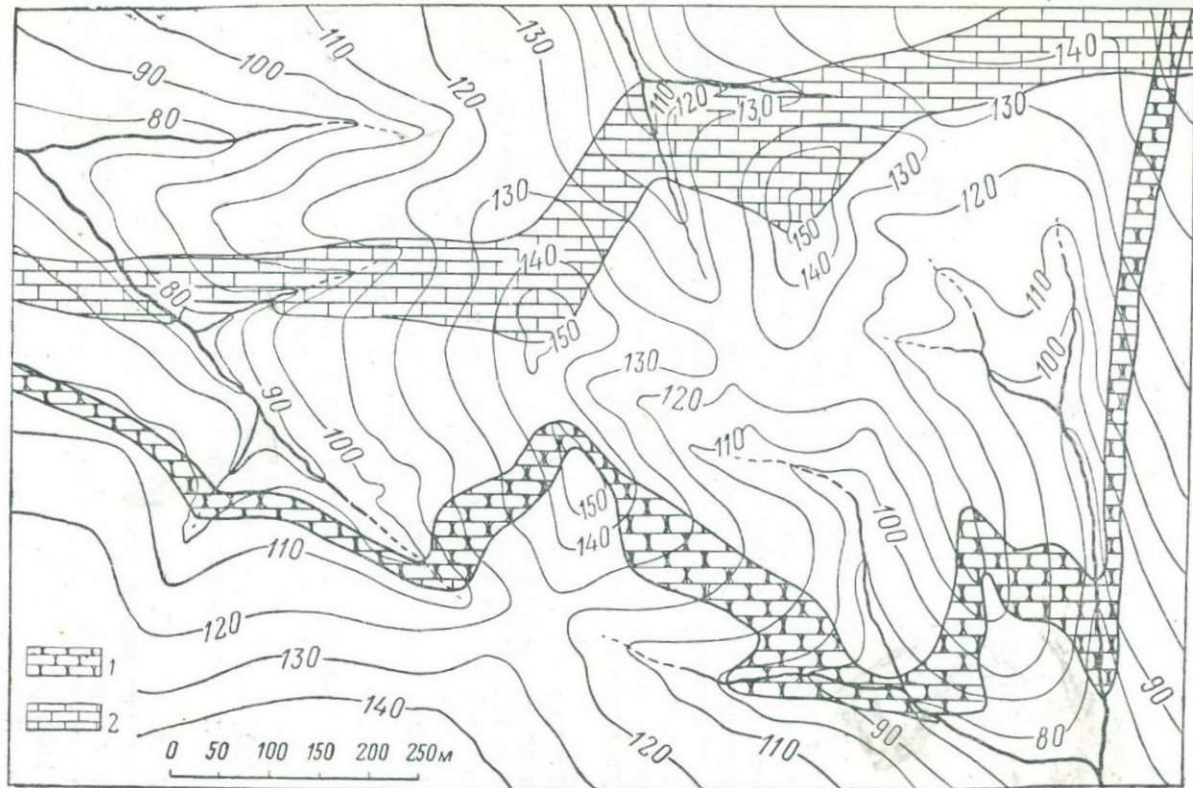


Фиг. 26. План в масштабе 1:5000 с нанесенными точками обнажений и элементами залегания пластов.

Однозначные цифры — номера обнажений; двузначные — углы падения пластов.

Задача 10. Построить на условно выбранном плане след (выход) плоскости наложения (кровли пласта) по следующим данным.

№ точек наблюдений	Элементы залегания пласта, град.		
	азимут простирания	азимут падения	угол падения
1		Пласт горизонтальный	
2	ЮЗ 215		Пласт вертикальный
3	—	ЮВ 137	25
4	СЗ 315	—	45
5	—	СВ 65	63
6	ЮВ 115		Пласт вертикальный
7	—	ЮЗ 200	37
8	СВ 37	—	90
9	—	ЮВ 175	55
10	—	СВ 12	72



Фиг. 27. *опографическая карта.

Задача 11. Определить видимые углы падения пластов, измеренные в косом разрезе (по отношению к направлению падения), на основе следующих данных.

Элементы залегания пласта, град.		Угол между направлением падения и линией косого разреза, град.
азимут падения	угол падения	
ЮЗ 212	37	37
СВ 74	63	59
СЗ 315	43	18
ЮЗ 237	12	39
В 90	27	66
СЗ 357	52	45

Задача 12. На топографической карте (фиг. 28) нанесены выходы пластов песчаника, глины и известняка.

Определить элементы залегания песчаника и подсчитать (графически и аналитически) истинную мощность его; указать кровлю и подошву пласта. Определить элементы залегания и истинную мощность известняка; построить полный выход его на поверхность.

Обозначить на карте направления линии профиля, идущего вкрест простирания пластов 2 и 3, и построить профиль по этому направлению в масштабе 1 : 2000.

Задача 13. В карьере, где производится разработка известняка для строительных целей, на выступающем углу забоя с азимутами СВ 45° и ЮВ 150° наблюдается выход кровли ржавобурого известняка. Направления видимых падений ЮЗ 28° и СЗ 38°.

Определить элементы залегания пласта. Решение дать графическим методом и методами тангенсов и котангенсов.

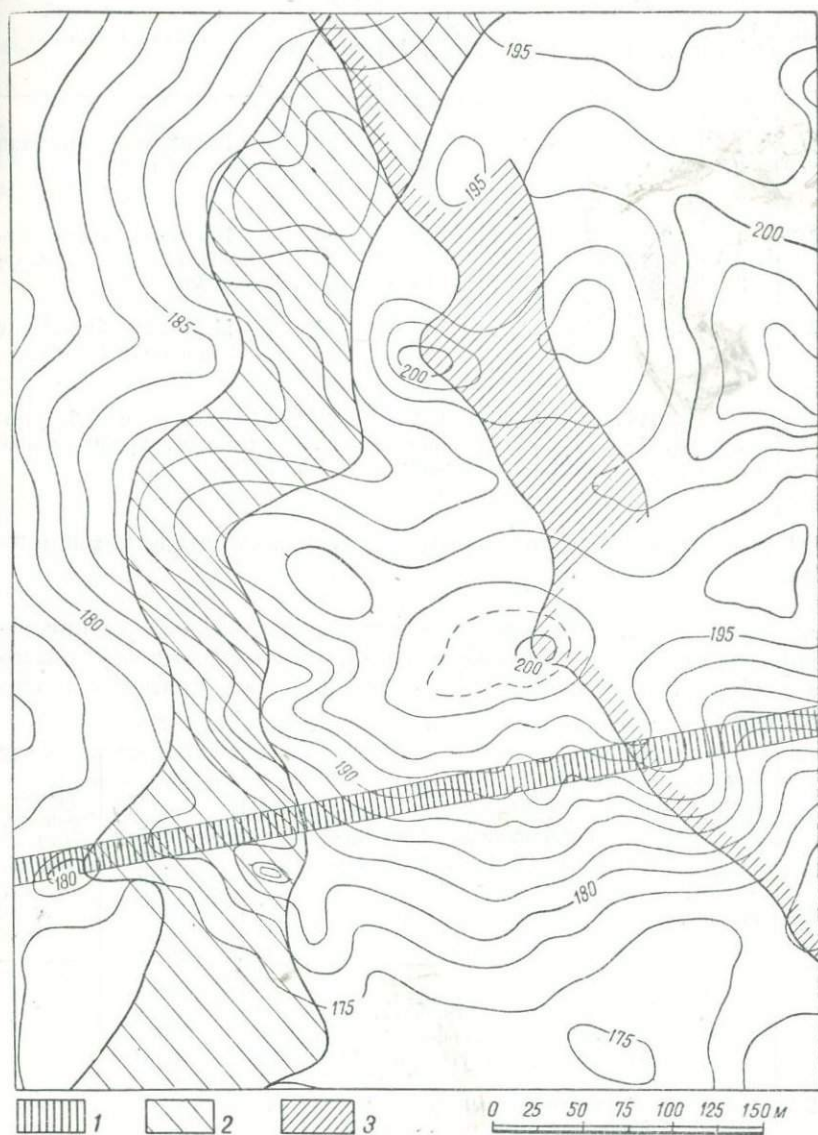
Задача 14. Замеры в шурфе по следу прослоя рыхлого песчаника среди темносерых глин показали по одной стенке ЮЗ 202°, видимый угол падения 6°40' и по другой смежной стенке ЮВ 120°, видимый угол падения 8°.

Определить элементы залегания данного пласта.

Задача 15. В обнажении в устье оврага и по расчеткам наблюдается выход фосфоритового горизонта. По выходу кровли этого горизонта были произведены следующие замеры: ЮЗ 226°, угол падения 4°20'; ЮЗ 182°, угол 15°40'; ЮВ 139°, угол 18°20'; ЮВ 115°, угол 13°40'.

Определить элементы залегания пласта.

Задача 16. Определить элементы залегания пласта по данным бурения трех скважин. Исходные данные для четырех примеров приведены в таблице.



Фиг. 28. Топографическая карта масштаба 1 : 2500 с сечением горизонталей через 2,5 м.

1 — песчаник среднезернистый кварцевый; 2 — глина пестроцветная с прослоями мергеля; 3 — известняк, переходящий по простиранию к югу в сильно известнистую глину. Магнитное склонение западное $5^{\circ}30'$.

При- меры	№ сква- жин	Геодезические координаты			Общая глу- бина, м	Глубина залега- ния кровли, м	Литологический состав пласта
		x	y	z			
1	1	+42	-48	+15	41	39	Глина пестроцветная песчанистая
	2	+25	+39	+18	48	26	
	3	-22	+18	+10	22	10	
2	1	-252	-318	+108	19	40	Песчаник среднезер- нистый, рыхлый, водо- носный
	2	-97	+254	+143	29	25	
	3	+524	+201	+217	34	29	
3	1	+34	-17	+56	16	14	Мергель бурый с включением фауны
	2	-54	+12	+72	20	18	
	3	+22	+98	+83	23	19	
4	1	+594	+604	+129	355	-226	Известняк битуми- нозный, органогенный
	2	+747	+712	+217	246	-29	
	3	+586	+792	+238	450	-212	

Решение задачи сделать графическим и математическими мето-
дами.

Задача 17. Определить элементы залегания пласта при по-
мощи графических построений (развертки стенок) по данным заме-
ров в шурфе. Результаты наблюдений для трех примеров приве-
дены ниже.

При- меры	Азимут направ- ления длин- ных стенок шурфа, град.	Глубина залегания пласта от поверхности, м	Литологи- ческий состав	Изме- ренная мощ- ность пласта, м
	СЗ 335	Северный угол шурфа 7,5 Южный угол шурфа 9,6 Юго-восточный угол шурфа 8,3	Глина серая	2,3
2	СВ 85	Северо-восточный угол шурфа 4,2 Юго-восточный угол шурфа 5,7 Юго-западный угол шурфа 6,3	Глина бурая	0,8
3	ЮЗ 245	Юго-западный угол шурфа 9,2 Северо-западный угол шурфа 9,2 Северо-восточный угол шурфа 8,1	Аргиллит плотный	0,4

Определить истинную мощность пластов; размеры шурфов
1,4 × 1,0 м.

Задача 18. Азимут падения пласта известняка СВ 68° , угол падения 48° .

Определить угол наклона выхода этого пласта (видимый угол падения) в откосе оврага, азимут направления которого СВ 2° .

Задача 19. Азимут падения пласта песчаника, замеренный в шурфе, ЮВ 145° , угол падения 39° . Определить видимый угол падения этого пласта в разрезе—обрыве, проходящем по азимуту СВ 75° .

Задача 20. Определить элементы залегания пласта на основе следующих данных.

Примеры	Элементы залегания пласта, замеренные в шурфе, град.			
	по одной стенке		по другой стенке	
	азимут падения	видимый угол падения	азимут падения	видимый угол падения
1	СВ 7	34	СВ 80	50
2	СВ 17	32	ЮВ 120	70

Решение выполнить методами графическим, тангенсов и котангенсов.

Задача 21. Азимут падения пласта мергеля ЮЗ 229° , угол падения 20° . По азимуту ЮЗ 188° замерена мощность пласта, она равна 10,2 м. Наклон рельефа местности 60° , направление падения его противоположно направлению падения пласта.

Определить истинную мощность пласта и изобразить положение его в разрезах по заданному направлению и вкрест простирания.

Глава III

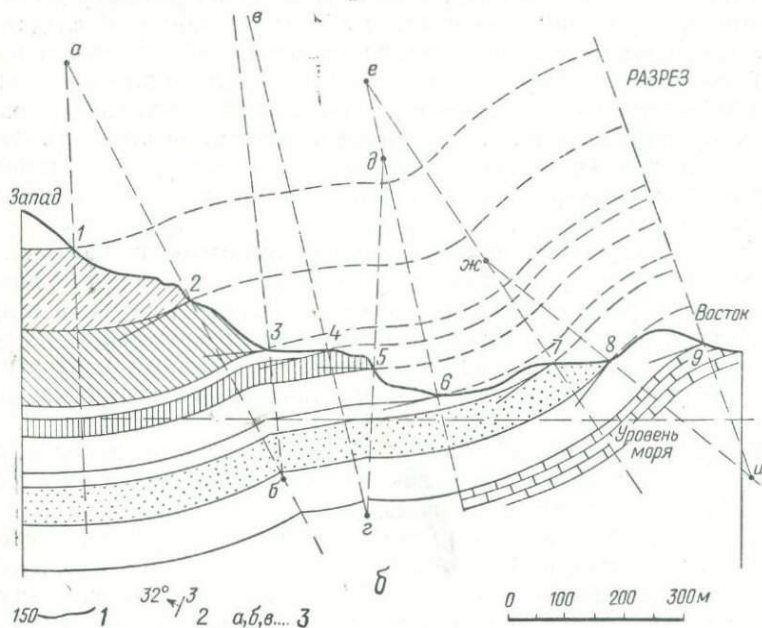
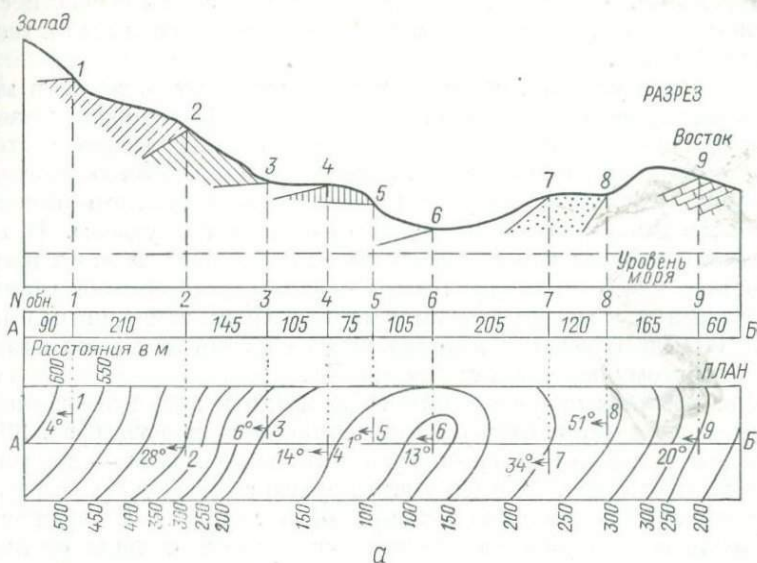
СОСТАВЛЕНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ПРИ НАЛИЧИИ НАКЛОННО ЗАЛЕГАЮЩИХ СЛОЕВ

Пространственное положение пласта, как было указано выше, определяется элементами залегания его. Графическое изображение пласта переносится на план — геологическую карту — и указывается на вертикальной проекции — геологическом разрезе или профиле. Для выяснения условий залегания наклонных пластов или слоев составляют геологические разрезы, построенные вкрест простирания и по любому заданному направлению.

Геологический профиль, составленный вкрест простирания, отражает основные элементы тектоники, и на нем изображаются (в зависимости от масштаба с той или иной степенью детальности) все пласты или свиты с обозначением истинных углов падения. Другие геологические разрезы не отражают полностью тектонического строения рассматриваемого района, так как на них изображаются пласты с измеренными углами падения, которые всегда меньше истинных. Это обстоятельство надо помнить при составлении геологических разрезов для объяснения и изучения тектонического строения района.

Для построения геологического разреза на основе изучения обнажений или результатов осмотра горно-разведочных выработок необходимо составить сначала профиль рельефа поверхности — топографический профиль с обозначением его абсолютных отметок. Затем на этот профиль переносят все точки наблюдаемых обнажений или горных выработок, которые могут быть использованы для построения геологического профиля. При этом надо учесть, что сносить на профиль все точки наблюдений надо только по простиранию, причем использовать целесообразно только такие точки наблюдений, которые находятся от линии профиля не дальше 2—3 см, подразумевая под этим 1 см как единицу масштаба (например, при масштабе 1 : 25000 нельзя переносить на профиль точки, находящиеся от него дальше 500—750 м).

Такой профиль, базирующийся на полевых материалах, независимо от его положения на плане называется *н а б л ю д е н н ы м*. Для его построения (фиг. 29, а) точки выхода плоскостей слоев или пластов наносят на горизонтальную линию проложения про-



Фиг. 29. Построение геологического профиля при наличии слоев с различными углами падения.

а — наблюдаемый геологический профиль по линии АБ с топографической картой рельефа; б — построенный геологический профиль. 1 — горизонтали рельефа, 2 — элементы залегания пласта, 3 — точки пересечения смежных вспомогательных линий (перпендикуляров).

филя AB и затем проектируют в виде точек на линию поверхностного рельефа. В каждой такой точке строят след плоскости слоя с углом падения, наблюдаемым в поле или обозначенным на геологической карте.

Принимая условно, что слои в свите залегают согласно и мощность их в пределах сравнительно небольшой площади остается относительно постоянной, используются геометрические построения, которые дают достаточно точные представления о пространственном положении пластов в направлении данного сечения. Сущность этих построений основывается на следующем. В нормальных условиях залегания свиты пластов углы падения промежуточных слоев характеризуются средними значениями величин по отношению к максимальным и минимальным, замеренным в профиле. Отсюда изменение величин углов падения от одного измерения к другому происходит постепенно.

Для изображения построенного профиля в полученных точках выходов слоя (или слоев) на дневную поверхность (фиг. 29, б) проводим к линиям падения вспомогательные линии — перпендикуляры, продолжая их в одну или другую сторону до пересечения с соседними; получаем ряд точек (a , b , c , g и т. д.). Из этих точек как из центров проводим отрезки дуг в пределах двух смежных перпендикуляров; например, радиусом $a2$ проводим дугу до пересечения с перпендикуляром $a1$, к западу от линии $a1$ след этого слоя проводим параллельно линии падения, наблюдаемой в точке I . Такие построения производим последовательно для всех точек, причем вычерчиваем профиль как ниже линии дневной поверхности, так и выше нее (т. е. воздушное продолжение пластов). В итоге во всех точках получаем положение пластов, при котором сохраняется параллельность напластования и слои на глубине сохраняют свою мощность.

Такие построения являются приближенными и обязательно нуждаются в проверке в полевых условиях путем заложения дополнительных горно-разведочных выработок (шурфов, скважин и др.). Число этих выработок будет минимальным, но заложение их подтвердит это построение или внесет дополнительные коррективы, при помощи которых будет уточнено геологическое строение данного района.

Такой геологический или профильный разрез, дополненный литолого-стратиграфическими данными, называется построенным геологическим профилем.

Построенный профиль отражает элементы тектоники, последовательность отложений и относительное постоянство мощностей свит или горизонтов (если такое постоянство наблюдается в пределах площади исследований). Если в пределах построения наблюдается изменчивость литологического состава пород (выклинивание отдельных пластов или свит), то среди вскрытого или обнажающегося комплекса отложений выбирается несколько маркирующих горизонтов, залегающих согласно, и все построение производится по ним с последующей детализацией промежуточных толщ

путем дополнительного использования горных выработок и расчисток. Практическое использование построенных профилей при геологическом картировании намного облегчает съемку и при наличии фактических данных сокращает до минимума объемы горных работ.

На основе построенного геологического профиля, составленного вкрест простирания пластов, составляется колонка отложений или нормальный разрез отложений. Как видно из построенного разреза, вертикальное сечение, взятое по перпендикуляру *а1*, дает возможность составить такую колонку отложений. При этом в колонке сохраняются последовательность отложений и истинная мощность слоев.

В колонке указывают литологический состав пород, дают их краткую характеристику и на основе изучения палеонтологических форм определяют геологический возраст пород.

Используя приведенные выше объяснения, решить следующие задачи, составив наблюденные, а затем построенные разрезы и колонку отложений.

Задача 1. Нанести на карту масштаба 1 : 10000 элементы залегания кровли криноидного известняка, замеренные в обнажениях. Прочитать полученную тектоническую схему.

№ обнаже- ний	Местоположение обнажений	Элементы залегания криноидного известняка, град.	
		азимут падения	угол падения
1	—	Криноидный известняк отсутствует; пласты залегают горизонтально	
2	В 460 м от обн. 1 по азимуту ЮЗ 250°	»	»
3	В 710 м от обн. 2 по азимуту СЗ 320°	СЗ 325	18
4	В 730 м от обн. 3 по азимуту СВ 80°	СВ 5	24
5	В 1280 м от обн. 4 по азимуту ЮВ 150°	ЮВ 125	23
6	В 1270 м от обн. 5 по азимуту СЗ 277°	ЮЗ 230	31
7	В 1700 м от обн. 6 по азимуту СВ 75°	ЮВ 95	12
8	В 1200 м от обн. 7 по азимуту ЮЗ 240°	Ю 180	37
9	В 1270 м от обн. 8 по азимуту СЗ 306°	З 270	24
10	В 1850 м от обн. 9 по азимуту СВ 75°	СВ 35	18

Построить в масштабе 1 : 20000 геологические профильные разрезы через обнажения 9—7 и 8—4.

Задача 2. Описать геологическое строение небольшой части района на основе изучения нескольких обнажений, нанесенных на карту масштаба 1 : 20000. Исходные данные приведены ниже.

№ обнажения	Местоположение обнажений	Литологическая характеристика породы	Элементы залегания пластов, град.	
			азимут падения	угол падения
1	—	Опока светлосерая .	СВ 34	12
2	В 2900 м от обн. 1 по азимуту ЮЗ 250°	Глина красноцветная	СВ 4	40
3	В 2700 м от обн. 2 по азимуту ЮВ 98°	Глинистый сланец с фауной	СВ 70	20
4	В 1800 м от обн. 3 по азимуту СЗ 300°	То же	СВ 25	18
5	В 2500 м от обн. 4 по азимуту ЮВ 150°	Глаукошистовый песчаник	ЮВ 98	27
6	В 1740 м от обн. 5 по азимуту СЗ 307°	Глина красноцветная	СВ 40	29
7	В 2100 м от обн. 6 по азимуту СЗ 305°	Глинистый сланец с фауной	СВ 5	35
8	В 2700 м от обн. 7 по азимуту ЮВ 145°	Известняк серый . .	СВ 85	36
9	В 1700 м от обн. 8 по азимуту СЗ 280°	Песчаник темносерый	СВ 50	45

Рекомендуется построить геологический профиль вкрест простираения пластов и определить его направление.

Задача 3. Нанести на условно выбранную топографическую основу масштаба 1 : 25000 все указанные ниже обнажения, обозначить элементы залегания различных слоев, наблюдаемых в обнажениях, и на этой основе сделать описание геологического строения данного района. Рельеф поверхности равнинный.

Построить профиль через обнажения 7, 1, 4, 12.

№ обна- жений	Местоположение обнажений	Элементы залегания пластов, град.	
		азимут падения	угол падения
1	—	СВ 85	35
2	В 1370 м от обн. 1 по азимуту ЮВ 120°	СВ 25	22
3	В 1420 м от обн. 2 по азимуту СЗ 350°	ЮВ 135	7
4	В 400 м от обн. 1 по азимуту СВ 77°	СВ 70	16
5	В 750 м от обн. 1 по азимуту СЗ 305°	СЗ 280	19
6	В 500 м от обн. 4 по азимуту ЮЗ 187°	СВ 60	26
7	В 400 м от обн. 5 по азимуту ЮЗ 218°	З 270	23
8	В 1100 м от обн. 3 по азимуту ЮЗ 255°	СВ 35	27
9	В 700 м от обн. 7 по азимуту ЮВ 150°	ЮЗ 250	18
10	В 500 м от обн. 8 по азимуту СВ 84°	ЮВ 120	10
11	В 600 м от обн. 6 по азимуту СВ 78°	СВ 25	13
12	В 440 м от обн. 3 по азимуту ЮВ 114°	ЮЗ 230	9
13	В 450 м от обн. 11 по азимуту СВ 68°	СЗ 330	10
14	В 500 м от обн. 8 по азимуту СЗ 322°	СВ 7	14
15	В 620 м от обн. 9 по азимуту ЮВ 115°	ЮЗ 195	20

З а д а ч а 4. При проведении детальной геологической съемки масштаба 1 : 50000 в пределах равнинного района на основе изучения обнажений было установлено сравнительно простое геологическое строение его. Пространственное положение обнажений и замеры элементов залегания пластов определяются следующими данными.

№ обна- жений	Местоположение обнажений	Элементы залегания пластов, град.	
		азимут падения	угол падения
1	—	СВ 50	20
2	В 6500 м от обн. 1 по азимуту З 270°	СВ 45	15
3	В 5000 м от обн. 2 по азимуту ЮЗ 205°	СВ 52	12
4	В 6750 м от обн. 3 по азимуту ЮВ 100°; в 5500 м от обн. 1 по азимуту ЮЗ 197°	СВ 46	14

Дополнительные полевые наблюдения при помощи шурфов изменили представление о геологии района.

Местоположение шурфов и основные данные по ним приведены ниже.

№ шурфов	Местоположение шурфов	Элементы залегания пластов, град.	
		азимут падения	угол падения
1	В 2100 м от обн. 2 по азимуту ЮЗ 207°	ЮЗ 230	20
2	В 4000 м от обн. 3 по азимуту ЮВ 104°		
3	В 4550 м от обн. 3 по азимуту СВ 72°	СВ 40	12
4	В 3300 м от обн. 2 по азимуту ЮВ 108°		
5	В 2400 м от обн. 4 по азимуту СВ 40°	ЮЗ 238	12
6	В 4000 м от обн. 4 по азимуту СВ 45°		
7	В 2150 м от обн. 1 по азимуту СЗ 296°	СВ 44	12
8	В 1900 м от обн. 1 по азимуту СВ 58°		
		ЮЗ 235	32

Построить геологический профильный разрез и на его основе описать геологическое строение данного района.

Задача 5. По линии с азимутом направления ЮВ 135° по обнажениям 1—4 измерены элементы залегания пласта глинистого сланца. Все обнажения находятся примерно на одинаковых высотных отметках. Построить геологический разрез по данному направлению и показать на нем пространственное положение глинистого сланца, истинная мощность которого 10 м.

№ обнажений	Расстояние от предыдущего обнажения, м	Элементы залегания пластов, град.		Плоскость замера
		азимут падения	угол падения	
	—	СЗ 315	17	Кровля
	106	ЮВ 135	32	Подошва
	176	СЗ 315	39	»
	78	ЮВ 135	52	Кровля

Задача 6. Определить элементы залегания пластов по следам плоскостей этих пластов в двух смежных стенках шурфов.

№ шурфов	Элементы залегания плоскостей пласта, измеренные по стенкам шурфа, град.			
	первая стенка		вторая стенка	
	азимут падения	угол падения	азимут падения	угол падения
1	ЮВ 120	34	ЮЗ 210	24
2	ЮЗ 240	29	ЮВ 150	32
3	СВ 70	30	ЮВ 160	25
4	ЮЗ 250	25	ЮВ 160	20
5	СЗ 320	50	СВ 62	18
6	СЗ 288	14	ЮЗ 182	20
7	ЮЗ 238	24	ЮВ 100	29
8	ЮЗ 240	49	ЮВ 150	30
9	ЮЗ 230	21	СЗ 330	38

Определение произвести графическими способами и проверить методами тангенса, котангенса и при помощи сетки Гаумана.

Построить геологический профиль на основе замеров элементов залегания слоев по шурфам 1, 3 и 9, если линия профиля проходит по азимуту ЮВ 112° от шурфа 1; расстояние между шурфами 1 и 3 равно 700 м, а между шурфами 3 и 9 — 1100 м. Рельеф местности равнинный.

Глава IV

ПОСТРОЕНИЕ НА КАРТЕ ВЫХОДА НАКЛОННОГО ПЛАСТА

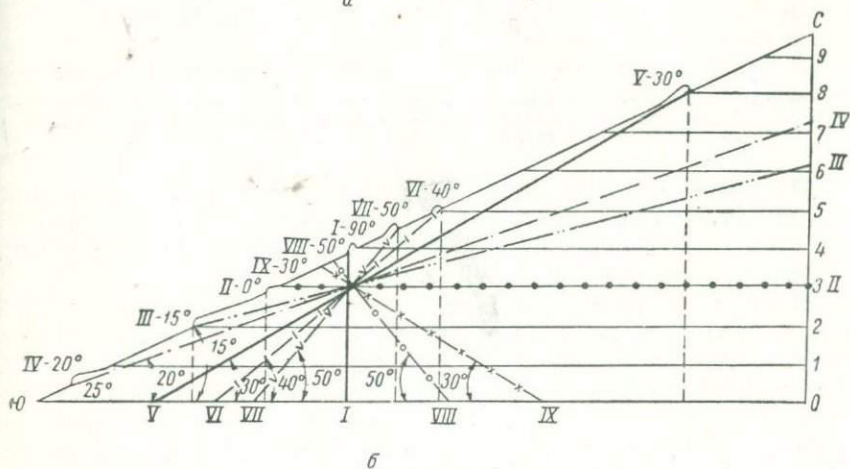
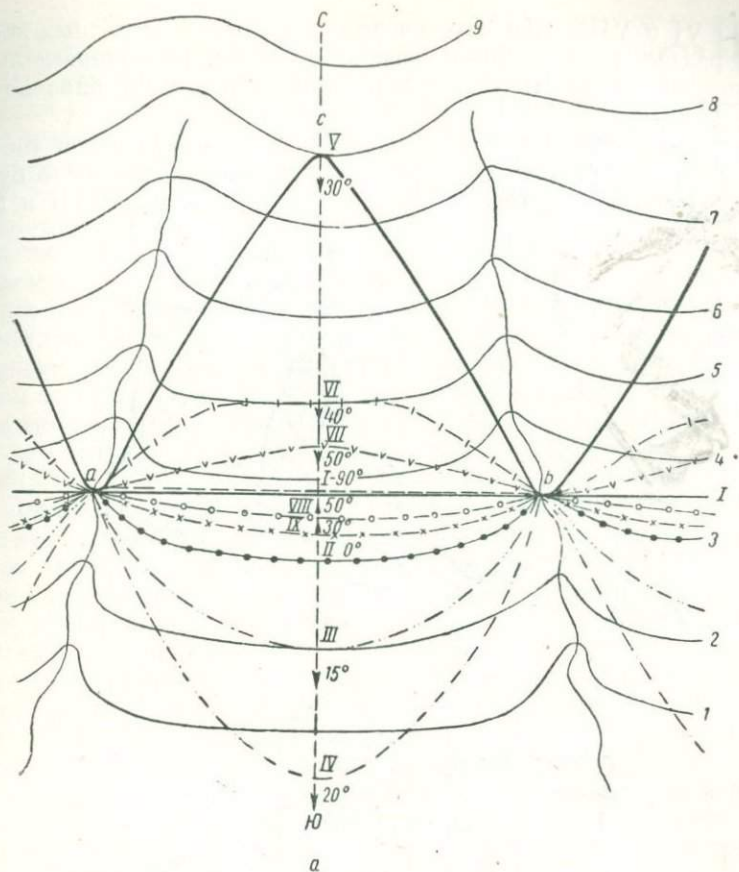
Построение следа плоскости пласта на карте тесно увязывается с прослеживанием его непосредственно в поле при геологической съемке.

Для построения на карте выхода слоя или пласта необходимо иметь на топографической основе точку выхода границы пласта (кровли или подошвы), элементы залегания и истинную мощность его.

Конфигурация рельефа и пространственное положение пласта находятся между собой в определенной взаимосвязи. Это весьма отчетливо прослеживается на геологической карте, а при известных навыках геологического картирования наблюдается также и непосредственно в полевых условиях. Линейное отображение выхода пласта, жилы, дайки или плоскости разрыва при наличии рельефа, изображенного в горизонталях, дает возможность определить с достаточной точностью азимут простирания, азимут и угол падения перечисленных выше элементов геологического строения.

На фиг. 30 показаны различные случаи выхода пласта на поверхность в зависимости от величины угла падения в условиях расчлененного рельефа. На плане (фиг. 30, *а*) изображен рельеф поверхности, выраженный в горизонталях (1—9), указывающих наклон поверхности с севера на юг. На профиле (фиг. 30, *б*) построенном с севера на юг, показано различное положение пластов с обозначением углов падения и направления падения. Как видно из разреза, случай I изображает вертикальный пласт; на карте выход его проектируется в виде прямой линии. Случай II — горизонтальное залегание пласта; выход его проектируется на одном гипсометрическом уровне с линией горизонтали 3. Случаи III, IV, V, VI, VII изображают наклонное положение пласта с различными углами падения и наклоном пласта в сторону наклона поверхности; конфигурация выходов этих пластов показана на плане и имеет соответственно различные очертания.

При определении направления падения пласта надо помнить, что если пласт падает в ту же сторону, что и склон местности, но наклон пласта круче наклона склона, то изгибы выходов пласта выпуклой стороной будут обращены в сторону, обратную склону

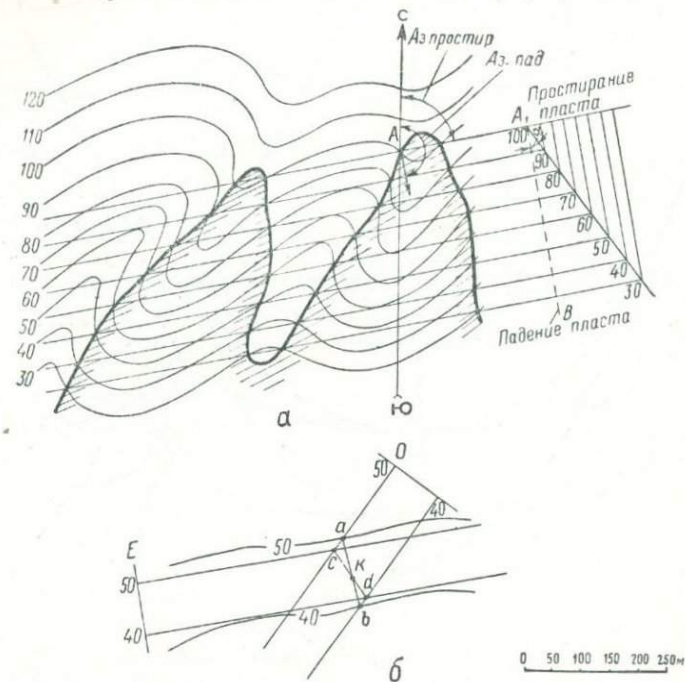


Фиг. 30. Схема, иллюстрирующая различные случаи выхода пласта на поверхность в зависимости от величины угла падения и формы рельефа (по М. Н. Петрусевичу).

a, b, c — точки выхода пласта на поверхность.

(случай VI и VII). При пересечении таким пластом речных долин и водоразделов пласт будет изгибаться вверх по водоразделу, а в долине образовывать угол с вершиной, обращенной вниз по течению реки.

Если пласт падает в направлении, противоположном направлению падения склона местности, то изгибы выхода пласта будут обращены выпуклой стороной вниз по склону (случай VIII и IX).



Фиг. 31. Построение выхода следа плоскости пласта на карте.

a — пример построения при условии расчлененного рельефа; *б* — определение точки пересечения плоскости пласта и поверхности рельефа при пологом залегании пласта и горизонтальном рельефе.

При решении этих задач необходимо помнить, что построение выхода пласта (жилы, дайки и др.) дает достаточно точные результаты при наличии крупномасштабных планов (не мельче 1 : 50000).

Рассмотрим ряд примеров.

Пример 1. В условиях расчлененного рельефа дневной поверхности в точке *A* (фиг. 31, *a*) прослежен выход кровли песчаника. Азимут падения его ЮВ 168° , угол падения $\alpha = 30^\circ$. Для построения выхода следа пласта через точку *A* проведем линию простираания и в условно выбранной на ней точке *A*₁ проведем перпендикуляр *A*₁*B*, который укажет направление падения пласта. В точке *A*₁ строим угол падения α и после градуировки масштаба заложения проводим ряд параллельных линий ниже выхода пласта; отмечаем точками пересечение этих линий с одноименными гори-

зонталями топографической основы. Соединяем последовательно эти точки плавной кривой линией и находим выход пласта на различных отметках рельефа местности.

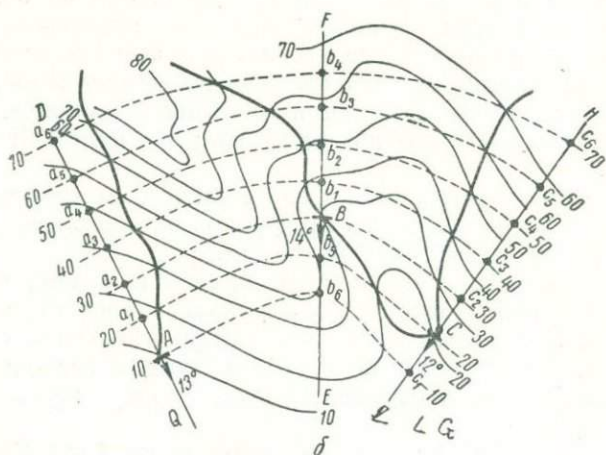
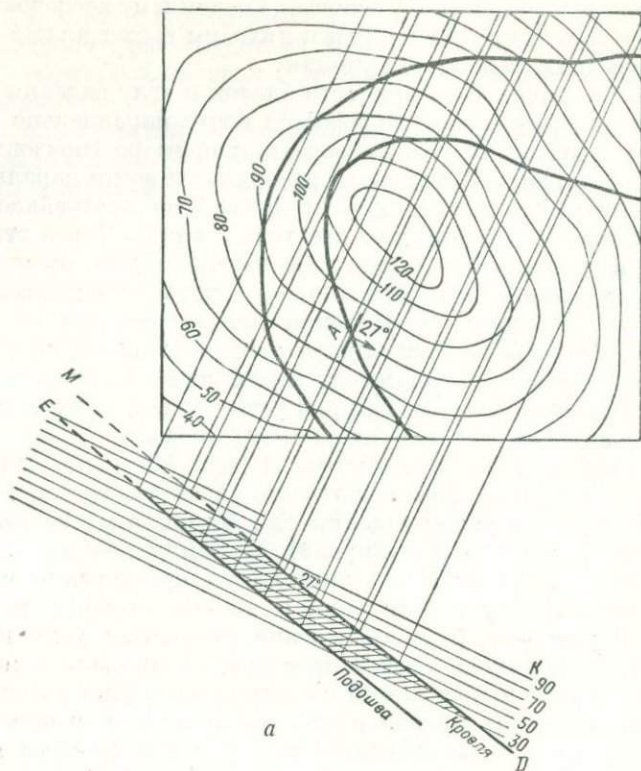
Если уклон дневной поверхности близок к углу падения пласта, то горизонтали рельефа располагаются почти параллельно изогипсам пласта (фиг. 31, б). На приведенном примере горизонтали 40 и 50 плоскости пласта *E* и дневной поверхности почти параллельны. Соединив горизонтали поверхности прямой по кратчайшему расстоянию между ними, находим две точки *a* и *b*. Через эти точки проведем две параллельные линии (желательно для простоты построения под углом 45° к горизонталям), которые изображают вспомогательную плоскость *O*. Находим линию сечения ее с плоскостью *E*. Точка *K* находится на пересечении линий *ab* и *cd*, как видно из построения, принадлежит линии пересечения плоскости *E* с дневной поверхностью. Найдя ряд таких точек, получаем линию выхода следа плоскости пласта на поверхность.

Пример 2. На плане в точке *A* (фиг. 32, а) прослежен выход пласта мергеля, кровля которого характеризуется азимутом падения ЮВ 130° и углом падения 27° ; истинная мощность пласта 30 м. Проводим линию простирания за рамку планшета. В масштабе карты на продолжении этой линии простирания вычерчиваем профиль вкост простирания и на нем обозначаем кровлю мергеля по замеренному в обнажении истинному углу падения. Для построения выхода пласта проводим на профиле в масштабе карты ряд параллельных линий с соответствующими абсолютными отметками. Плоскость кровли пласта на профиле при пересечении с этими параллельными линиями дает ряд точек, через которые проводим линии, параллельные линии простирания, до пересечения с одноименными горизонталями на плане. Соединяем точки плавной кривой и находим след кровли пласта на поверхности. Изображение второй границы пласта — подошвы — на карте аналогично построению следа кровли. Для этого необходимо показать на профиле подошву пласта. Откладываем по перпендикуляру от кровли в масштабе построения величину истинной мощности и проводим линию, параллельную кровле; эта линия будет подошвой пласта.

В результате построения на карте наблюдаем проекцию выхода пласта на поверхность, характер и форма которого зависят от угла падения пласта и рельефа местности.

Такие построения имеют практическое значение, если пласт или слой сохраняет относительное постоянство простирания и угла падения на сравнительно большом протяжении. Однако в тех случаях, когда простирание пласта на небольшом расстоянии значительно изменяется, построение выхода его на поверхность усложняется.

Пример 3. На топографической карте (фиг. 32, б) в точках *A*, *B* и *C* наблюдается выход пласта на поверхность. В точке *A* азимут падения ЮВ 160° , угол падения 13° ; в точке *B* — ЮЗ 190° , угол падения 14° ; в точке *C* — ЮЗ 230° , угол падения 12° . Через



Фиг. 32. Построение выхода пласта на поверхность.

а — с постоянными элементами залегания пласта в пределах планшета; б — с изменяющимися элементами залегания пласта в пределах планшета.

точки A , B и C проведем линии вниз по падению и вверх по восстанию плоскости наслоения QAD , EBF , GCH . На каждой из этих линий, начиная от точек A , B и C , отложим отрезки Aa_1 , a_1a_2 , Bb_1 , b_1b_2 , Cc_1 , c_1c_2 и т. д., равные $h \operatorname{ctg} \alpha$, где h — высота сечения горизонталей, равная 10 м, а α — угол падения пласта, соответственно равный 13, 14 и 12°. Из построения видим, что все обозначенные точки на линиях QAD , EBF и GCH имеют отметки, которые соответствуют горизонталям рельефа. Полученные при пересечении линии простирания с горизонталями рельефа одноименные точки соединяем плавными линиями и находим след выхода плоскости пласта на дневную поверхность. Для построения второй плоскости пласта необходимо найти точки этой плоскости по всем сечениям (через точки A , B и C), построив профили вкrest простирания пласта по каждому из них. Дальнейшее решение аналогично описанному выше.

Пользуясь рассмотренными примерами, разобрать и решить следующие задачи.

Задача 1. Построить полный выход свиты пестроцветных глин, обнажающихся на поверхности в пределах границ планшета (фиг. 33, а). В точке A прослежена кровля свиты, азимут падения ее СВ 4°, угол падения 25°, истинная мощность 150 м.

Сделать аналогичные построения при условии, что азимут падения свиты ЮЗ 185°, угол падения 20°.

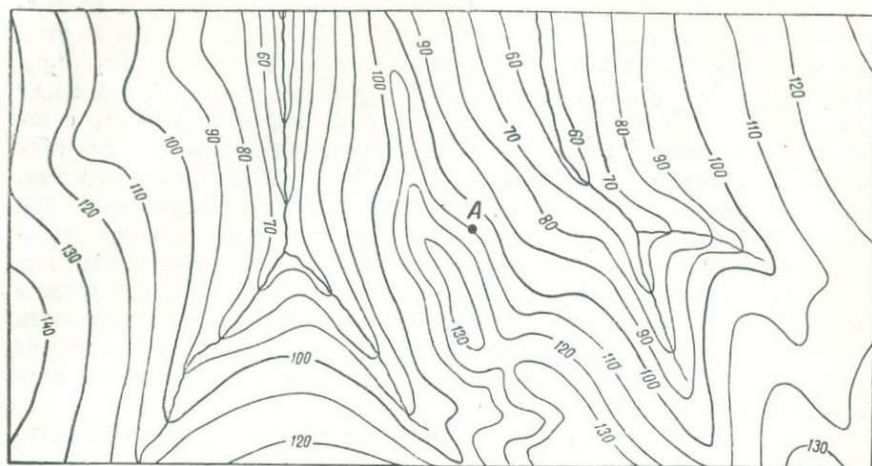
В обоих случаях решения наметить точки заложения горно-разведочных выработок для уточнения пространственного положения кровли и подошвы свиты (по простиранию), учитывая, что мощность наносов не превышает 3—5 м в пониженных участках и 0,5—1,2 м на возвышенных.

Задача 2. Построить полный выход свиты песчаников на поверхность; подошва свиты обнажается в точке A (фиг. 33, б), указанной на топографической основе. Азимут падения свиты З 270°, угол падения 30°, истинная мощность 40 м.

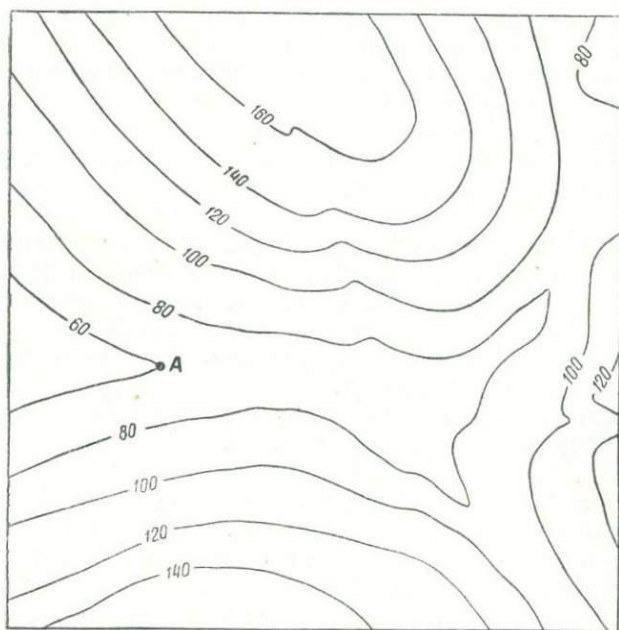
Решить эту же задачу при условии, что азимут падения пласта В 90°, угол падения 40°.

Определить глубины залегания подошвы свиты во всех углах планшета (для обоих вариантов задачи).

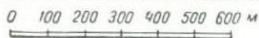
Задача 3. На топографическом плане (фиг. 34) в точках A , B , B обнажаются различные пласты. Построить их выходы на дневную поверхность на основе следующих данных, полученных по обнажениям. В точке A обнажается кровля крупнозернистого серого песчаника, азимут падения ЮЗ 225°, угол падения 36°, истинная мощность 62 м; в точке B обнажается подошва темносерой глины с фауной, азимут падения ЮЗ 215°, угол падения 44°, истинная мощность 38 м; в точке B обнажается кровля известняка-ракушечника, его азимут падения ЮЗ 210°, угол падения 56°, истинная мощность 48 м.



а



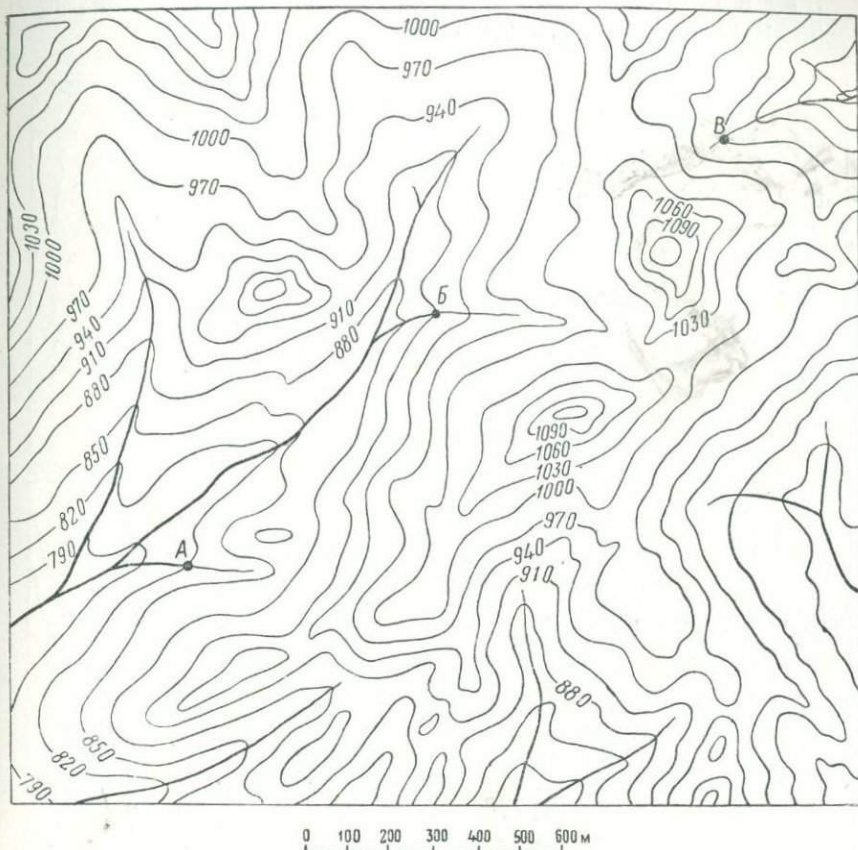
б



Фиг. 33. Топографические планы.

а — в масштабе 1 : 5000; б — в масштабе 1 : 10000.

Определить глубины залегания подошвы песчаника в юго-западном углу планшета, кровли темносерой глины в точке А, подошвы известняка-ракушечника в точке В.



Фиг. 34. Топографический план масштаба 1 : 10000 с сечением горизонталей через 30 м.

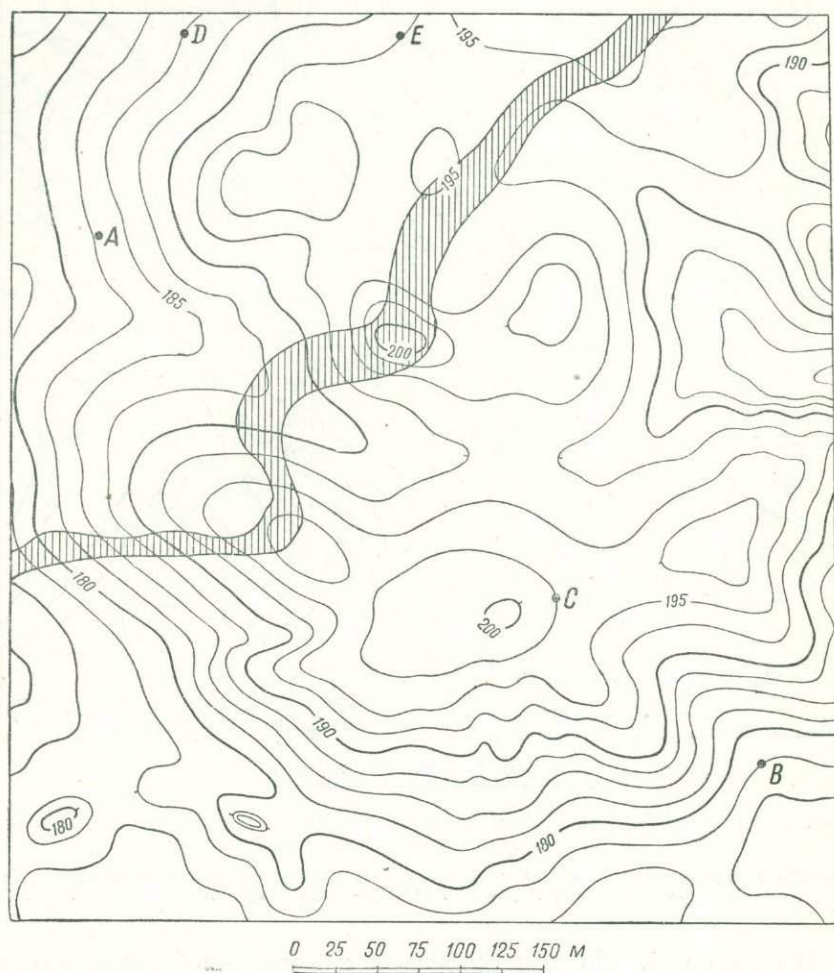
Магнитное склонение по своему численному значению и ориентировке соответствует наблюдаемому в районах Омска—Новосибирска.

Задача 4. На топографическом плане изображен выход пласта песчаника (фиг. 35). Определить элементы пласта и их положение в пространстве. В северо-западной части участка пробурены три картировочные скважины А, D, E. Определить глубину залегания кровли и подошвы этого песчаника по разрезам скважин и указать их абсолютные отметки.

В точке С наблюдается выход подошвы аркозового песчаника, азимут падения которого ЮВ 140° , угол падения 23° . При бурении скважины В измеренная (вертикальная) мощность аркозового песчаника была определена в 22 м. Построить проекцию полного

выхода аркозового песчаника на поверхность и охарактеризовать основные элементы тектоники участка.

Задача 5. На топографической основе в обнажениях прослежены выходы пластов (фиг. 36).



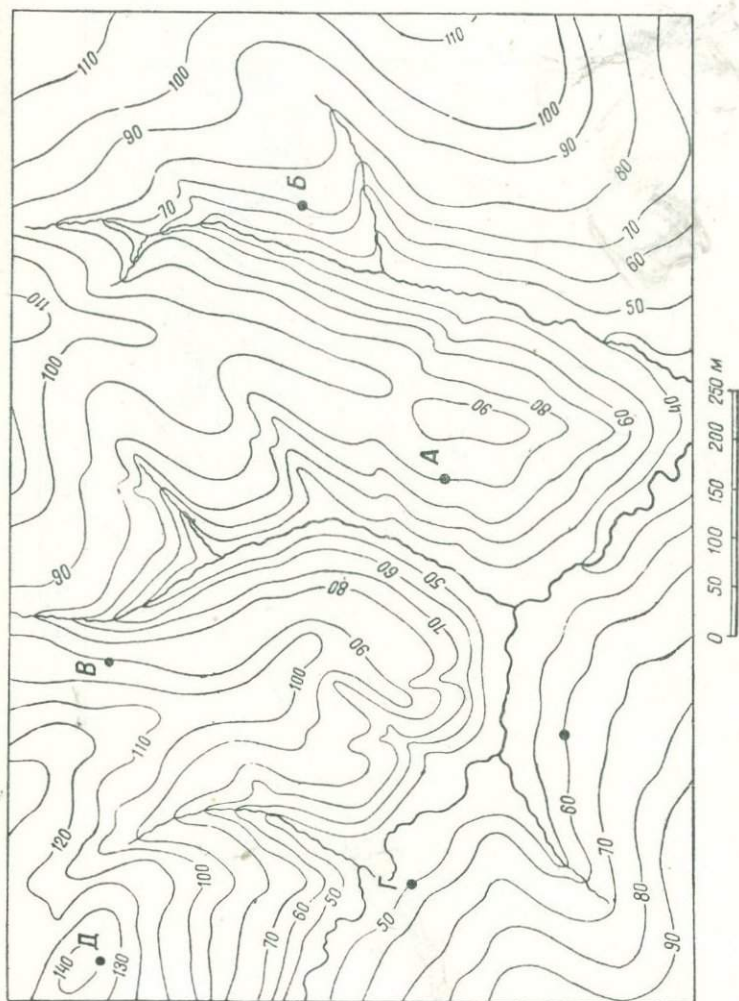
Фиг. 35. Топографическая карта масштаба 1 : 2500 с сечением горизонталей через 2,5 м.

В точке А обнажается известняк; азимут падения, замеренный в кровле, СВ 20°, угол падения 20°, истинная мощность 20 м.

В точке В обнажается глауконитовый песчаник; азимут падения, замеренный в подошве, СВ 5°, угол падения 16°, истинная мощность 20 м.

В точке *В* обнажается глина черная, сланцеватая; азимут падения, замеренный в подошве, ЮЗ 205°, угол падения 30°, истинная мощность 15 м.

В точке *Г* обнажается светлосерый мергель; азимут падения, измеренный в подошве, ЮВ 145°, угол падения 40°, истинная мощность 20 м.



Фиг. 36. Топографическая карта масштаба 1 : 5000 с сечением горизонталей через 10 м.

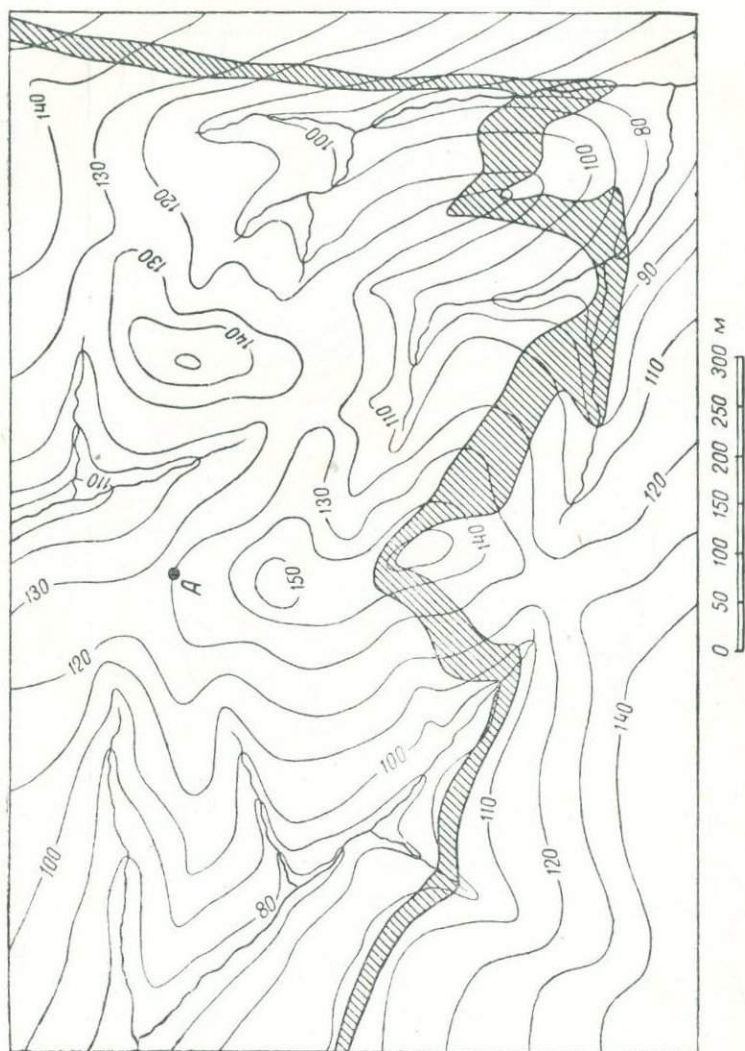
В точке *Д* обнажается глина бурая; азимут падения, замеренный в кровле, ЮЗ 200°, угол падения 30°, истинная мощность 40 м.

Построить полный выход каждого из пластов на основе данных замеров.

При решении этой задачи необходимо учесть, что каждый пласт является самостоятельным и не увязывается с другими.

Задача 6. На топографической основе (фиг. 37) в точке А наблюдается выход подошвы красноцветной глины, азимут падения ее СЗ 335°, угол падения 10°, истинная мощность 30 м.

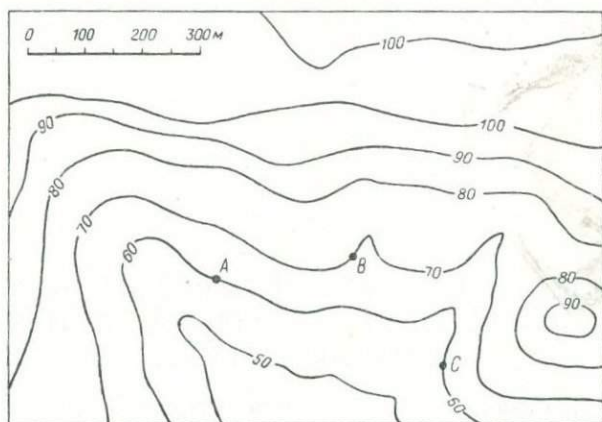
Построить полный выход пласта на поверхность и указать на карте участок, где наблюдается кровля этой глины.



Фиг. 37. Топографическая карта масштаба 1 : 5000 с сечением горизонталей через 10 м.

На этой же карте показан выход пласта доломитизированного известняка. Определить его элементы залегания в ряде точек (с запада на восток и дальше на север). В профилях, построенных вкрест простирания, показать истинную мощность и глубины залегания этого пласта у южной и восточной границ планшета.

Задача 7. На топографической основе в ряде точек прослежен выход кровли белого мела (фиг. 38). Построить след этой



Фиг. 38. Топографическая карта масштаба 1 : 5000 с сечением горизонталей через 10 м.

кровли, если в точке *A* азимут падения ЮВ 140° , угол падения 7° ; в точке *B* азимут падения ЮЗ 185° , угол падения 14° ; в точке *C* азимут падения ЮЗ 225° , угол падения 14° .

Глава V

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТИННОЙ МОЩНОСТИ ПЛАСТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ РЕЛЬЕФА И НАКЛОННОМ ЗАЛЕГАНИИ ПЛАСТА

Во всякой скважине, пробуренной с целью изучения геологического строения района или для уточнения пространственного положения пласта того или иного полезного ископаемого, обязательны измерения и подсчеты истинной мощности пластов или слоев.

Измерение мощности небольших слоев или пластов несложно. Однако, когда приходится измерять мощность свит или комплекса пластов многокилометровых стратиграфических разрезов и производить эти наблюдения в произвольных направлениях, эта задача становится сложной и требует соответствующих пересчетов с использованием номограмм, диаграмм и пересчетных таблиц.

При проведении геологической съемки и обработке фактических материалов геологу приходится измерять мощность пласта или слоя в различных условиях. Поэтому полученные величины численно могут резко различаться между собой, хотя наблюдения (измерения) производили между одними и теми же плоскостями — кровлей и подошвой.

Измеренная мощность численно отличается от истинной (она больше ее) и может иметь много вариантов измеренных величин. На фиг. 39, *B I, II, III* показаны эти варианты; истинная мощность во всех случаях остается постоянной.

При наклонном залегании пластов имеется еще ряд величин, которые характеризуют пласт и зависят от его угла падения α и рельефа местности (угла наклона поверхности к горизонту β). К этим величинам относятся: видимая ширина выхода пласта по склону a ; ширина выхода пласта в горизонтальном срезе a_1 и проекция видимой ширины выхода пласта по склону на горизонтальную поверхность a_2 . Величина a_2 изображается на геологических картах как полный выход пласта (фиг. 39, *A*).

Истинная мощность пласта

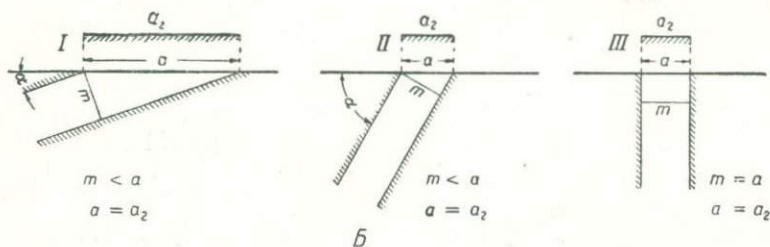
$$m = a_1 \sin(\alpha \pm \beta).$$

Ширина и форма выхода пласта на поверхность находятся в прямой зависимости от истинной мощности пласта m , угла па-

дения его a и угла наклона рельефа местности β . Эта зависимость может быть рассмотрена на нескольких типичных примерах.

Пример 1. Пласт залегает наклонно, рельеф поверхности горизонтальный (фиг. 39, Б I, II):

$$a_1 = \frac{m}{\sin \alpha}; \quad m = a_1 \sin \alpha.$$



Фиг. 39. Мощность слоя и ее измерение.

А — зависимость ширины выхода слоя на горизонтальную плоскость от угла падения его с учетом рельефа; Б — то же при горизонтальной поверхности рельефа.

Пример 2. Пласт залегает наклонно, рельеф поверхности наклонен в ту же сторону, что и пласт (фиг. 40, I):

$$a_2 = a \cos \beta; \quad m = a \sin (\alpha - \beta); \quad m = \frac{a_2 \sin (\alpha - \beta)}{\cos \beta}.$$

Пример 3. Пласт залегает наклонно, рельеф поверхности наклонен, но в направлении, противоположном направлению падения пласта (фиг. 40, II):

$$a_2 = a \cos \beta; \quad m = a \sin (\alpha + \beta); \quad m = \frac{a_2 \sin (\alpha + \beta)}{\cos \beta}.$$

Пример 4. Пласт залегает наклонно, рельеф поверхности в обнажении представляется вертикальным (в обрыве) (фиг. 40, III):

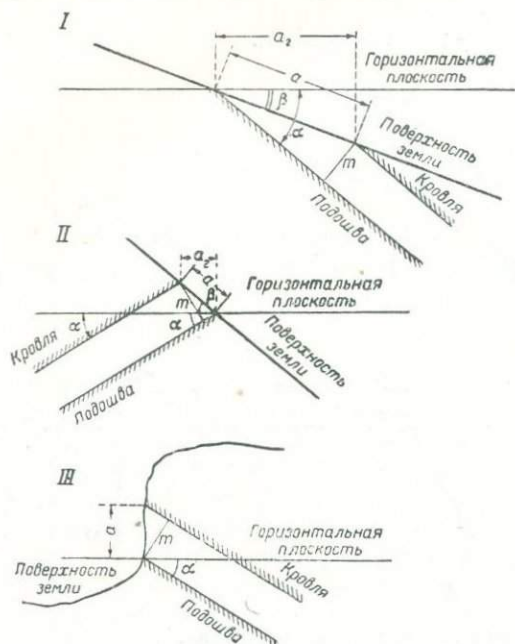
$$a_2 = 0; \quad m = a \cos \alpha.$$

Все приведенные формулы справедливы для замеров мощности по направлению падения, т. е. строго вкрест простирания.

Для подсчета мощностей пластов или свит при условии слабо расчлененного рельефа и определения измеренной мощности вкрест

простирающихся пластов можно пользоваться номограммами (приложения 6 и 8) или таблицами для определения мощности (приложение 7).

Если измерение видимой мощности пласта или свиты пластов произведено не вкрест простирания, а в косом разрезе, то вычисление истинной мощности усложняется, так как необходимо вводить соответствующую поправку на отклонение линии измерения от направления падения. Эта поправка практически выражается углом γ , представляющим разность между азимутами линий простирания и измерения.



Фиг. 40. Зависимость ширины выхода наклонно залегающего слоя от угла падения и наклона рельефа.

I — пласт и поверхность падают в одном и том же направлении; *II* — пласт и поверхность рельефа падают в противоположных направлениях; *III* — пласт наклонный, рельеф вертикальный.

ния (или рельефа) и пласта; при наклоне их в одну сторону принимается знак минус, при наклоне в разные стороны — плюс.

Используя приведенные примеры, решить следующие задачи.

Задача 1. Определить истинную мощность горизонтально залегающих пластов по данным наблюдений.

Видимая мощность, измеренная в вертикальном сечении, м	Угол наклона линии измерения, град.
15	24
19	42
24	57
39	78
12	81

Определение мощности пластов по косому направлению в общем виде можно делать по формуле П. М. Леонтовского

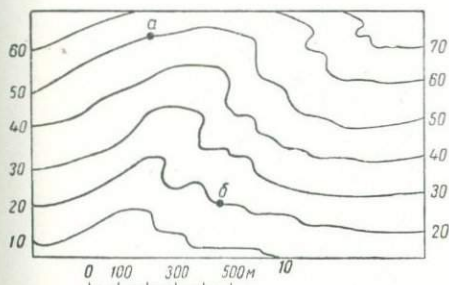
$$m = M (\sin \alpha \cos \beta \sin \gamma \pm \cos \alpha \sin \beta),$$

где M — расстояние от одной точки наблюдения до другой по поверхности. Знак плюс или минус употребляется в зависимости от соотношения направлений наклонов плоскостей обнажения

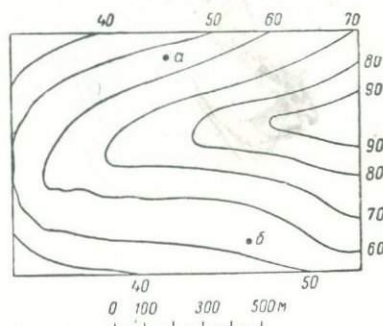
Показать эти пласты в разрезе и на плане, обозначив все известные величины: истинную мощность, ширину выхода пласта на поверхность, проекцию его выхода на горизонтальную плоскость и пр.; определить численные значения каждой из них.

Задача 2. На топографической карте (фиг. 41) в обнажениях *a* и *б* прослежены границы глинистой свиты, азимут падения ее ЮВ 160° , угол падения 22° .

Определить истинную мощность этой свиты (математическими и графическими методами); доказать, что измеренная мощность отличается от истинной.



Фиг. 41. Топографическая карта масштаба 1 : 10000 с сечением горизонталей через 10 м.



Фиг. 42. Топографическая карта масштаба 1 : 10000 с сечением горизонталей через 10 м.

Решить эту же задачу при условии, что в обнажении *a* угол падения свиты 40° , а в обнажении *б* — 18° .

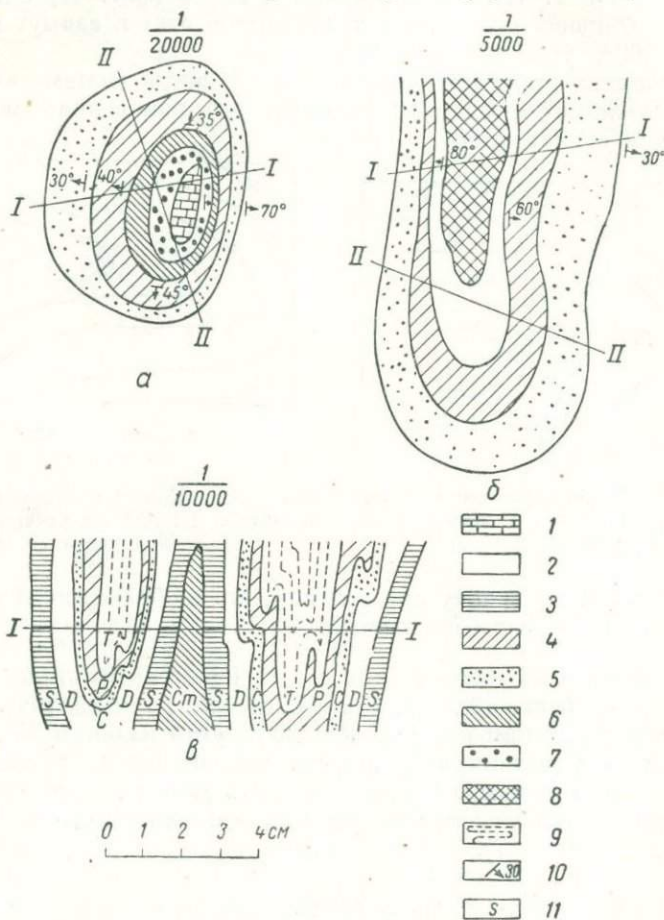
Задача 3. В обнажениях *a* и *б*, нанесенных на топографическую карту (фиг. 42), прослежены кровли двух различных пластов, азимут падения которых ЮЗ 200° , угол падения 35° .

Определить истинную мощность толщи пород, заключенных между этими пластами. Решение сделать математическими и графическими методами, используя также номограммы и таблицы (приложения 6 и 7).

Задача 4. На склонах возвышенности в обнажениях *a* и *б* наблюдаются выходы двух разных пластов, характерных своим литологическим составом. В обнажении *a*, находящемся у основания возвышенности, в кровле швагеринового горизонта были измерены азимут падения (СВ 20°) и угол падения (14°). На протяжении 520 м геолог поднимался по возвышенности в направлении СВ 50° . Склон местности на этом участке обращен своим наклоном в сторону ЮЗ 230° под углом 8° . Вторую часть пути (375 м) геолог шел в направлении СВ 65° по склону, падающему в сторону ЮЗ 245° под углом 16° , до выхода кровли аркозового песчаника в обнажении *б*. Азимут падения этого песчаника СВ 25° , угол падения 17° .

Определить истинную мощность толщи пород между обнажениями кровли известняка и кровли аркозового песчаника.

Задача 5. На приведенных геологических схематических картах (фиг. 43, а, б, в) изображены выходы коренных отложений, прослеженных на поверхности (рельеф равнинный).



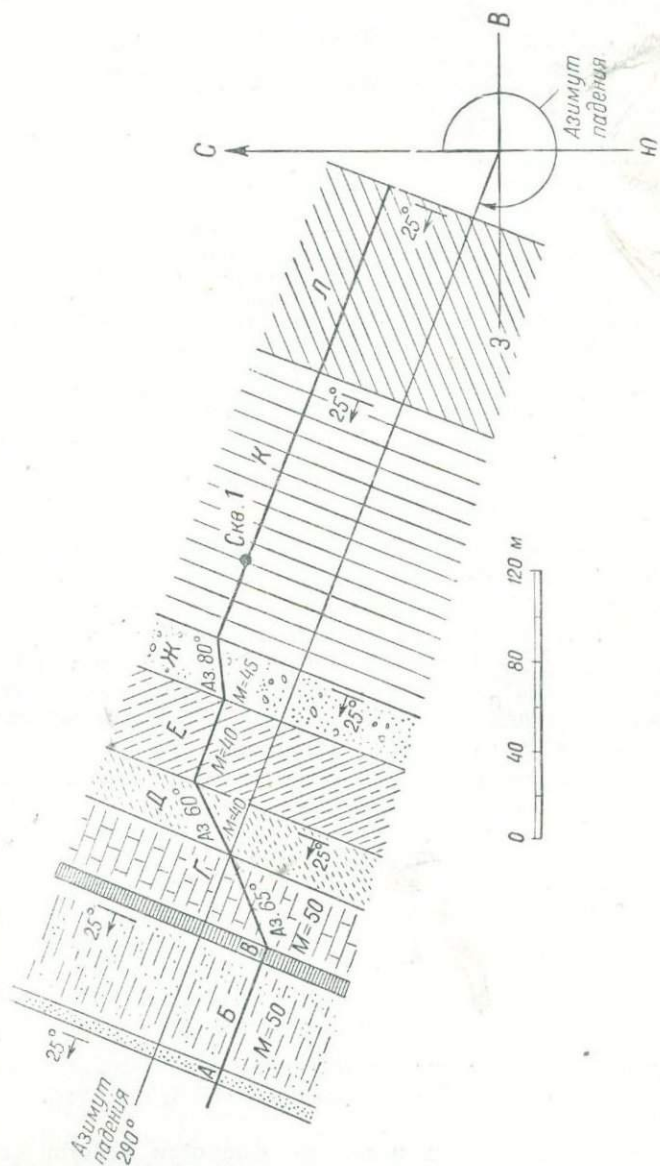
Фиг. 43. Геологические схемы с изображением в плане выходов пород на поверхность.

1 — известняки; 2 — глины серые, сильно известковистые; 3 — сланцы глинистые; 4 — глины бурые гипсоносные; 5 — пески разнозернистые; 6 — глины черные; 7 — пески с галькой; 8 — известняки битуминозные; 9 — глинистые сланцы; 10 — элементы залегания пород; 11 — стратиграфический возраст пород.

Построить профили по заданным направлениям I—I и II—II и подсчитать истинные мощности отложений. Составить колонки отложений и показать в них последовательность залегания пород.

Задача 6. В овраге обнажается мощная свита пластов, азимут падения которых СЗ 290°, угол падения 25°.

Используя подробную запись в записной полевой книжке, данные барометрического нивелирования, а также зарисовки, приведенные на фиг. 44, подсчитать истинные мощности каждого пласта.



Фиг. 44. Зарисовка плана оврага с обозначением пластов и измеренных мощностей их.
 М — расстояние между точками наблюдения по поверхности в м.

Определить истинную мощность всей толщи отложений и составить колонку отложений, используя абсолютные отметки кровли пластов (в м): А + 340; В + 318; В + 296; Г + 288; Д + 238; Е + 200; Ж + 175; К + 175; Л + 175.

Задача 7. Определить истинные мощности наклонно залегающих пластов на основе следующих данных.

Видимая мощность, измеренная вкрест простирания пласта, м	Угол наклона линии измерения, град.	Угол падения пласта, град.	Взаимосвязь пласта с рельефом местности
39	21	32	Пласт и рельеф местности наклонены в одну сторону
9	18	35	
82	42	28	
61	10	53	Пласт и рельеф местности наклонены в противоположные стороны
36	14	29	
12	23	39	
20	18	14	То же
58	49	34	

Задача 8. Определить истинную мощность пластов по данным следующих замеров.

Мощность, измеренная по косому направлению, м	Угол наклона линии измерения, град.	Угол падения пласта, град.	Угол между линией падения и линией измерения мощности, град.	Взаимосвязь пласта с рельефом местности
44	0	64	71	Пласт и рельеф наклонены в противоположные стороны
28	6	35	37	
20	18	14	25	
48	36	41	34	

Все построения представить графически и определить численные значения вертикальной и горизонтальной мощностей.

Задача 9. Определить истинные мощности пластов свиты, измеренные в овраге, на основании данных полевых наблюдений.

Составить геологический профиль (наблюденный и построенный); на его основе построить колонку отложений и показать последова-

Точки		Азимут визиро- вания, град.	Длина линии, м	Превы- шение, м	Основные геологические данные
наблю- дения	визиро- вания				
1	2	ЮВ 132	57,2	+22,3	В 15 м от точки 1 обнажает- ся кровля известняка, азимут падения СЗ 310°, угол паде- ния 24°
2	3	СВ 84	72,7	+8,7	В 5 м от точки 3 кровля глины бурой
3	4	ЮВ 147	32,8	+3,2	В точке 4 кровля песчаника, азимут падения СЗ 300°, угол падения 36°
4	5	СВ 71	12,4	+6,7	В 10,5 м от точки 5 кровля серой глины
5	6	ЮВ 141	27,2	-5,9	В 8,5 м от точки 6 кровля мергеля, азимут падения СЗ 292°, угол падения 41°
6	7	СВ 63	16,7	-12,8	В 4,2 м от точки 7 кровля мелкозернистого серого песка
7	8	ЮВ 177	39,2	+4,7	В 18,3 м от точки 8 кровля известняка, азимут падения СЗ 283°, угол падения 47°
8	9	ЮВ 102	27,3	+12,3	В точке 9 кровля красно- цветной глины

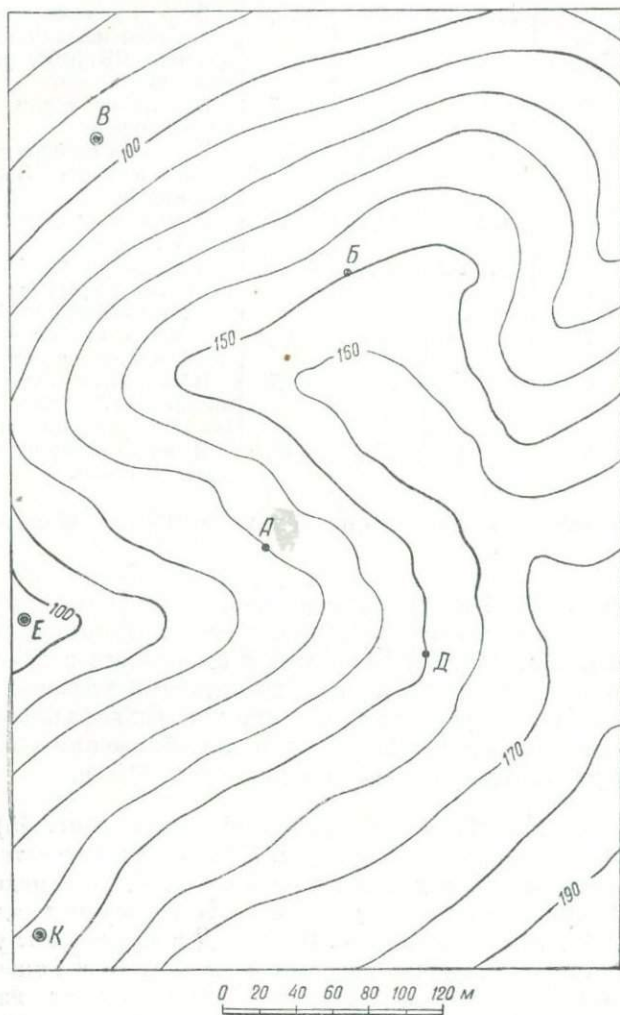
тельность залегания пород; определить истинные мощности пластов.

Задача 10. Пласт глауконитового песчаника падает под углом 26° по азимуту ЮВ 132°. Вкрест простирания пласта на расстояниях 90, 115, 145, 175 м от точки выхода его заложены вертикальные выработки, доведенные до подошвы песчаника. Определить их глубину, учитывая, что отметки рельефа плавно повышаются к юго-востоку и в 200 м от точки обнажения превышение рельефа над отметкой обнажения достигает 115 м.

Задача 11. На топографической карте (фиг. 45) в точках *A* и *B* прослежены выходы пород. В точке *A* обнажается кровля черной глины, азимут падения которой СЗ 300°, угол падения 30°. В точке *B* отмечена кровля серого аргиллита, азимут падения которой СЗ 302°, угол падения 28°. В точке *D* в шурфе на глубине 3 м от поверхности прослежены подошва черных глин и ниже — доломитизированный известняк; азимут падения пласта известняка СЗ 298°, угол падения 32°. Истинная мощность по данным изучения соседнего района 55 м.

Определить глубину залегания подошвы доломитизированного известняка в точках *B*, *E* и *K*, где намечается бурение колонковых скважин. Составить для этих скважин проектные разрезы и построить профильный разрез по линии *BEK* до границ планшета. При построении учесть, что в точке *B* обнажается кровля бурой сильно песчанистой глины, азимут падения которой СЗ 305°, угол падения 22°.

Задача 12. Опорный (маркирующий) пласт (кровля верхней юры) вскрыт скважиной на глубине 63 м, подошва его отмечена на глубине 97 м. Отметка устья скважины (альтитуда) +92 м. Азимут падения пласта СВ 32°, угол падения 21°.



Фиг. 45. Топографическая карта масштаба 1 : 2000 с сечением горизонталей через 10 м.

Определить истинную мощность пласта и построить структурную карту кровли пласта, предполагая, что элементы залегания пласта в пределах всей площади построения сохраняют свое постоянство и что рельеф местности равнинный. Скважина находится в центре площади исследования.

Глава VI

СКЛАДЧАТЫЕ НАРУШЕНИЯ

Изучение основных элементов складок

Основными формами тектонических структур, широко развитыми в земной коре, являются складки или складчатые нарушения.

Под складчатыми нарушениями понимается такое залегание горных пород, при котором пласты выведены из первоначального горизонтального положения и с различной степенью интенсивности смяты. Складчатые нарушения характеризуются большим разнообразием своих форм, которые обусловлены различными причинами [13 и 17].

В каждой складке различают следующие элементы: свод, крылья, ось, шарнир (замок), осевую поверхность, периклиналь (центриклиналь) или замыкание.

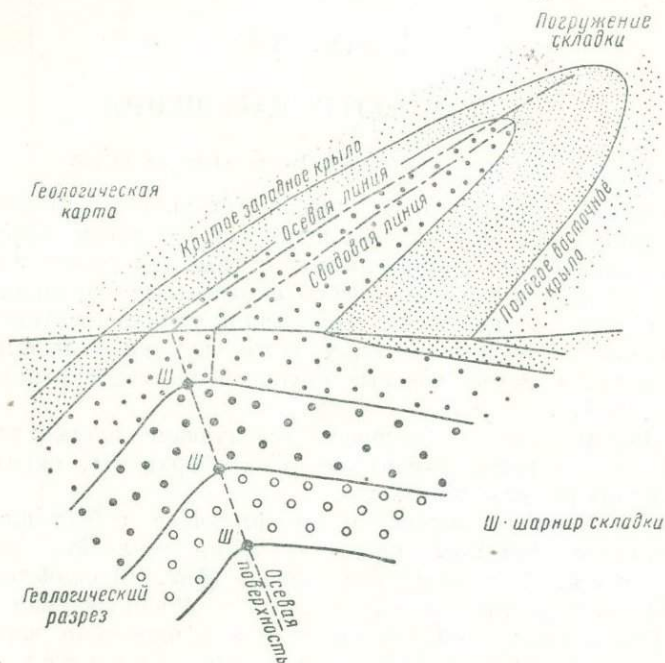
Боковые части складки, представляющие собой плоскости, определяющие границы распространения складки, называют крыльями. Шарниром складки (фиг. 46) является линия перегиба ее, в которой сходятся крылья. Воображаемая поверхность, разделяющая складку пополам и проходящая через шарниры пластов, называется осевой поверхностью (или осевой плоскостью). Проекция шарнира складки на горизонтальную плоскость называется осью складки. Наиболее приподнятая часть складки называется сводом, а водораздельная линия — сводовой линией. Замок складки является линией перегиба, получаемая при продолжении крыльев складки до их взаимного пересечения.

Все складки по внешнему виду в поперечном сечении разделяются на два типа: антиклинальные и синклинальные, которые в зависимости от положения осевой плоскости в пространстве и по падению крыльев в свою очередь подразделяются на прямые, косые, опрокинутые и лежащие. Более сложные формы складок — сундучные, веерообразные, гребневидные, диапировые и др. (фиг. 47).

Для изучения складки достаточно определить пространственное положение шарнира складки и элементы залегания пластов

на крыльях. При геологической съемке, кроме того, важно проследить погружение складки (периклиналиль для антиклинали и центриклиналиль для синклинали).

Определение этих элементов осуществляется графически. Представим, что в точках *B* и *D*, находящихся на одинаковых высотных отметках¹, прослежены крылья антиклинали по кровле маркирующего пласта. В точке *A* наблюдается периклиналильное погружение ее. Для определения оси складки на карте и угла погружения складки обозначим точки *A*, *B*, *D* на плане (фиг. 48, а) и про-



Фиг. 46. Складка и ее элементы.

должим следы пересечения плоскости крыльев *B* и *D* с дневной поверхностью до пересечения их в точке *A*; получаем конфигурацию периклиналильного погружения складки. На основе измеренных углов падения крыльев складки строим плоскости крыльев. Линия *AC* пересечения крыльев является шарниром складки.

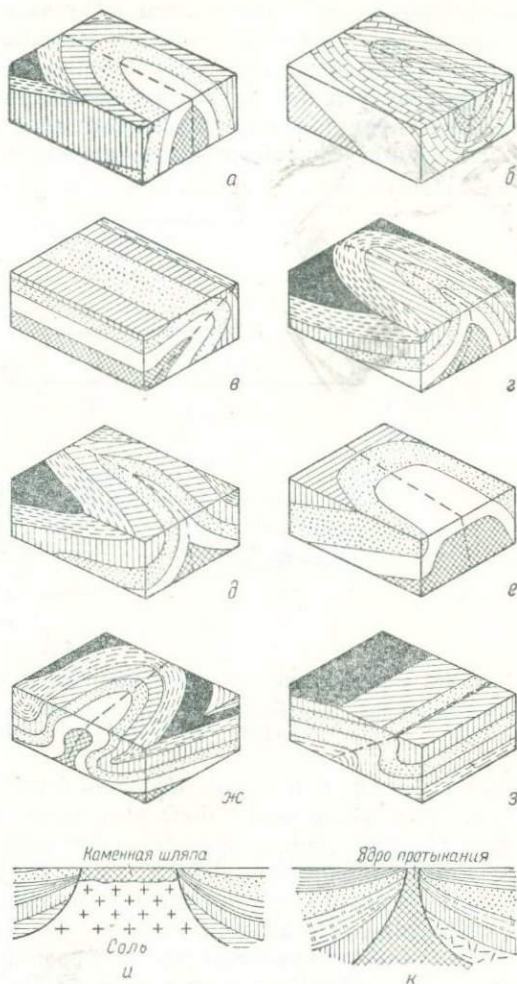
Линия *CO* определяет положение осевой плоскости складки. Проведем плоскости *BOC* и *DOC* перпендикулярно к линиям простираия крыльев складки *AB* и *AD* и получим два треугольника с углами α_1 и α_2 , которые являются углами падения крыльев

¹ Если точки *B* и *D* находятся на разных высотных отметках, то для решения этой задачи необходимо прежде всего привести эти отметки к одинаковым числовым значениям путем построения профиля (желательно вкост простираия оси складки) и определять положение шарнира складки и элементов залегания пластов на крыльях, как указано выше.

складки. На произвольной высоте OC_1 проведем горизонтальную плоскость $A_1B_1C_1D_1$. Как видно из графической схемы, шарнир складки AC проходит через точку A_1 . Линии A_1B_1 и A_1D_1 представляют собой одну изогипсу, проведенную на произвольной высоте, где точка A_1 лежит на одной прямой с точкой A и в то же время находится в плоскости шарнира складки.

Таким образом, определение пространственного положения шарнира складки и угла погружения ее сводится к построению на плоскости нескольких горизонталей на различных отметках и изображению направления простираения крыльев складки и углов падения их.

Для определения угла погружения шарнира складки в произвольных точках воспользуемся предыдущей графической схемой (фиг. 48, а) и восстановим перпендикуляры к AB и AD (фиг. 48, б). В вершинах B и D строим углы падения α_1 и α_2 . Затем на линиях простираения AB и AD откладываем равные произвольные отрезки BK и DK_1 . В точках K и K_1 проводим перпендикуляры к AB и AD . Через точки C и C_1 , полученные в результате пересечения перпендикуляров со сторонами углов падения, проводим изогипсы пластов CA_1 и C_1A_1 параллельно AB и AD . Линия, соединяющая точки A и A_1 , есть искомая проекция шарнира складки. Для получения угла погружения складки в точке A_1 восстановим к AA_1 перпендикуляр $A_1K_2 = BK = DK_1$. Соединив точку K_2 и A ,



Фиг. 47. Формы складок.

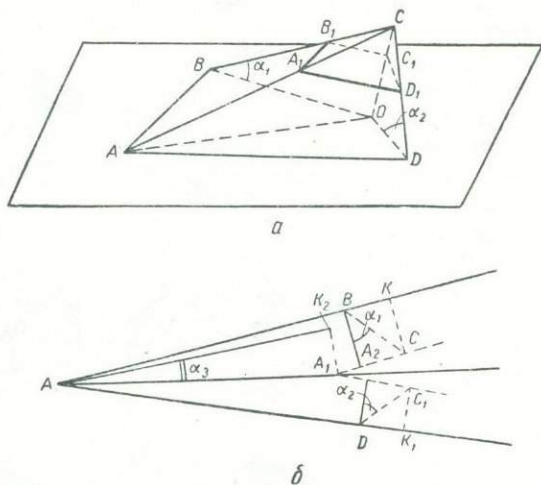
Антиклинальные складки: а — прямая; в — лежащая; г — косая; д — острая или гребневидная; е — сундучная; жз — веерообразная; б — синклиналь косая; з — складка стулообразная; и — соляной купол прорванного типа; к — диапировая складка.

проведим изогипсы пластов CA_1 и C_1A_1 параллельно AB и AD . Линия, соединяющая точки A и A_1 , есть искомая проекция шарнира складки. Для получения угла погружения складки в точке A_1 восстановим к AA_1 перпендикуляр $A_1K_2 = BK = DK_1$. Соединив точку K_2 и A ,

получаем при вершине A искомый угол падения шарнира складки α_2 .

Для изображения основных элементов геологического строения складки крайне необходимым является построение следа осевой поверхности складки на профиле. Особенно важным это построение представляется при поисковых и разведочных работах на нефть и газ.

Первое условие для определения положения осевой поверхности — правильное изображение строения складки на профиле с учетом всех фактических данных и правильной их интерпретации.



Фиг. 48. Определение основных элементов складки графическим методом. а — определение погружения антиклинальной складки; б — построение шарнира складки и определение угла погружения его.

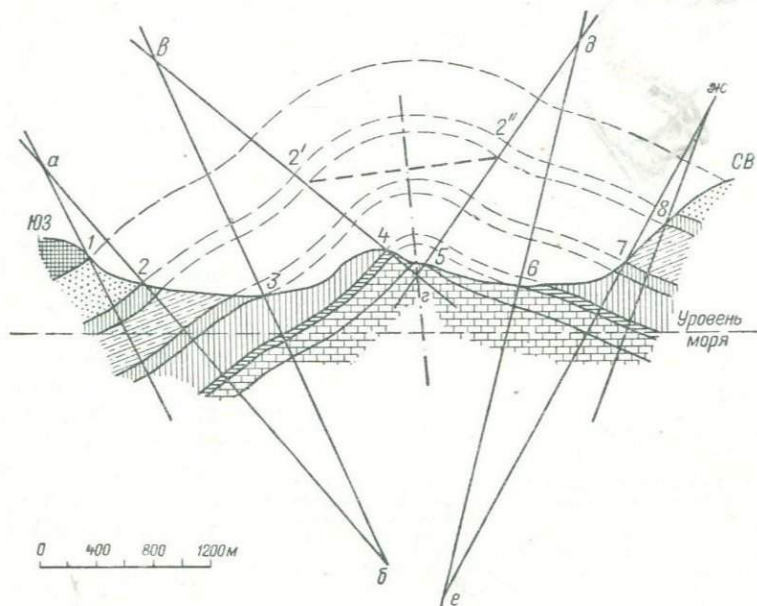
Для складок, в которых прослеживается параллельность отложений, это условие может быть выполнено в точности; в тех же складках, где эта параллельность нарушается, в профиле положение осевой поверхности приобретает некоторую условность и нуждается в дополнительном уточнении путем использования данных геолого-разведочных выработок.

В асимметричной складке построение следа осевой поверхности на профиле сводится к следующему [3]. На основе данных наблюдаемого профиля при помощи отрезков дуг между вспомогательными перпендикулярами составляется построенный профиль (фиг. 49). Из чертежа видно, что свод складки находится между точками 4 и 5; вспомогательные перпендикуляры к выходам пластов на поверхность в точках 4 и 5 при пересечении дают точку 2, которая лежит на продолжении следа осевой поверхности. Для нахождения второй точки, необходимой для построения следа, соединяем точки 2' и 2'' хордой и, разделив эту хорду пополам, находим вторую искомую точку. Через найденные точки проводим линию, которая является следом осевой поверхности, и определяем пространственное положение ее, а также характер самой складки.

Построение следа осевой поверхности на глубине возможно на основе данных бурения глубоких скважин и должно координироваться с результатами геологического картирования [3].

На основании изложенного решить приведенные ниже задачи.

Задача 1. На крыльях наклонной антиклинальной складки почти меридионального простирания по профилю (проведенному вкрест простирания оси складки) замерены элементы залегания крыльев по кровле верхнего девона (известняки). Результаты замеров: в точке А, расположенной у западной границы планшета,



Фиг. 49. Построение следа осевой поверхности на профиле.

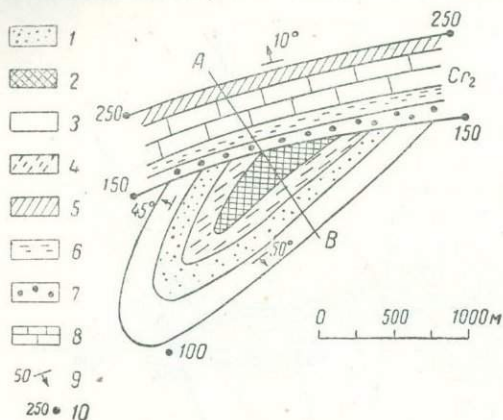
азимут падения западного крыла СЗ 285° , угол падения 42° ; в точке Б, расположенной у восточной границы планшета, азимут падения восточного крыла СВ 40° , угол падения 32° .

Найти направление простирания складки (точно выразив в градусах и румбах) и определить угол наклона складки (погружение шарнира). В построенном профиле вкрест простирания показать след осевой плоскости и определить глубину скважины, заложенной на своде складки до подошвы верхнего девона, если истинная мощность его предположительно равна 200 м. Рельеф местности равнинный.

Задача 2. На геологической карте изображено несогласное залегание отложений девона и верхнего мела (фиг. 50). Отметки рельефа даны в отдельных точках.

Прочитать геологическую карту, определить последовательность всех процессов, происходивших на территории данного района, и составить геологический профильный разрез по линии АВ. Построить колонку отложений с указанием литологической и стратиграфической последовательности отложений и истинных мощностей их.

Задача 3. На топографическом плане прослежены выходы отдельных свит (фиг. 51). В точке С обнажается кровля свиты 5;



Фиг. 50. Геологическая карта масштаба 1 : 25000.

Девон: 1 — песчаная толща, 2 — глины пестроцветные, 3 — доломитизированные известняки, 4 — глины черные с тонкими прослоями песков. Верхний мел: 5 — белый мел, 6 — глауконитовые песчаники и пески, 7 — пески крупнозернистые с фосфоритами, 8 — известняки; 9 — элементы залегания отложений; 10 — отметки рельефа над уровнем моря.

характеризовать весь комплекс отложений такими литологическими разностями пород, которые присущи бассейну с явными признаками регрессии (от прибрежных до континентальных фаций). В колонке отложений показать изменение фациального состава пород от морских (внизу) до континентальных (вверху).

Задача 4. В районе проведения геологической съемки, рельеф которого изображен на топографической карте, на восточном склоне горы Высокая в точке А обнажаются красноцветные глины верхнепермского возраста. Подошва этих глин прослежена в ряде обнажений (точки В, В, Г, Д, Е) (фиг. 52).

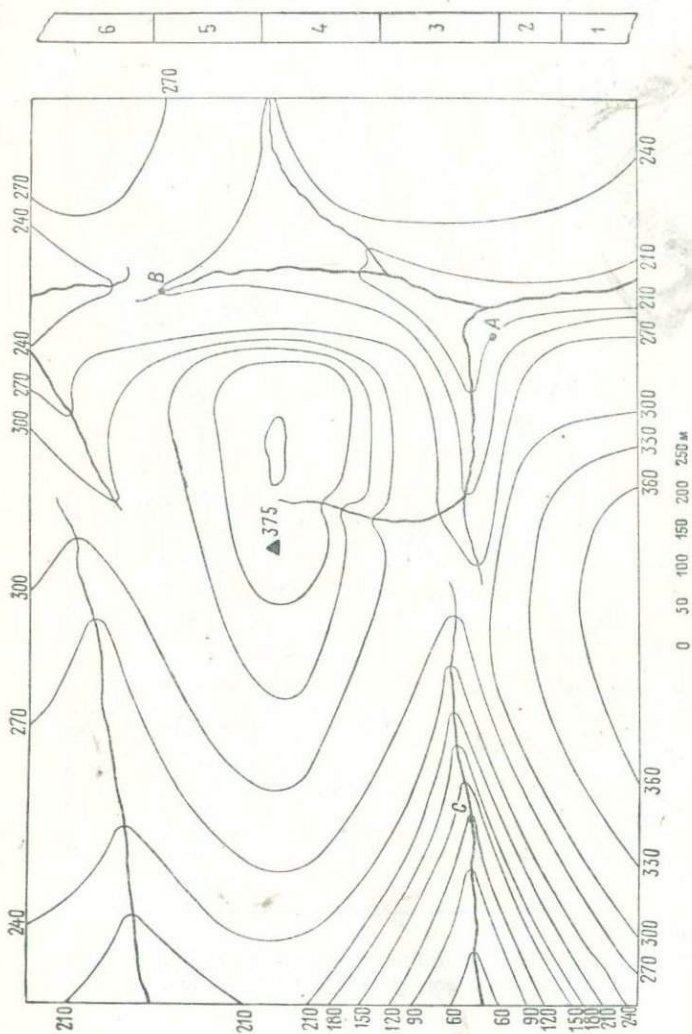
У источника Маринка на отметке 415 м прослежен выход подошвы каменноугольных известняков, азимут простирания которых СЗ 340°, угол падения 90°. Кровля этой карбонатной свиты отмечена в точке К. К востоку от нее до восточной границы планшета прослежена толща серых сланцеватых глин.

азимут падения СЗ 285°, угол падения 26°. Построить выходы этой свиты на поверхность.

Пользуясь нормальным разрезом отложений, составить геологическую карту в пределах всего планшета, учитывая при этом, что азимутальное простирание всех свит сохраняется, изменяются только углы падения: в кровле свиты 4 — 31°, в кровле свиты 3 — 38°, в подошве свиты 2 — 47°. Определить стратиграфическое положение (в пределах свит) точек А и В.

При составлении геологической карты охарактеризовать весь комплекс отложений такими литологическими

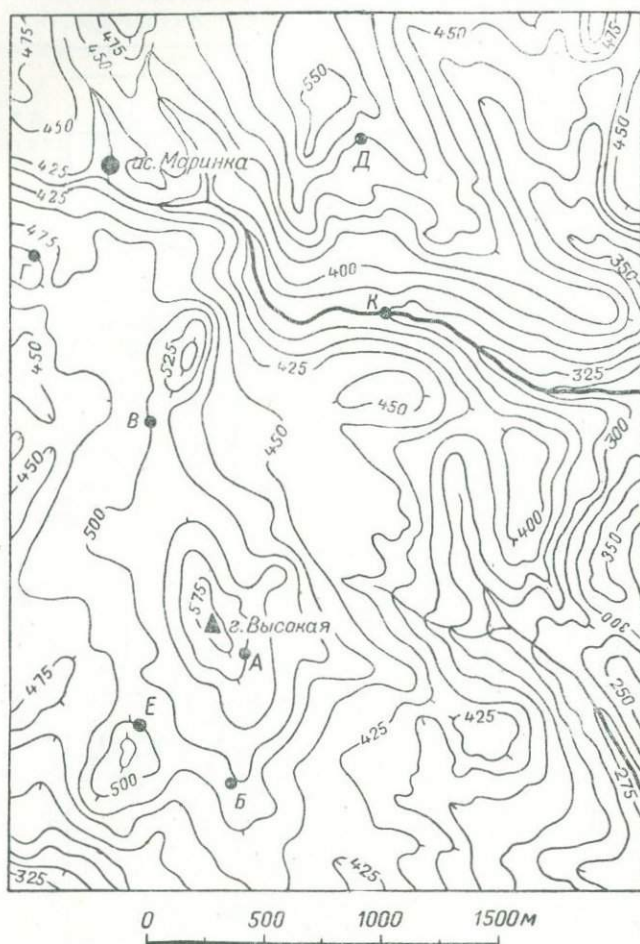
Нанести все наблюдаемые отложения на карту, с точным обозначением их границ распространения; построить геологические разрезы по направлениям *ГК* и *КЕ*, продолжив их до границ планшета; составить колонку отложений района.



Фиг. 51. Топографическая карта и колонка отложений, построенные в масштабе 1 : 5000. Нумерация свит в колонке указывает их стратиграфическое положение.

Задача 5. Построить геологическую карту на данной топографической основе (фиг. 53). В точке *А* обнажается подошва песчано-глинистой толщи неокома (низы нижнего мела). Кровля вышележащих отложений апта обнажается в точках *Б*, *В*, *Д*. Простирание ее в точках *Б* и *В* с запада на восток, в северной части планшета свита скрыта под наносами. В точке *Д* выход кровли отложений апта прослеживается по простиранию.

Вдоль берегов р. Крутая и ее притока р. Момочки наблюдаются аллювиальные отложения, максимальная отметка распространения которых 180 м.

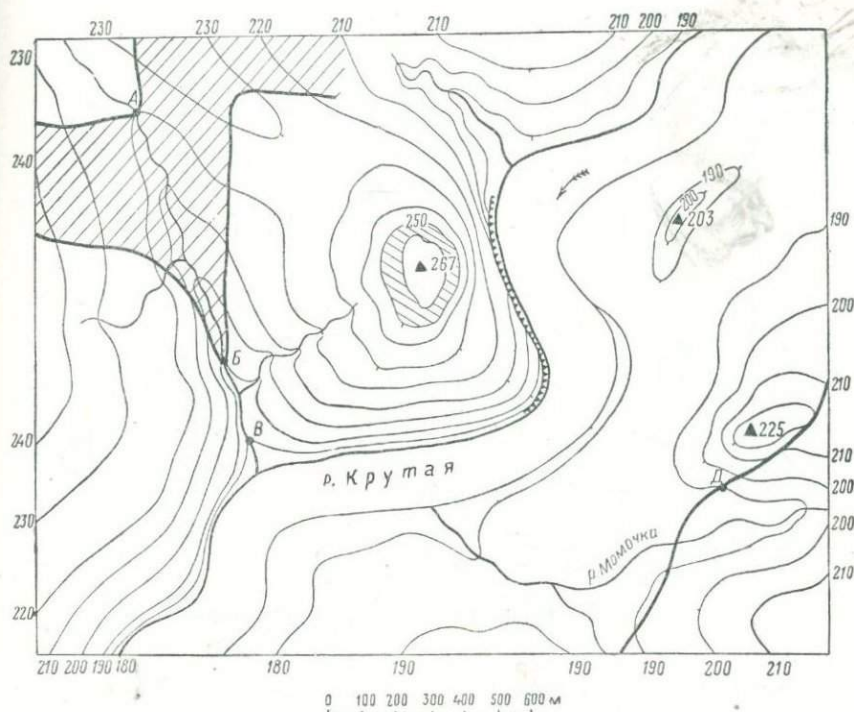


Фиг. 52. Топографическая карта масштаба 1 : 25000 с сечением горизонталей через 25 м.

Пользуясь стратиграфической схемой последовательности отложений (приложение 1): 1) составить геологическую карту района, 2) построить геологический профиль вкрест простирания отложений, 3) составить нормальный разрез отложений, приняв во внимание, что выше отметки 250 м залегают акчагыльские отложения. При описании геологического строения составить схему тектоники района.

Задача 6. На фиг. 54 приведена карта среза на нулевой отметке (геологическая карта) с нанесенными свитами пород *а*, *б*, *в*, *д*.

Построить ряд профильных разрезов по линиям *АБ*, *АВ*, *АГ*, *АД*, *АЕ* в масштабе 1 : 10000; показать положение всех свит выше нулевой поверхности и обозначить осевые плоскости складок.



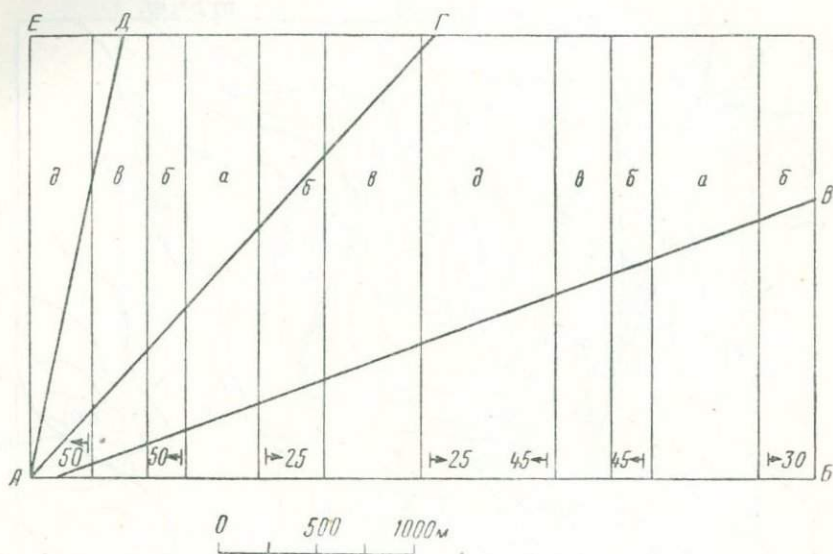
Фиг. 53. Топографическая карта масштаба 1 : 10000 с сечением горизонталей через 10 м.

На приведенных примерах построения профильных разрезов показать (графически и математически) зависимость между истинными величинами угла падения и мощности свит и их измеренными значениями, наблюдаемыми по линиям разрезов *АВ*, *АГ* и др. Построить карту среза в масштабе 1 : 20000 на отметке +150 м; изобразить положение пластов на блок-диаграмме, приняв для построения одно из вертикальных сечений по линии *АВ*.

Задача 7. Составить геологическую карту по выходам пород в обнажениях, нанесенных на топографическую карту (фиг. 55). Построить геологический разрез вкрест простирания древних отложений и определить основные элементы тектоники

района. В колонке показать последовательность залегания пород.

Задача 8. Разобрать геологическую карту, приведенную на фиг. 56. Рельеф расчлененный, горизонтали отсутствуют; имеются лишь отдельные точки (обозначены треугольниками) с высотными отметками над уровнем моря.



Фиг. 54. Карта среза на нулевой отметке.

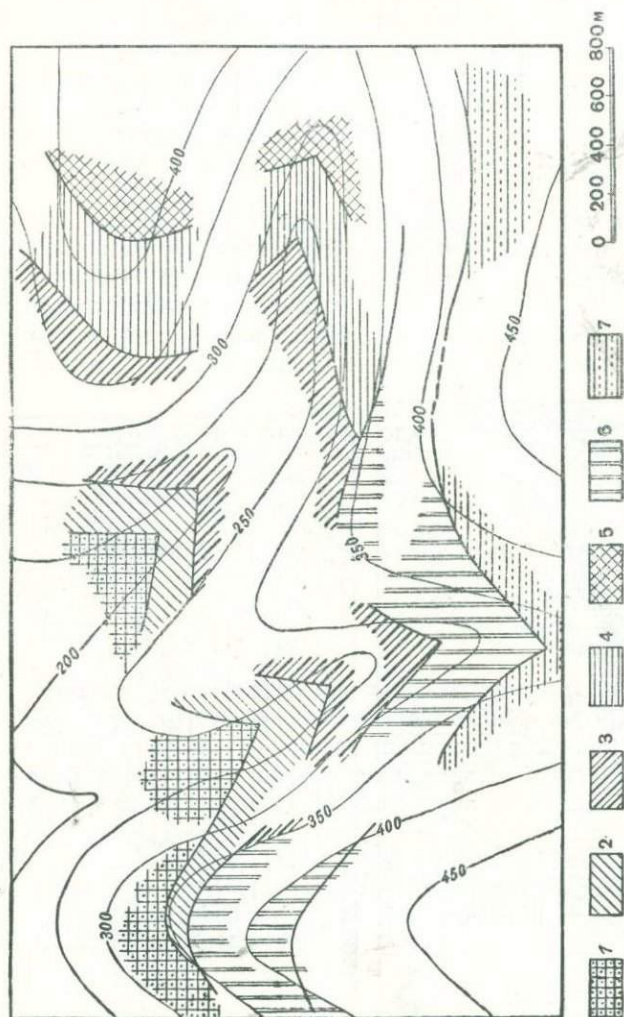
Составить схематические геологические профили вкрест простирания отложений и показать в колонке последовательность всех отложений, с указанием их истинных мощностей. В разрезах также указать положение следов осевых плоскостей складок.

Задача 9. Разобрать геологическую карту, изображенную на фиг. 57. На основе построенных геологических профилей (необходимое число и пространственное положение их требуется определить) охарактеризовать геологическое строение района, последовательность и мощность отложений, а также дать заключение о рельефе местности.

Задача 10. Показать на плане антиклинальную складку широтного простирания, осложненную на востоке ундуляцией; представить эту складку в разрезах по оси структуры и вкрест простирания ее.

Используя условные обозначения, применяемые для изображения тектоники на картах, показать на плане и в разрезах анти-

клинальную складку (прямую и косую), осложненную в своде седлообразным пережимом.



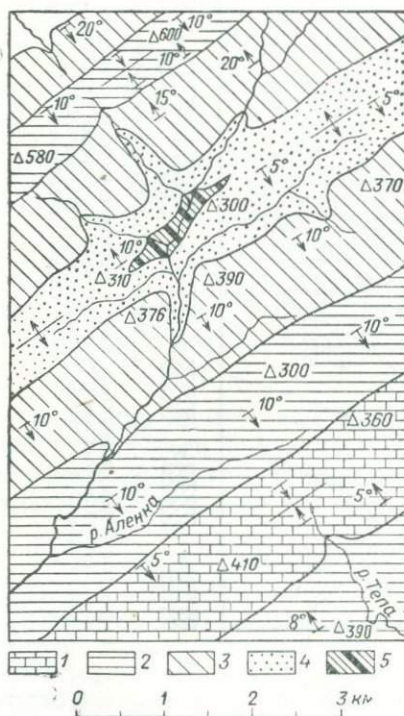
Фиг. 55. Топографическая карта с нанесенными выходами пород.

1 — песок разноразмерный, кизилу крупнозернистый, с галькой и фосфоритовым прослоем в подошве; 2 — известняк плотный, окремненный; 3 — глины темносере с прослоями песков; 4 — мергели ржавобурые; 5 — пески зеленовато-серые глинистые, с конкрециями; 6 — песчаный рыхлый; 7 — глины гипсоватые, пестроокрашенные.

Используя те же обозначения, показать в плане и разрезе центриклиналь и периклинали для косой и опрокинутой складок.

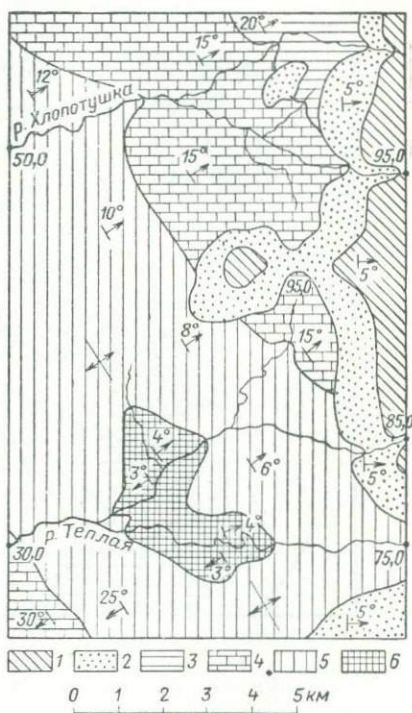
Задача 11. Построить в масштабе 1 : 10000 геологический профиль вкрест простираения пластов, простирающихся в меридиональном направлении и залегающих параллельно между собой. Исходные данные приведены ниже.

№ пластов	Расстояние от начальной точки, м	Угол падения пластов, град.	Направление падения пластов
1	—	40	Восток
2	150	35	Запад
3	450	25	Восток
4	600	50	То же
5	900	30	Запад
6	1050	50	Восток
7	1350	25	Запад
8	1500	25	То же
9	1800	40	Восток
10	2100	65	Запад



Фиг. 56. Геологическая карта масштаба 1 : 50000.

Мел: 1 — мел белый, 2 — темносерые глины с прослоями глауконовых песков, 3 — глины черные с включением кристаллического гипса, 4 — пески кварцевые серые. Юра: 5 — глины бурые, сильно песчанистые.



Фиг. 57. Геологическая карта масштаба 1 : 100000.

1 — олигоцен; 2 — эоцен; 3 — верхний карбон; 4 — средний карбон; 5 — нижний карбон; 6 — верхний девон. Цифры на карте у точек пересечения рек с рамкой карты — высотные отметки над уровнем моря.

Рельеф местности равнинный; абсолютные высотные отметки около 200 м над уровнем моря.

Определить местоположение пласта 1 на восточном конце профиля. Построить колонку отложений в масштабе 1 : 2500, учитывая, что литологический состав всех наблюдаемых в разрезе пород (от древних к молодым) указывает на регрессию морского бассейна.

На основе построенного разреза составить геологическую карту масштаба 1 : 20000, приняв длину рамки планшета по меридиану в 3 км и линию геологического профиля посередине.

Задача 12. На основе наблюдаемого профиля построить меридиональный геологический профиль в масштабе 1 : 5000 через свиту пластов, простирающихся широтно и залегающих между собой параллельно и согласно.

Рельеф местности равнинный, отметки около 300 м над уровнем моря. Данные, необходимые для построения, приведены в таблице.

№ пластов	Расстояние от начальной точки, м	Угол падения пластов, град.	Направление падения пластов
1	—	60	Север
2	180	40	Юг
3	300	25	Север
4	450	50	Юг
5	600	Пласт горизонтальный	
6	720	60	Север

В 200 м к северу от южного конца профиля (т. е. от пласта 6) прослежен маркирующий пласт. Определить его положение на разрезе (в обнажении) и на северном конце профиля; прочесть углы падения, а также показать его положение в нормальной колонке отложений. Масштаб колонки произвольный.

Задача 13. Построить геологический профиль широтного направления поперек серии меридионально простирающихся пластов, параллельных между собой и залегающих согласно. Исходные данные приведены ниже.

№ обнажений	Расстояние от начального обнажения, м	Угол падения пластов, град.	Направление падения пластов
1	—	20	Запад
2	30	20	»
3	45	25	Восток
4	60	40	»
5	90	60	»
6	135	20	Запад
7	150	20	»

Все элементы залегания замерены в кровле пластов. Рельеф местности горизонтальный; абсолютные отметки около 50 м над уровнем моря. На основе построения охарактеризовать складки, определить истинные мощности пластов (в колонке отложений) и, продолжив построение профиля к западу и востоку (сохраняя численные значения углов падения, наблюдаемые в обнажениях 1 и 7), определить их видимые мощности при выходе на поверхность.

На плане в масштабе 1 : 5000 показать тектоническую схему, наблюдаемую на поверхности; метод изображения — обычный, применяемый для построения карт, границы площади — произвольные. Такую же схему изобразить на карте среза, построенной на нулевой отметке.

Задача 14. Изобразить на плане и в разрезах косую сундучную складку, простирающуюся с северо-запада на юго-восток. Более крутым крылом является северо-восточное. Юго-западное крыло на погружении осложнено флексурой, наиболее резко проявляющейся в центральной части поднятия. Общее протяжение складки около 10 км по простиранию и до 4 км вкrest простирания.

Задача 15. Изобразить на плане и разрезах все основные формы складок (линейные, прерывистые и промежуточного типа) и на примерах показать их существенные различия. Все построения сделать в трех проекциях (план и две взаимно перпендикулярные вертикальные плоскости).

Задача 16. При проведении геологического картирования в пределах площади со сглаженным равнинным характером был применен метод съемки вкrest простирания. В итоге полевых наблюдений по профилю, ориентированному с СЗ 295° на ЮВ 115°, были получены следующие фактические данные.

№ обнажений	Расстояние от преды- дущего обнажения, м	Угол падения пластов, град.	Направле- ние падения пластов, град.
1	—	33	СЗ 295
2	2000	22	СЗ 295
3	1750	48	СЗ 295
4	1250	20	ЮВ 115
5	2300	15	ЮВ 115
6	1800	10	ЮВ 115

Обн. 1 находится в северо-западном углу планшета.

Охарактеризовать тектоническую форму залегания пород и при наличии складки определить положение оси ее в разрезе и на геологической карте, приняв, что все отложения, отмеченные на геоло-

гическом профиле, сохраняют свое простирание в пределах границ планшета.

Задача 17. В результате геологической съемки в масштабе 1 : 50000 был составлен наблюдаемый геологический профиль, который ориентирован по азимуту ЮЗ 240° — СВ 60° и характеризуется следующими данными.

№ обнажений	Расстояние от предыдущего обнажения, м	Высотные отметки над уровнем моря, м	Угол падения пластов, град.	Направление падения пластов, град.
1	—	1000	42	ЮЗ 240
2	1750	1100	23	ЮЗ 240
3	1800	1800	46	ЮЗ 240
4	2000	2500	32	ЮЗ 240
5	700	2300	49	СВ 60
6	1000	2100	23	СВ 60

Определить положение оси складки, охарактеризовать складку и изобразить ее на плане. При составлении геологической карты учесть, что в обнажении 4 прослежена кровля неокома (нижний мел), в обнажении 3 — кровля апта, в обнажении 2 — кровля сеномана и в обнажении 1 — кровля верхнего мела.

Подсчитать истинные мощности отложений и составить стратиграфическую колонку отложений.

Задача 18. В процессе проведения геологической съемки в масштабе 1 : 50000 был составлен геологический разрез вкрест простирания пород по азимуту СЗ 280° — ЮВ 100°. Результаты наблюдений приведены ниже.

№ обнажений	Расстояние от предыдущего обнажения, м	Высотные отметки над уровнем моря, м	Угол падения пластов, град.	Направление падения пластов, град.
1	—	600	27	СЗ 280
2	2000	820	18	СЗ 280
3	1000	710	26	СЗ 280
4	1700	670	51	СЗ 280
5	1400	610	16	ЮВ 100
6	1800	420	7	ЮВ 100
7	1500	710	17	ЮВ 100

На основе построенного геологического профиля в масштабе 1 : 50000 определить характер залегания пород, показать ось складки и составить литологическую колонку с выделением всех

отмеченных свит. Учсть, что в обн. 5 прослежена кровля известняков верхнего карбона, а выше залегают отложения нижней перми, истинная мощность которых (по аналогии с соседними районами) определена в 1200 м. Указать на геологическом разрезе ожидаемый выход (из-под наносного покрова) границы нижнего яруса пермских отложений.

Задача 19. При детальной геологической съемке для уточнения положения свода складки был задан геологический профиль вкрест простирания, причем обн. 1 находится в юго-западной части района съемки. Результаты наблюдений приведены в таблице.

№ обнажений	Расстояние от предыдущего обнажения, м	Высотные отметки над уровнем моря, м	Угол падения пластов, град.	Направление падения пластов, град.
1	—	600	12	ЮЗ 225
2	500	280	20	ЮЗ 225
3	300	120	32	ЮЗ 225
4	325	110	65	ЮЗ 225
5	750	90	71	ЮЗ 225
6	175	70	22	СВ 45
7	600	105	18	СВ 45
8	500	340	8	СВ 45
9	830	630	14	СВ 45
10	750	810	7	СВ 45

Составить построенный геологический профиль в масштабе 1 : 25000 и увязать между собой прослеженные пласты на юго-западном и северо-восточном крыльях.

Задача 20. При картировании в масштабе 1 : 10000 был проведен вкрест простирания пород профиль, по створу которого зафиксированы выходы пластов в обнажениях. Результаты их изучения приведены ниже.

№ обнажений	Расстояние от предыдущего обнажения, м	Высотные отметки над уровнем моря, м	Угол падения пластов, град.	Направление падения пластов, град.
1	—	200	28	СЗ 300
2	160	140	15	СЗ 300
3	220	90	12	СЗ 300
4	140	80	21	СЗ 300
5	200	110	32	СЗ 300
6	240	185	27	ЮВ 120
7	350	210	54	ЮВ 120
8	240	190	24	ЮВ 120
9	190	210	10	ЮВ 120

Определить тектоническую форму складки и показать ее основные элементы; составить литологическую колонку для северо-западного крыла. При составлении колонки принять условную литологическую характеристику пород, но учесть, что в обл. 7 прослежена кровля палеогена.

Методы изображения складчатых нарушений

При геологическом картировании и при обработке результатов геологических исследований принято изображать складки в плане или в вертикальном разрезе плоскостью, перпендикулярной к осевой поверхности складки. Естественными обнажениями и горными выработками складки могут быть пересечены в самых различных направлениях. В зависимости от направления, в котором пересечена складка, видимая форма ее значительно изменяется, и поэтому геологу часто приходится по видимой форме складки воспроизводить ее форму в любом другом разрезе. Это всегда возможно сделать, если известно положение данного разреза относительно осевой поверхности и оси складки.

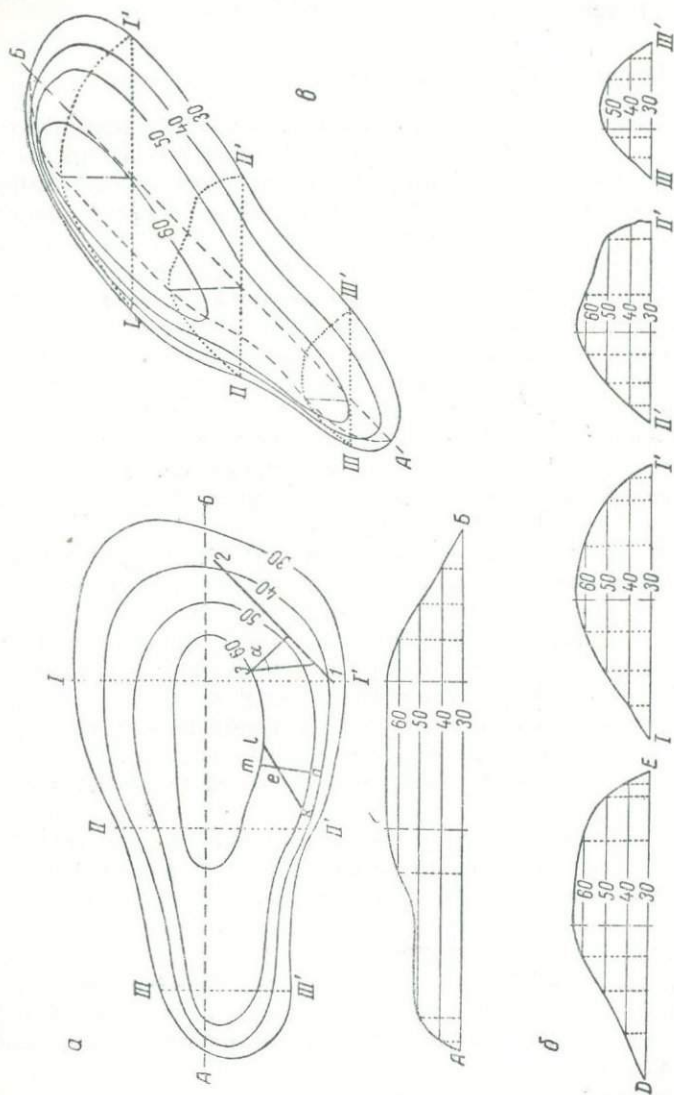
Складки можно изображать различными способами, начиная от схематичного (общего), путем обозначения следа осевой плоскости и расположения крыльев (по элементам залегания пластов или свит) до детального освещения их.

Геологическое строение складок в плане может представляться в том виде, в каком они получаются при вскрытии их современным рельефом или при сечении горизонтальной плоскостью на какой-либо глубине. В тех случаях, когда на плане приводится изображение выходящих на поверхность различных геологических образований по возрастному и литологическим признакам, получают геологическую карту. При изображении складчатых нарушений в плоскости какого-либо условно взятого горизонтального сечения получают карту горизонтального срез а.

Наиболее удобный метод изображения складчатых нарушений в плане — построение структурных карт. Структурная карта представляет собой условное изображение при помощи горизонталей, отражающих основные складки, формы определенной поверхности (кровли или подошвы) пласта или свиты. Если эта граница имеет вполне определенное стратиграфическое обозначение (например, кровля верхнего карбона), то изолинии (горизонталю), проведенные по кровле этой поверхности, называются стратизогипсами.

Принцип построения структурных карт относительно прост. Например, в пределах участка земной поверхности прослеживается брахиантиклинальная складка, наблюдаемая на основе полевых исследований по какой-либо поверхности маркирующего слоя. В плане она изображается в виде следов осевой плоскости и крыльев складки по замерам элементов залегания. Рассечем ее мысленно рядом горизонтальных плоскостей, расположенных на

равных расстояниях друг от друга, и обозначим их соответствующими абсолютными отметками по отношению к уровню моря. В результате получим замкнутые линии пересечения (горизонталы или изогипсы) этих горизонтальных плоскостей с поверхностью, обра-



Фиг. 58. Построение структурной карты.

а — план в изогипсах; б — вертикальные разрезы по различным направлениям; в — перспективное изображение антиклинальной складки с показом пространственного положения горизонталей.

зующей структурную форму складки. Спроектировав изогипсы на горизонтальную плоскость и сохраняя при этом масштаб построения, получим изображение брахиантиклинальной складки (фиг. 58).

Расстояние между изогипсами называется сечением или падением горизонталей. Чем крупнее масштаб карты,

тем меньше расстояние между изогипсами и тем детальнее изображается рельеф рассматриваемой поверхности. Отсчет горизонталей обычно ведется от уровня моря, отметка которого принимается за нуль. Отметки горизонталей подписываются над линией горизонтали или в ее разрыве.

Используя структурные карты для построения профилей по заданным направлениям, можно показать форму и рельеф складки в вертикальном сечении. Пользуясь структурной картой, можно не только построить геологический профиль по любому заданному направлению, но и определить угол падения плоскости пласта (опорной поверхности пласта или свиты, по которой построена структурная карта) по отношению к горизонтальной плоскости. Угол падения может быть выражен в градусах или в виде градиента уклона, представляющего собой отношение разности отметок соседних изогипс к наикратчайшему расстоянию между ними, замеренному на карте. Для пояснения обратимся к фиг. 58. Через точку *e*, находящуюся между горизонталями 60 и 50, проведены прямые *kl* и *mn*. *mn* является кратчайшим отрезком и представляется линией падения. На этой же схеме дано определение элементов залегания пласта по трем точкам (1, 2, 3).

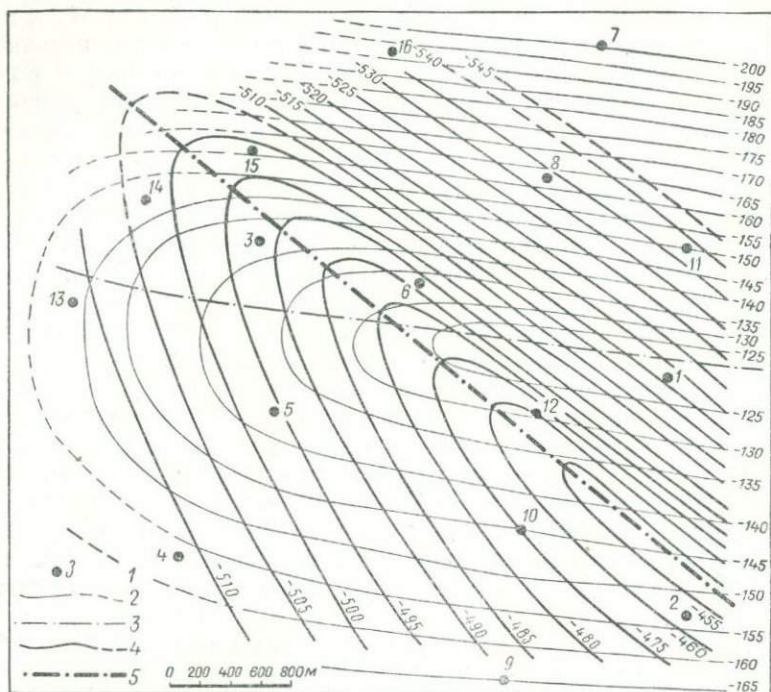
Изображение и детализация складчатых нарушений при помощи структурных карт имеют большое практическое значение, особенно при наличии нескольких опорных пластов, залегающих несогласно между собой. Принцип построения сложных структурных карт (с отображением взаимосвязей пластов между собой и каждого из них по отношению к поверхности) аналогичен описанному выше, с той лишь разницей, что на карту в данном случае наносят изогипсы двух опорных поверхностей по двум маркирующим пластам или свитам.

Таким образом, при помощи структурных карт можно изобразить все формы складок, показать особенности их строения и все элементы, их осложняющие (структурные террасы, структурные выступы, ундуляции, разветвление осей, асимметричность и др.).

Пример. На фиг. 59 изображены две совмещенные структурные карты, составленные по результатам бурения структурных скважин. Одна из них построена по кровле кунгура, представленного ангидритами и доломитами, а другая — по кровле артинского яруса, выраженного известняками. На приведенной схеме представлено периклинальное окончание антиклинальной складки с явно выраженным азимутальным несогласием между обоими ярусами.

Используя методы построения структурных карт, составляют карты изопакит — карты равных истинных мощностей пласта или свиты. При помощи карт изопакит возможно определять перерывы в отложениях, время проявления тектонических усилий, наличие разрывов, а также воссоздавать характер строения древней складчатости. Под термином «истинная мощность» при составлении таких карт подразумевается мощность несогласно залегающих

горизонтов или свит, пересчитанная с учетом угла падения плоскости напластования (в кровле или подошве) или же угла, являющегося величиной среднearифметической из углов по кровле и по подошве. Пример, приведенный на фиг. 59, с достаточной убедительностью указывает на несогласное залегание между двумя свитами и характеризуется значительными изменениями истинной мощности их в пределах площади складки.



Фиг. 59. Структурные карты периклинального окончания антиклинальной складки.

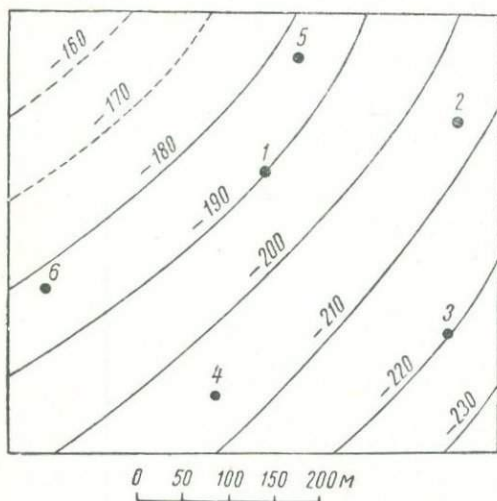
1 — скважины; 2 — стратобатиметры кровли кунгурского яруса; 3 — ось складки по кунгурскому ярусу; 4 — стратобатиметры кровли артинского яруса; 5 — ось складки по артинскому ярусу.

Метод построения карты изопакит заключается в следующем [62]. На топографическую основу наносят две структурные карты — по кровле и подошве той свиты или пласта, по которой предполагается построить карту. При наличии углового несогласия в напластовании отложений свиты изолинии по кровле не могут точно повторять направление изолиний по подошве. Определяем видимую мощность h свиты в точках пересечения изолиний кровли и подошвы путем вычитания из глубины залегания кровли глубины залегания подошвы. Значение истинной мощности m определяется по формуле $m = h \cos \alpha$, где α — угол падения свиты, замеренный в месте пересечения изолиний.

Угол α определяется путем построений, расчетов или при помощи номограммы (приложение 14).

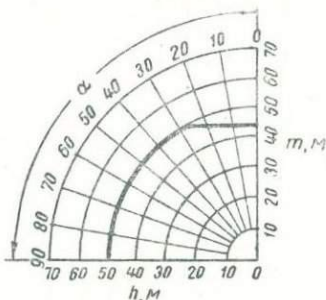
Практически номограмму используют следующим образом. На фиг. 60 изображена структурная карта кровли наклонно залегающего пласта, падающего с северо-запада на юго-восток. Определим угол наклона пласта в направлении скв. 1—3 (для данного случая этот угол является углом падения, так как измеряется вкрест простираения изолиний).

Расстояние между скв. 1 и 3 по карте 275 м; на горизонтальной



Фиг. 60. Структурная карта по кровле опорного пласта, построенная по данным бурения скважин.

оси номограммы (приложение 14), пользуясь шкалой для масштаба 1 : 5000, находим точку, отвечающую этому расстоянию. Превышение скв. 1 над скв. 3 равно 30 м; эту величину находим на вертикальной оси



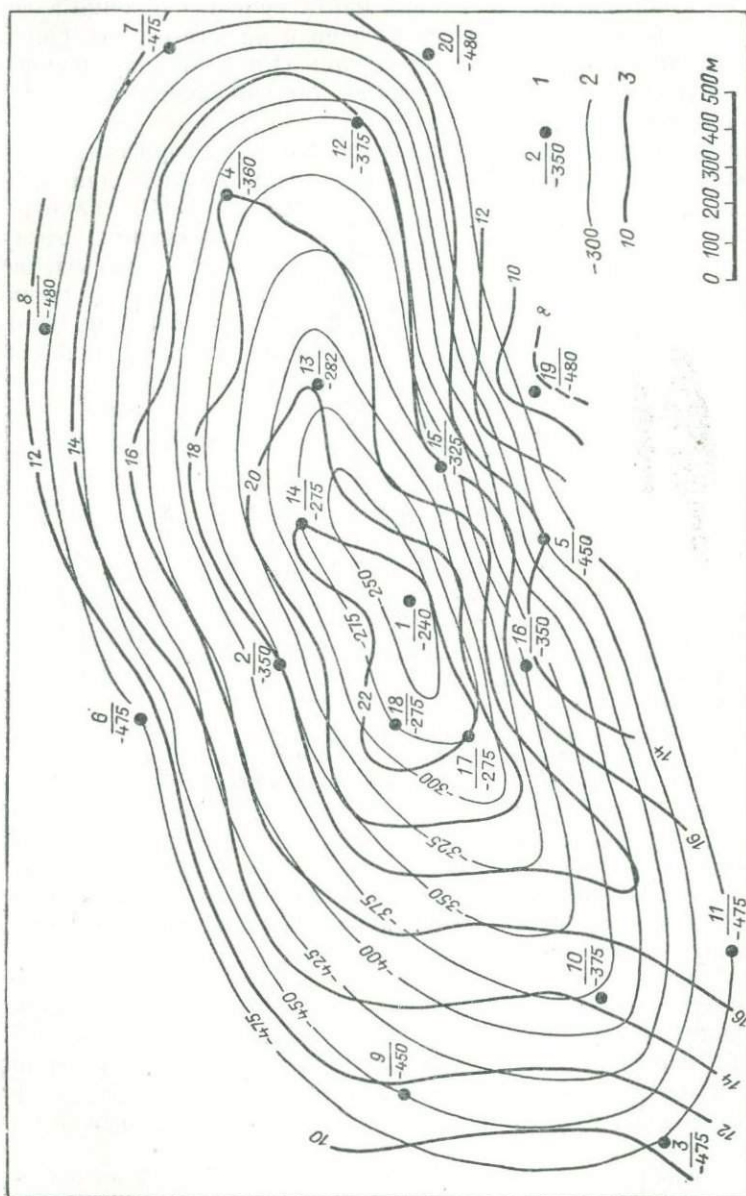
Фиг. 61. Номограмма для пересчета видимых мощностей h в истинные m (по А. П. Ушакову).

номограммы. Пересечение соответствующих этим двум точкам осей прямых сетки глубин и расстояний лежит на луче сетки углов наклона и падения, соответствующем искомому углу падения. Величина этого угла для данного примера равна 6° .

Вертикальную мощность h в истинную m пересчитывают при помощи номограммы, изображенной на фиг. 61. Например, видимая мощность горизонта (между изолиниями кровли на отметке -272 и подошвой -322) $h = 50$ м; α — угол падения горизонта (как среднеарифметическое значение углов падения по кровле 30° и подошве 26°) 28° . Как видно из номограммы, истинная мощность $m = 43$ м.

Пример изображения карты изопахит, совмещенной со структурной картой, построенной по кровле горизонта, приведен на фиг. 62. Структурная карта, построенная по подошве этого горизонта, будет иметь иное положение горизонталей, что нетрудно доказать путем построения ее, используя профильные сечения

по различным направлениям. Рекомендуется сделать такое построение при проработке этого примера.



Фиг. 62. Пример изображения карты изомахит, совмещенной со структурной картой, построенной по кровле горизонта.

1 — скважины; цифры у скважин — номер скважины, знаменатель — глубина залегания кровли горизонта; 2 — изогипсы по кровле горизонта; 3 — изомахиты.

Для построения структурных карт по нескольким опорным поверхностям по данным бурения при наличии структурной карты по верхнему опорному горизонту (и ограниченных фактических данных по нижележащим горизонтам, вскрытым только несколькими

кими скважинами) в качестве вспомогательных карт составляют карты изохор, на которых методом изогипс изображают вертикальные мощности промежуточных свит или горизонтов, заключенных между двумя опорными поверхностями. Принцип построения аналогичен рассмотренному выше (по карте изопахит), но изохоры отражают наблюдаемые вертикальные мощности отложений.

Ниже приведены задачи, связанные с изображением складчатых нарушений, которые рекомендуется разобрать и ответить на все поставленные вопросы.

Задача 1. Изобразить при помощи горизонталей по условно выбранному маркирующему пласту моноклиналную складку широтного простирания, осложненную структурным выступом (носом). Масштаб структурной карты и сечение стратоизогипс произвольные.

На основе составленной структурной карты построить два вертикальных профиля вкрест простирания складки и один по простиранию.

Задача 2. Для составления структурной карты по кровле красноцветной глины в центральной части района от репера *A* по азимуту ЮВ 135° проведена первая линия картировочных скважин. Параллельно ей проведены еще две линии (вторая и третья), причем их начальные точки расположены по прямой, проходящей через репер *A*, перпендикулярно к проложению первой линии.

Вторая линия скважин располагается в 900 м к северо-востоку, а третья — в 1100 м к юго-западу от первой.

Все данные, полученные в результате бурения картировочных скважин, приведены в таблице.

№ скв.	Расстояние от начальной скважины, м	Высота устья скважины над уровнем моря, м	Глубина залегания кровли красноцветной глины, м
--------	--	--	--

Первая линия скважин

1	Расположена на репере <i>A</i>	18	18
2	100	36	86
3	300	60	160
4	540	80	205
5	750	100	250
6	930	110	285
7	1150	120	320
8	1300	140	365
	1500	150	400

№ скв.	Расстояние от начальной скважины, м	Высота устья скважины над уровнем моря, м	Глубина залегания кровли красноцветной глины, м
--------	--	--	--

Вторая линия скважин

10	Расположена на линии, проходящей через репер А	8	8
11	180	20	120
12	400	30	230
13	570	60	410
14	860	90	490

Третья линия скважин

Шурф 15	Расположен на линии, проходящей через репер А	4	4
16	160	20	120
17	330	30	230
18	520	60	360

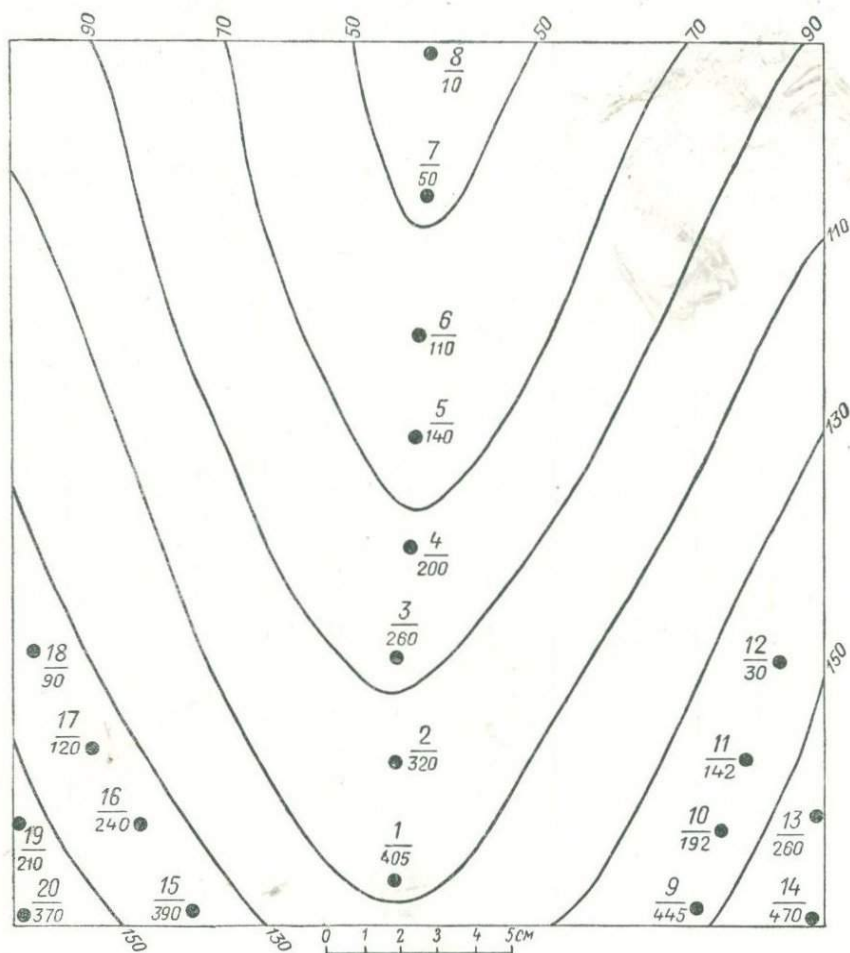
Построить профильные геологические разрезы по всем трем линиям картировочных скважин и на их основе составить структурную карту в масштабе 1 : 10000. Охарактеризовать тектоническую форму складки и в геологическом профиле через скв. 18, 5, 14 показать всю толщу красноцветных глин, если их истинная мощность определена в 165 м.

Задача 3. Изобразить на плане при помощи изогипс по заданному маркирующему горизонту (например, темносерая листоватая глина с руководящими палеонтологическими формами) моноклиналиную складку, простирающуюся в северо-восточном направлении, осложненную структурной впадиной. Масштаб структурной карты и сечение изогипс произвольные. Построить необходимое количество вертикальных разрезов и показать на них основные характерные особенности складки данной формы. Положение линий вертикальных сечений обозначить на структурной карте.

Задача 4. В юго-западной части района при проведении геологической структурной съемки установлено, что основной маркирующий пласт (глауконитовый песчаник сеномана с руководящими ископаемыми палеонтологическими формами) скрывается под литологически однообразными песчано-глинистыми породами неогена. Для составления структурной карты было применено бурение картировочных скважин; размещение которых указано на топографической карте (фиг. 63). Возле каждой скважины даны

номер ее (числитель) и глубина залегания кровли глаукошистового песчаника от поверхности (знаменатель).

Построить структурную карту в масштабе 1 : 10000 с сечением стратонизогисс через 50 м. Для этого построения использовать



Фиг. 63. Топографическая карта масштаба 1 : 20000.

вертикальные сечения по основным линиям картировочных скважин, а также дополнительный профили через скв. 3, 12, 18. Определить истинную мощность всей толщи сеномана, если в широтном профиле (через скв. 3, 12, 18) мощность ее составляет 175 м.

Охарактеризовать основные элементы тектоники этой части района на основе данного построения; на всех составленных

разрезах показать подошву сеномана и кровлю нижележащих альбских отложений нижнего мела.

Задача 5. Построить структурную карту по кровле битуминозного известняка на основе данных, полученных в результате бурения картировочных скважин. Размещение скважин приведено на фиг. 64. Изогипсы провести через 10 м.

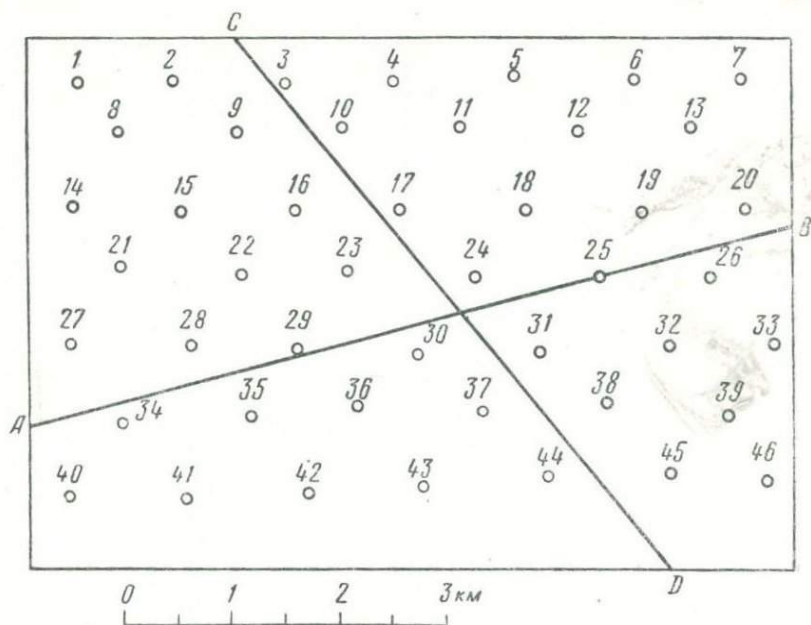
Ниже приведены исходные данные для построения.

№ скважин	Глубина залегания кровли известняка, м	Абсолютная отметка устья скважины, м	№ скважин	Глубина залегания кровли известняка, м	Абсолютная отметка устья скважины, м
1	190	195	24	151	123
2	193	210	25	141	112
3	140	145	26	186	138
4	224	206	27	243	197
5	156	129	28	161	139
6	240	199	29	140	121
7	202	166	30	151	129
8	175	148	31	142	114
9	88	96	32	150	101
10	107	91	33	161	129
11	122	96	34	131	81
12	166	136	35	138	138
13	193	139	36	166	142
14	254	182	37	171	132
15	177	154	38	153	113
16	116	106	39	151	108
17	146	120	40	161	117
18	171	131	41	152	152
19	184	142	42	141	131
20	204	174	43	126	99
21	235	177	44	132	121
22	175	160	45	162	110
23	152	129	46	133	108

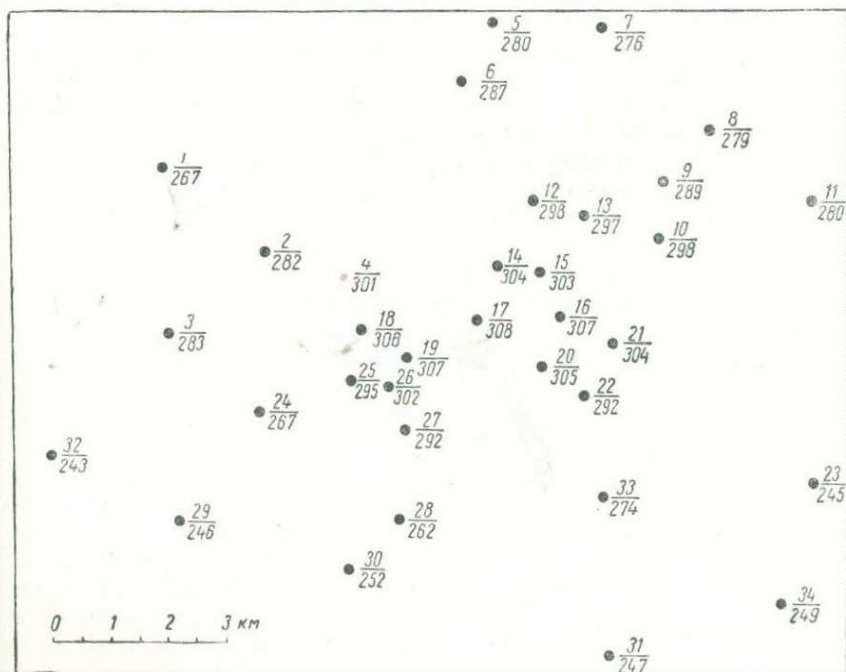
Построить карту в масштабе 1 : 20000 и показать положение пласта в разрезе по линиям *AB* и *CD*, учитывая, что общая мощность известняковой свиты 250 м.

Задача 6. На участке проведено геологическое картирование при помощи скважин колонкового бурения. Размещение их указано на плане (фиг. 65).

Второй маркирующей поверхностью является кровля карбона, глубины залегания которой имеют отрицательные значения (т. е. находятся ниже уровня моря) и приведены ниже.



Фиг. 64. Топографическая карта масштаба 1 : 50000.



Фиг. 65. Топографическая карта масштаба 1 : 50000.

В числителе возле каждой скважины обозначен номер скважины; в знаменателе — глубина залегания кровли нижнего моря. Эти отметки имеют положительные значения.

№ скважин	Глубина залегания кровли карбона, м	№ скважин	Глубина залегания кровли карбона, м
1	108,2	18	84,2
2	95,3	19	81,0
3	94,1	20	72,0
4	88,0	21	75,0
5	110,0	22	67,0
6	104,0	23	72,0
7	110,0	24	81,0
8	100,0	25	79,5
9	93,0	26	77,2
10	87,0	27	67,2
11	94,0	28	63,1
12	88,0	29	78,2
13	86,0	30	66,8
14	85,0	31	78,3
15	84,8	32	93,9
16	81,0	33	53,5
17	83,1	34	73,2

Построить структурные карты по указанным маркирующим поверхностям; определить пространственное положение осевой поверхности структуры и показать на плане ее положение при пересечении с кровлей нижнего мела и кровлей карбона.

Используя фактические данные по картировочным скважинам, построить два геологических профильных разреза вкрест простирания осевой плоскости. Для отложений нижнего мела построить карту изохор.

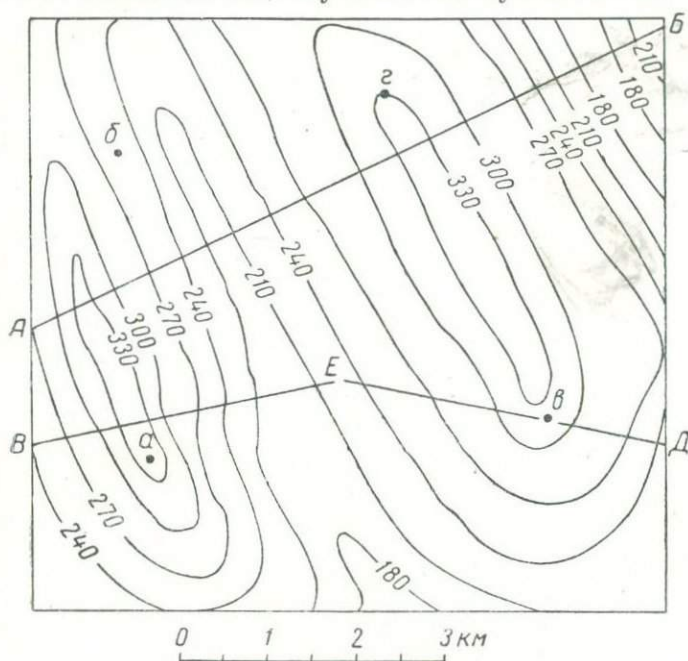
Рельеф поверхности района равнинный; высотные отметки — в пределах 380—400 м над уровнем моря.

Задача 7. На фиг. 66 приведена карта района в масштабе 1 : 50000 со структурными изолиниями по кровле пласта озокеритоносного песчаника. Район находится на высоте 470—490 м над уровнем моря; рельеф пологий, сглаженный.

Разбирая структурную карту района, выяснить: 1) есть ли замыкание складки в районе; 2) в какой части района пласт падает наиболее круто; 3) чему равен в среднем угол падения пласта песчаника в точках *a* и *b*; каково падение пласта в метрах на километр и в градусах. Кроме того, необходимо построить профильные разрезы по линиям *AB* и *BED* и определить глубину залегания подошвы пласта озокеритоносного песчаника в точках *a*, *b*, *v*, *z*, если истинная мощность пласта 8 м. На карте среза, построенной на отметке +210 м по подошве пласта, показать участки распространения озокеритоносного песчаника на всей площади исследования.

Задача 8. Построить структурную карту по кровле продуктивной свиты на топографической карте, приведенной на фиг. 67.

Показать в вертикальных сечениях положение продуктивной свиты, если ее вертикальная мощность определена в ряде скважин: по скв. 1 — 320 м; скв. 2 — 410 м; скв. 4 — 430 м; скв. 5 — 390 м. Скв. 3 отметила подошву свиты на глубине 300 м.

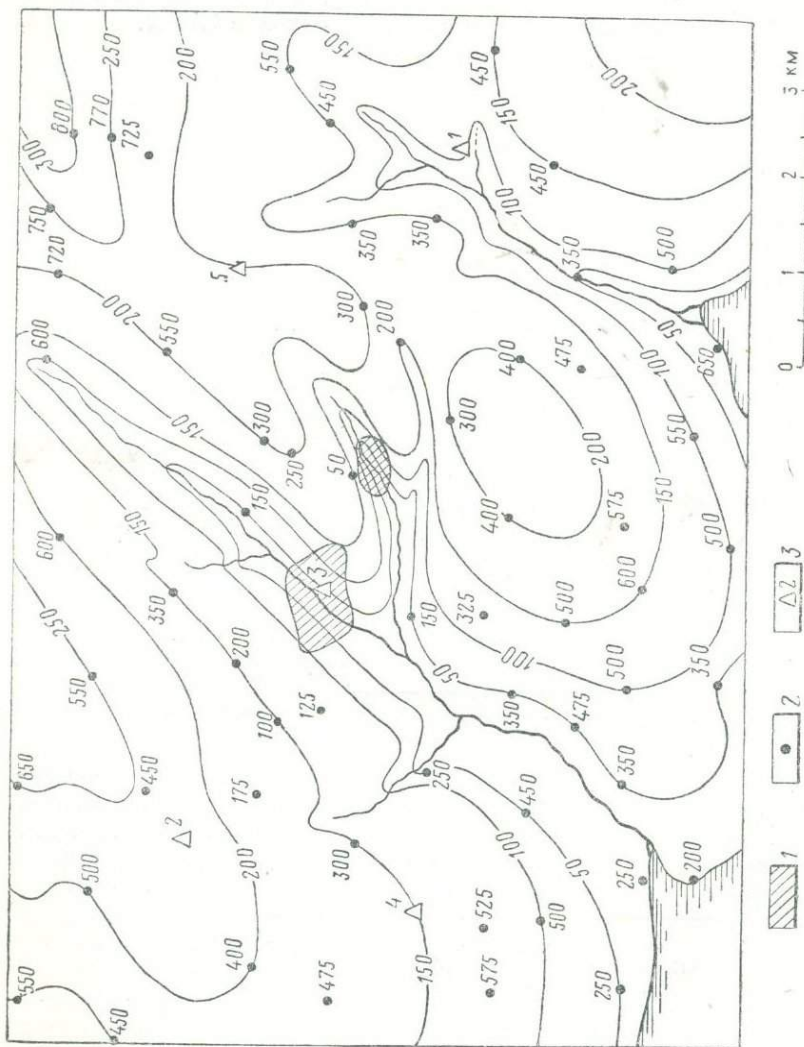


Фиг. 66. Карта масштаба 1 : 50000 со структурными изолиниями озокеритоносного песчаника.

Задача 9. Построить карту изохор для продуктивного горизонта на основе структурной карты по подошве верхнего карбона. На фиг. 68 приведена схема размещения картировочных скважин. Исходные данные для построения структурной карты приведены в таблице.

№ скважин	Абсолютные отметки кровли, м	
	верхний карбон	средний карбон
1	127,2	253,3
2	142,4	223,2
3	134,2	260,0
4	137,2	273,2
5	131,2	228,1
6	144,4	246,8
7	135,2	217,8
8	141,8	203,5
9	142,3	277,2
10	144,9	225,3

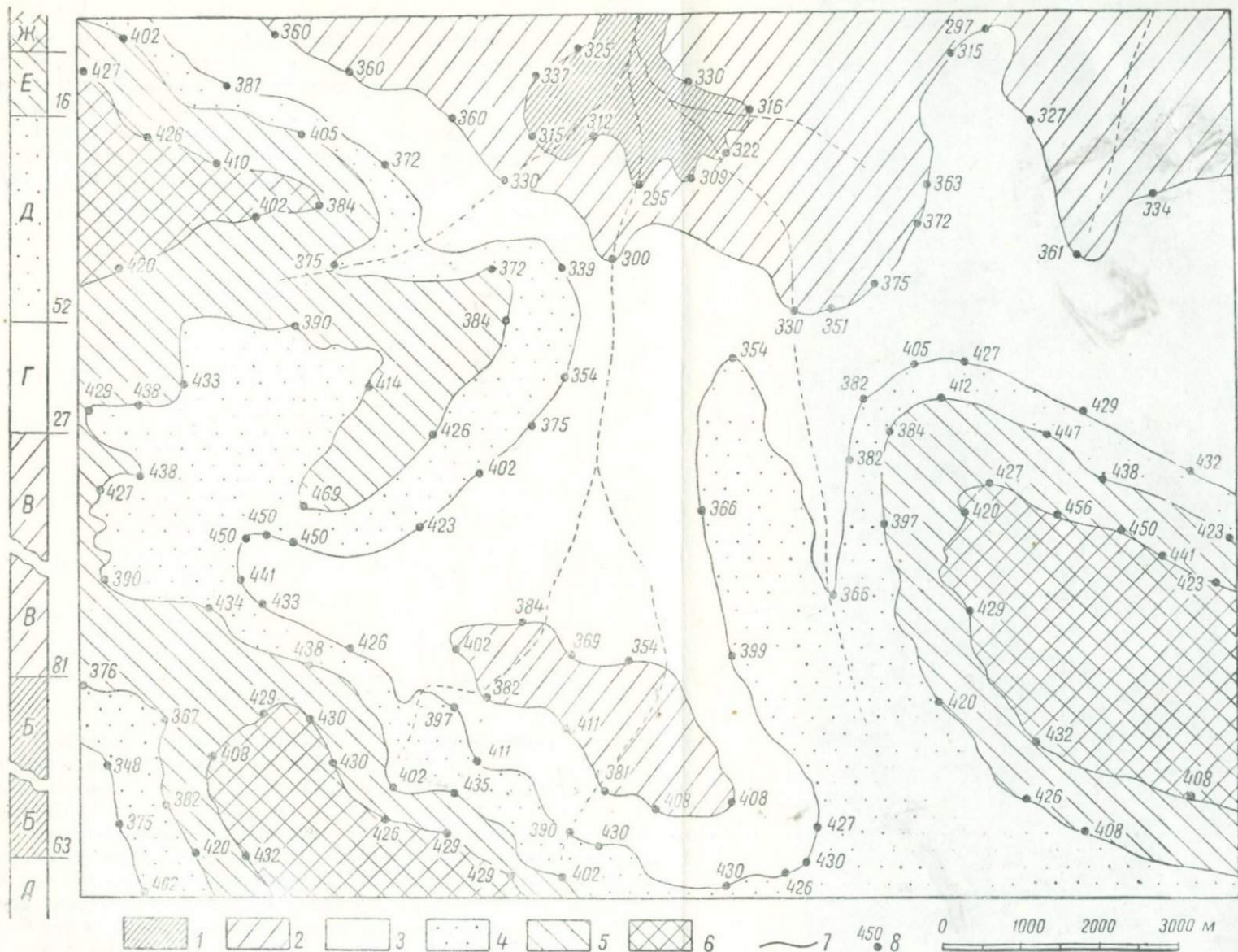
Кровля продуктивного горизонта отмечена на следующих абсолютных отметках: по скв. 3 — 194 м; скв. 4 — 206,2 м; скв. 7 — 147,0 м; скв. 2 — 151,0 м. Все отметки отрицательны.



Фиг. 67. Топографическая карта масштаба 1 : 50000.

1 — выход кровли продуктивной свиты на поверхность; 2 — сваяны с отметками кровли продуктивной свиты; 3 — сваяны, вскрывшие подполю продуктивной свиты.

Определить направления простирания и падения продуктивного горизонта и указать на карте зону выклинивания его. В профильных геологических разрезах показать пространственное положение продуктивного горизонта по отношению к кровлям верхнего и среднего карбона (профили построить по простиранию и вкрест простирания продуктивного горизонта).

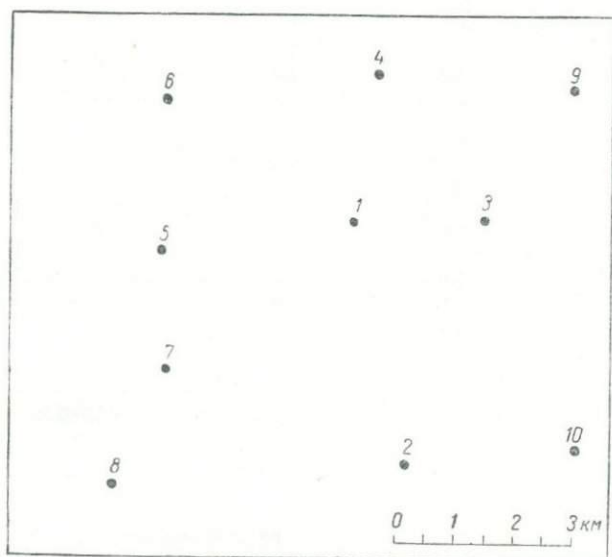


Фиг. 69. Геологическая карта масштаба 1 : 50000.

Слева — нормальная колонка отложений с обозначением истинных мощностей свит. 1 — глины пестроцветные; 2 — пески с прослоями песчаников; 3 — аргиллиты бурые; 4 — глины серые, сильно песчанистые; 5 — известняки рыхлые; 6 — пески крупнозернистые с мелкой черной угловатой галькой; 7 — границы свит; 8 — точки обнажений с абсолютными высотными отметками в м.

Задача 10. На геологической карте масштаба 1 : 50000 показан ряд свит, обнажающихся на поверхности (*Б, В, Г, Д, Е, Ж*). Отметки контактов этих свит прослежены в обнажениях и горных выработках (расчистках, шурфах, скважинах) и указаны на карте (фиг. 69).

Наиболее древняя свита *А* нигде в пределах района не обнажается; она вскрыта только в разрезах скважин под наносами. Требуется сделать следующее.



Фиг. 68. Схема размещения картировочных скважин на плане масштаба 1 : 50000.

Построить структурную карту по кровле свиты *А*, приняв сечение структурных изолиний через 20 м, учитывая при этом, что мощности всех вышележащих свит указаны в колонке отложений.

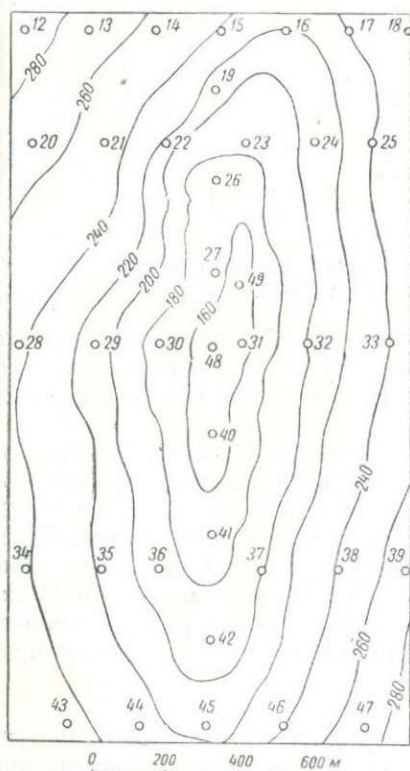
Построить структурную карту по подошве свиты *А*. Данные бурения скважин отметили, что вертикальная мощность свиты *А* в северо-восточном углу района 30 м; в 11,5 км к западу по северной границе планшета 150 м; в юго-восточном углу района 45 м; в 9 км к западу (по южной границе планшета) 105 м. Сечение структурных изолиний подошвы свиты *А* принять равным 20 м.

Описать основные элементы тектонического строения данного района и построить геологический профильный разрез вкострости свиты *А*.

Задача 11. Построить структурную карту методом профилей в масштабе 1 : 10000 по подошве нижнего карбона. Размещение скважин приведено на топографической карте (фиг. 70).

Все исходные данные приведены ниже.

№ скважин	Глубина залегания подошвы карбона, м	№ скважин	Глубина залегания подошвы карбона, м
12	530	31	Выходит на поверхность
13	445	32	275
14	355	33	470
15	285	34	415
16	320	35	300
17	310	36	120
18	455	37	175
19	185	38	340
20	455	39	430
21	350	40	Выходит на поверхность
22	195	41	50
23	135	42	140
24	290	43	375
25	390	44	305
26	85	45	270
27	15	46	340
28	485	47	430
29	310	48	Выходит на поверхность
30	15	49	То же



Фиг. 70. Топографическая карта масштаба 1 : 20000.

З а д а ч а 12. На топографической основе масштаба 1 : 50000 составлена геологическая карта (фиг. 71).

Разобрать и подробно описать геологическую карту и определить пространственное положение складок (если они здесь имеются); указать периклинали и центриклинали складок; определить углы погружения шарниров складок.

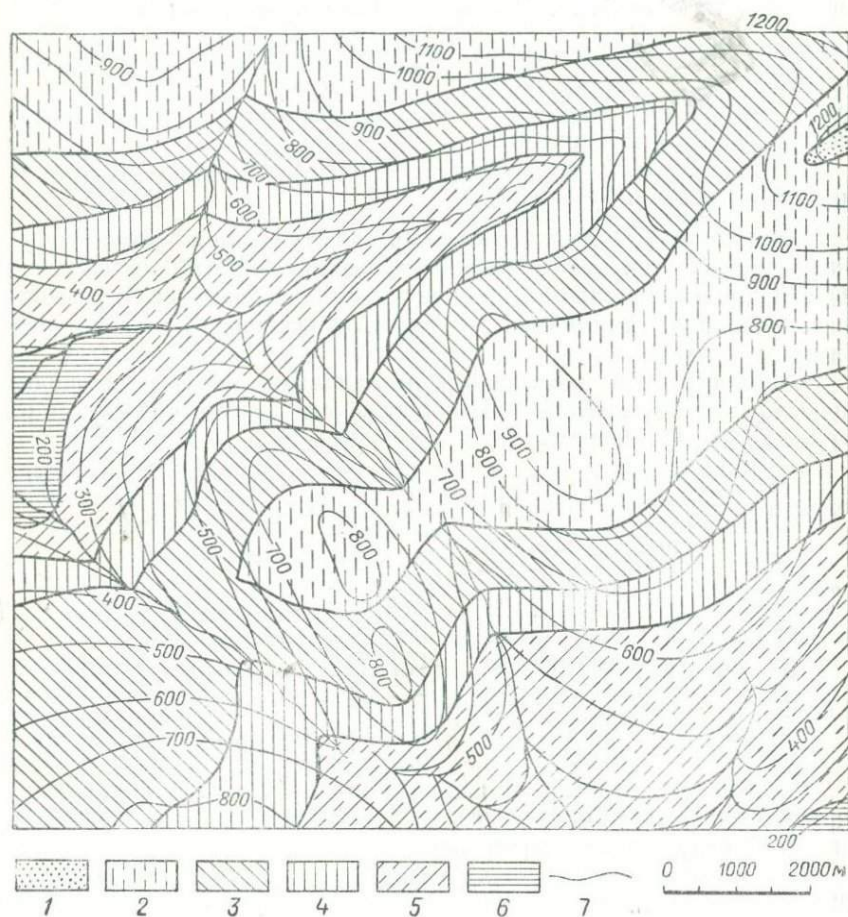
Построить профильные геологические разрезы вкrest простирания по двум-трем выбранным направлениям.

Составить нормальную колонку отложений и подсчитать общую мощность вскрытых отложений.

З а д а ч а 13. Определить направление и угол погружения шарниров складок, крылья которых имеют следующие элементы залегания.

Примеры	Одно крыло		Другое крыло	
	азимут падения, град.	угол падения, град.	азимут падения, град.	угол падения, град.
1	ЮВ 130	28	СВ 42	18
2	СЗ 312	31	СВ 38	26
3	ЮЗ 232	52	ЮВ 142	27
4	СВ 32	16	ЮЗ 223	19
5	СЗ 293	32	СВ 27	22

Изобразить погружения складок в двух вертикальных сечениях (по линии погружения шарнира и вкрест простирания крыльев



Фиг. 71. Геологическая карта, составленная на топографической основе масштаба 1:50000.

1 — пески с галькой; 2 — глины серые песчаные; 3 — мергели бурые; 4 — известняки (ракушечники); 5 — глины темносерые; 6 — песчаники битуминозные; 7 — гранит отложений.

складки) и показать на них положение осевой плоскости складки в пространстве. При построении рекомендуется учесть методы, применяемые для построенных профилей.

Задача 14. Показать в плане антиклинальную складку широтного простирания, осложненную в южном направлении структурным выступом (носом). Изогипсы провести через 20 м; в вертикальных разрезах показать наличие этого структурного выступа.

Задача 15. Используя методы построения структурных карт, показать на плане брахиантиклинальную складку, простирющуюся с северо-востока на юго-запад, осложненную в сводовой части седлообразным пережимом малой амплитуды. В вертикальном разрезе по оси складки показать этот пережим и определить его численные отметки. Сечение изогипс произвольное.

Задача 16. Используя метод изолиний простирания или стратоизогипс, при их помощи показать пространственное положение отложений неокома и апта, прослеженных на топографической основе (см. фиг. 53).

Решить аналогичную задачу для всех свит пород (а, б, в, д) по линии АВ (см. фиг. 54).

Задача 17. Используя метод изображения структурных карт, показать на плане взаимное расположение группы складок: 1) складки параллельные; 2) складки кулисообразные; 3) складки располагаются гирляндами; 4) складки располагаются миндалевидным пучком.

Все построения дополнить вертикальными профилями вкрест простирания складчатости. Изобразить эти формы складок и их группы в блок-диаграммах.

Задача 18. Построить выход кровли аркозового песчаника, элементы залегания которой определены в ряде точек.

№ обозначения, скважины	Элементы залегания кровли пласта, град.		Координаты обнажения		
	азимут падения	угол падения	x	y	z
1	ЮВ 135	30	0	- 150	+50
2	ЮВ 171	20	+370	+ 430	+50
3	ЮЗ 206	37	+300	+ 950	+70
4	ЮЗ 192	31	-100	+1300	+90
в. 1	—	—	-300	+ 500	+100

На основе приведенных данных построить структурную карту кровли пласта, приняв масштаб топоосновы, сечение изогипс и масштаб структурной карты произвольными.

В разрезе скв. 1 кровля песчаника отмечена на глубине 320 м от поверхности.

Построить структурную карту подошвы этого песчаника, приняв во внимание, что вертикальная мощность песчаника такова: обн. 1—27 м, обн. 2—39 м, обн. 3—48 м, обн. 4—21 м. Указать участки возможного выклинивания песчаника по простиранию.

Глава VII

РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ И ИХ ИЗУЧЕНИЕ

К разрывным нарушениям относятся трещины, разломы и разрывы в земной коре. Разломы и разрывы характеризуются тем, что по ним происходит относительное смещение отдельных участков земной коры. Такие тектонические нарушения или так называемые сколы могут проследиваться на значительных расстояниях. Тектонические нарушения, прослеживающиеся на десятки и сотни километров, называются сколами первого порядка и выявляются уже при геологическом картировании в масштабах 1 : 1000000 и 1 : 500000. Тектонические нарушения, прослеживаемые по простиранию на 2--5 км (сколы второго порядка), наблюдаются при картировании в масштабе 1 : 200000 — 1 : 50000 и более крупных масштабах съемки. Разломы и разрывы, которые прослеживаются на протяжении сотен метров (сколы третьего порядка), могут быть обнаружены при картировании в масштабах от 1 : 1000 и крупнее. Разрывные нарушения протяжением до десятков и меньше метров (сколы четвертого порядка) выявляются только при детальной документации обнажений и горно-разведочных выработок (масштабы 1 : 200 и более крупные).

Значительная часть разломов и разрывов возникает в результате складкообразования. Наряду с этим имеются разломы и разрывы, которые образуются вне зависимости от складчатости и являются наложенными на складчатость.

При геологической съемке площадей со сложной тектоникой необходимо особое внимание обращать на выявление всех разрывных нарушений и связанных с ними явлений трещиноватости.

Трещины — это разрывные поверхности в породах, по которым не происходило видимых перемещений. Трещины бывают вертикальные, горизонтальные и наклонные. Простирание и падение трещин замеряются так же, как падение и простирание пластов. По генетическому признаку различают несколько типов трещин: тектонические (трещины сжатия и растяжения), псевдотектонические (трещины выветривания, оползания и др.).

Методы изучения трещин

Изучение трещиноватости в полевых условиях заключается в определении числа трещин на единицу площади при съемке или числа трещин, пересекаемых буровой скважиной, на метр проходки. Число трещин в скважине устанавливают по керну извлеченной породы, поэтому необходим полный вынос его в процессе бурения. Практически в трещиноватых породах керн извлечь полностью не удастся, поэтому изучение трещиноватости по разрезу скважин не может дать достаточно полных сведений.

При изучении трещин в обнажениях после общего осмотра их на каждом обнажении выбирается один или два характерных участка протяжением 10—15 м и по каждому из них отмечают ориентировку обнажения и участка в целом; производят стратиграфо-литологическое описание разреза с указанием мощности отдельных слоев; указывают общий характер трещиноватости. Если наблюдается трещиноватость различных направлений, то сначала описывают трещины одного, а затем другого направлений. Трещины каждого направления последовательно нумеруют и по каждой из них отмечают следующие данные: номер трещины; расстояние ее от предыдущей и до последующей трещин; азимуты простирания и падения и угол падения плоскости трещины; выдержанность по простиранию; длина, ветвление и ширина трещины; наличие зияния и характеристика материала, заполняющего трещину; характер поверхности стенок трещины; общая густота трещин данного направления.

Тектоническая трещиноватость горных пород имеет большое практическое значение в рудной, нерудной и особенно нефтяной геологии. Е. Н. Пермяков [44] выделяет трещиноватость двух типов: продольную — с продольным положением главных лучей по отношению к линиям падения и простирания пород и диагональную, в которой главные лучи располагаются диагонально по отношению к падению и простиранию пород.

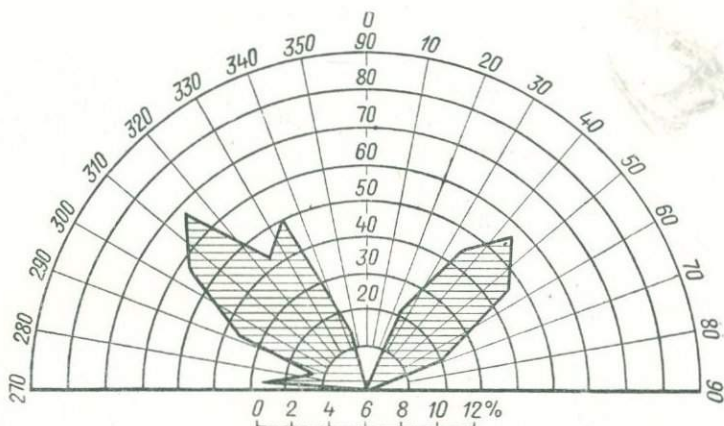
Ф. Ф. Рыбаков [47] в результате исследований нефтяных районов указывает, что тектоническая трещиноватость горных пород развивается в двух перекрещивающихся направлениях, из которых одно, развитое наиболее интенсивно, является основным и второе, имеющее значительно меньшее число трещин, — второстепенным. Основная трещиноватость характеризуется небольшим расстоянием между трещинами (0,3—3 м), большим вертикальным развитием (> 10 м); и ширина их колеблется в пределах нескольких миллиметров. Второстепенная трещиноватость, сопутствующая основной, характеризуется большими расстояниями между трещинами (3—10 м); ширина их < 1 мм.

При геологическом картировании трещины находят свое отражение в овражной сети. Так, основные трещины образуют овраги U-образной формы, а второстепенные — V-образной формы. Используя тектоническую трещиноватость, извлеченный из скважины керн породы можно ориентировать по странам света путем

совмещения трещин в керне с основным направлением поверхностных тектонических трещин.

Камеральная обработка собранных полевых данных сводится к составлению статистических таблиц, построению диаграмм трещиноватости и решению на этой основе тектонических задач.

В статистических таблицах, кроме перечисленных сведений выписывают замеры азимутов простирания всех трещин данного участка. Вся таблица разделяется на 18 столбцов, в которых отмечают десятиградусные интервалы северной полуокружности большого лимба горного компаса, начиная от 270° и кончая 89° . В каждый вертикальный столбец вписывают результаты замеров трещин.



Фиг. 72. Графическое изображение трещиноватости.

Все замеры по каждому десятиградусному интервалу суммируют и делят на число замеров по этому интервалу. В итоге получается среднеарифметическое значение азимута для данного интервала. Средние значения десятиградусных интервалов выписывают в новую таблицу, которая является исходной для составления диаграммы трещин.

Для определения направления преобладающей трещиноватости на основе составленных таблиц строят розу трещин.

Для этого общее число трещин принимают за 100% и вычисляют процентное содержание их для каждого десятиградусного интервала. Пример роз трещин приведен на фиг. 72. Розы трещин строят на специальных круговых диаграммах с радиальными и концентрическими делениями через $5-10^\circ$ в соответственно выбранном масштабе. По радиальным направлениям указывают азимуты падения или простирания, по концентрическим — углы падения трещин.

Трещины разного происхождения обозначают разными знаками, что дает возможность выделять основные и второстепенные направления трещиноватости. Кроме описанных, существует еще ряд

методов изучения трещин, которым посвящена специальная литература [7, 17, 22, 44].

Рекомендуется решить приведенные ниже задачи.

Задача 1. Охарактеризовать основные признаки трещиноватости и показать на плане и в разрезах их положение относительно напластования пород и других структурных форм в пластах.

Задача 2. Построить круговую диаграмму трещиноватости на основе следующих данных.

Интервалы, град.	Примеры					
	1		2		3	
	азимут простира- ния, град.	угол падения, град.	азимут простира- ния, град.	угол падения, град.	азимут простира- ния, град.	угол падения, град.
270—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
					297	39
300—309	302	34	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	310	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	326	31	324	10
	327	5	327	33	327	12
	329	3	329	39	329	9

Интервалы, град.	Примеры					
	1		2		3	
	азимут прости- рания, град.	угол падения, град.	азимут прости- рания, град.	угол падения, град.	азимут простира- ния, град.	угол падения, град.
330—339	—	—	333 334 336 339	40 42 40 40		
340—349	—	—	343 345 347 348 349	21 19 17 15 12		
350—359	—	—	355 358	9 4	—	—
0—9	—	—	—	—	—	—
10—19	—	—	—	—	—	—
20—29	23 27	10 10	—	—	—	—
30—39	33 35	18 20	— —	— —	31 —	6 —
40—49	48 49	11 9	— —	— —	43 47	10 10
50—59	—	—	—	—	57	6
60—69	—	—	—	—	—	—
70—79	—	—	73 77 79	27 25 26	—	—
80—89	—	—	81 85 89	17 15 16	—	—

При построении принять масштаб розы трещиноватости 1% = 15 мм.

Задача 3. При изучении карьера, в котором производится разработка белого мела, в толще отложений верхнего мела прослежена трещиноватость пород. Длина карьера 150 м, высота около

20—25 м; разработку ведут в три этажа, выделяемых по особенностям литологического состава пород. Забой карьера ориентирован по азимуту СВ 30°.

Интенсивность трещиноватости, наблюдаемая в карьере, характеризуется следующими данными.

Интервалы, град.	Интенсивность трещиноватости, %			Интервалы, град.	Интенсивность трещиноватости, %		
	этажи				этажи		
	1	2	3		1	2	3
270—279	—	—	—	360—9	—	—	—
280—289	4	1	1	10—19	—	5	4
290—299	8	3	2	20—29	16	11	13
300—309	8	12	11	30—39	16	16	13
310—319	16	20	22	40—49	8	8	9
320—329	16	19	16	50—59	—	—	5
330—339	4	4	2	60—69	4	1	1
340—349	—	—	1	70—79	—	—	—
350—359	—	—	—	80—89	—	—	—

Построить диаграмму трещиноватости и охарактеризовать закономерности в ориентировке трещин в пределах всего разреза карьера.

Задача 4. На основе составленных диаграмм трещиноватости (случай I—V) сделать заключение о закономерностях в ориентировке простирания трещин. Исходные данные приведены в таблице.

Интервалы, град.	Количество трещин				
	вертикальные		наклонные		вертикальные
	I	II	III	IV	V
270—279	—	—	—	—	—
280—289	1	1	—	3	—
290—299	2	3	2	3	—
300—309	13	9	12	5	10
310—319	24	28	24	32	—
320—329	19	16	12	22	40
330—339	7	5	5	5	20
340—349	—	—	—	—	—
350—359	—	—	—	—	—
360—9	—	—	—	—	—
10—19	3	4	5	3	—
20—29	8	9	12	15	—
30—39	10	9	7	11	—
40—49	6	3	5	—	2
50—59	14	10	14	11	—
60—69	2	3	2	3	39
70—79	—	—	—	—	—
80—89	—	—	—	—	—

Задача 5. Построить диаграмму трещиноватости на основании данных, приведенных в таблице.

Средний азимут интервала	Число замеров по интервалам	Число трещин, %	Средний азимут интервала	Число замеров по интервалам	Число трещин, %
275	4	5.8	5	—	—
285	2	2.9	15	—	—
295	5	7.2	25	3	4.4
305	8	11.5	35	6	8.6
315	10	13.7	45	8	11.4
325	6	8.6	55	6	8.6
335	7	10.0	65	3	4.4
345	2	2.9	75	—	—
355	—	—	85	—	—
			Сумма . .	70	100

Методы изучения разломов и разрывов

По характеру своего проявления разломы и разрывы разделяются на несколько типов.

Сдвиги — формы нарушений, обусловленные взаимным горизонтальным перемещением участков земной коры по плоскости сместителя (фиг. 73, а). **Сбросы** — формы нарушений, обусловленные опусканием одного участка земной коры относительно другого по плоскости сместителя (фиг. 73, б, в, г, д, е). **Взбросы** — представляют собой нарушения, обусловленные поднятием некоторого участка земной коры относительно другого по плоскости сместителя (фиг. 73, ж, з). **Надвиги** — разрывные нарушения, наиболее тесно связанные со складкообразованием. В результате тангенциальных усилий одна часть складки или пласта, надвигаясь на другую, образует перекрытие по более или менее пологой плоскости сместителя (фиг. 73, и).

Изучая характерные особенности каждого из перечисленных типов нарушений, их можно подразделить на более мелкие группы по следующим признакам: по направлению простирания сбрасывателя относительно простирания пласта (поперечные, продольные, косые или диагональные нарушения); по взаимному пространственному расположению плоскости сместителя и пласта (согласно падающие и несогласно падающие нарушения).

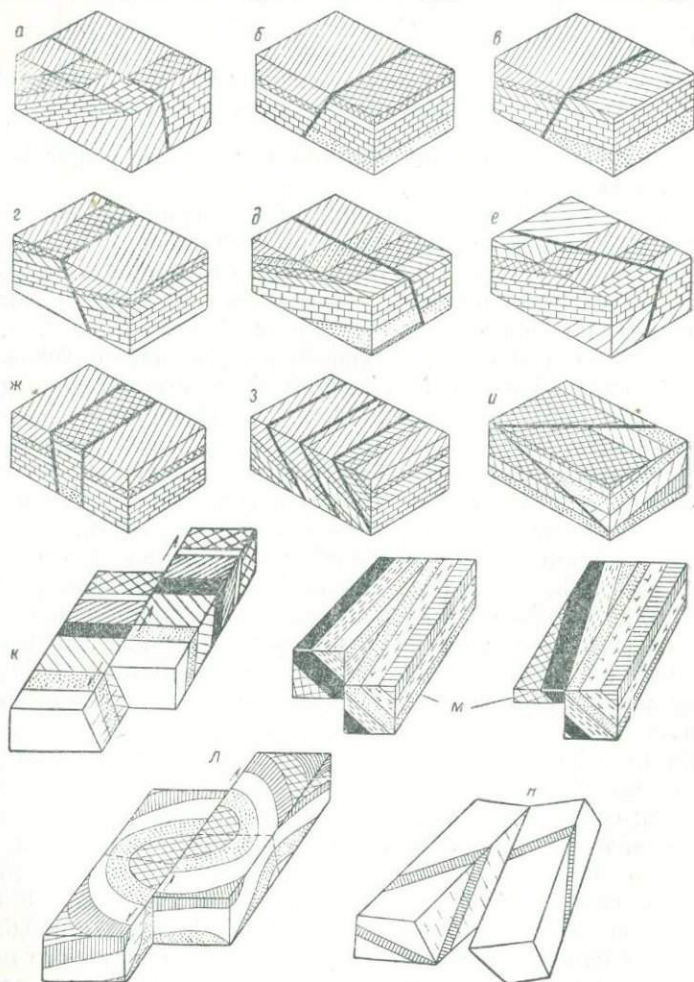
Если при сбросе или взбросе угол падения сбрасывателя больше угла падения пласта, то такой сброс или взброс является согласно падающим; если же угол падения сбрасывателя меньше угла падения пласта, то в случае сброса такое нарушение называется **поддвигом**, а в случае взброса — **надвигом**. Для согласно падающего сброса и взброса характерным является еще и то, что падения пласта и плоскости сместителя направлены в одну сторону, тогда как в несогласно падающих сбросе и взбросе падения пласта и сбрасывателя направлены в противоположные стороны.

Основными элементами разломов и разрывов являются наклонное, вертикальное, горизонтальное и стратиграфическое смещения (фиг. 74).

Наклонное смещение a_4 — это расстояние между двумя точками, взятыми в кровле или подошве пласта или свиты, изме-

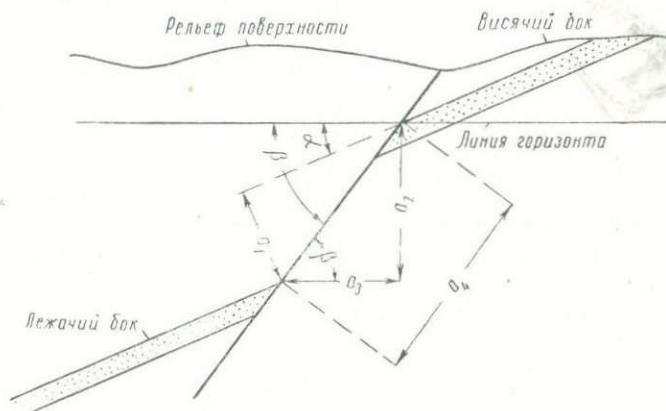
ренное в плоскости сбрасывателя. Эту величину можно также рассматривать как наклонную длину разрывного нарушения с учетом величины угла падения сбрасывателя.

Вертикальное смещение a_2 (иногда называемое размахом) представляет величину нарушения, измеренную в вертикальном направлении. Эта величина имеет весьма существенное значение при поисках полезных ископаемых, так как по разрезам скважин отмечается только вертикальное смещение; пользуясь этой величиной, можно определить все другие элементы нарушений.



Фиг. 73. Типы разрывных нарушений, изображенных в виде блок-диаграмм. а — сдвиг; б — согласно падающий сброс в горизонтальных слоях; в — сброс, согласно падающий в моноклинальных слоях; г — сброс, несогласно падающий; д — сброс поперечный; е — сброс диагональный; ж — взброс среди горизонтально лежащих слоев (горст); з — взбросы, согласно падающие; и — надвиг; к — сдвиг среди моноклинально лежащих слоев; л — на поверхности сместителя — горизонтальная штриховка; л — сдвиг, нарушающий антиклинальную складку; м — сброс шарнирный (слева — до денудации, справа — после денудации); н — шарнирный сброс; на поверхности сместителя вертикальная штриховка.

Горизонтальное смещение a_3 представляет собой величину, характеризующую расстояние между двумя одноименными точками пласта или свиты (взятыми в кровле или подошве), лежащего и висячего боков, измеренное в горизонтальной плоскости и только вкрест простирания сместителя. Эту величину можно рассматривать также как проекцию наклонного смещения на горизонтальную плоскость. В случае сброса это горизонтальное смещение представляется a_3 и a_2 , а при взбросе — a_3 и a_4 . В последнем случае наблюдается повторение разреза, что, как и a_3 , имеет весьма существенное значение не только при полевых геологических исследованиях, но особенно при разработке нефтяных и газовых месторождений.



Фиг. 74. Определение элементов смещения при разрывных нарушениях. Смещения: a_1 — стратиграфическое; a_2 — вертикальное; a_3 — горизонтальное; a_4 — наклонное.

Все перечисленные элементы разрывных нарушений относятся к видимым смещениям, которые в большинстве случаев значительно отличаются от истинных.

Истинной величиной смещения является амплитуда или стратиграфическая высота смещения a_1 . Это кратчайшее расстояние между перемещенными частями одного и того же пласта или свиты (от кровли до кровли или от подошвы до подошвы).

Все перечисленные величины находятся между собой в определенной зависимости:

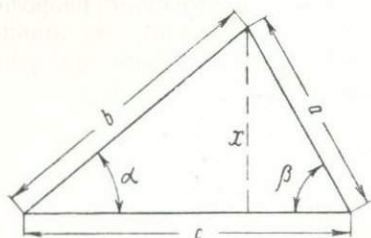
$$a_1 = a_4 \sin(\beta - \alpha); \quad a_2 = a_4 \sin \beta; \quad a_3 = a_4 \cos \beta.$$

Величины разрывных нарушений при параллельном смещении участков земной коры остаются относительно постоянными. В тех случаях, когда эти величины на сравнительно коротком интервале расстояния резко изменяют свою величину, имеют место так называемые шарнирные нарушения (см. фиг. 73).

При изучении таких разрывных нарушений элементы смещения необходимо измерять в нескольких точках сместителя. Шарнирные

нарушения отчетливо проявляются на геологической карте и характеризуются резким изменением простирания пород при идентичном стратиграфическом разрезе отложений на обоих участках, прилегающих к зоне нарушения.

При перемещениях пластов в горизонтальном направлении (сдвиги) основное внимание уделяется величине смещения в горизонтальной плоскости. Так, если изучение разрывных нарушений производится при помощи горно-разведочных выработок (шурфов,



Фиг. 75. Треугольник, поясняющий правило синусов.

разведочных шахт и др.), то, используя тектоническую штриховатость, наблюдаемую на зеркалах скольжения поверхностей смещений (сместителей), определяют величину смещения по простиранию и по падению.

При определении основных элементов разрывных нарушений можно пользоваться графическими и аналитическими методами. Из аналитических методов наиболее

удобен метод, базирующийся на правиле синусов: синус угла в треугольнике пропорционален величине противолежащей стороны,

В треугольнике abc (фиг. 75) x перпендикулярен к стороне c . Отсюда

$$\sin \alpha = \frac{x}{b}; \quad \sin \beta = \frac{x}{a};$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\frac{x}{b}}{\frac{x}{a}}; \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{xa}{xb} \quad \text{и} \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{a}{b}.$$

Для объяснения практического применения этого правила разберем пример.

Пример 1. Широко ориентированная штольня (горизонтальная выработка, имеющая выход на дневную поверхность) пересекает сброс меридионального направления, падающий на запад (фиг. 76, а). В 150 м восточнее точки пересечения вскрыта кровля пласта известняка (точка С), который простирается меридионально и падает на восток под углом 30° . На расстоянии 210 м к западу от сброса штольня пересекает известняк (точка А), простирания меридионально и падающий под углом 30° . Борозды скольжения на стенках лежащего бока ориентированы также меридионально (фиг. 76, б) и образуют угол 30° с горизонтальной линией в плоскости сброса, т. е. погружение борозд скольжения происходит под углом 30° на север.

Определить все основные элементы смещения.

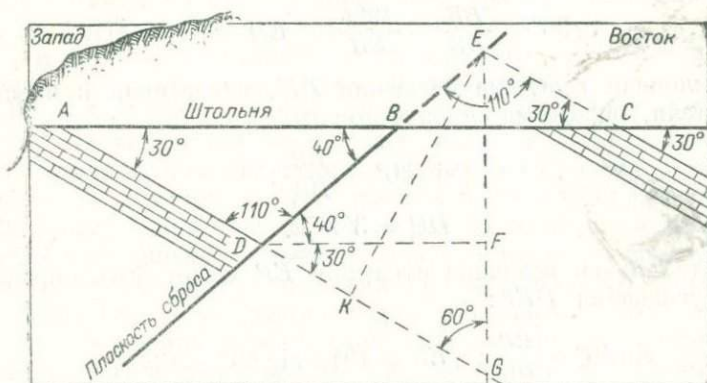
Из представленного вертикального разреза видим, что смещение по падению равно $DB + BE$.

В треугольнике ABD

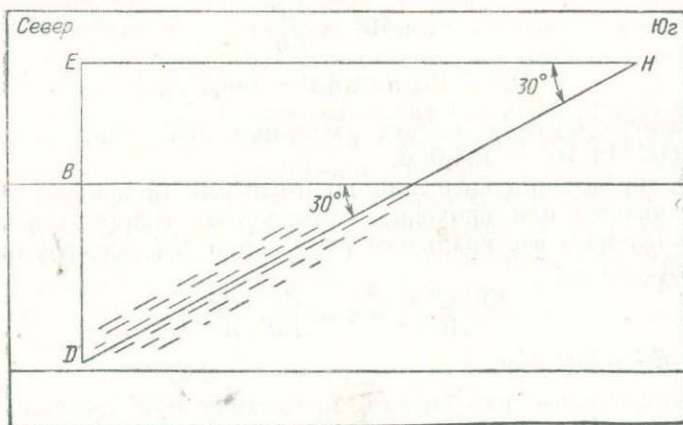
$$\frac{\sin 110^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{AB}{DB},$$

отсюда

$$BD = \frac{AB \sin 30^\circ}{\sin 110^\circ}.$$



а



б

Фиг. 76. Пример определения основных элементов разрывных нарушений аналитическим путем.

а — геологический разрез, составленный вкrest простирания песчаника и плоскости сброса; б — борозды скольжения, наблюдаемые в плоскости сброса.

В треугольнике EBC

$$\frac{\sin 110^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{BC}{BE},$$

откуда

$$BE = \frac{BC \sin 30^\circ}{\sin 110^\circ}.$$

Смещение по падению

$$DB + BE = \frac{210 \sin 30^\circ}{\sin 110^\circ} + \frac{150 \sin 30^\circ}{\sin 110^\circ}$$

и численно равно 191,5 м.

Смещение по простиранию EH определяем при помощи фиг. 76, б:

$$\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{DE}{EH} = \frac{191,5}{EH}; \quad EH = 331,9 \text{ м.}$$

Наклонная величина смещения DH , измеренная в плоскости сместителя, определяется из формулы

$$\sin 30^\circ = \frac{DE}{DH};$$

$$DH = 383 \text{ м.}$$

Вертикальная величина смещения EF может быть определена из треугольника DEF :

$$\sin 40^\circ = \frac{EF}{DE}; \quad EF = 191,5 \sin 40^\circ = 123,1 \text{ м.}$$

Горизонтальная величина смещения DF определяется из соотношения

$$\cos 40^\circ = \frac{DF}{DE};$$

$$DF = 191,5 \cos 40^\circ = 146,7 \text{ м.}$$

Стратиграфическая высота смещения EK или амплитуда $EK = DE \sin 70^\circ = 184,0 \text{ м.}$

Для определения смещения по вертикали (например, при бурении скважин или проходке вертикальных горных выработок), так называемого вертикального разобшиения ED , из треугольника DEG определяем

$$\frac{\sin(30^\circ + 40^\circ)}{\sin 60^\circ} = \frac{EF + FG}{DB + BE},$$

отсюда $EG = 207,6 \text{ м.}$

Горизонтальное разобшиение, представляющее проекцию смещения, наблюдаемую в горизонтальной плоскости, определяем как величину

$$AB + BC = 360 \text{ м.}$$

При графическом методе определения основных элементов разрывных нарушений применяются геометрические построения на плоскости и в пространстве.

Наиболее употребительным способом графических определений основных элементов разрывных нарушений является метод ортогональных разрезов. Этот метод дает возможность изображать разрывные нарушения в трех сопряженных между собой проекциях: горизонтальной (план) и двух вертикальных.

Горизонтальная проекция отображает поверхность рассматриваемого участка с выходами пластов и следов разрывных нарушений. Одну из вертикальных проекций строят вкрест простирания структуры. На ней находят действительное выражение форма, положение и мощность пласта или свиты по отношению к разрывному нарушению. Вторая вертикальная проекция перпендикулярна к первой и располагается по простиранию структуры. Рассмотрим пример решения задачи методом ортогональных разрезов.

Пример 2. В процессе геологического картирования прослежено разрывное нарушение, простирание которого по азимуту СЗ 335° — ЮВ 155° , с азимутом падения на СВ 65° , угол падения 75° . В результате проявления этого нарушения сместился пласт песчаника, подошва которого обозначена на плане (фиг. 77, а проекция I) и имеет азимут падения З 270° , угол падения 19° .

Для определения характера разрывного смещения и численных значений его основных элементов построим геологический профиль (вертикальное сечение — проекция II) по линии АВ. Для удобства решения задачи целесообразно располагать этот профиль вкрест простирания пласта (при этом построении сохраняется истинный угол падения пласта) или же вкрест простирания плоскости сместителя (в этом случае угол падения пласта является искаженным).

Обозначив след этой плоскости на плане (проекция I) [линией АВ, переносим на линию АВ вертикальной проекции II точки 1, 2, 3 пересечения следа плоскости пласта и сместителя, соответственно обозначив их 1', 2' и 3'.

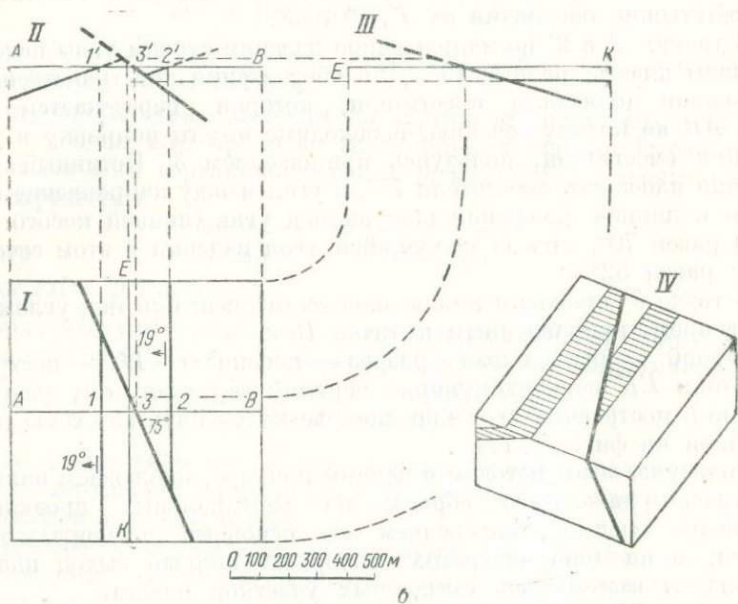
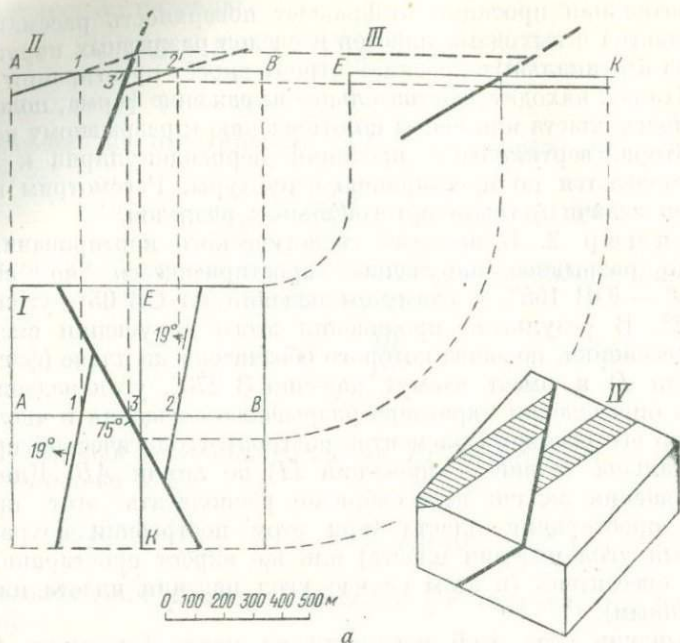
В точках 1' и 2' по направлению падения строим углы падения подошвы пласта, равные 19° . Для обозначения пространственного положения плоскости сместителя, которая пересекается линией АВ по косому сечению, необходимо ввести поправку в угол падения сместителя, пользуясь приложением 3. Истинный угол падения плоскости сместителя 75° , а угол между направлением падения и линией измерения кажущегося угла (линией косога разреза) равен 70° , отсюда кажущийся угол падения в этом сечении будет равен 52° .

В точке 3' проводим линию плоскости смещения под углом 35° с падением, направленным к точке В.

Второй вертикальный разрез — проекцию III — построим по линии ЕК перпендикулярно первому вертикальному разрезу. Принцип построения этой проекции легко уяснить из схемы, приведенной на фиг. 77, III.

Пользуясь этим методом в данном примере, наблюдаем наличие несогласно падающего сброса; на вертикальных проекциях, используя масштаб, определяем все основные элементы этого сброса, а на блок-диаграмме, изобразив полный выход пласта, наблюдаем взаимосвязь смещенных участков пласта.

На фиг. 77, б приведен аналогичный пример применения метода ортогональных проекций, но с несколькими иными фактическими данными.



Фиг. 77. Определение элементов разрывных нарушений методом ортогональных проекций.

а — в случае сброса; б — в случае ввброса.

Как видно из построения (проекции *II* и *III*), здесь имеет место согласно падающий взброс, общая характеристика которого приведена на блок-диаграмме *IV*.

При пользовании методом ортогональных проекций для изучения разрывных нарушений особое внимание должно быть уделено выбору направления профилей и в первую очередь вертикального сечения. Вертикальное сечение рекомендуется проводить перпендикулярно простиранию сместителя, тогда положение сместителя в этом сечении будет характеризоваться истинным углом падения, а угол падения будет иметь измеренное значение.

К числу других графических методов, используемых для определения элементов смещения разрывных нарушений, относится метод горизонтальных сечений, широко используемый в геолого-разведочной практике [22].

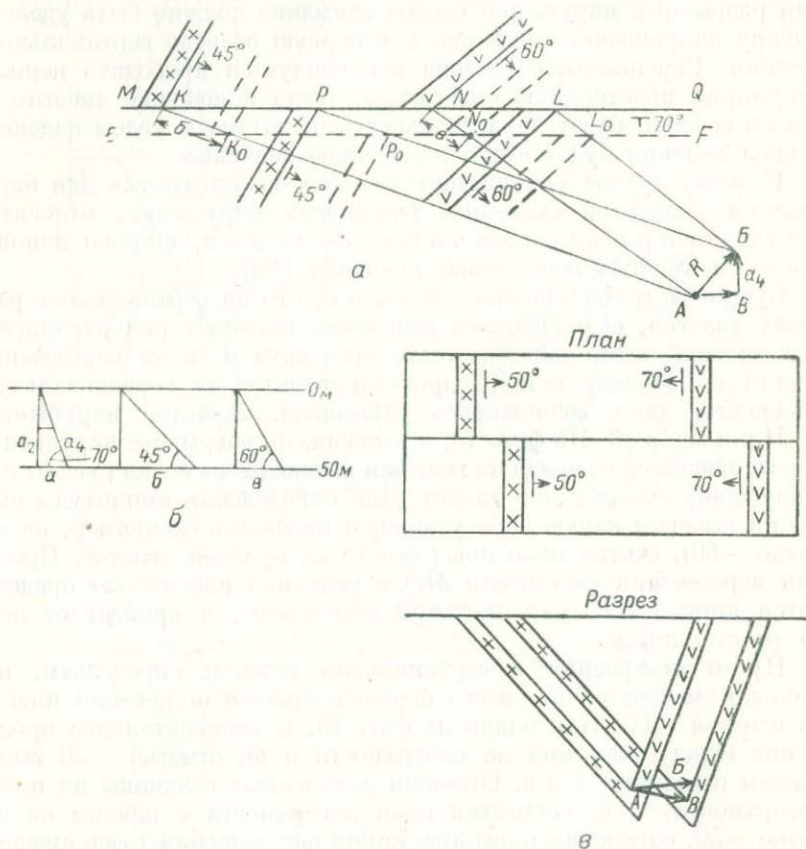
Сущность метода заключается в том, что на вертикальных разрезах участка, осложненного разрывом, проводят ряд параллельных сечений через определенные интервалы и точки пересечения пласта со сбрасывателем, спроектированные на горизонтальную плоскость, дают возможность установить характер нарушения.

Пример 3. На фиг. 78, *a* изображено разрывное нарушение, простирание с запада на восток и падающее на юг под углом 70° . Нарушение смещает два пласта. Для определения амплитуды смещения выберем какую-либо условную плоскость (например, на отметке -50), считая план поверхности на нулевой отметке. Проекция пересечения сместителя *MQ* с условной плоскостью представится линией *NF*, параллельной сместителю, и пройдет от него на расстоянии *a*.

Путем построения в вертикальном сечении определяем, насколько смещаются от своего первоначального положения пласты на отметке -50 . Как видно из фиг. 78, *a*, горизонтальное проложение между пластами на поверхности и на отметке -50 выражается отрезками *b* и *c*. Отложив полученные величины на плане поверхности, т. е. совместив план поверхности с планом на отметке -50 , определим проекцию линии перемещения точек смещенных пластов на плоскости сместителя. На приведенной схеме видим, что отрезки *KK₀* и *NN₀* представляют перемещение лежащего бока, а отрезки *PP₀* и *LL₀* — висячего бока. Продолжив указанные линии, находим истинное положение точек на плоскости сбрасывателя до и после перемещения. Очевидно, до перемещения каждая из этих точек, представляющая собой след линии пересечения ненарушенных пластов до их смещения с плоскостью сбрасывателя, находилась в точке *A*, а после смещения передвинулась в точку *B*. Отсюда расстояние *AB* представляет собой проекцию истинного смещения *R* на плоскость сбрасывателя.

Направление смещения определяется, исходя из условия, что висячий бок является всегда подвижным. Отсюда можно сделать вывод, что перемещение происходило в направлении от точки *A* к точке *B*. Амплитуда смещения определяется путем разложения полученного отрезка на две составляющие *AB* и *BB'*; *AB* является

амплитудой смещения, а BB — наклонной высотой смещения, измеренной в плоскости сбрасывателя. Для определения вертикального смещения необходимо величину наклонного смещения нанести на гипотенузу прямоугольного треугольника с углом 70° ,



Фиг. 78. Определение элементов смещения методом горизонтальных сечений.

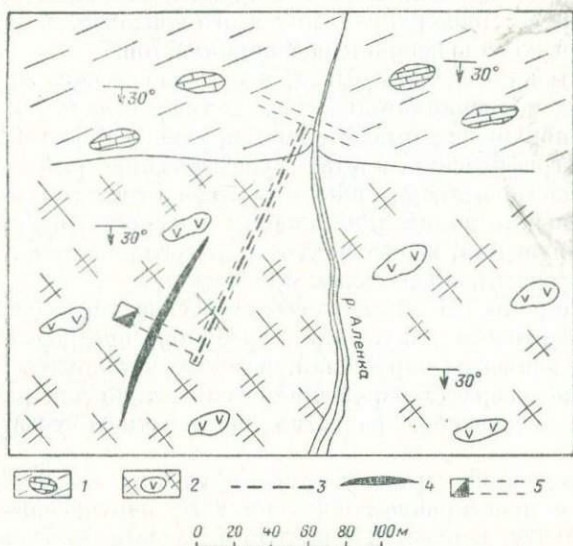
a — план с изображением разрывного нарушения; $б$ — графическое изображение наклонного a_4 и вертикального a_2 смещения; $в$ — определение величины смещения разрывного нарушения при наличии вертикальной плоскости сбрасывателя.

отвечающим углу падения сбрасывателя (фиг. 78, б), и затем, спроектировав этот отрезок на вертикальный катет треугольника, получаем вертикальную высоту смещения a_2 .

Пример 4. Разрывное нарушение осложнило простирание двух даек. Первая, находящаяся вблизи западной границы планшета, простирается с севера на юг и падает на восток под углом 50° , вторая находится у восточной границы, имеет меридиональное простирание и падает на запад под углом 70° . Плоскость сместителя простирается в широтном направлении, смещение происходит в вертикальном направлении. Решение этой задачи приведено

на фиг. 78, е. Из чертежа видно, что точки, отмечающие след пересечения даек с плоскостью сбрасывателя, до нарушения (точка А) и после него (точка В) получаются путем построения геологического профиля по плоскости смещения.

Картирование разрывных нарушений наиболее полно осуществляется в полевых условиях при наличии достаточной обнаженности или при помощи горно-разведочных выработок.



Фиг. 79. Развитие тектонического нарушения по контакту известняковых и аркозовых конгломератов.

1 — известняковые конгломераты; 2 — аркозовые конгломераты; 3 — тектонические нарушения; 4 — рудные жилы; 5 — разведочные выработки.

К числу признаков, указывающих на наличие разрывных нарушений, относятся следующие:

- а) прерванность деформационных структур (например, пласты резко обрываются в сухом лого, который заполнен современными образованиями);
- б) повторяемость и выпадение слоев (прослеживаемые на карте);
- в) изгибание пластов в зоне контакта;
- г) геоморфологические особенности (уступы в рельефе, резкая смена одного генетического типа рельефа другим и др.).

Например, в западном Тянь-Шане среди верхнепалеозойских отложений была прослежена гидротермальная рудная жила [22], падающая на юг под углом 30° и залегающая в аркозовых конгломератах. Последние подстилаются известняковыми конгломератами и характеризуются теми же условиями залегания. Для разведки этой жилы была запроектирована разведочная шахта в лежащем боку жилы (фиг. 79). По проекту шахта должна была вскрыть на глубине 15 м подошву аркозовых конгломератов и войти

в известняковые. Но и на глубине 60 м шахта не вышла из аркозовых конгломератов. Горизонтальными выработками, проведенными на глубине 60 м, было установлено, что между аркозовыми и известняковыми конгломератами прослеживается разрывное нарушение (взброс), круто падающее на север. О наличии этого нарушения можно было судить по изгибу контакта между аркозовыми и известняковыми конгломератами, наблюдаемому в овраге. Этот изгиб, как это видно на карте, направлен вверх по рельефу, что указывает на северное направление этого контакта, т. е. в обратном направлении по отношению к падению пластов.

Отсюда можно сделать вывод, что геологическое картирование было проведено невнимательно, вследствие чего было пропущено разрывное нарушение относительно крупного масштаба.

На топографических картах существование разрывных нарушений и в частности вертикального смещения пластов можно найти путем сравнения линий простирания плоскости пласта в обоих крыльях нарушения, вне зависимости от того является ли это нарушение поперечным, продольным или косым.

Пример 5. На литолого-геологической карте (фиг. 80) прослежены разрывные нарушения. Требуется определить характер и основные элементы нарушений, а также установить возраст их. Установление возраста нарушений очень важно для расшифровки истории геологического развития исследуемого участка земной коры.

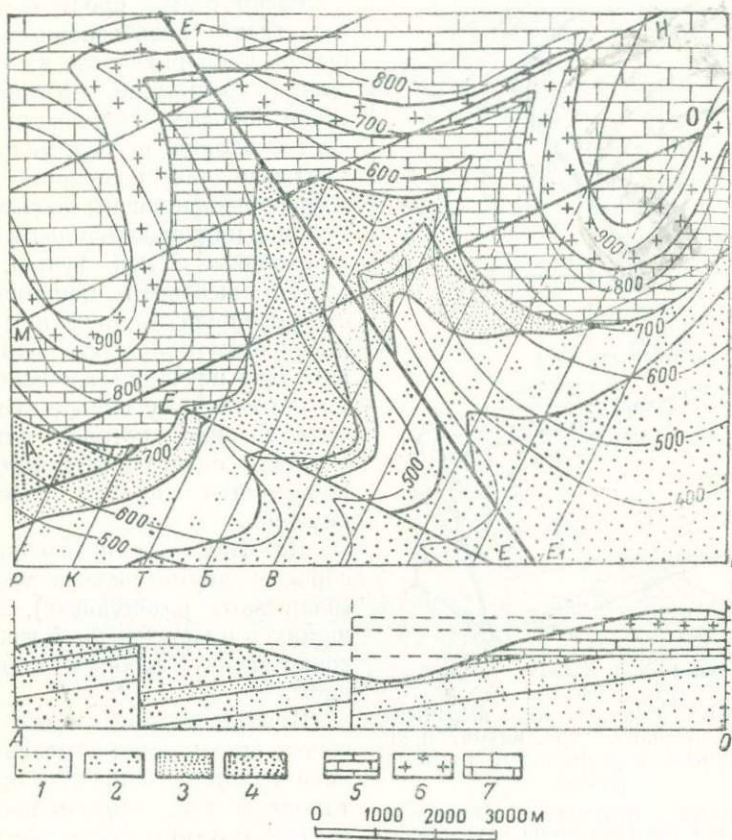
На приведенной карте имеются нарушения EE и E_1E_1 . Нарушение EE с простиранием с СЗ на ЮВ, нарушающее нижнюю (древнюю) свиту, кончается у выхода плоскости несогласного залегания и уходит под верхнюю (более молодую) свиту. Это нарушение могло возникнуть только после отложения силурийских пород, т. е. возраст нарушения послесилурийский и докаменноугольный. Нарушение E_1E_1 осложняет силурийские и каменноугольные породы, поэтому его возраст определяется как более молодой (послекаменноугольный).

Далее определим вертикальное смещение по разрыву EE . Для этого прежде всего найдем простирание пластов. Горизонталь с отметкой 600 пересекает кровлю пласта мелкозернистого песчаника в двух точках. Линия B , проведенная через эти точки, является линией простирания пласта. Как видно из построения, линии T , K , P также являются линиями простирания с соответствующими отметками.

Линии P и K с отметками 600 и 700 м соответствуют кровле мелкозернистого песчаника на южной стороне смещения. Продолжим дальнейшее построение этих линий для той же самой плоскости пласта. Так, линия простирания B , перейдя на другое крыло смещения, становится, как это видно на карте, линией простирания с отметкой 600 м и для той же самой плоскости пласта. Таким образом, линия простирания с отметкой 1000 м на южном крыле смещения становится линией простирания с отметкой 600 м на северном крыле; отсюда вертикальное смещение пластов северного

крыла по разрыву (в данном случае сбросу) равно разнице между этими величинами, т. е. 400 м.

Для нарушения E_1E_1 линия MH есть линия простираения с отметкой 800 м, соответствующая подошве песчаника на юго-западном крыле нарушения; при продолжении ее через плоскость смещения она становится линией простираения с отметкой 700 м для



Фиг. 80. Геологическая карта района с разрывными нарушениями (по Е. Н. Милашовскому).

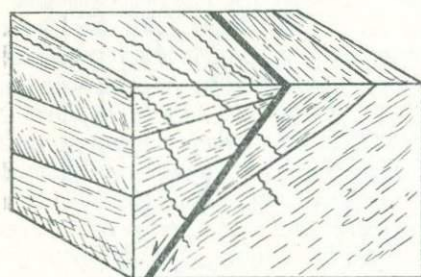
Породы силура: 1 — конгломераты; 2 — песчаники аркозовые; 3 — песчаники мелкозернистые плотные; 4 — песчаники глинистые. Породы карбона: 5 — известняки; 6 — известняки; 7 — известняки фузулиновые.

той же самой плоскости пласта. Отсюда находим вертикальное смещение северо-восточного крыла нарушения, которое равно 100 м. Оба нарушения прослеживаются на геологической карте в виде прямых линий. Это указывает на то, что разрывные нарушения вертикальны; это типичные сбросы, и в данном случае вертикальное смещение численно равно стратиграфическому.

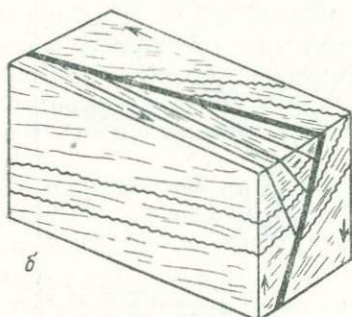
При изучении разрывных нарушений необходимо обращать особое внимание на величину амплитуды смещения по простира-

нию нарушения, так как очень часто наблюдаются шарнирные разрывы, для которых характерно затухание или, наоборот, увеличение амплитуды смещения по простиранию.

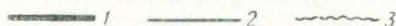
К геологическим признакам, помогающим изучать разрывные нарушения, относится трещиноватость. Сопровождая разрывы, трещиноватость образует так называемые оперяющие трещины.



a



б



Фиг. 81. Трещиноватость, выраженная оперяющими трещинами, и ее взаимосвязь с разрывными нарушениями.

a — сбросовое нарушение 1, осложненное сколовыми 2 и разрывными 3 трещинами; *б* — оперяющие трещины, развивающиеся вдоль взбросо-сдвига.

широкое развитие среди складчатых структур. На фиг. 82 изображены складчатые структуры, осложненные разрывами различных направлений.

Ниже приведены задачи, которые требуется решить.

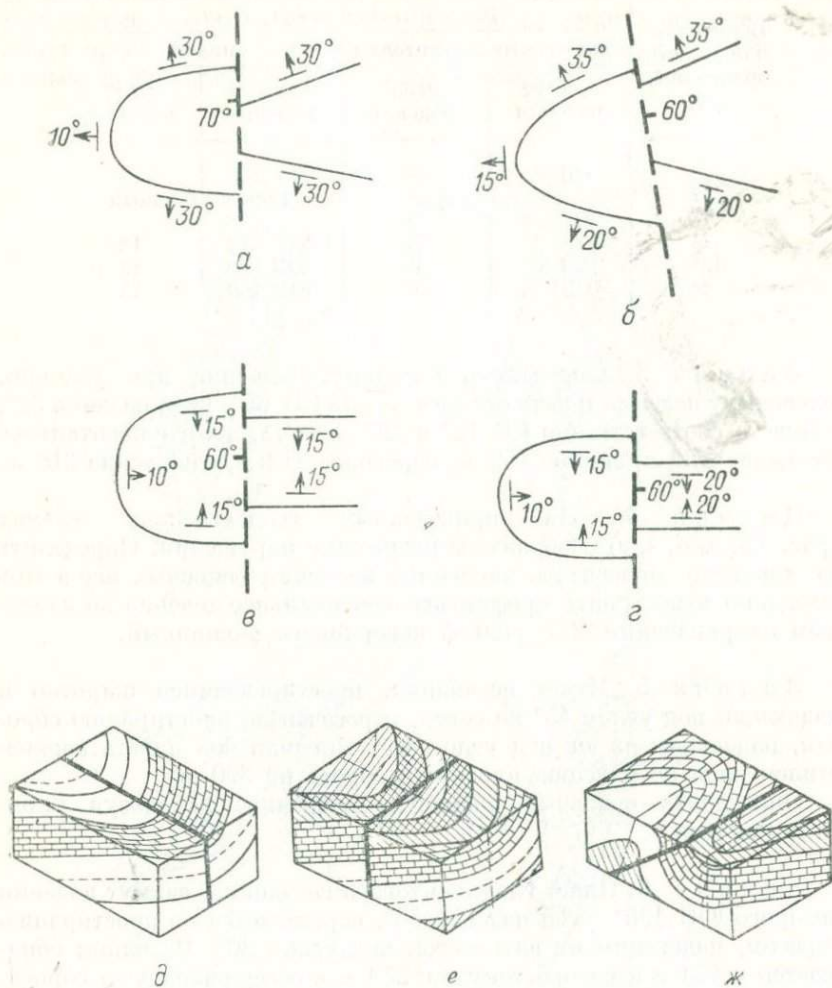
Задача 1. Определить все элементы смещений разрывных нарушений, изображенных на фиг. 73, и выразить их в численных значениях, приняв для этого условный масштаб. На профилях вкрест простирания плоскости сместителя определить взаимосвязь углов падения пласта α и сместителя β .

Рассмотрим пространственную взаимосвязь основных разрывов с оперяющими их боковыми трещинами. Установив среди боковых оперяющих трещин сколовые и разрывные и, учитывая, что разрывные трещины ориентированы под острым углом к направлению движения, а сколовые — под тупым, нетрудно выяснить направление относительного движения по плоскостям основных нарушений. Для изучения перемещений по нормальному сбросу существует правило, которое гласит, что часть пласта или дайки, перемещенная против падения, опущена.

На фиг. 81, *a* изображен сброс с двумя видами трещин (разрывных и сколовых), находящихся в определенной взаимосвязи между собой и нарушением.

При косых смещениях типа сбросо-сдвига или сдвига-надвига трещины оперения ориентированы так, что они причленяются к основному нарушению под небольшим углом (фиг. 81, *б*).

Разрывные нарушения имеют



Фиг. 82. Складчатые нарушения, осложненные разрывами (изображенные на плане и блок-диаграммах).

а — антиклинальная складка, осложненная меридиональным взбросом на периклинали (висячий бок — западный — переместился вверх); б — антиклинальная несимметричная складка, разорванная поперечным сбросом, смещена восточная часть складки; в — синклинальная складка, осложненная сбросом, висячий бок сбрасывателя переместился вниз; г — синклинальная складка, осложненная поперечным взбросом, висячий бок сбрасывателя переместился вверх; д — синклинальная складка, разорванная по оси вертикальным сбросом; е — центрициральная складка, осложненная поперечным вертикальным сбросом; ж — синклинальная складка, осложненная продольным надвигом.

Задача 2. Определить в вертикальном сечении горизонтальную величину смещения, если известны вертикальная высота смещения и элементы залегания пласта и сместителя. Охарактеризовать виды смещений, определить все основные элементы их и изобразить эти смещения графически.

Вертикаль- ная высота смещения, м	Элементы залегания, град.			
	плоскости сместителя		пласта	
	азимут падения	угол падения	азимут падения	угол падения
22	СВ 62	60	СЗ 292	16
67	Вертикальная		Горизонтальный	
73	ЮЗ 190	48	»	»
24	ЮВ 99	72	ЮВ 172	12
135	СЗ 324	49	ЮЗ 249	19
54	СВ 12	65	ЮВ 108	15

Задача 3. Определить величину смещения при условии, что азимут падения плоскости сместителя СВ 64° , угол падения 52° , а пласта соответственно СВ 12° и 28° . Учесть, что горизонтальное смещение 276 м, зияние 156 м, пересброс 212 м, сдвигание 218 м.

Задача 4. На приведенных геологических схемах (фиг. 83, а, б, в, г) изображены разрывные нарушения. Определить их характер, подсчитать численные значения основных элементов смещения и построить профильное вертикальное сечение по заданным направлениям АБ; рельеф поверхности равнинный.

Задача 5. Пласт песчаника, простирающийся широтно и падающий под углом 45° на север, пересечен по простиранию сбросом, падающим на юг под углом 45° . Висячий бок пласта переместился вниз по падению плоскости сброса на 360 м.

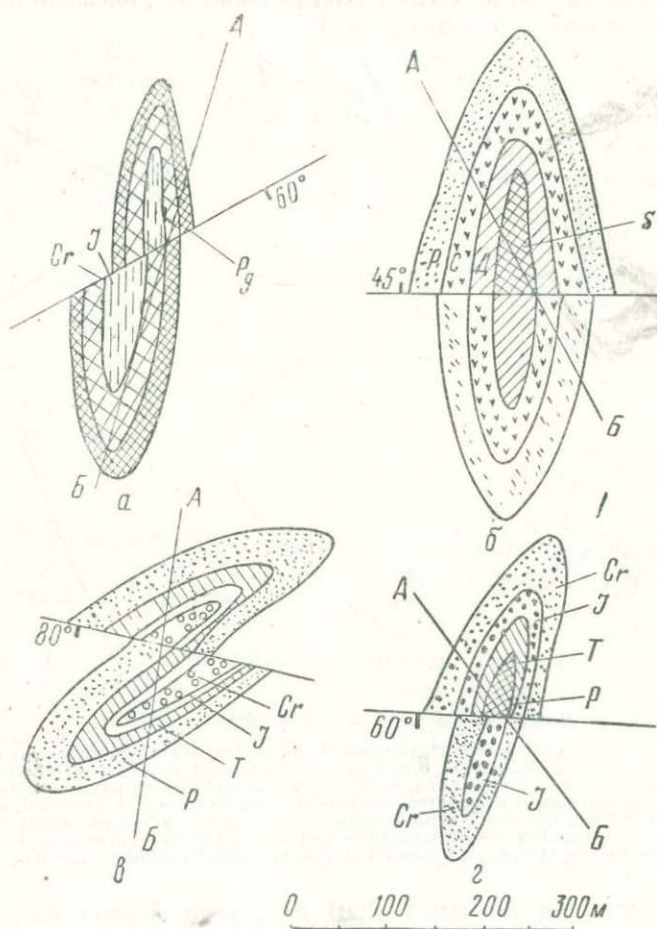
Определить основные элементы смещения, используя правило синусов.

Задача 6. Пласт глауконитового песчаника, азимут падения которого ЮВ 135° , угол падения 50° , пересекается по простиранию сбросом, падающим на юго-восток под углом 30° . Песчаник обнажается в 450 м к юго-востоку и в 270 м к северо-западу от сброса. Определить все основные элементы нарушения, полагая, что смещение произошло вниз по падению в плоскости сброса.

Задача 7. Сброс простирается широтно и падает под углом 30° на север. Пласт битуминозного известняка широтного простирания падает на юг под углом 60° и обнажается в 210 м к северу от сброса и в 300 м к югу от него. Борозды скольжения наклонены на запад под углом 40° . Предполагая, что борозды скольжения параллельны направлению смещения, определить все элементы нарушения, а также охарактеризовать разрывное нарушение.

Задача 8. Определить характер разрывных нарушений (фиг. 84, а—з) и вычислить основные величины смещений по наблю-

даемым элементам залегания пластов и плоскости нарушений. Изобразить все эти нарушения в трех проекциях и показать на плане проекцию пересечения сместителя с пластом в горизонталях. Рельеф поверхности горизонтальный; масштаб построения 1 : 1000.



Фиг. 83. Геологические схемы разрывных нарушений.

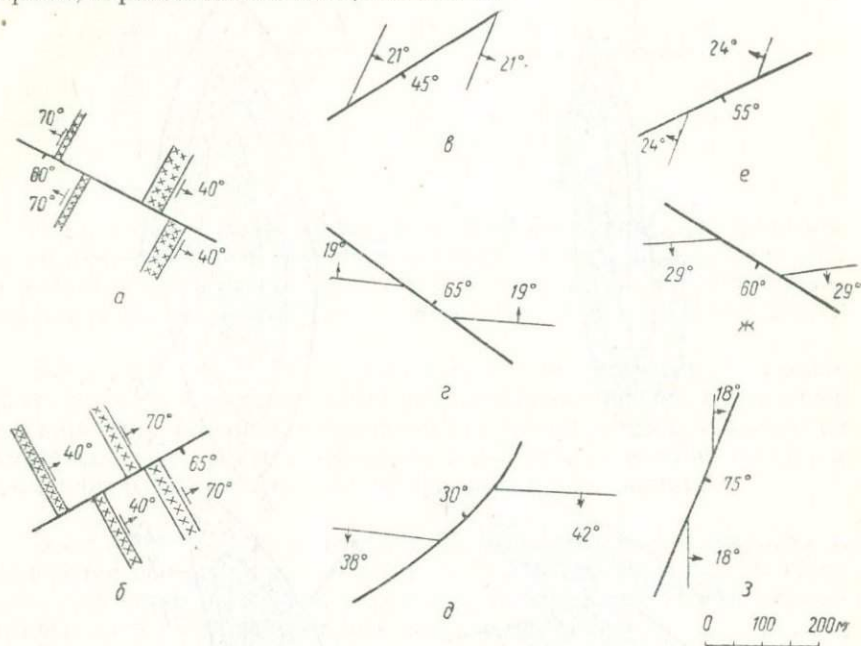
а — нарушение простирается с юго-запада на северо-восток; б — нарушение простирается с запада на восток; в — нарушение простирается с северо-запада на восток-юго-восток; г — нарушение почти широтного простирания.

Задача 9. Построить стратонизогипсы смещенного крыла сброса по следующим данным.

а) Азимут падения пласта СВ 43° , угол падения 25° ; азимут падения сместителя ЮВ 102° , угол падения 63° . Вертикальная длина смещения 82 м, смещена восточная часть пласта. Масштаб построения взять 1 : 5000, сечение горизонталей через 10 м.

б) Азимут падения пласта ЮЗ 212° , угол падения 31° ; азимут падения сместителя СЗ 297° , угол падения 51° ; смещен западный бок пласта, стратиграфическое смещение 84 м .

в) Азимут падения пласта СВ 37° , угол падения 14° , азимут падения сместителя ЮВ 124° , угол падения 81° ; смещено восточное крыло; горизонтальное смещение 197 м .



Фиг. 84. Разрывные нарушения в плане.

а — косая складка, осложненная разрывом, проходящим перпендикулярно к простираю-
 рания складки; б — моноклинал, осложненный разрывным нарушением вкрест простира-
 ния складки; в — пласт песчаника, осложненный диагональным разрывом; г — кровля
 олигоцен, прослеженная в широтном направлении и разбитая нарушением; д — битуми-
 нозный известняк осложнен дугообразным разрывом; е — кровля кунгура осложнена
 разрывом; ж — широтно простирающийся аргиллит осложнен разрывом; з — пласт и
 плоскость смещения падают к востоку, углы падения различны.

г) Азимут падения пласта ЮВ 105° , угол падения 32° . Азимут
 падения сместителя СЗ 310° , угол падения 56° ; размах смеще-
 ния 29 м , смещено западное крыло.

Задача 10. На поверхности в обнажении проложен выход
 песчаника, азимут падения которого СВ 49° , угол падения 28° .
 В 200 м от него по азимуту СЗ 349° прослежен выход поперечного
 вертикального сброса. В том же направлении на расстоянии 38 м
 от точки выхода сброса заложена буровая скважина, устье которой
 находится на отметке 142 м . Скважина вскрыла кровлю пласта
 песчаника на глубине 82 м .

Определить величину стратиграфического и вертикального смещений и построить стратоизогинсы пласта.

Задача 11. Построить смещенный шарнир складки со следующими элементами залегания крыльев: азимуты падения ЮВ 153° и СЗ 281° и углы падения соответственно 16 и 43° . Сбрасыватель падает на СВ 27° под углом 57° . Смещено северное крыло, вертикальная длина смещения 237 м.

Задача 12. Найти линию пересечения двух плоскостей, из которых одна (кровля ачкагыла) вскрыта в шурфе с азимутами стенок СВ 32° и ЮВ 123° и видимыми углами падения соответственно 16 и 51° . Координаты шурфа: $x = -10$, $y = 20$ и $z = 100$ м. Вторая плоскость (кровля верхнего мела) отмечена буровыми скважинами, пространственное размещение которых указано ниже.

№ скважин	Координаты			Глубина залегания кровли верхнего мела, м
	x	y	z	
1	0	+70	+ 75	71
2	-40	+35	+105	192
3	-20	+90	+110	43

Построить структурную карту для обеих маркирующих поверхностей с учетом того, что кровля верхнего мела распространена в пределах всей площади исследования.

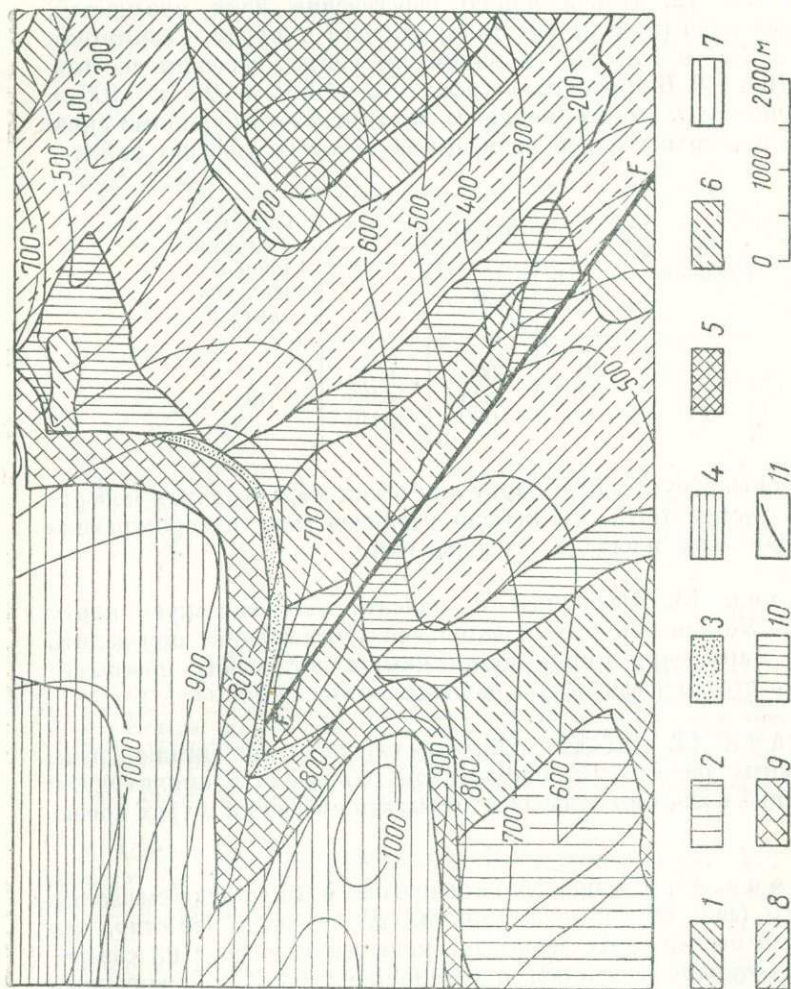
Задача 13. Разобрать и описать геологическую карту (фиг. 85). Установить последовательность отложений; определить характер нарушения путем построения геологических профилей; составить стратиграфическую колонку отложений.

Задача 14. На фиг. 86, *а* изображено положение даек, осложненных разрывным нарушением. Определить амплитуду и направление смещения этих даек; показать смещения в трех проекциях.

Задача 15. Определить направление и амплитуду смещения для жилы (фиг. 86, *б*), указанной на плане, если известно, что штрихи на послерудных зеркалах скольжения падают на северо-восток, составляя с линией простирания угол 35° (измеренный в плоскости сместителя).

Задача 16. На плане (фиг. 86, *в*) изображено положение седловидной жилы, залегающей среди осадочного комплекса пород. Определить положение этой жилы к востоку от плоскости разрывного нарушения, простирающегося в меридиональном направлении. Построить два меридиональных и один широтный профили и показать положение жилы и разрывного нарушения.

Задача 17. На геологической карте (фиг. 87) показаны палеозойские отложения (девон и карбон), перекрытые в юго-западной части района четвертичными породами. Прочитать геологическую карту, определить направления, амплитуды и время движения пород по разломам.



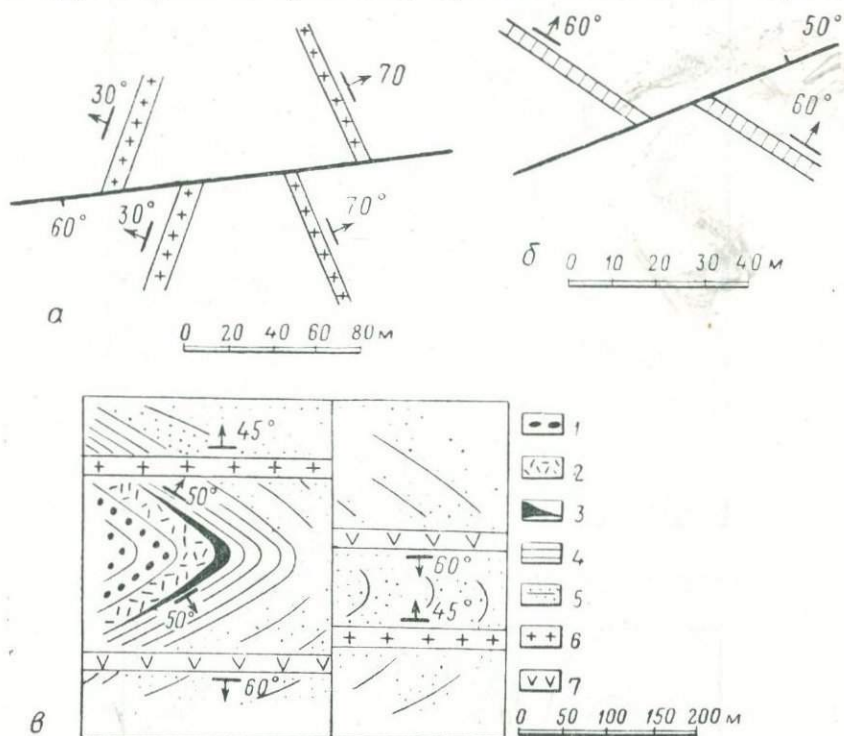
Фиг. 85. Геологическая карта масштаба 1 : 50000 (по Е. Н. Милановскому).
 Породы среднего карбона: 1 — сланцы глинистые серые; 2 — известняки кремнистые; 3 — базальный конгломерат. Породы верхнего девона: 4 — сланцы черные, углистые, глинистые; 5 — доломиты тоуго-боблого-серые; 6 — песчаники битуминозные; 7 — глины с фауной карбона; 8 — мергели светлосерые с фауной верхнего девона; 9 — известняки серые; 10 — сланцы черные битуминозные; 11 — разрывные нарушения.

Задача 18. На топографической карте (фиг. 88) в точках А, В и С обнажается кровля известняковой свиты. Мощность свиты 100 м. С северо-запада на юго-восток проходит сброс, по которому западное крыло опустилось по вертикали на 200 м.

Построить полный выход известняка на поверхность в нормальном и сместившемся крыле и определить пространственное поло-

жение плоскости сместителя. Определить стратиграфическую величину смещения. Изобразить это нарушение в виде блок-диаграммы.

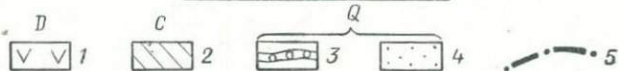
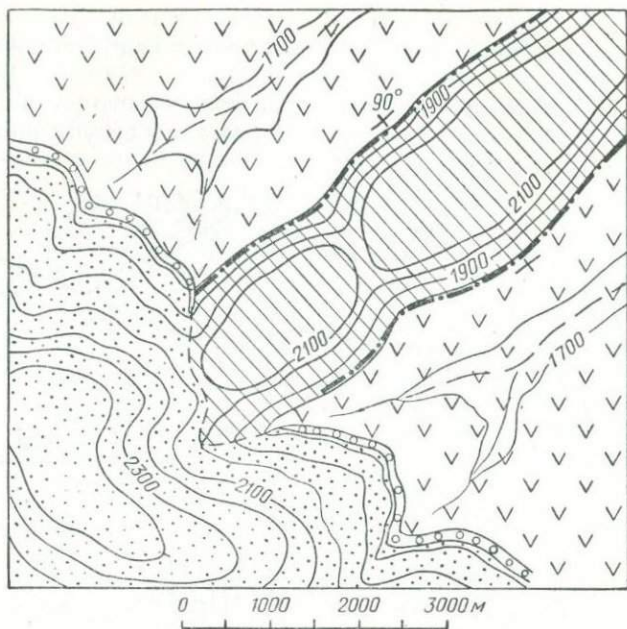
Задача 19. В результате проведенного структурного бурения для участка месторождения составлены структурные карты по двум опорным поверхностям, пересеченным на востоке сбросом



Фиг. 86. Примеры разрывных нарушений, осложняющих жилы и дайки. 1 — грубозернистый песчаник; 2 — доломитизированный известняк; 3 — битуминозный известняк; 4 — глинистый сланец; 5 — пески сильно глинистые; 6 — доломит; 7 — андезит.

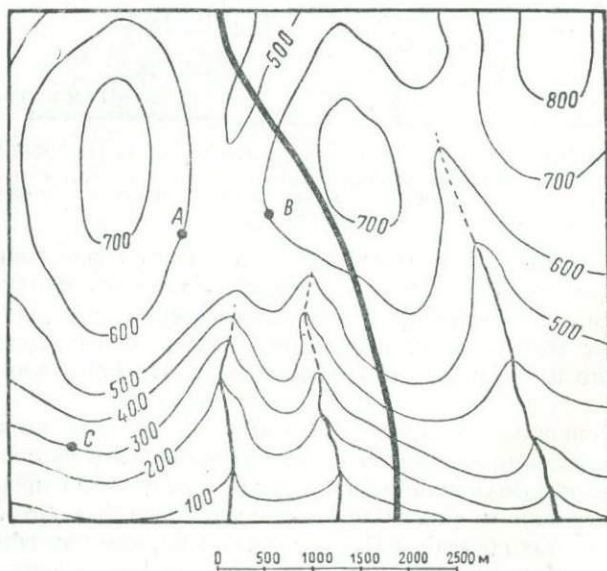
(фиг. 89). Определить азимут и угол падения разрывного нарушения; прочесть структурные карты, составить карту изонахит для толщи, заключенной между этими двумя поверхностями, и, если имеет место несогласие между ними, охарактеризовать его качественно и количественно (т. е. определить направление и угол падения).

При условии, что пространственное положение нижнего комплекса (т. е. направление и угол падения), отмеченное в южной части участка, сохраняется в пределах опущенного крыла, в профиле, построенном вкрест простирания слоев (на юге), показать возможный выход этой плоскости на поверхность; вертикальное смещение восточного крыла на этом участке 150 м, оно постепенно уменьшается к северу, достигая 50 м у северной границы участка.



Фиг. 87. Геологическая карта в масштабе 1 : 50000.

1 — аффузивы девона; 2 — песчаники; 3 — базальный конгломерат; 4 — пески и суглинки; 5 — разломы.



Фиг. 88. Топографическая карта (по Е. Н. Милановскому) масштаба 1 : 50000 с сечением горизонталей через 100 м.

Задача 20. На топографической карте изображено геологическое строение района (фиг. 90).

Прочитать и описать эту геологическую карту, установить последовательность отложений, определить пространственное положение пород и составить колонку отложений.

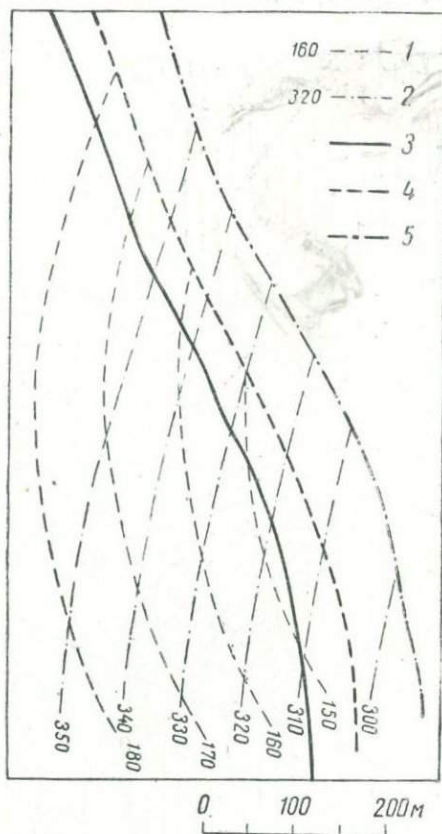
В пределах данного района отмечено разрывное нарушение *FF*.

Определить характер нарушения и все основные элементы его. Учесть, что скважина, заложенная в точке *A*, пересекла это нарушение на глубине 500 м от поверхности. Составить геологические профили по разным направлениям и на основе их описать геологическое строение и историю развития района; указать участки возможной добычи битуминозных сланцев и строительных материалов (известняков, песчаников и др.).

Задача 21. При детализации геологического строения участка в разведочных выработках прослежен ряд нарушений, положение которых обозначено на плане (фиг. 91).

Определить последовательность этих нарушений (их относительный возраст), если самое древнее отнесется по времени к нижнему карбону, а наиболее молодое — к нижней перми.

Задача 22. На фиг. 92 представлена геологическая карта складки, осложненной нарушением. Разобрать карту, охарактеризовать тектоническую форму складки и составить нормальную колонку отложений, если истинная мощность самых древних отложений составляет 100 м. При решении задачи необходимо учесть, что скважина, заложенная в точке *A*, пересекла плоскость нарушения на глубине 390 м от поверхности. Рельеф поверхности равнинный на отметке 100 м.

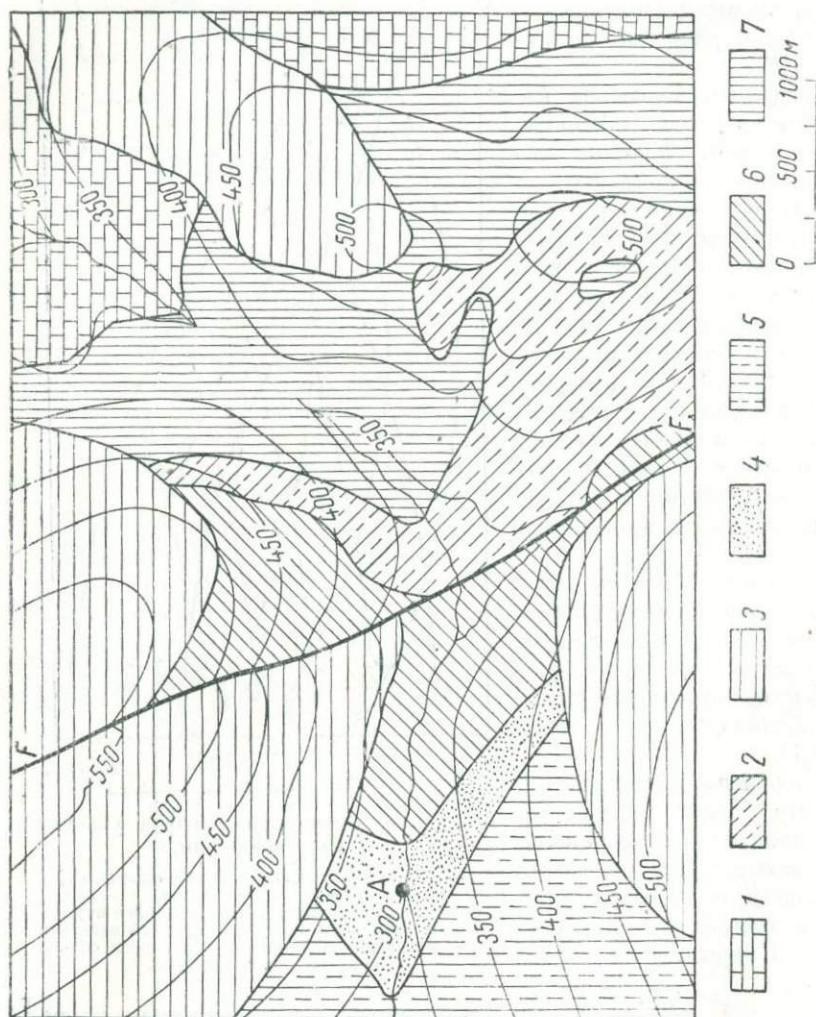


Фиг. 89. Структурная карта участка месторождения.

1 — стратиграфические кровли неокома; 2 — стратиграфические кровли пермтриаса; 3 — выход сброса на поверхность; 4 — проекция пересечения плоскости сброса с кровлей неокома; 5 — проекция пересечения плоскости сброса с кровлей пермтриаса.

Задача 23. На топографической основе представлены две геологические карты (фиг. 93, а, б), на которых прослежены нарушения разрывного характера.

Определить элементы залегания отложений, изображенных на картах, а также типы и элементы залегания нарушений. В вер-

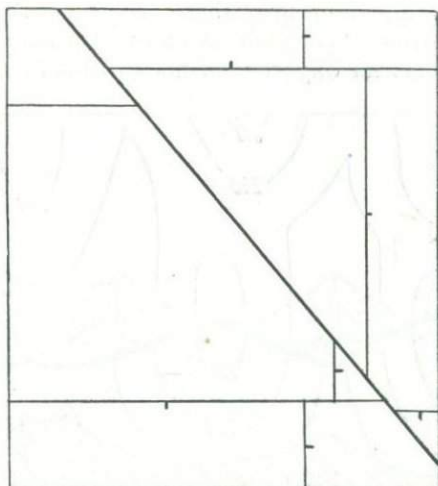


Фиг. 90. Геологическая карта (по Е. Н. Милановскому).

1 — известняки окремненные; 2 — мергели песчанистые; 3 — глины серые, плотные, с конкрециями; 4 — песчаники с сильным запахом нефти; 5 — глины песчанистые бурые; 6 — аргиллиты темноволнистые; 7 — сланцы черные, битуминозные. Все отложения девонского возраста, за исключением серых глин с конкрециями, относящихся к палеогену.

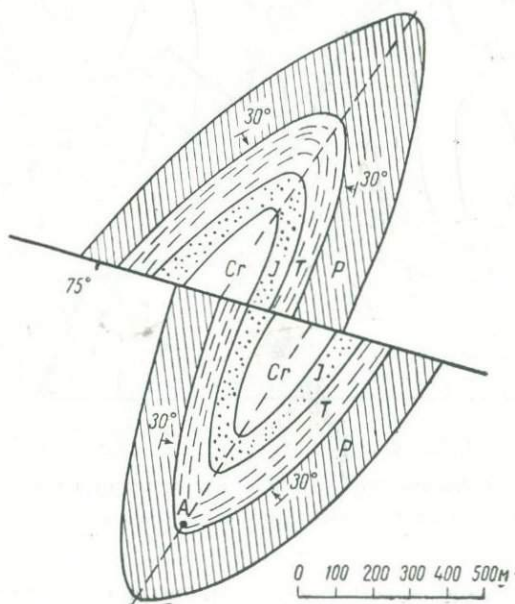
тикальных разрезах, построенных вкрест простирания пород, показать эти разрывные нарушения.

Задача 24. На топографической карте района отмечен выход QR кровли битуминозного известняка, относящегося к среднему карбону. Вертикальная мощность известняка 20 м. В 120 м.



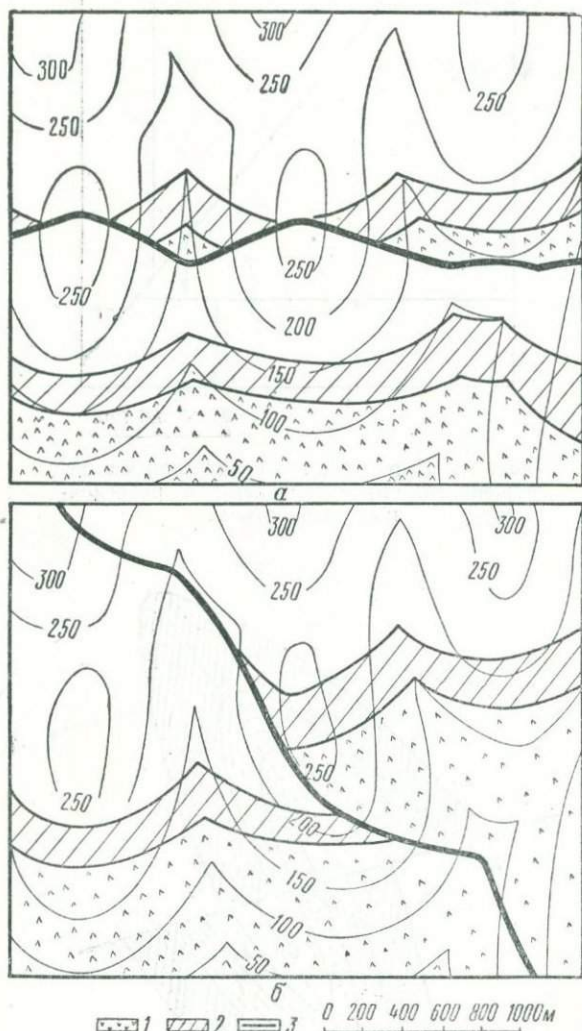
0 50 100 150м

Фиг. 91. План участка с разрывными нарушениями, прослеженными в разведочных выработках.



Фиг. 92. Геологическая карта складки.

ниже кровли его залегает кровля верхнего девона. В пределах района (фиг. 94) имеются разрывные нарушения, пространственное положение которых указано на карте. По нарушению *AB* юго-западная часть участка опустилась по вертикали на 100 м; по на-

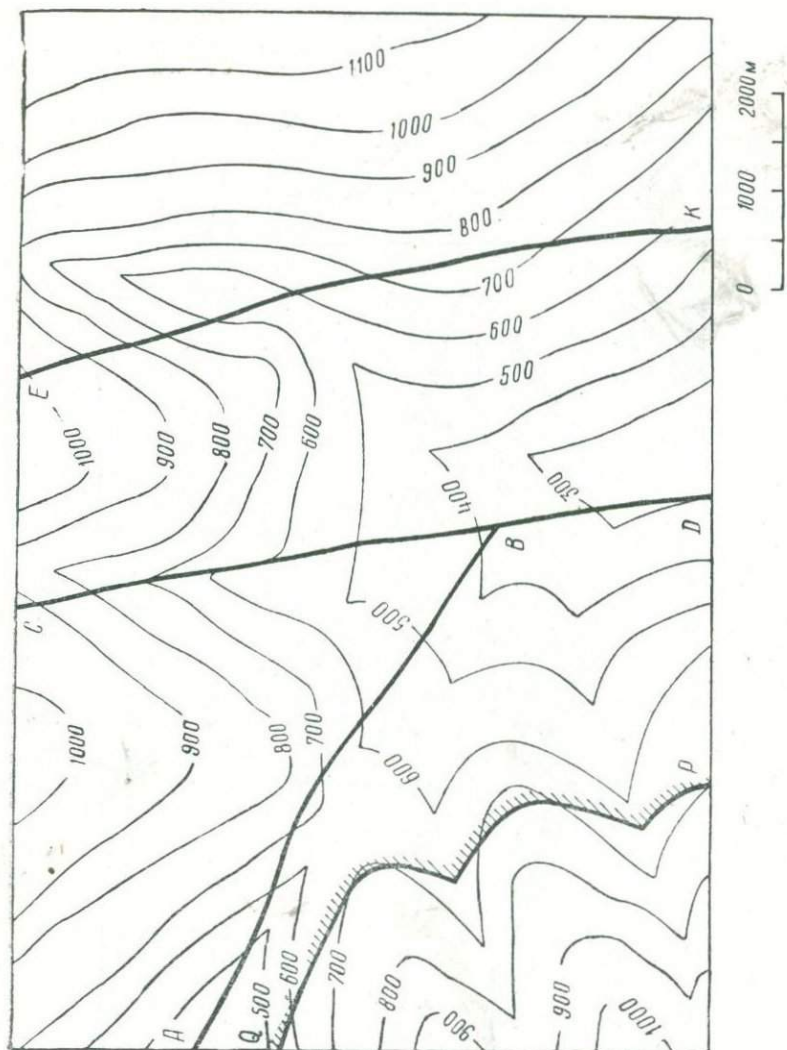


Фиг. 93. Геологические карты с разрывными нарушениями.

1 — чокваськие отложения; 2 — караганские отложения; 3 — разрывные нарушения.

рушению *CD* на 400 м сместился вниз центральный участок; по нарушению *EK* опустилась на 100 м самая восточная часть района по отношению к центральному, находящемуся к западу от сместителя *EK*.

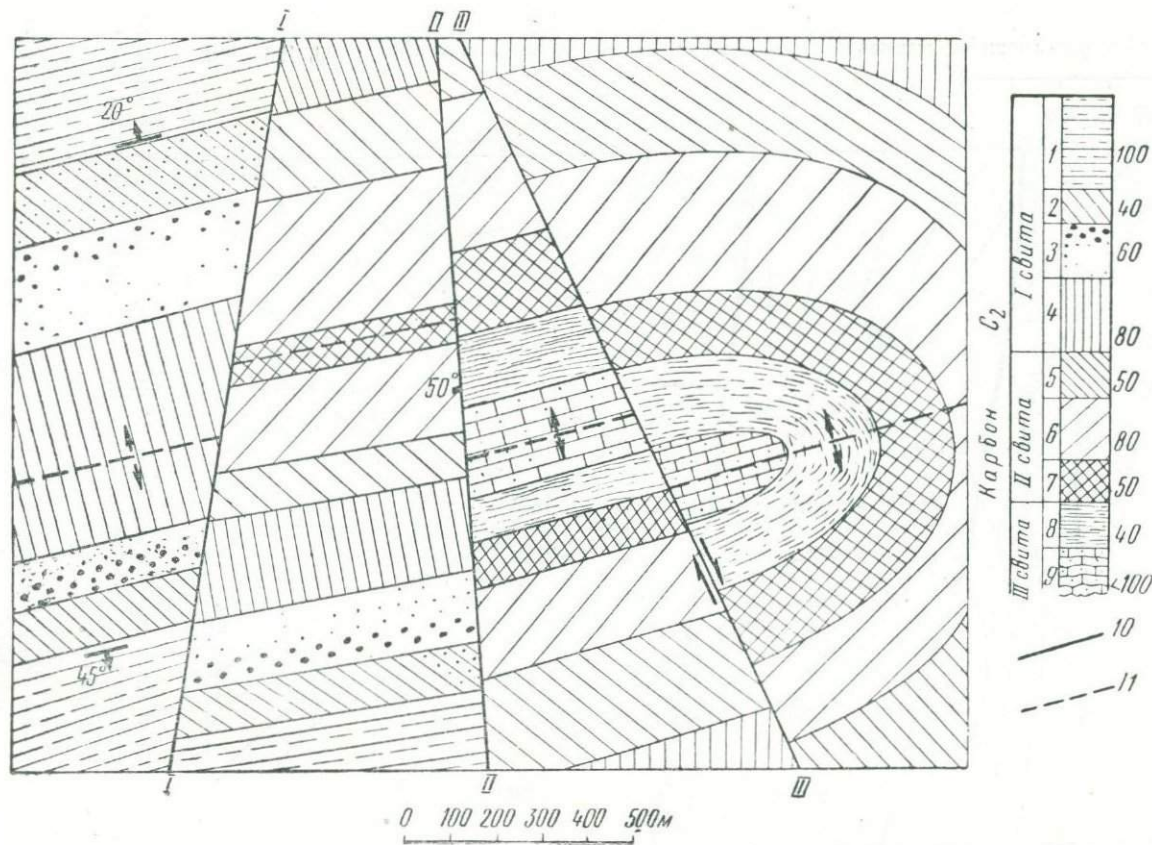
Построить структурную карту по кровле верхнего девона в пределах всей площади района и подсчитать стратиграфическую величину смещения для всех наблюдаемых нарушений. Наметить точки заложения колонковых скважин для уточнения составленной



Фиг. 94. Топографическая карта масштаба 1 : 50000 с сечением горизонтальной через 100 м

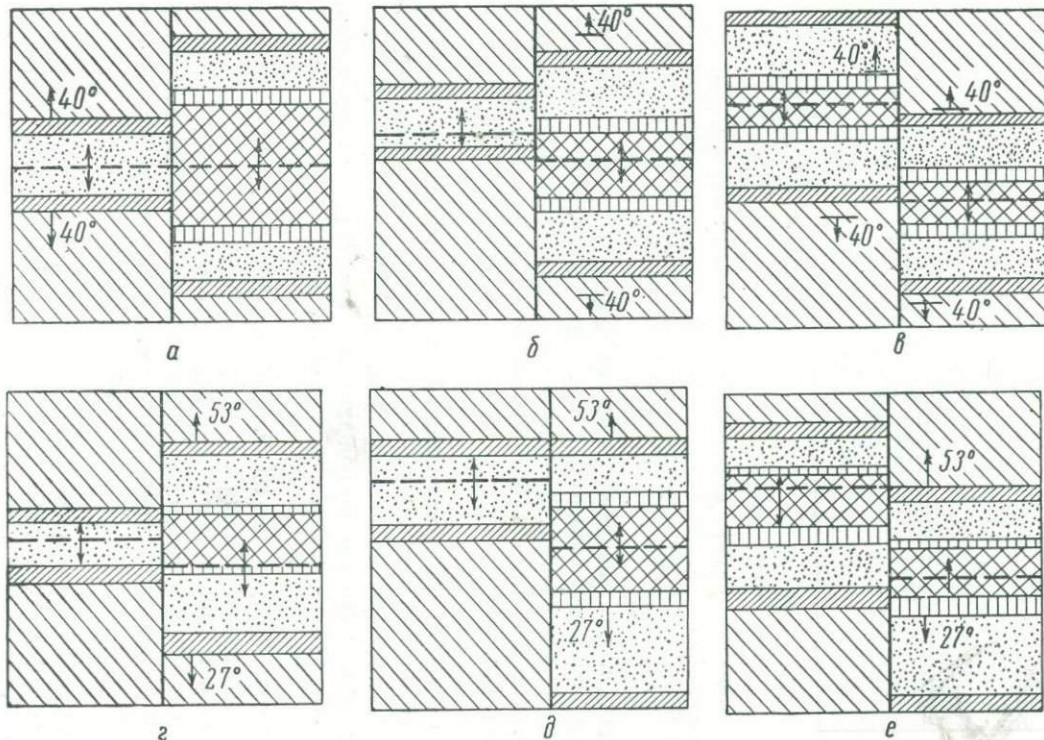
структурной карты и определить их проектные разрезы до кровли среднего девона, если предполагаемая истинная мощность верхнего девона 175 м.

Задача 25. На карте среза (фиг. 95) наблюдается комплекс отложений, представленный в колонке.



Фиг. 95. Карта среза на отметке + 100 м.

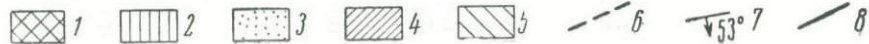
Породы верхнего эоцена: 1 — глина серая; 2 — пески разномерные кварцевые; 3 — песчаники с прослоями галечников. Породы нижнего палеоцена: 4 — глины бурые (аргиллиты); 5 — чередование темносерых глин с прослоями светлых мелкозернистых песков; 6 — глины черные углистые, с прослоями пиритовых конкреций; 7 — мергели светлые; 8 — известняки карбонатные (ракушечники). Породы нижнего триаса: 9 — песчаники медистые; 10 — линии разрывов; 11 — оси складок.



Фиг. 96. Карты среза на отметке + 100 м центральной части антиклинальной складки.

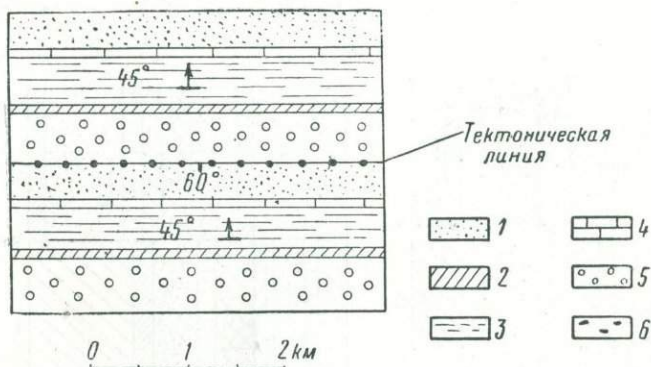
1 — глины пестроцветные; 2 — песчаники; 3 — пески; 4 — мергели; 5 — аргиллиты; 6 — ось складки; 7 — элементы залегания слоев; 8 — разрывное нарушение.

0 200 400 м



Прочитать геологическую карту, определить элементы залегания отдельных свит на плане, установить характер разрывных нарушений I—I, II—II, III—III и в профиле по простиранию показать элементы смещений.

Задача 26. На фиг. 96, а—е изображены карты среза на отметке +100 м центральной части антиклинальной складки широтного простирания, осложненной нарушением меридионального простирания. Плоскость сместителя вертикальна.



Фиг. 97. Геологическая карта масштаба 1 : 50000.

1 — песчано-глинистая толща; 2 — толща бурых мергелей; 3 — пестрые глины с прослоями доломитов; 4 — известняковая свита; 5 — толща водоносных крупнозернистых песков; 6 — базальный конгломерат.

Определить для каждого варианта задачи основные элементы складки и основные элементы разрывных нарушений. Для решения задачи рекомендуется построить совмещенные профили из двух вертикальных сечений вкрест простирания пород по каждому блоку складки.

Задача 27. На геологической карте среди серии моноклинально лежащих отложений (фиг. 97) прослежено нарушение, отчетливо наблюдаемое по выходу базального конгломерата.

Определить характер нарушения и амплитуду его смещения. при условии, что рельеф местности равнинный.

Задача 28. На геологической карте (фиг. 98) нанесены выходы пород нижнего девона и средней юры.

Прочитать и описать эту карту и на геологических разрезах показать основные элементы тектоники; определить характер нарушений и их возраст; проследить зоны распространения изверженных пород и указать время проявления их.

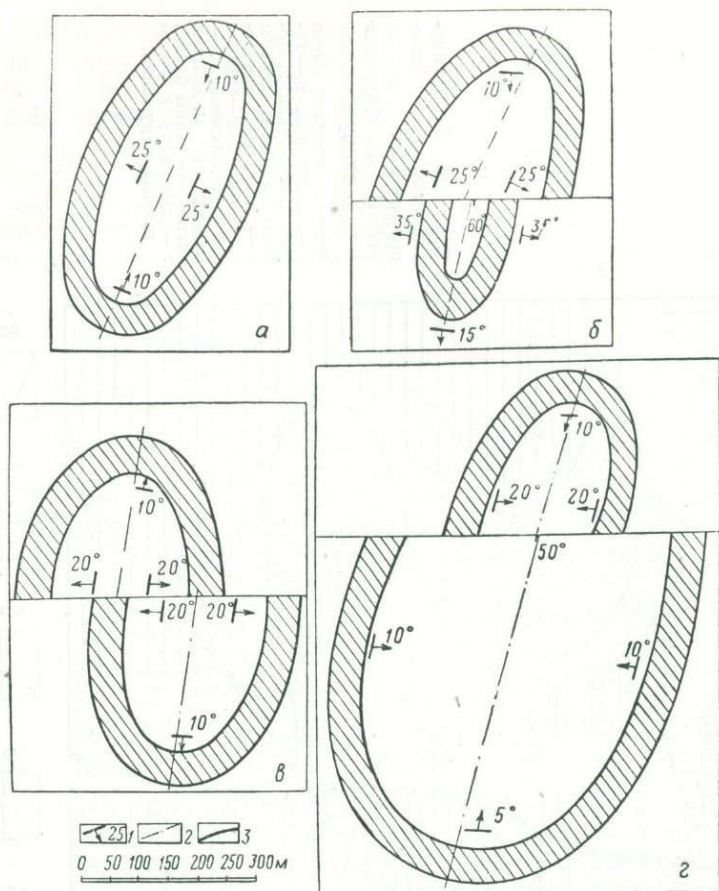
Задача 29. На приведенных картах среза, составленных на отметке +150 м, изображены тектонические схемы складок, осложненных разрывами широтного простирания (фиг. 99).



Фиг. 98. Геологическая карта на топографической основе (по Е. Н. Милановскому).

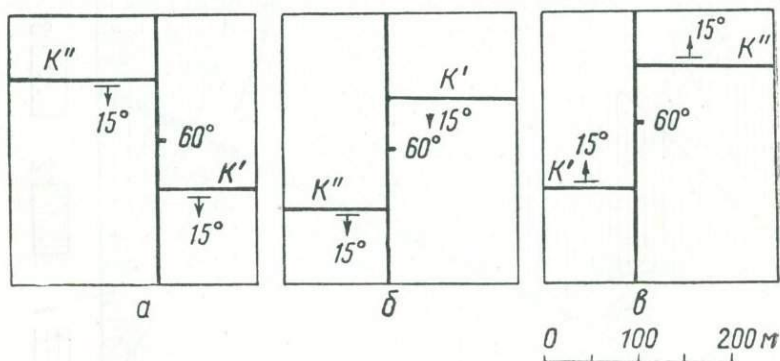
Породы средней юры: 1 — известняки, 2 — туфогенные песчаники. Породы нижнего девона: 3 — доломиты голубовато-серые; 4 — аргиллиты темносерые; 5 — мергели с прослоями глин; 6 — глины бурые; 7 — долериты; 8 — разрывные нарушения.





Фиг. 99. Карты среза на отметке +150 м с изображением тектонических схем складок.

1 — элементы залегания маркирующего пласта; 2 — ось складок; 3 — разрывные нарушения.



Фиг. 100. План с изображением разрывных нарушений.

K' — нормальное крыло; K'' — сместившееся крыло.

Определить характер этих разрывных нарушений; показать основные элементы смещения в совмещенных профилях и профилях по простиранию каждой складки. Построить карту среза на отметке +25 м и определить положение следа плоскости сместителя на этой отметке по отношению к отметке поверхности на высоте 200 м над уровнем моря.

Задача 30. На плане представлены разрывные нарушения (фиг. 100). Определить характер этих нарушений и указать их различие между собой. Показать эти нарушения в трех проекциях (план и две вертикальные, взаимно перпендикулярные).

В плане показать проекцию пересечения плоскости сместителя с пластом.

Глава VIII

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

Тектонические движения, происходящие в земной коре, весьма разнообразны, и этим обусловлено то разнообразие структурных форм, которые были рассмотрены выше. Все тектонические движения подразделяются на три типа: 1) колебательные, заключающиеся в выгибании и прогибании земной коры с образованием крупных структурных поднятий и прогибов; 2) складчатые, выражающиеся в образовании складок, и 3) разрывные, приводящие к образованию тектонических разрывов.

Формы проявления складчатых и разрывных тектонических движений были рассмотрены в предыдущих разделах книги, поэтому здесь остановим свое внимание на изучении колебательных движений.

Колебательные движения земной коры отражаются в распределении фаций и мощностей осадочных пород, поэтому изучение истории этих движений основывается на изучении фаций и мощностей отложений. В исследование колебательных движений входит также изучение стратиграфических перерывов, трансгрессий и регрессий, без которых нельзя делать полноценных выводов об истории развития рассматриваемого района или региона.

Изучение мощностей является методом общего анализа развития колебательных движений, дающим среднюю картину их развития для относительно крупных площадей и значительных промежутков времени [13]. Анализ мощностей должен при этом охватывать относительно большую территорию с целой группой структур (в горизонтальном направлении) и рассматривать при этом какой-либо стратиграфический интервал: отдел — для областей с небольшими мощностями и ярус — для областей со значительными мощностями (по вертикали).

Методика составления карт мощностей или карт изопахит основана на измерении фактических, реальных величин мощностей, наблюдаемых в обнажениях и по разрезам буровых скважин; всякие предположения о том, сколько в пункте наблюдения было первоначально накоплено осадков, сколько из них размыто и т. д., при составлении карт изопахит не допускаются. Наблюдаемая мощность того или иного стратиграфического подразделения опре-

деляется суммой всех колебательных движений, которые имели здесь место за период накопления осадков этого подразделения.

На географическую основу наносят все точки наблюдений, по которым имеются замеры мощностей осадков, накопленных за время, для которого составляется карта мощностей. У каждой точки отмечают мощность всей толщи отложений, измеренную от подошвы до кровли, и проводят изолинии обычным способом (как, например, при построении структурных карт). При проведении изолиний мощностей в зависимости от масштаба допускается сглаживание изолиний с учетом геологических особенностей рассматриваемого региона. Нулевая изолиния показывает, что интересующие нас осадки за ее пределами отсутствуют.

Карты мощностей или изопахит, устанавливающие общий план распределения мощностей, создают все возможности для изучения палеотектоники, выяснения распределения режима тектонических движений во время образования рассматриваемых отложений, а также позволяют решить вопрос о взаимосвязи между распределением мощностей и фаций.

Карта фаций характеризует состав осадков, физико-географические и тектонические условия их образования на территории рассматриваемого региона. Она является синтезом всех данных, полученных при литолого-геологических исследованиях. Перед составлением карт фаций Л. Б. Рухин [46] рекомендует строить вспомогательные схемы и карты. К их числу относятся петрографическая карта с обозначением петрографического состава пород; карта мощностей данного горизонта или свиты; схема изменений отложений с обозначением на ней зон распространения процессов доломитизации, цементации, окремнения, ожелезнения, зон образования конкреций и др.; палеодинамическая карта с показом всех данных о направлении движения среды отложений на основании изучения косой слоистости, ориентировки галек, знаков ряби и пр.; палеоэкологическая карта с изображением на ней данных изучения органических остатков, как показателей особенностей их отложения (например, типы сообществ органических остатков и условия обитания); палеогеологическая карта, показывающая состав и возраст подстилающих более древних пород в пределах всего района исследований; палеотектоническая карта с изображением распространения областей поднятия и опускания в эпоху образования рассматриваемого комплекса отложений; палеогеографическая карта, на которой должны быть представлены преобладающие типы осадков с учетом физико-географических условий образования их, а также зоны развития рифов и лагун, характерные элементы рельефа суши, распределение речной сети и др.

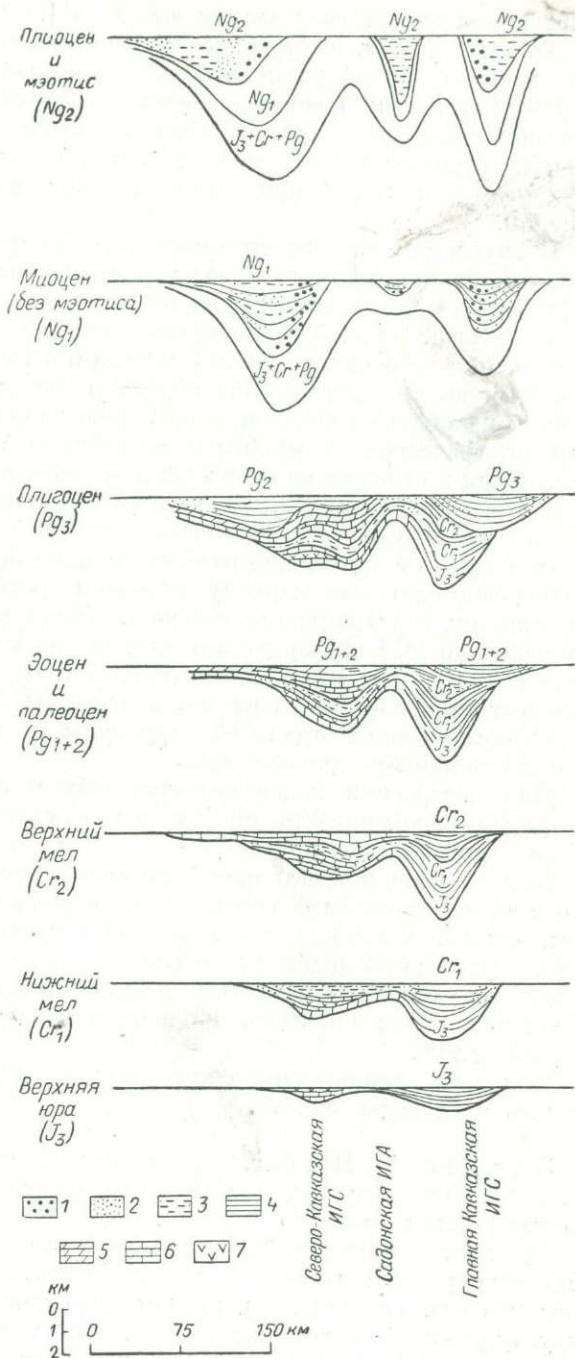
После обобщения всего материала составляют карту фаций, на которую наносят данные о литологическом составе пород и изменений их мощностей в пределах рассматриваемого района. Такая фациальная карта по своему содержанию является обобщающей схемой, с исчерпывающей полнотой освещающей условия образования данного комплекса отложений.

Фаціальную карту строят с учетом петрографического состава пород, мощностей их и физико-географических условий осадконакопления. Чтобы наиболее четко отразить характер фаций и физико-географические условия их образования, кроме фаціальных карт, необходимо строить соответствующие профили. Профили дополняют и поясняют карту, а также наглядно иллюстрируют изменение мощности рассматриваемого комплекса пород и более резко подчеркивают зависимость между тектоническим режимом и характером образующихся осадков. На фаціальных профилях изображаются типы древних отложений с учетом их генетической обстановки, а на палеогеографических — типы этих отложений с учетом физико-географических условий их образования.

При построении таких профилей кровлю исследуемой толщи принимают за горизонтальную линию и от нее в точках, соответствующих положению изученных разрезов (по обнажениям или буровым скважинам), откладывают мощность данного стратиграфического комплекса, с выделением соответствующих типов фаций с учетом условий их отложения, сохраняя при этом определенную масштабность построения. В некоторых случаях на фаціальных профилях по оси ординат целесообразно откладывать не мощность стратиграфического комплекса, а геологическое время (относительное и абсолютное), в течение которого этот комплекс образовался. Читая такой профиль, можно проследить продолжительность формирования тех или иных фаций, установить как изменяли свое пространственное положение фаціальные зоны, какой общий характер отложений имела вся область и т. д. Убедительным и еще более дополняющим графическим материалом, иллюстрирующим развитие колебательных движений в течение длительного времени, являются стратиграфические профили, показывающие изменение мощностей и фаций во времени для определенного региона. Например, анализируя во времени серию стратиграфических профилей через восточную часть Большого Кавказа (фиг. 101) [13], можно отчетливо проследить ступень интенсивности вертикальных движений и характер их проявления.

В дополнение к изучению мощностей и фаций для восстановления истории развития колебательных движений необходимо тщательно изучать распределение во времени и на площади признаков размыва и стратиграфических перерывов. Эти геологические явления указывают на поднятия земной коры в отличие от опусканий или прогибаний, изучаемых только при помощи исследований мощностей осадков (по картам изопахит).

На картах размывов и стратиграфических перерывов выделяются области непрерывного перехода от одной свиты к другой, зоны распространения базального конгломерата (который может иметь различный возраст), зоны резкого различия пород по литологическому и фаціальному составу (как возможно разновозрастные). Такие карты являются картами геологического строения поверхности несогласия, на которых (при наличии фактических данных)



Диг. 101. Схема стратиграфических профилей через восточную часть Большого Кавказа, показывающая изменение мощностей и фаций от верхнеюрского до плиоценового времени (по В. В. Белоусову).

•ИТС — интрагеосинклиналь; ИГА — интрагеоантиклиналь. 1 — грубообломочные осадки; 2 — пески; 3 — песчано-глинистые осадки; 4 — глины и флиш; 5 — мергели; 6 — известняки; 7 — лагунные отложения.

можно проследить все типичные формы несогласного залегания стратиграфических свит между собой [51].

Таким образом, построение перечисленных карт и профилей имеет целью помочь установить геологическое строение исследуемой территории и в первую очередь выяснить историю развития тектонических движений. Анализ развития тектонических движений осуществляется последовательно от одного разреза к другому и затем при помощи карт по всей территории в целом.

В изучаемом разрезе выделяют сначала маркирующие стратиграфические поверхности — разделы между системами, отделами, ярусами или горизонтами, если последние представляются объектами анализа. Каждая такая поверхность в первоначальных условиях являлась, очевидно, дном бассейна и отражала конфигурацию его. Восстановив при помощи изучения фаций (путем построения кривой накопления осадков и пр.) первоначальную форму любой стратиграфической поверхности независимо от ее современного положения и отложив вниз от этой поверхности мощность лежащих ниже толщ, получаем схему залегания пород в момент образования данной маркирующей поверхности.

Переходя от одной поверхности к другой, можно проследить последовательно всю картину развития движений земной коры по данному вертикальному сечению. Такой разрез или профиль компенсации [17] повторяет в общих чертах палеорельеф в то или иное время и дает возможность (при соответствующей степени детальности изображения, зависящей от масштаба) проследить историю формирования отдельной структуры, неразрывно связанную с колебательными движениями.

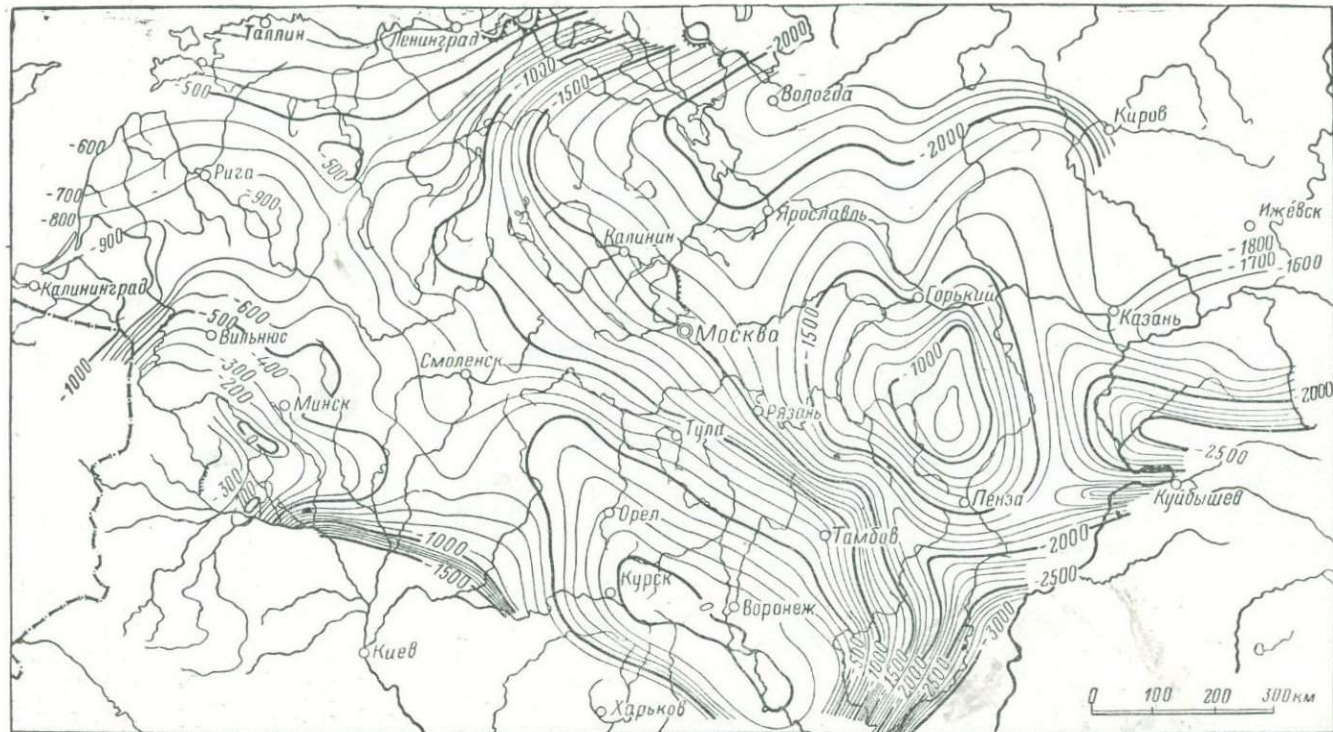
Для построения палеогеографических и фациальных карт и профилей рекомендуется применение соответствующих условных обозначений (приложение 11).

При анализе колебательных движений необходимо учитывать, что в геосинклинальных областях они отличаются большим размахом, резкой контрастностью, большим градиентом скоростей и амплитуд; в платформенных же областях колебательные движения происходят с малым размахом и нерезкой контрастностью, т. е. складчатые движения здесь проявляются в исключительно ослабленной форме.

Для углубленного изучения данного раздела рекомендуем решить следующие задачи.

Задача 1. На фиг. 102 приведена схематическая карта рельефа поверхности докембрийского фундамента, составленная по материалам опорного бурения.

Произвести анализ рельефа поверхности фундамента и наметить основные районы развития положительных и отрицательных участков его. К элементам фундамента относятся такие крупные структурно-морфологические формы, как южный склон Балтийского щита, Центральный Белорусский массив, Воронежский вы-

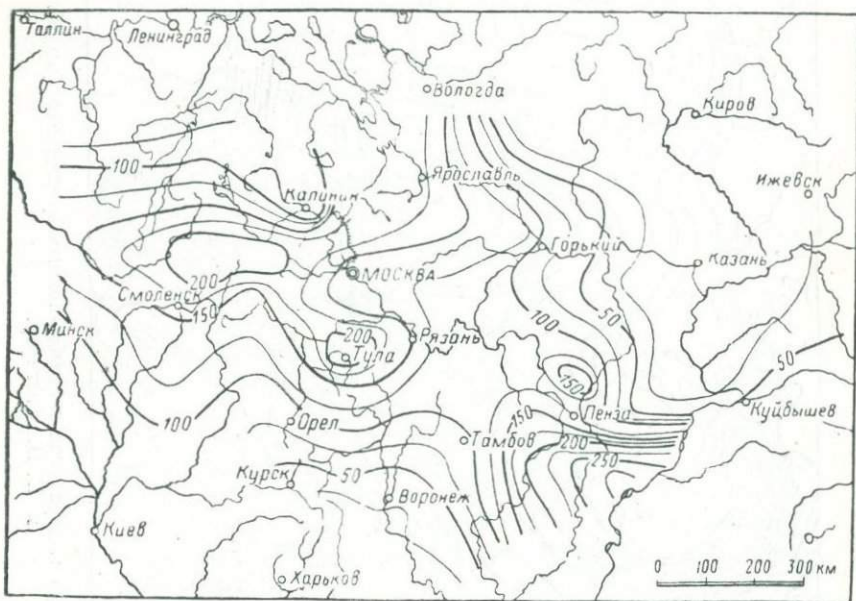


Фиг. 102. Схематическая карта рельефа поверхности д кембрийского фундамента (по М. М. Толстихиной и Б. Б. Митгарц).

ступ, Московская впадина, Рязано-Саратовский прогиб, Прибалтийская впадина, Днепровско-Донецкая впадина.

Для решения задачи рекомендуется построить ряд профильных разрезов и показать на них глубины залегания поверхности докембрийского фундамента:

- I-й профиль — Киев, Смоленск, Москва, Куйбышев
- II-й » — Харьков, Воронеж, Тамбов, Горький, Киров
- III-й » — Ленинград, Калинин, Москва, Рязань, Саратов
- IV-й » — Калининград, Москва, Казань



Фиг. 103. Карта мощностей отложений живетского яруса (по М. М. Толстихинсй).

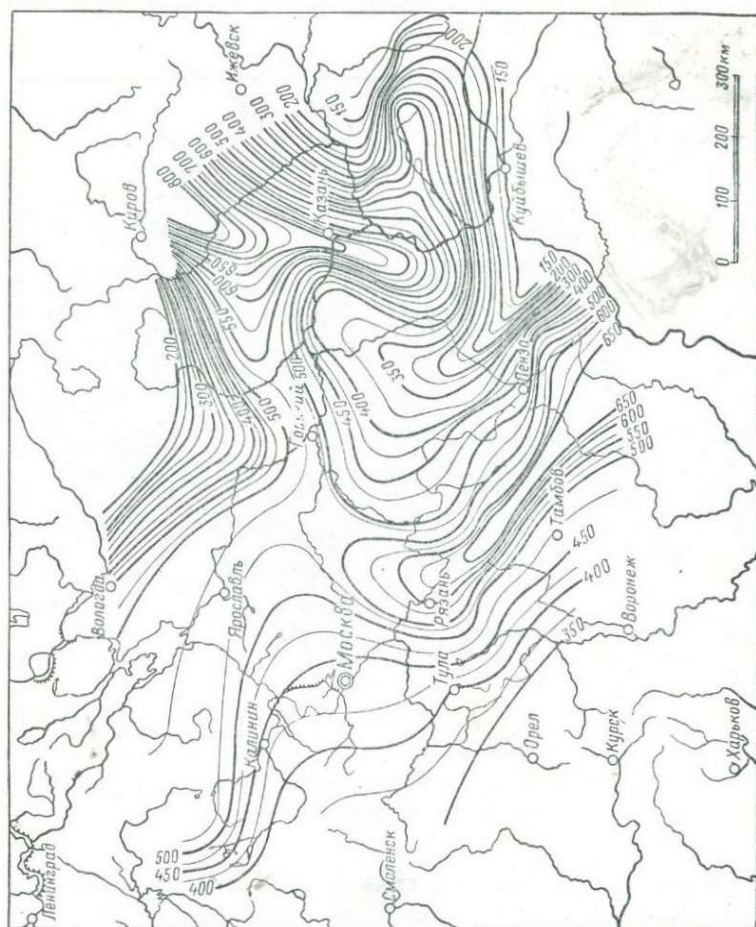
Кроме того, необходимо построить ряд профилей в крупном масштабе для отдельных регионов (например, Воронежский выступ и др.) с целью более детального их освещения. По всем профилям указать максимальные и минимальные глубины залегания поверхности докембрийского фундамента.

Показать на карте перечисленные выше крупнотектонические формы, наблюдаемые в пределах Европейской части СССР.

Задача 2. На фиг. 103—105 приведены карты мощностей живетского яруса среднего девона и франского и фаменского ярусов верхнего девона.

Охарактеризовать пространственное положение, область географического распространения каждого яруса девонских отложений в пределах всей рассматриваемой территории и выделить

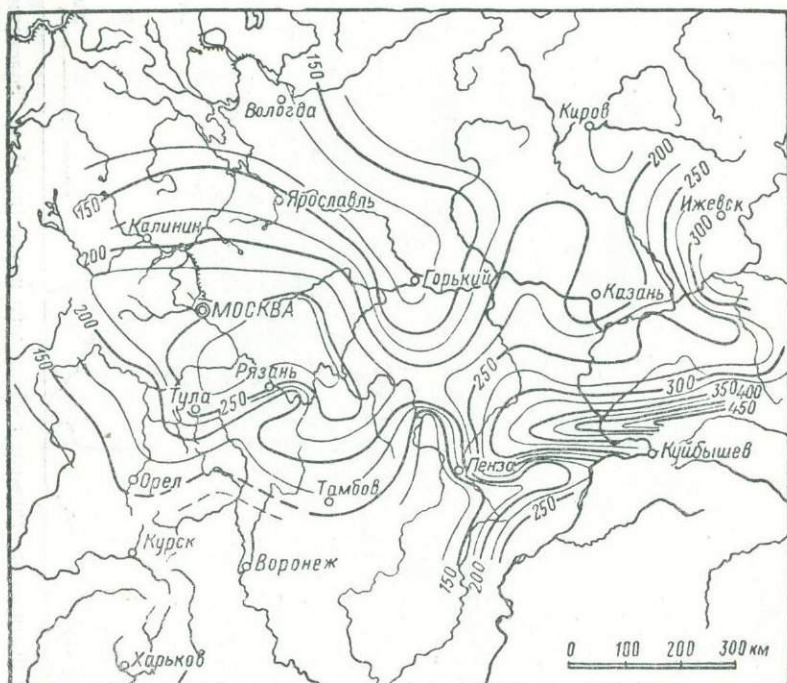
районы максимальных и минимальных мощностей их. Сопоставить изменения мощностей с рельефом поверхности докембрийского фундамента, изображенного на фиг. 102. Для решения задачи необходимо построить профильные разрезы по наиболее характерным направлениям и показать на них мощности всех трех ярусов.



Фиг. 104 Карта мощностей отложений франского яруса (по М. М. Толстихиной).

Составить карту суммарных мощностей среднего и верхнего девона и сделать соответствующее обобщение в отношении изменения мощностей этих ярусов в пределах всей рассматриваемой территории. При обобщении результатов учесть, что девонские отложения в пределах центральных областей Русской платформы залегают трансгрессивно на кристаллических породах докембрийского фундамента или непосредственно на отложениях нижнего палеозоя. В южной части Московской впадины (Калуга, Москва) девонские отложения перекрывают породы нижнего кембрия мощностью 200—250 м; в северной части они перекрывают породы нижнего

силура мощностью 400—600 м и более. На северном склоне Центрального Белорусского массива девон подстилается отложениями верхнего силура мощностью 300—400 м. В сводовой части Воронежского кристаллического массива, а также на восточной части этой территории девонские отложения ложатся непосредственно на кристаллические породы фундамента или нередко на мощную кору выветривания этих пород.



Фиг. 105. Карта мощностей отложений фаменского яруса (по М. М. Толстихиной).

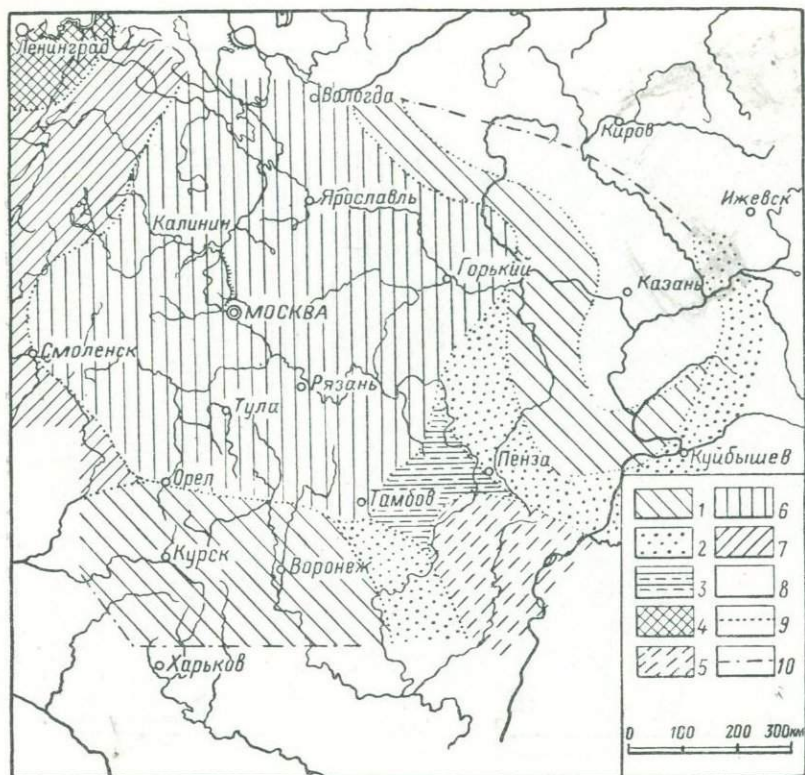
Задача 3. На основе изучения карт фаций (фиг. 106—108) охарактеризовать палеогеографическую и фациальную обстановки в период накопления осадков каждого яруса; указать распространение отдельных типов фаций в горизонтальном направлении и проследить изменение фациальных условий в вертикальном направлении.

Построить ряд фациальных профилей в широтном и меридиональном направлениях, используя при этом данные о мощностях, приведенные на фиг. 103, 104, 105.

При обобщении материалов фациальных карт требуется также охарактеризовать условия осадконакопления и палеоклимата, имевших место в живецком, франском и фаменском веках на данной территории.

Все построения и выводы необходимо увязать с картой рельефа поверхности докембрийского фундамента (см. фиг. 102).

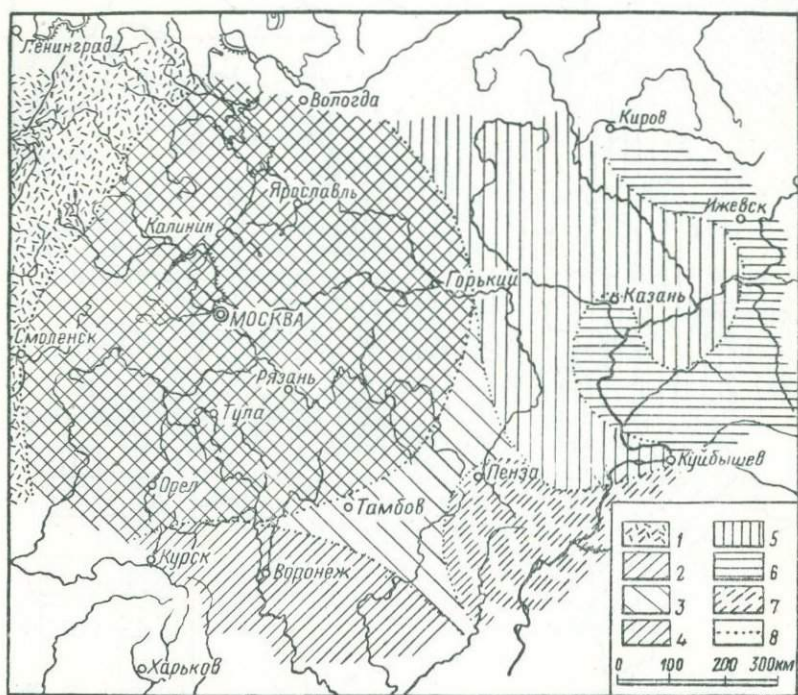
Задача 4. На фиг. 109 и 110 представлены карты фаций и мощностей нижнеюрских отложений Восточного Кавказа.



Фиг. 106. Карта фаций отложений жетевского яруса (по М. М. Толстихиной).

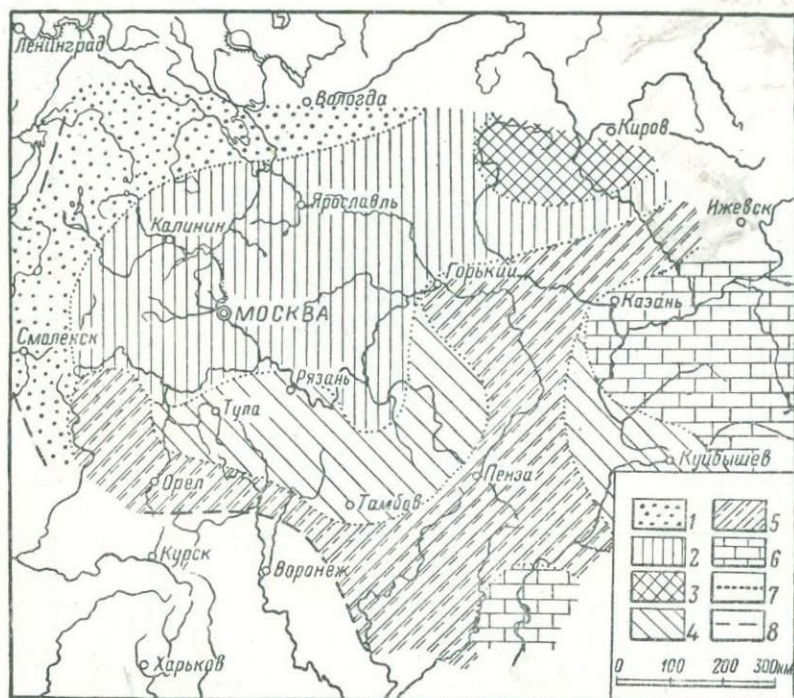
1 — морские глинистые и карбонатные отложения, залегающие на породах фундамента; 2 — прибрежно-морские песчаные и глинистые, относительно маломощные, на востоке более грубозернистые отложения, залегающие на породах фундамента или нижнего палеозоя; 3 — морские карбонатные и глинистые, сравнительно маломощные отложения, залегающие на породах нижнего палеозоя; 4 — континентальные и лагунные песчаные и глинистые, частично карбонатные красцветные отложения, залегающие на породах нижнего палеозоя; 5 — морские и прибрежно-морские песчаные и глинистые, частично карбонатные мощные отложения, залегающие на породах нижнего палеозоя; 6 — морские и лагуно-прибрежных песчано-глинистых образованиях нижней части жетевской тощи; 7 — лагунные и лагуно-континентальные глинисто-песчаные отложения, залегающие на породах нижнего палеозоя; 8 — область наиболее длительного размыва — минимальная мощность; 9 — границы между фациями; 10 — границы современного распространения отложений жетевского яруса.

Разобрать и прочитать эти карты и охарактеризовать пространственное положение фаций ааленского и байосского ярусов. Для выяснения последнего построить ряд фациальных профилей с указанием изменения мощности с севера на юг и с запада на восток.



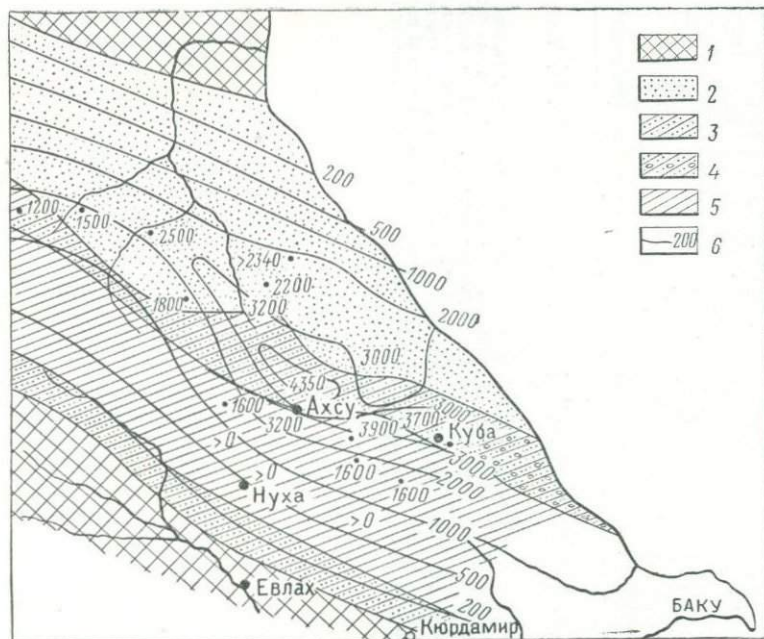
Фиг. 107. Карта фаций отложений нижнешигровских слоев франского яруса (по М. М. Толстухиной).

1 — песчано-глинистые, преимущественно красноцветные отложения; 2 — мощные песчано-глинистые отложения; 3 — мощные глинисто-песчаные отложения; 4 — лагунные и континентальные маломощные песчано-глинистые отложения; 5 — маломощные песчано-глинистые отложения опресненных лагун с прослоями морских карбонатных отложений, залегающие на породах фундамента, нижнего палеозоя или отложениях живетского яруса; 6 — прибрежно-морские и лагуно-морские песчано-глинистые отложения с карбонатными прослоями, лежащие на породах живетского яруса; 7 — мощные песчаные и глинистые отложения; 8 — границы между фациями.



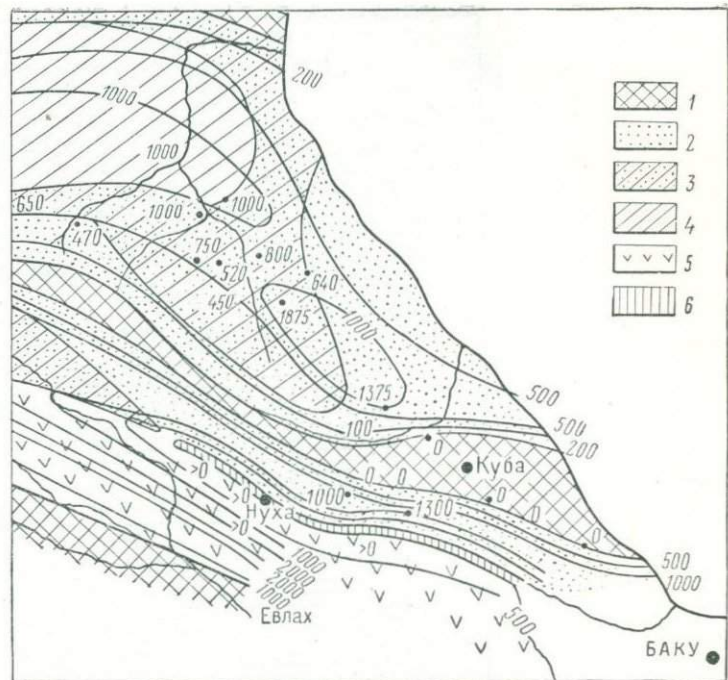
Фиг. 108. Карта фаций отложений фаменского яруса (по М. М. Толстихиной).

1 — прибрежно-морские, континентальные и лагунные карбонатно-терригенные отложения с преобладанием терригенного материала; 2 — лагуно-морские карбонатно-глинистые отложения, переходящие во второй половине века в лагунные карбонатно-галогенные; 3 — лагунные глинисто-доломитово-галогенные отложения; 4 — морские карбонатные отложения с преобладанием известняков; 5 — морские карбонатные отложения с преобладанием доломитов; 6 — известняки, преобладающие во второй половине века; 7 — границы между фациями; 8 — границы современного распространения отложений фаменского яруса.



Фиг. 109. Карта фаций и мощностей ааленского яруса нижней юры (по В. Е. Хайну).

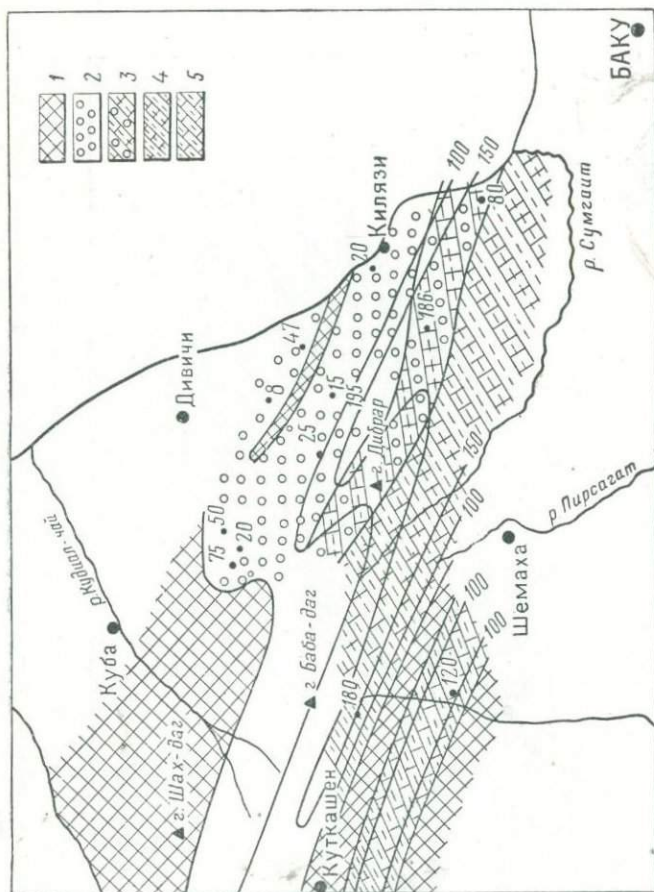
1 — зоны размыва; 2 — преимущественно песчаники; 3 — глины и песчаники; 4 — глины, песчаники и конгломераты; 5 — глинистые сланцы с сидеритами; 6 — изолинии мощностей отложений.



Фиг. 110. Карта фаций и мощностей байосского яруса нижней юры (по В. Е. Хайну).

1 — области размыва; 2 — песчаники и глины; 3 — глины и песчаники; 4 — глины; 5 — вулканогенная фация; 6 — зона, в пределах которой отложения байоса уничтожены последующим размывом.

Дать общее геологическое описание тектонического режима на всей этой территории за время накопления нижнеюрских отложений и сделать выводы о климатических условиях Восточного Кавказа в нижнеюрское время.



Фиг. 111. Карта фаций верхнего турона и мощностей верхнего турона и коньяка (по В. Е. Хану).

1 — области размыва и отсутствия осадков верхнего турона; 2 — конгломераты; 3 — песчано-известниково-мергельно-глинистый фации с гравелитами; 4 — то же, но без гравелитов; 5 — красные известняки и мергели.

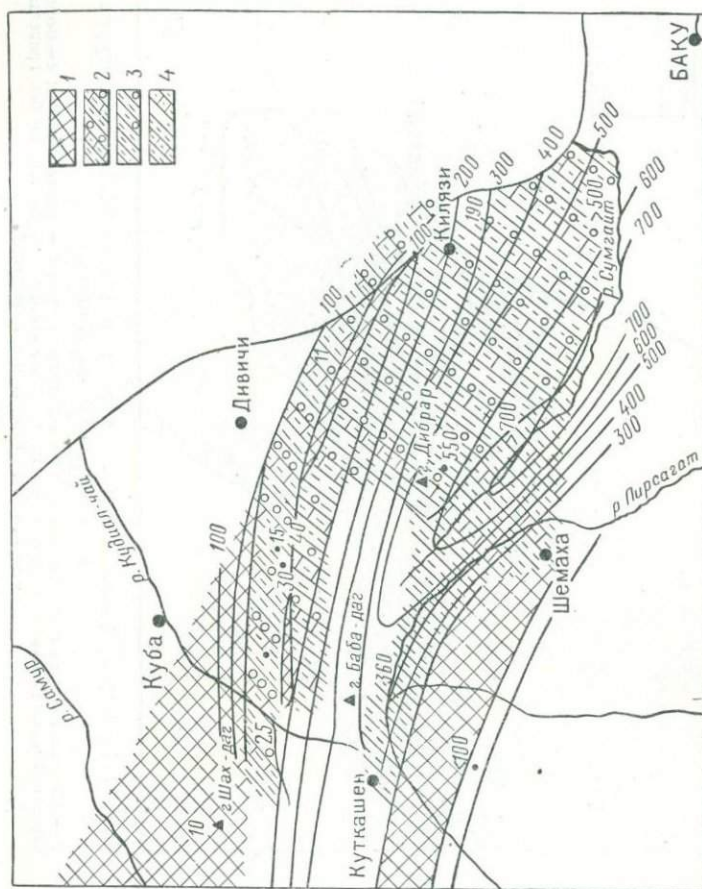
Задача 5. На фиг. 111 и 112 представлены карты фаций и мощностей верхнего турона, коньяка, сантона и нижнего кампана верхнего мела, развитых на юго-восточном Кавказе.

Построить фациальные профили по линиям: 1) Куткашен — Шах-даг; 2) Шемаха — Дивичи; 3) через Килиязи, параллельно первым двум профилям; 4) Шах-даг — Баку.

Охарактеризовать пространственное изменение фаций (на основе изучения литологического характера пород в горизонтальном и вертикальном направлениях) и объяснить причины изменения мощностей по каждому ярусу и по всему комплексу отложений.

На основе детального изучения фациальной обстановки всей рассматриваемой территории составить обобщенную карту фаций и мощностей для верхнего мела (турон—кампан).

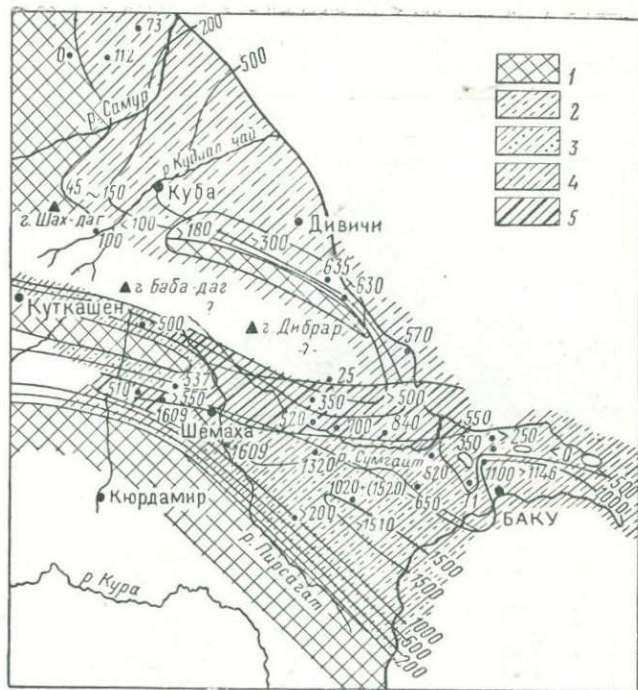
Задача 6. Прочитать и разобрать карты фаций и мощностей по майкопу, чокраку и карагану (фиг. 113—115) и охарактеризо-



Фиг. 112. Карта фаций сантона и мощности сантона и кампана (по В. Е. Хаину).
1 — области размыта; 2 — мергели, глины, конгломераты; 3 — песчано-известняково-мергельно-глинистый флиш с гравелитами; 4 — то же, без гравелитов.

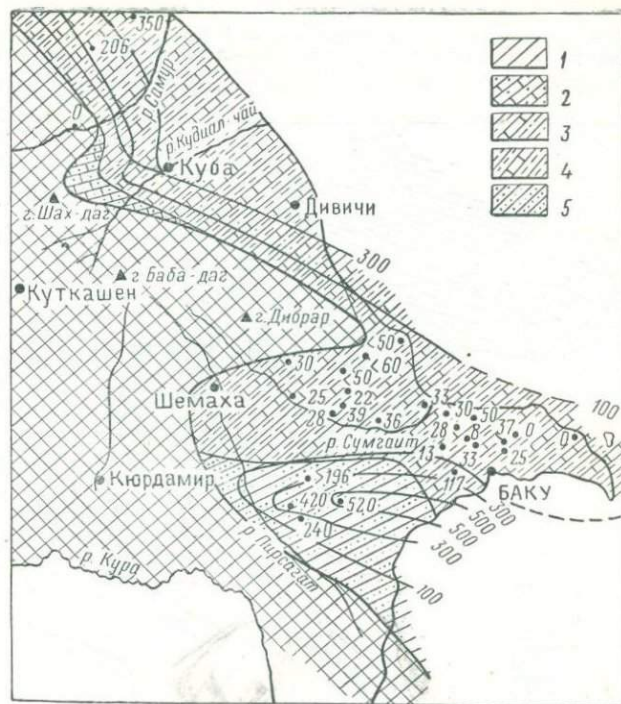
вать для данной территории условия накопления осадков, климатическую обстановку и тектонический режим в течение верхнего олигоцена — миоцена.

Для решения задачи составить ряд фациальных профилей и указать на них суммарные мощности отдельных свит и горизонтов. Рекомендуемые направления профилей: 1) Куткашен—Шах-даг и затем к северу до устья р. Самур; 2) Кюрдамир—Шемаха—Дибрар—Дивичи; 3) через Баку, параллельно первым двум профилям; 4) Шах-даг—Дибрар—Баку.



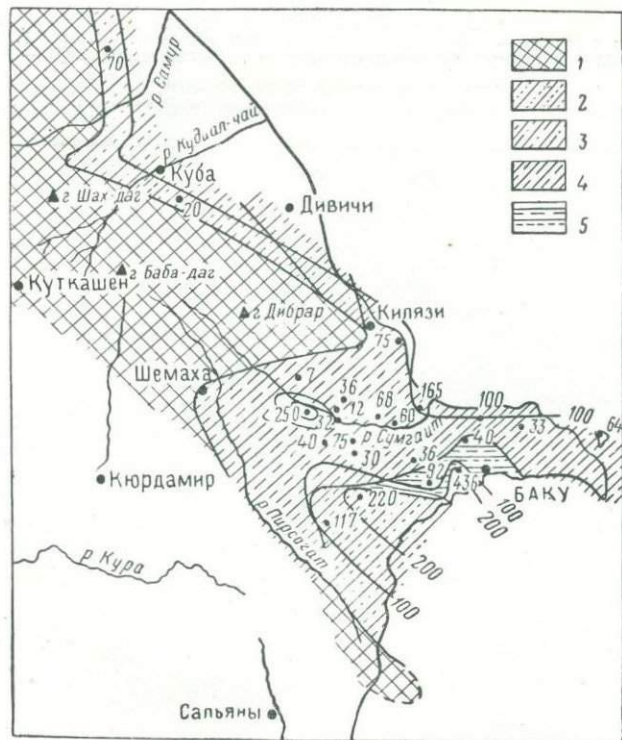
Фиг. 113. Карта фаций верхнего майкопа и суммарных мощностей майкопской свиты.

1 — области размыва; 2 — песчано-глинистая фация; 3 — глины с редкими прослоями песчаников; 4 — глины; 5 — глины с прослоями пиробитуминозных сланцев.



Фиг. 114. Карта фаций и мощностей чокракских слоев (по В. Е. Хану).

1 — области размыва; 2 — песчаные известняки; 3 — глины с прослоями песков и доломитов; 4 — глины с прослоями доломитов; 5 — песчано-глинистая фация.



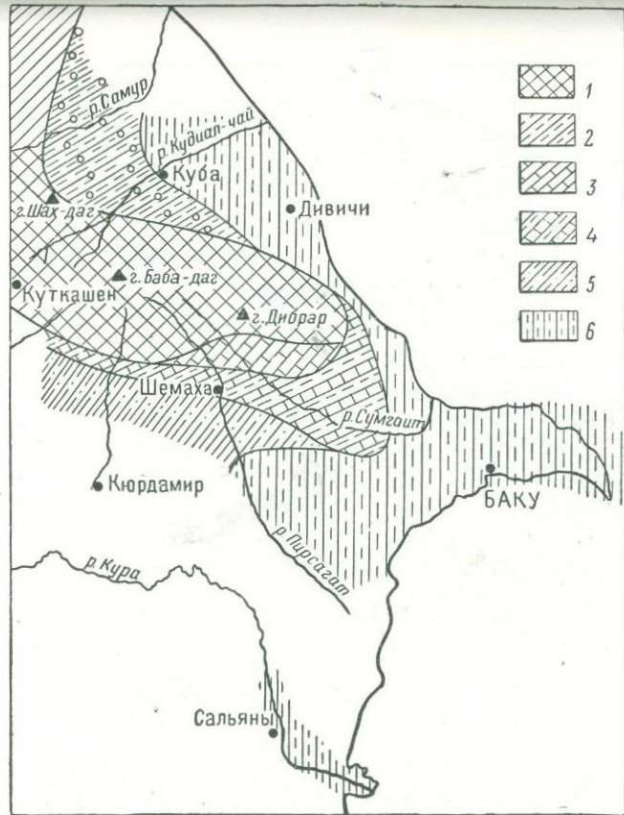
Фиг. 115. Карта фаций и мощностей караганского горизонта (по В. Е. Хайну).

1 — область размыва; 2 — песчано-глинистая фация; 3 — глины с пропластками песков; 4 — глины с прослоями доломитов и мергелей; 5 — глины с прослоями доломитов и мергелей.

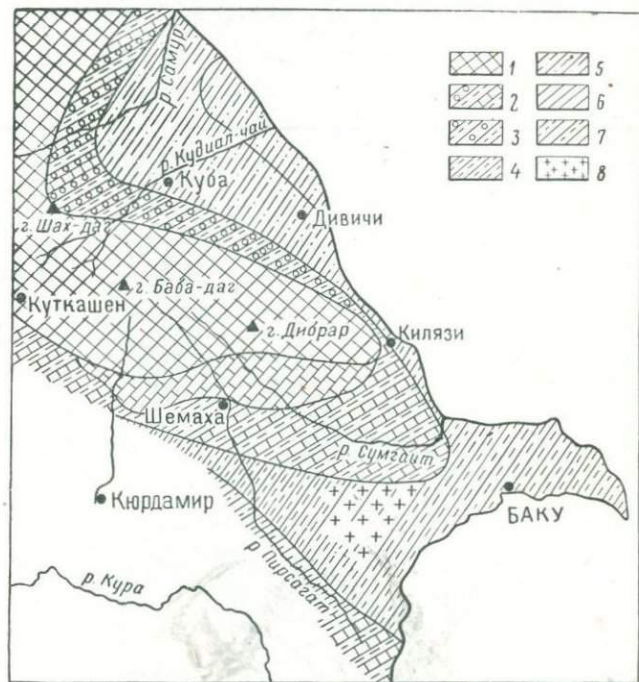


Фиг. 116. Карта фаций нижнего понта (по В. Е. Хайну).

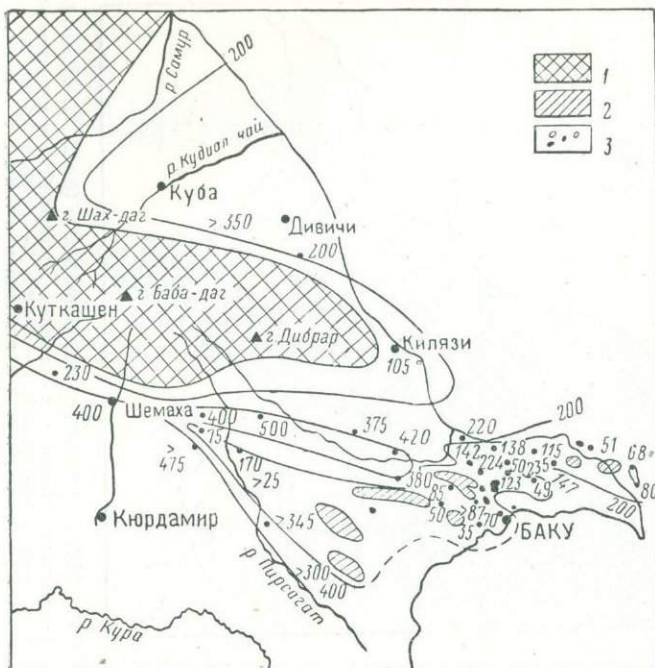
1 — области размыва; 2 — конгломераты и брекчии; 3 — глины, пески и известняки; 4 — известняки и глины; 5 — глинистая фация.



Фиг. 117. Карта фаций среднего понта (по В. Е. Хайну).
 1 — области размыва; 2 — глины и конгломераты; 3 — известняки;
 4 — известняки и глины; 5 — глины с пропластками песков;
 6 — глины.

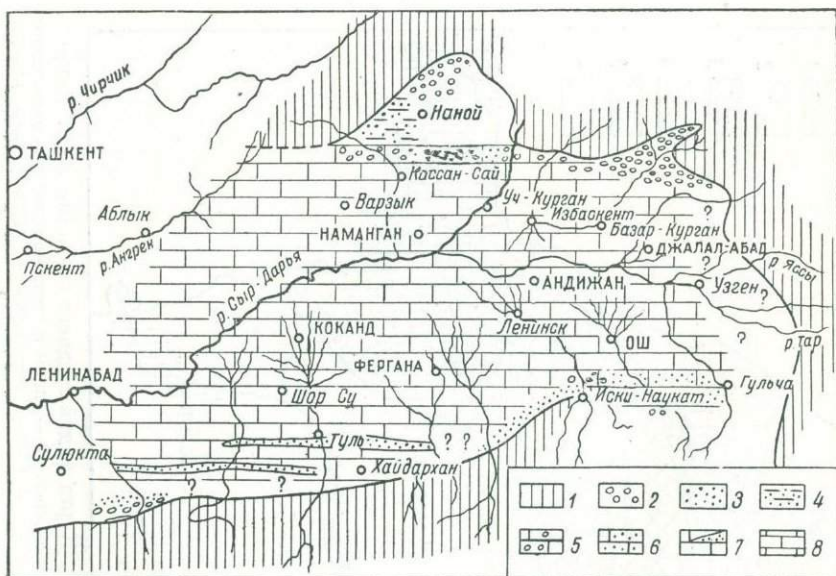


Фиг. 118. Карта фаций верхнего понта (по В. Е. Хайну).
 1 — области размыва; 2 — глины, конгломераты и известняки;
 3 — глины, конгломераты; 4 — глины; 5 — глины с пропластками
 песков; 6 — известняки; 7 — известняки и глины; 8 — глины со
 штоками гипса.



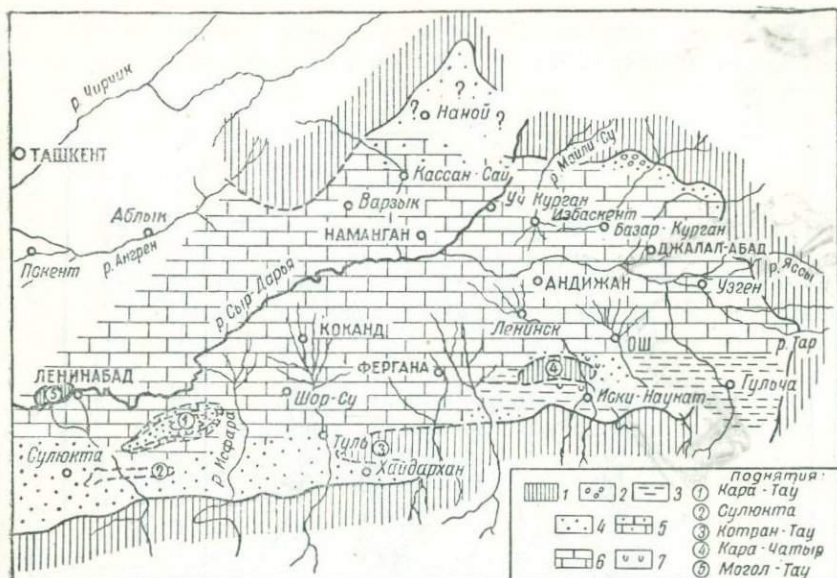
Фиг. 119. Карта суммарной мощности понта (по В. Е. Хаину).

1 — области размыва; 2, 3 — зоны отсутствия почвенных отложений в результате размыва перед веком продуктивной толщи.



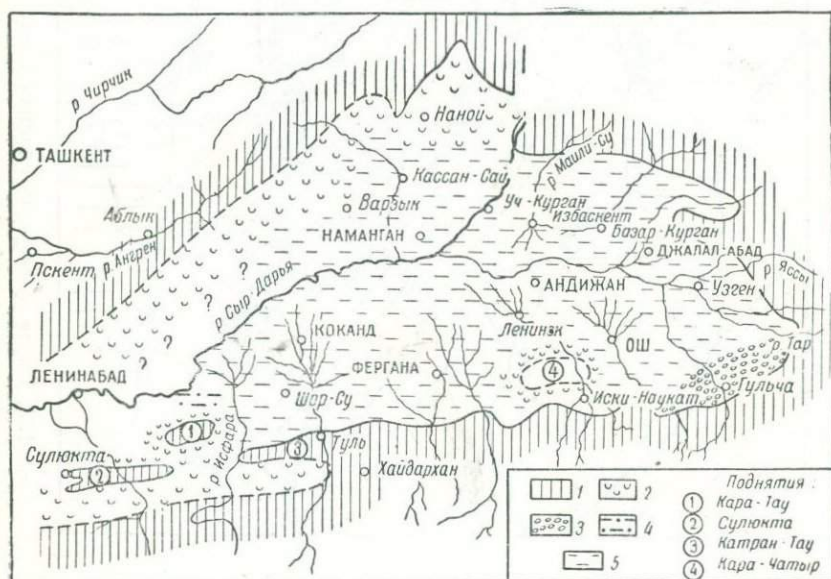
Фиг. 120. Фациально-литологическая карта алайского яруса Ферганской долины (по О. А. Рыжкову).

1 — области разрушения; 2 — конгломераты; 3 — песчаники; 4 — песчаники и глины; 5 — известняки с галькой; 6 — песчаные известняки; 7 — песчаники и известняки; 8 — известняки.



Фиг. 121. Фациально-литологическая карта туркестанского яруса Ферганской долины (по О. А. Рыжкову).

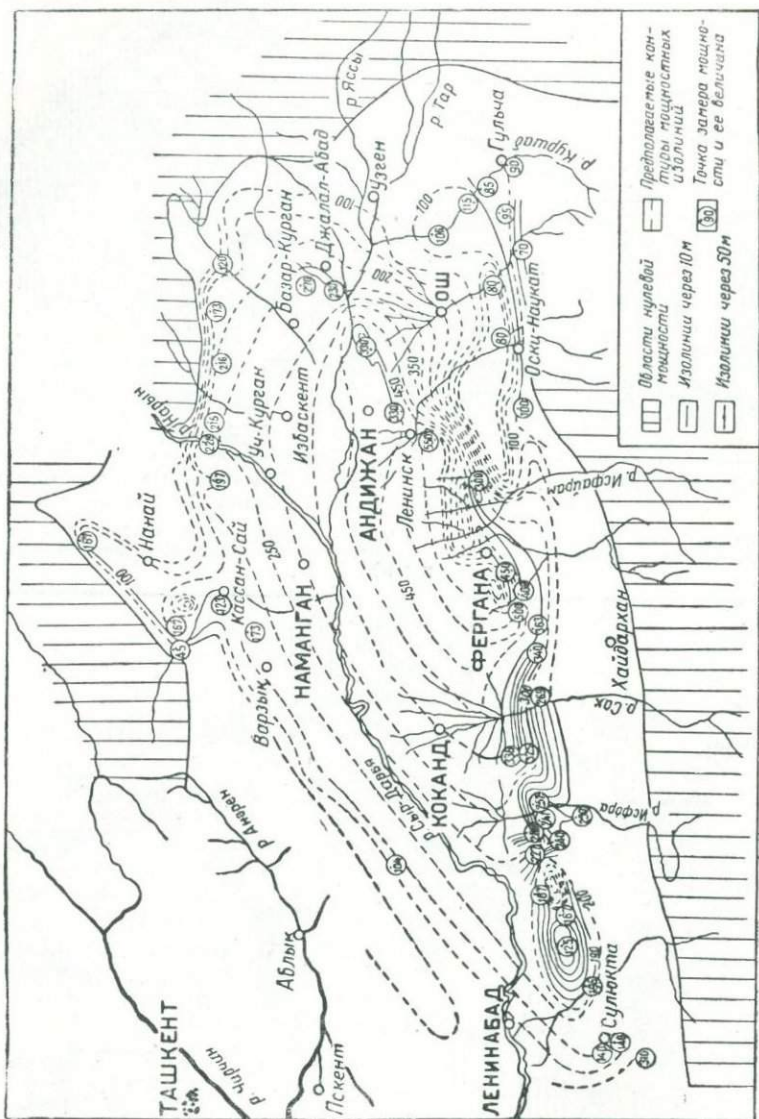
1 — области разрушения; 2 — конгломераты; 3 — глины; 4 — песчанники; 5 — известняки песчанистые; 6 — известняки; 7 — средние и крупнообломочные породы (красноцветы).



Фиг. 122. Фациально-литологическая карта сумсарского яруса Ферганской долины (по О. А. Рыжкову).

1 — области разрушения; 2 — мелко- и среднеобломочные породы (красноцветы); 3 — конгломераты; 4 — глины и пески; 5 — глины.

Составить описание и охарактеризовать условия накопления отложений в чокракское и караганское время на Апшеронском полуострове.



Фиг. 123. Карта суммарных мощностей палеогена Ферганской долины (по О. А. Рыжкову).

Задача 7. Понтические отложения Апшеронского полуострова и прилегающих к нему районов имеют довольно значительное распространение и подстилают продуктивную толщу Azerbaijan. На фиг. 116—119 показаны границы распространения наиболее типичных фаций нижнего, среднего и верхнего понта с указанием

суммарной мощности всего понта. Составить три-четыре фациальных профиля с учетом мощности понтических отложений и охарактеризовать условия накопления осадков и тектонический режим на данной территории в течение понтического века; отдельно выделить Апшеронский полуостров и указать фациальные особенности рассматриваемых отложений.

Задача 8. Охарактеризовать историю геологического развития Ферганской котловины на основе изучения карт фаций (фиг. 120—122) и карты мощностей (фиг. 123). Построить фациальные профили через Ленинабад, Фергану, Андижан, Ош, с простираем с северо-запада на юго-восток и два профиля с юго-запада на северо-восток.

Указать области максимальной мощности палеогеновых отложений и охарактеризовать их литолого-фациальный состав пород. Показать на картах области разрушения и сноса обломочного материала на основе анализа карты мощностей.

Глава IX

МЕТОДИКА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ

Геологическая съемка является основным методом геологического изучения отдельных районов и страны в целом; при помощи геолого-съёмочных работ осуществляются поиски полезных ископаемых и выявляются закономерности в их размещении. Геологическая съемка является также основой научно-исследовательских работ, связанных с развитием различных отраслей геологической науки. Комплексные геолого-съёмочные работы сопровождаются геоморфологическими, гидрогеологическими, геофизическими, инженерно-геологическими, топографическими, поисково-разведочными, геохимическими, геоботаническими и другими исследованиями.

Основными масштабами геологической съемки являются 1 : 1000000, 1 : 200000 и 1 : 50000.

Геологическую съемку масштаба 1 : 1000000 (или 1 : 500000) производят на совершенно не изученных или почти не изученных территориях с целью выяснения общей схемы геологического строения этой территории и обнаружения тех или иных полезных ископаемых, характерных для данной территории. Геологическая съемка масштаба 1 : 500000 используется для составления обзорных геологических карт, связанных с определением районов развития полезных ископаемых, и решения ряда других задач, важных в народно-хозяйственном отношении. Геологическая съемка масштаба 1 : 200000 (или 1 : 100000) является основным видом геологических работ, направленных на всестороннее изучение геологического строения территории всей нашей страны и установление закономерностей распределения в недрах ее всего возможного комплекса полезных ископаемых. Геологическая съемка масштаба 1 : 50000 (или 1 : 25000) проводится с целью детального изучения геологического строения района и поисков полезных ископаемых, наличие которых было установлено предыдущими исследованиями. Эти работы сопровождаются соответствующими горными и буровыми работами, объем которых зависит от конкретно поставленных задач. Геологические съемки более крупных масштабов сопровождают поисково-разведочные работы, осуществляемые для непосредственного обнаружения месторождений полезных ископаемых и предварительной промышленной оценки их.

Геолого-съемочные работы в организационном отношении производятся в следующей последовательности: проектирование и составление плана работ; организационный или подготовительный период; полевой период — производство полевых работ; ликвидация съемочных работ, приемка полевых материалов и составление предварительного отчета; камеральная обработка материалов съемки и составление окончательного отчета.

Самым важным в работе является период полевых работ — собственно геологическая съемка. Полевые геолого-съемочные работы начинаются с изучения геологических разрезов, выбранных на основании изучения имеющихся литературных и отчетных (фондовых) материалов и характеризующих наиболее полно весь геологический разрез данного района.

Такой разрез составляют на основании данных детального (в зависимости от масштаба съемки) изучения всех пород, наблюдаемых в естественных и искусственных обнажениях, с подробной документацией пород и тщательными замерами элементов залегания и подсчетами истинных мощностей пластов. В процессе проведения маршрута геологические наблюдения ведут непрерывно, а не в отдельных точках (обнажениях, горных выработках). Необходимо обращать внимание также на высыпки из нор животных (грызунов и др.), которые могут дать некоторый фактический материал для суждения о глубинах залегания коренных пород, а иногда и о литологическом составе их.

Все наблюдения подробно описывают в полевых записных книжках и установленные в результате наблюдений геологические границы обозначают на топографической карте. Геологическую карту составляют непосредственно в маршруте в процессе геологической съемки путем непрерывного наращивания заснятой площади, широко применяя при этом предварительные графические построения (выходы пластов на поверхность, построенные профили, подсчеты измеренных мощностей по известным истинным для определения местоположения границ свит и пластов на карте и местности и др.) с неременной последующей проверкой и уточнением результатов этих построений непосредственно на месте.

Картирование производится по обнажениям, по простиранию пород, вкрест простирания пород или по направлению наибольшей изменчивости литологического состава пород. Размещение точек наблюдений на местности и направление геологических маршрутов зависят от сочетания методов проведения съемки и детальности изучения района. Опорные и маркирующие горизонты или пласты, а также важнейшие тектонические контакты прослеживаются обязательно по простиранию с неременными замерами их элементов залегания.

В тех случаях, когда в районе съемки имеется покров четвертичных образований, для геологического картирования приходится проводить горно-разведочные выработки (расчистки, канавы, шурфы и скважины) для того, чтобы вскрыть коренные породы.

Горные выработки при геологической съемке располагаются по профилям вкрест простирания пород; расстояния между ними зависят от величины угла падения пород. С целью увязки разрезов эти выработки закладываются иногда и по простиранию пластов с таким расчетом, чтобы проследить контакты отдельных свит по простиранию в пределах площади исследований.

Для составления сплошного послойного разреза отложений при помощи шурфов необходимо закладывать их на таком расстоянии друг от друга, чтобы последующий шурф, заложенный от предыдущего вниз по падению пластов, отметил на забое тот слой или пласт, который был вскрыт в предыдущем шурфе непосредственно под наносным покровом. Расстояние между шурфами (или картировочными скважинами)

$$l = (H - h) \operatorname{ctg} \alpha,$$

где H — общая глубина выработки;

h — мощность наноса;

α — угол падения пласта.

Геологическое изучение осадочных, вулканических и метаморфических толщ основывается на принципе их стратиграфического расчленения до яруса или свиты включительно в зависимости от степени детальности съемки. Магматические образования расчленяются по возрастному и петрографическому признакам.

В результате проведения геологической съемки составляют карту геологического строения района. На ней помимо стратиграфического комплекса отложений указывают элементы тектоники, основные этапы истории геологического развития района, фактические данные о полезных ископаемых.

Геологическое содержание карты заключается в изображении стратифицированных осадочных, вулканических и метаморфических свит, различных по возрасту и литологическому составу. Все геологические границы, обозначаемые на карте, должны отражать степень их достоверности и поэтому при помощи условных обозначений выделяются установленные границы (наблюдаемые непосредственно в поле) и предполагаемые границы (на основе общих геологических соображений). Элементы залегания пластов, контакты свит и тектонические нарушения наносят на карту в количестве, достаточном для понимания геологического строения района. Возраст пород обозначают на карте при помощи индексов и цветной общепринятой окраски; литологическую характеристику пород изображают штриховкой и крапом по типовым образцам (приложение 10). За рамками геологической карты помещают стратиграфическую колонку отложений с подробным стратиграфическим и литологическим подразделением всего комплекса отложения, наблюдаемых в пределах границ карты (приложение 9—10).

Геологическая карта дополняется двумя геологическими профильными разрезами по наиболее характерным направлениям. Горизонтальный масштаб профилей должен быть одинаковым с масштабом карты. Вертикальный масштаб для складчатых обла-

стей должен быть равен горизонтальному; для платформенных областей допускается увеличение вертикального масштаба до 40 раз. Более значительное искажение затрудняет чтение геологических разрезов и практически непригодно для изучения геологии района.

При геологическом картировании на территории платформенных областей (например, районы Второго Баку) приходится иметь дело с обширными структурами, имеющими весьма пологое падение крыльев (2—5°). Геологические профильные разрезы (построенные в масштабах $B : \Gamma = 1 : 1$), составленные на основе обработки фактических данных, полученных в результате структурного бурения, представляются трудно читаемыми и не отражают основных деталей тектонического строения исследуемой площади. Недостатком искаженных профилей является кажущееся увеличение углов падения пластов и искажение мощностей. Для устранения искажения строят профили с сохранением мощностей (пользуясь вертикальными мощностями пластов по скважинам) и ширины выхода пластов на поверхность.

С целью уточнения и детализации отдельных участков, находящихся в пределах такого искаженного геологического профиля, для этих участков строят врезки (профили с сохранением соотношения масштабов $B : \Gamma = 1 : 1$).

Истинные углы падения в искаженных геологических профилях определяют при помощи математических расчетов, таблиц, номограмм, или графических построений.

Истинные углы падения можно определять по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H_1 - H_2}{L},$$

где α — истинный угол падения;

H_1 и H_2 — отметки кровли горизонта в двух условно выбранных точках;

L — расстояние между этими двумя точками, определяемое по горизонтальному масштабу, в м.

Величину истинного угла падения пластов α по кажущемуся углу падения β можно вычислить также по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \beta}{n},$$

где n — величина искажения, выражающая отношение вертикального масштаба к горизонтальному.

Истинный угол падения α по кажущемуся и наоборот можно определить при помощи графиков, предложенных Е. Ф. Фроловым. Практически эти графики используют так.

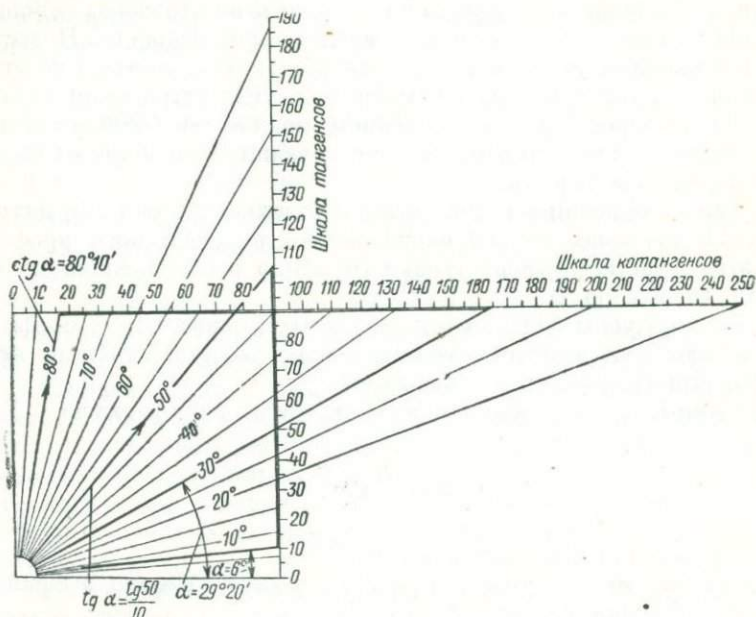
Пример 1. На искаженном геологическом разрезе кажущийся угол $\beta = 50^\circ$, величина искажения $n = 10$. Пользуясь

графиком (фиг. 124), определяем величину $\text{tg } \beta$ и находим, что она равна 109; отсюда вычисляем значение $\text{tg } \alpha$:

$$\text{tg } \alpha = \frac{\text{tg } \beta}{n} = \frac{\text{tg } 50^\circ}{10} = 10,9,$$

что отвечает истинному углу падения α , равному 6° .

Пример 2. Кажущийся угол падения пластов $\beta = 80^\circ$, $n = 10$. Воспользуемся для определения угла α шкалой котангенсов. Находим, что $\text{ctg } 80^\circ = 16$. Определим $\text{ctg } \alpha$ по формуле $\text{ctg } \alpha = n \text{ctg } \beta$ и получим $\text{ctg } \alpha = 16 \cdot 10 = 160$. По графику находим $\alpha = 29^\circ 20'$.



Фиг. 124. График для определения искаженных углов падения пластов β по истинным углам падения α (по Е. Ф. Фролову).

Из приведенных примеров очевидно, что истинный угол падения пластов определяют графически при помощи двух шкал: шкалы тангенсов или шкалы котангенсов.

В тех случаях, когда величина искажения n неодинакова для ряда профилей, целесообразно пользоваться сетчатой номограммой, приведенной на фиг. 125.

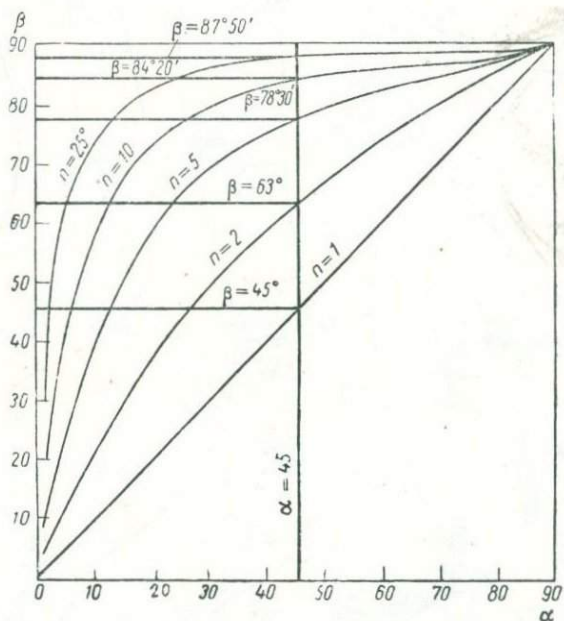
Определение искомых величин ясно из графика.

Для усвоения методов и обработки результатов геологических наблюдений, собранных при геологическом картировании, рекомендуем решить приведенные ниже задачи.

Задача 1. На топографической карте (фиг. 126) нанесены прослеженные по обнажениям в поле выходы пластов пород.

Составить геологическую карту, построить профильный и нормальный разрезы отложений и сделать краткое описание геологического строения района.

Задача 2. При геологическом картировании по обнажениям в районе съемки (фиг. 127, а) были описаны геологические разрезы ряда обнажений (3—14). По каждому обнажению были определены

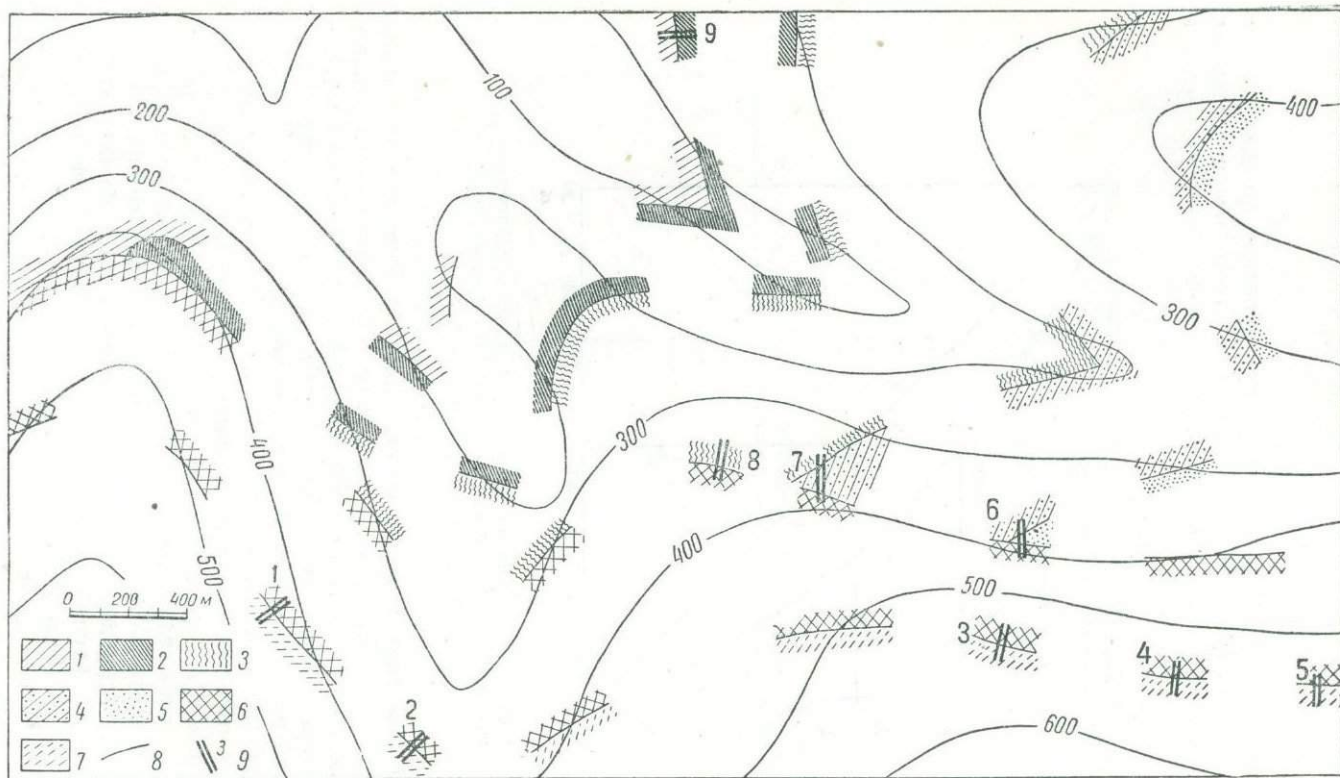


Фиг. 125. Сетчатая номограмма для определения истинного угла падения пластов α по искаженному углу β (по Е. Ф. Фролову).

элементы залегания пород и составлена послойная колонка отложений (фиг. 127, б). Кроме того, в северо-восточной части района был заложен шурф 1, а в северо-западной части пробурена картировочная скв. 2. Разрез отложений (сверху вниз) на этих участках района представлен следующими породами.

Шурф 1. Темнозеленая песчанистая глина; песчаник среднезернистый, рыхлый, книзу переходящий в песок, мощностью 0,6 м; глина бурая с песчаными конкрециями, мощностью 3,2 м; песок мелкозернистый, кварцевый, мощностью 1,5 м; глина бурая, слоистая, мощностью 3,5 м; на забое плотный серый известняк.

Скв. 2. Темнокоричневая глина, отмеченная в обнажении 12; глина черная с фауной, мощностью 6,5 м; известняк светлосерый, плотный, мощностью 2,3 м; песок среднезернистый бурый, мощностью 8,4 м; глина вишнево-красная, плотная, вязкая, мощностью 11,7 м; мергель светлосерый, плотный, мощностью 2,4 м;



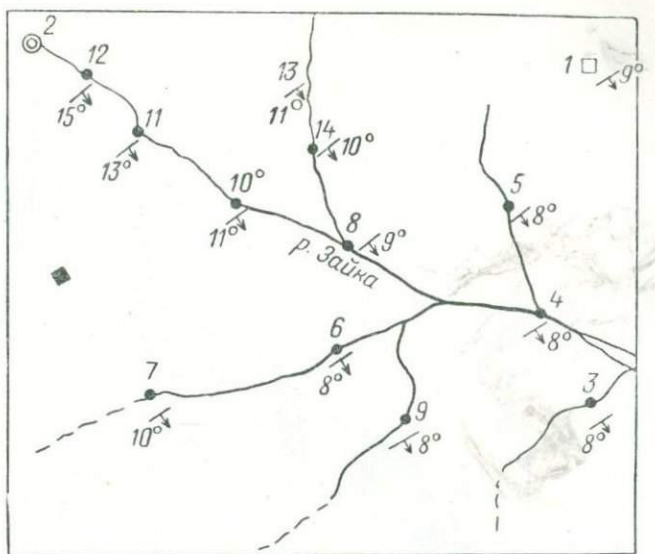
Фиг. 126. Топографическая карта с выходами пластов, прослѣженных при геологическом картировании.

Породы нижней перми: 1 — песчаник с включением кремнистой гальки, 2 — глина бурая, 3 — песчаник с прослоями песков, 4 — известняк, 5 — базальный конгломерат. Породы верхней перми: 6 — глина темносерая с фауной; 7 — мергель светлосерый; 8 — границы отложений; 9 — каналы.

Фиг. 127. Результаты картировочных работ.

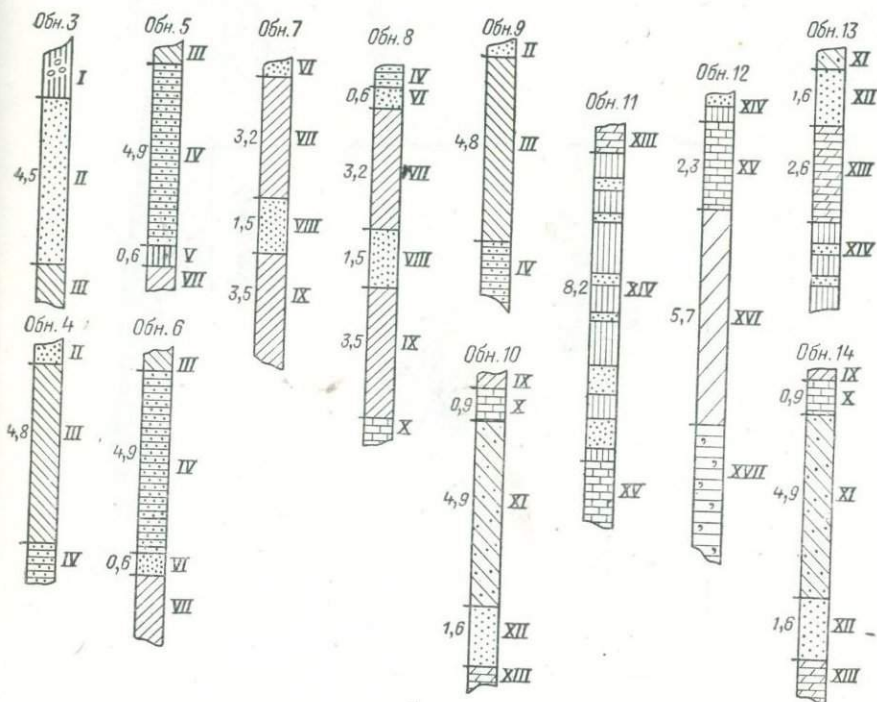
а — топографический план с нанесенными обнажениями и поисково-разведочными выработками. 1 — обнажения; 2 — шурф; 3 — скважина; 4 — колодец; 6 — послойные литологические колонки отложений по обнажениям 3—14 с указанием истинных мощностей вскрытых пластов:

I — песчаник КЗ и СЗ с галькой; II — песок МЗ глинистый зеленый; III — глина серая слоистая; IV — глина темнозеленая песчаная; V — песчаник СЗ рыхлый, переходящий в песок СЗ плотный (VI); VII — глина



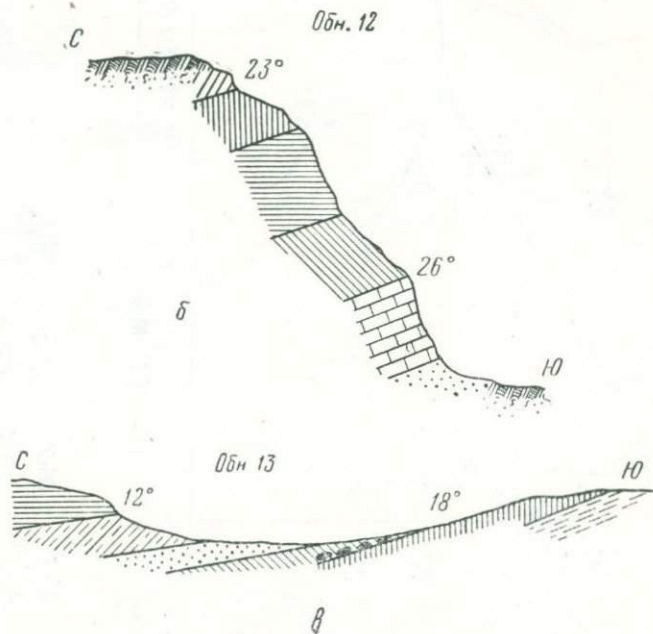
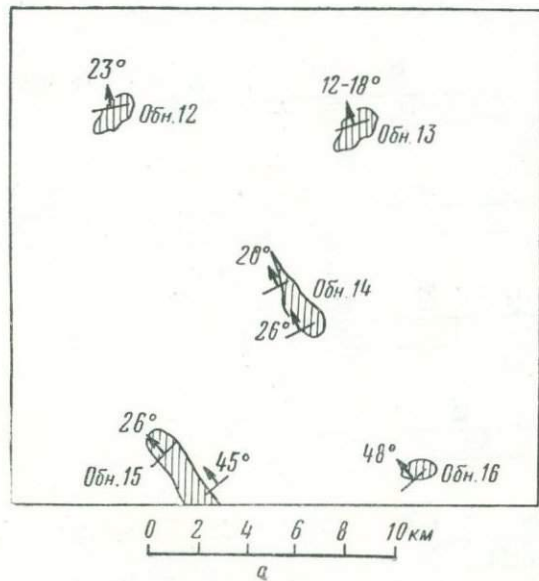
• 1 □ 2 ⊙ 3 ■ 4

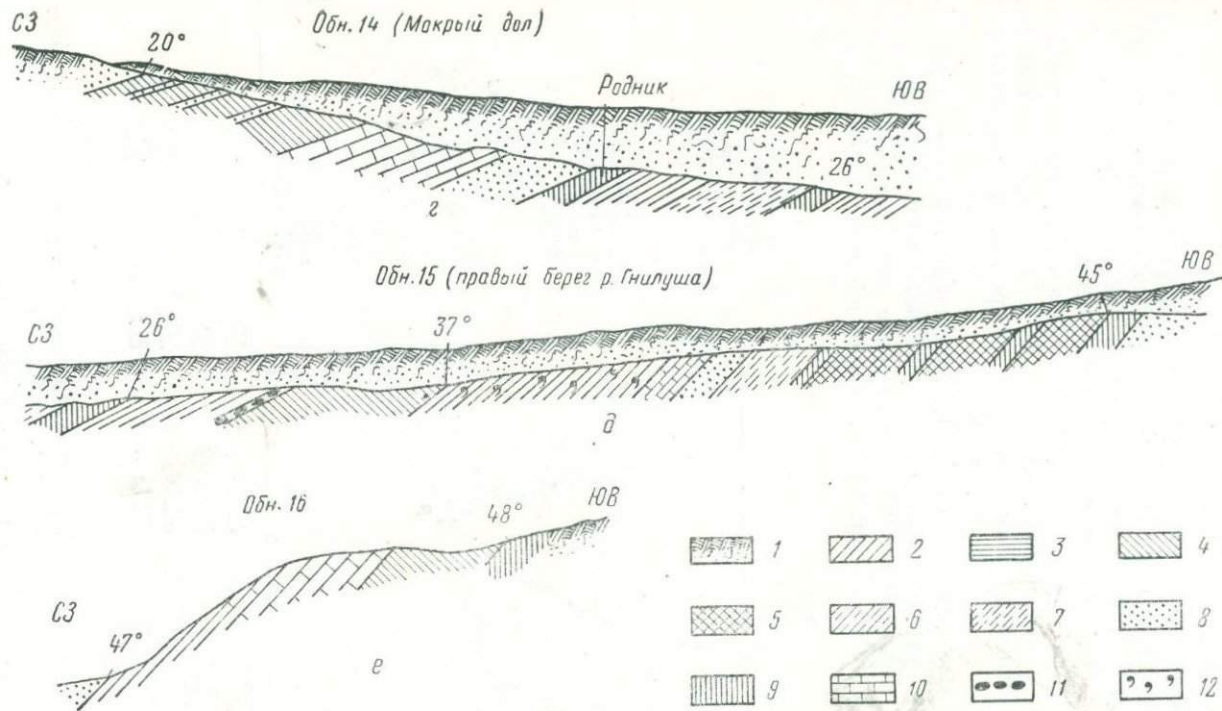
а



б

бурая; VIII — песок МЗ кварцевый; IX — глина бурая слоистая; X — известняк серый; XI — глина светлосерая песчаная; XII — песок СЗ желтый водоносный; XIII — мергель; XIV — чередующиеся МЗ песчаники серые с СЗ темносерыми песками; XV — известняк битуминозный; XVI — глина темнокоричневая; XVII — глина черная с фаянзой.





Фиг. 128. План участка с нанесенными обозначениями и элементами залегания пластов и зарисовки обозначений.

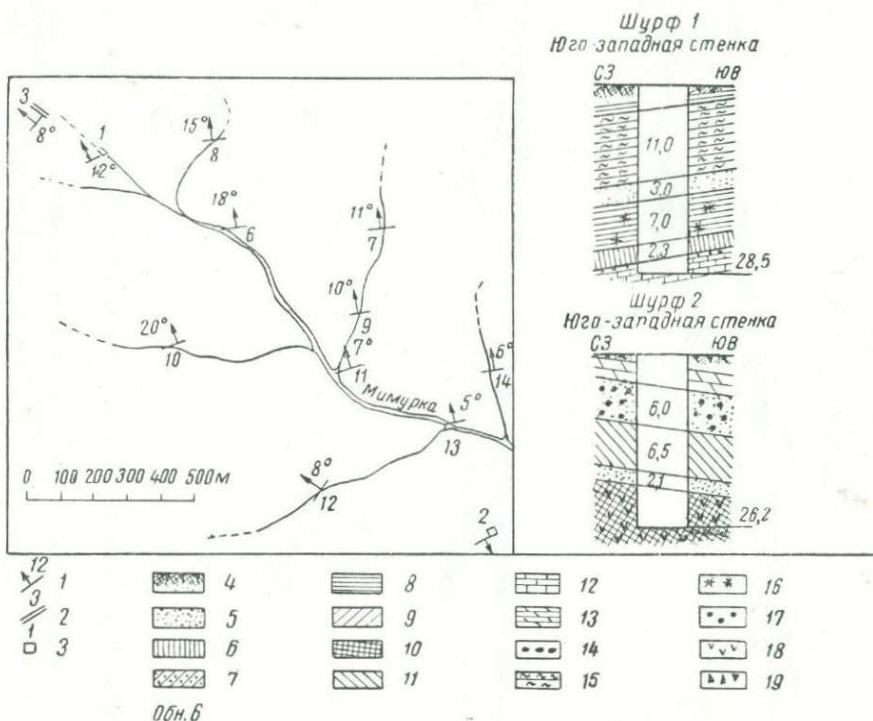
1 — современные образования; 2 — глина серая; 3 — аргиллит серый; 4 — глина бурая; 5 — глина пестроцветная; 6 — глина серая, сильно песчаная; 7 — песок сильно глинистый; 8 — песок среднезернистый; 9 — песок; 10 — известняк; 11 — галечник (фосфоритовый горизонт); 12 — включение фауны.

чередующиеся тонкие прослойки глин серых с мелкозернистыми темносерыми песками; среди глины фауна верхней юры; общая мощность 23 м; песчаник среднезернистый, кварцевый, вскрытая мощность 0,9 м.

В колодце, расположенном у западной границы района, сверху, непосредственно под насосом, встречены глина светлосерая, сильно песчанистая, ниже — песок среднезернистый, желтый, мощностью 2 м; на забое залегает плотный мергель.

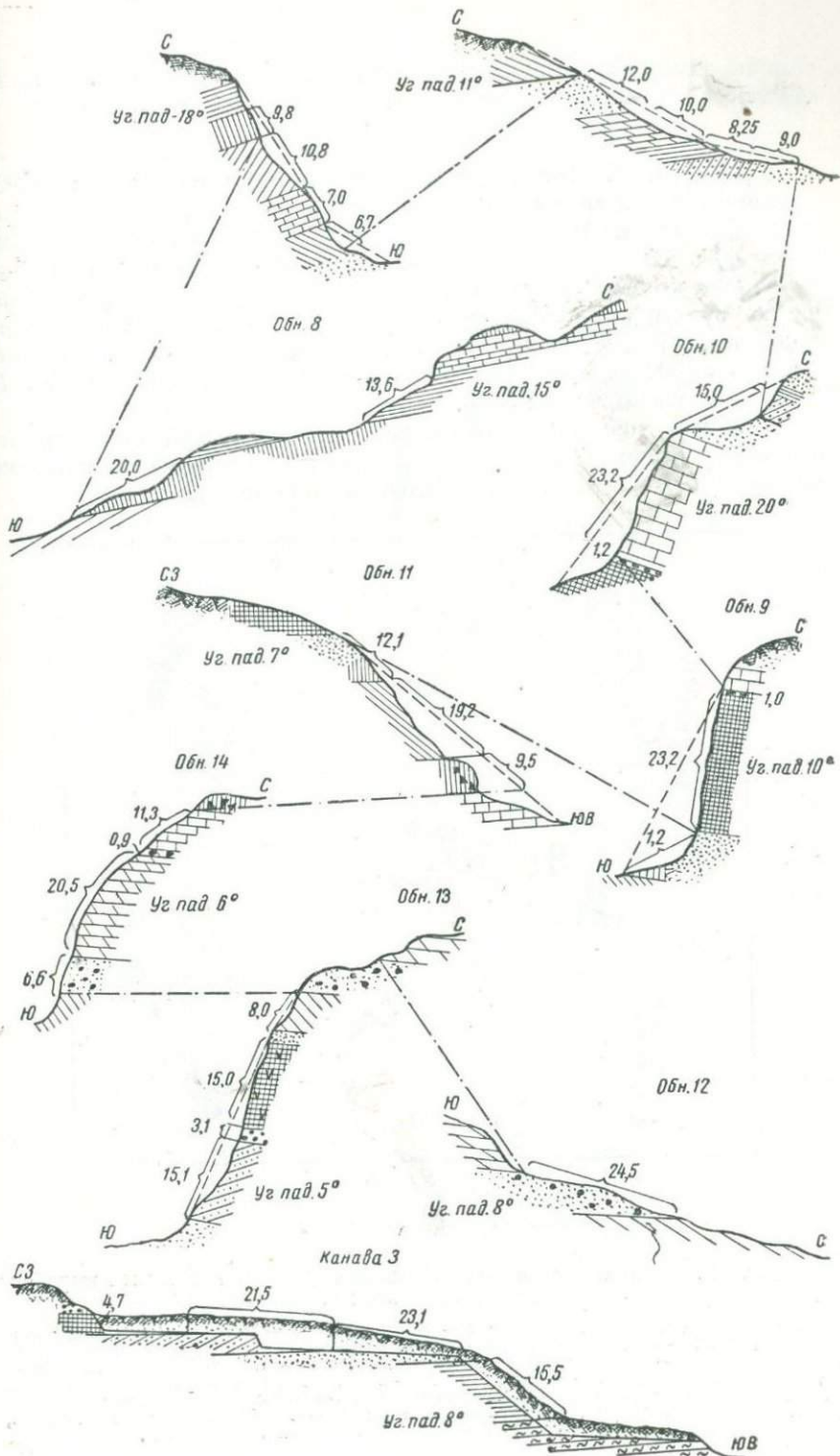
В пределах района съемки повсеместно развиты современные четвертичные отложения мощностью 2—4 м. В приведенных нормальных разрезах — колонках эти современные отложения не указаны.

Составить нормальную колонку отложений для данного района, определить суммарную истинную мощность всех вскрытых отложений и произвести стратиграфическое подразделение разреза, если в обн. 10 известняк является кровлей апта; в обн. 12 глина



Фиг. 129. План участка и зарисовки обнажений и шурфов, произведенные при геологической съемке.

1 — обнажения; 2 — канава-расчистка; 3 — шурфы; 4 — растительный слой (нанос); 5 — песок; 6 — песчаник; 7 — глина песчанистая; 8 — глина сланцеватая; 9 — глина с тонкими прослойками песков; 10 — глина пестрая с включением кристаллического гипса; 11 — глина бурая; 12 — известняк; 13 — мергель; 14 — галечник; 15 — опока; 16 — включения пирита; 17 — включения гальки кварцевой; 18 — включения гипса; 19 — включения черной угловатой гальки.

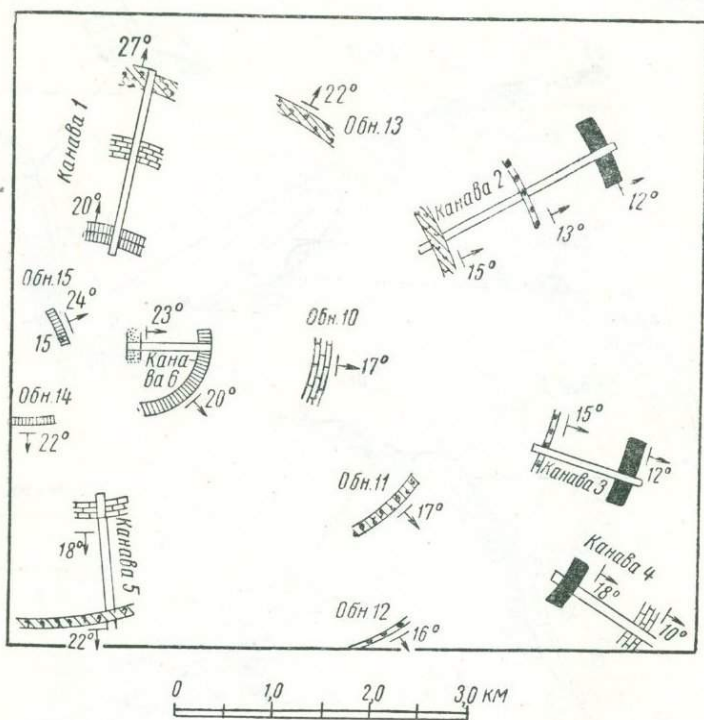


Фиг. 129.

темнокоричневая — кровлей некома, а в разрезе скв. 2 ниже светлосерого мергеля отмечена кровля верхней юры.

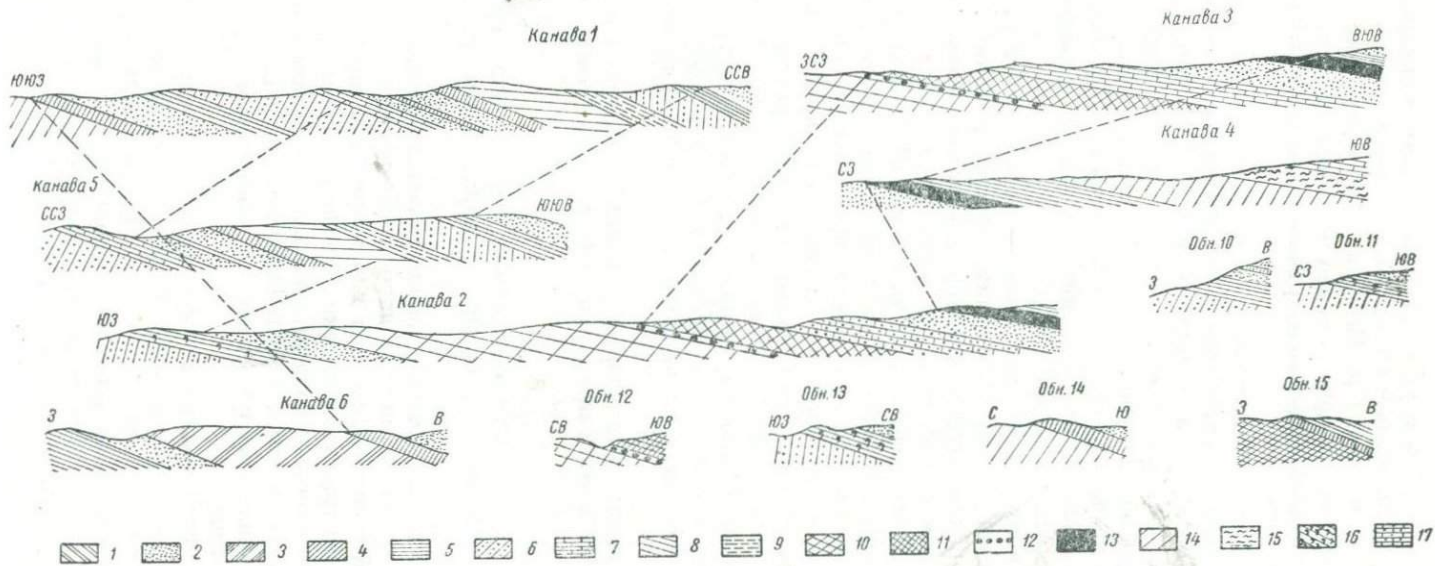
Задача 3. При геологической съемке масштаба 1 : 200000 поле были осмотрены и описаны литологические разрезы нескольких обнажений. Местоположения этих обнажений нанесены на план (фиг. 128, а). Рельеф местности пологий, поверхность в значительной степени залесена. Все разрезы по обнажениям сделаны вкрест простирания пород и в зарисовках указаны углы падения пластов (фиг. 128, б—е). По обн. 12 зарисовка сделана в масштабе 1 : 1000; по обн. 13 и 16 — в масштабе 1 : 2000; по обн. 14 и 15 — в масштабе 1 : 5000.

Наметить точки для заложения горных выработок (шурфов, скважин) с целью увязки литологических разрезов обнажений между собой и составить нормальную колонку отложений.



Фиг. 130. План с выходами пород на поверхность и разведочными выработками и зарисовки этих выработок.

1 — глина темнокоричневая плотная; 2 — песок серый; 3 — глина бурая мергелистая; 4 — песчаник; 5 — аргиллит серый; 6 — глина буро-коричневая, сильно песчанистая; 7 — известняк; 8 — глина серая; 9 — песок мелкозернистый, сильно глинистый; 10 — глина пестроцветная; 11 — аргиллиты; 12 — песок крупнозернистый темносерый; 13 — глина черная; 14 — глина пепельно-серая; 15 — тонкое чередование темносерой глины с тонкозернистыми светлосерыми песками; 16 — сланец глинистый темносерый, с включением фауны; 17 — известняк доломитизированный.



Фиг. 130

Задача 4. В результате геологического картирования по обнажениям с применением расчисток и шурфов была произведена съемка в районе верховья р. Мимурки. Все обнажения, шурфы и каналы при помощи горного компаса нанесены на план (фиг. 129) с учетом магнитного склонения, равного для данного района 7° (склонение восточное).

По изученным естественным и искусственным обнажениям (фиг. 129) составлены зарисовки с указанием литологического состава пород, измеренных мощностей в метрах и истинных углов падения слоев. Видимые мощности слоев, как это видно на зарисовках, определялись в обнажениях с учетом угла наклона линии измерения. Разрезы всех обнажений увязаны между собой на основании характерных литологических признаков и определенной последовательности залегания пород.

Составить нормальный литолого-стратиграфический разрез всех отложений, вскрытых в обнажениях, шурфах и канаве.

Для этого рекомендуется предварительно пересчитать все измеренные мощности на истинные и составить колонку по каждому обнажению. Стратиграфическую разбивку произвести на основе следующих данных: в шурфе *1* известняк; на забое является кровлей саратовского яруса верхнего отдела палеоцена; в обн. *6* кровля известняка является кровлей сызранского яруса палеоцена; в обн. *10* галечник является базальным конгломератом, ниже которого залегает казанский ярус верхней перми; в обн. *11* ниже песчаника с черной угловатой галькой залегает кунгурский ярус нижней перми; в обн. *13* песчанистая глина по фауне условно отнесена к артинскому (возможно, к сакмарскому) ярусу нижней перми.

Охарактеризовать фациальные условия образования отложений в данном районе и составить кривую накопления осадков.

Задача 5. В полого-всхолмленном районе (фиг. 130) произведена геологическая съемка с применением разведочных канав.

В зарисовках канав и обнажений указаны порядок напластования отдельных свит и пластов пород с обозначением их измеренных мощностей и литологическая характеристика пород.

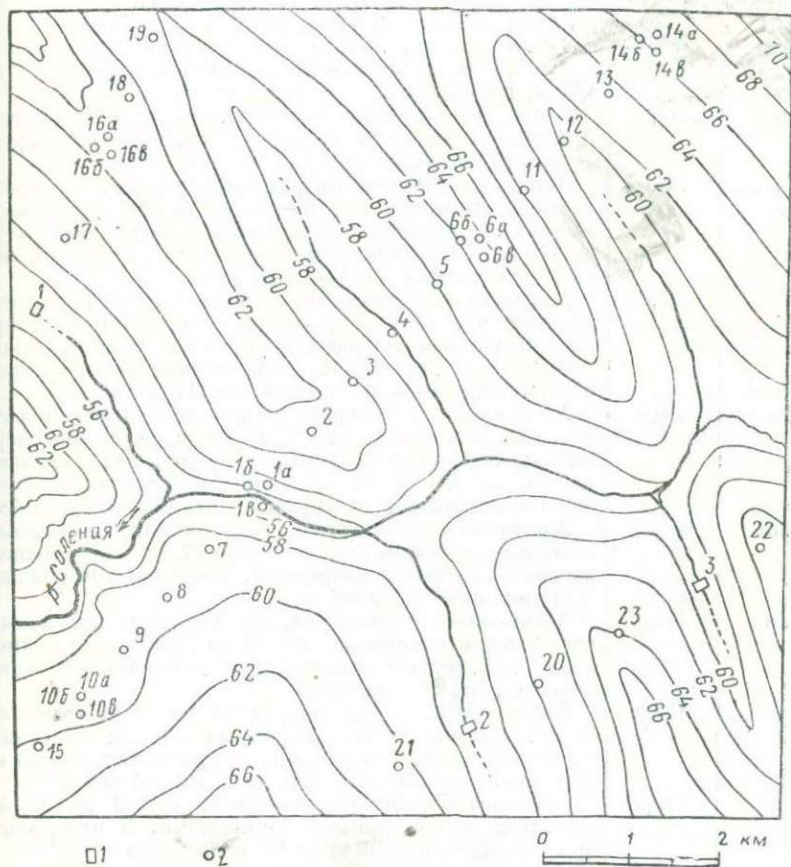
Составить два-три геологических профиля вкрест простирания пластов, выбрав направление этих профилей так, чтобы можно было показать основные элементы тектоники данного района.

Составить геологическую карту по коренным отложениям в масштабе съемки.

Составить литолого-стратиграфическую колонку отложений, приняв во внимание следующее. В обн. *10* установлена кровля среднего карбона (кровля известняка); в обн. *14* и *15* отмечена кровля нижнего карбона (кровля песчаника). В разрезах разведочных канав *2* и *3* над темносерым крупнозернистым песком с включением гальки залегают породы нижнего мела. В обн. *12* породы,

подстилающие темносерый крупнозернистый песок, относятся к верхнему карбону.

Задача 6. Для составления геологической карты в районе с довольно мощными современными образованиями (до 30 м) было



Фиг. 131. Топографический план с нанесенными на него шурфами и картировочными скважинами.

1 — шурфы; 2 — картировочные скважины.

пробурено 23 картировочные скважины, расположенные по профилям (фиг. 131).

На первом профиле пробурено 23 скважины. Результаты бурения этих скважин приведены ниже.

№ скважины	Глубина забоя, м	Геологический разрез с обозначением интервалов глубин вскрытых свит пород, м
1а	148,0	Глина серая, с фауной, от 41 до 132 м; аргиллит бурый битуминозный, от 132 м до забоя
1б	52,0	Глина серая, с фауной, от 23 м до забоя
1в	53,0	Глина серая, с фауной, от 24 м до забоя
2	162,0	Известняк кавернозный органогенный, от 32 до 125 м; глина серая, с фауной, от 125 м до забоя
3	112,0	Глина темнозеленая, с включением пиритовых конкреций, от 32 до 82 м; известняк кавернозный органогенный, от 82 м до забоя
4	148,0	Песок мелкозернистый желтый кварцевый, с кремнистыми включениями, от 21 до 75 м; глина темнозеленая, с включением пиритовых конкреций, от 75 до 129 м; известняк кавернозный органогенный, местами глинистый, от 129 м до забоя
5	125,0	Алевролиты темносерые, с тонкими прослоями светлосерых псаммитов, от 33 до 61 м; песок мелкозернистый желтый кварцевый, с кремнистыми включениями, от 61 до 117 м; глина темнозеленая, с включением пиритовых конкреций, от 117 м до забоя
6а	159,2	Алевролиты темносерые, с тонкими прослоями светлосерых псаммитов, от 27 до 98 м; песок мелкозернистый желтый кварцевый, с кремнистыми включениями, от 98 до 154 м; глина темнозеленая, с включением пиритовых конкреций, от 154 м до забоя
6б	108,0	Алевролиты темносерые, с тонкими прослоями светлосерых псаммитов, от 25 до 77 м; песок мелкозернистый желтый кварцевый, с кремнистыми включениями, от 77 м до забоя
6в	111,0	Алевролиты темносерые, с тонкими прослоями светлосерых псаммитов, от 26 до 78 м; песок мелкозернистый желтый кварцевый, с кремнистыми включениями, от 78 м до забоя
7	174,9	Глина серая, с фауной, от 24 до 46 м; аргиллит бурый битуминозный, от 46 до 151 м; песчаник среднезернистый темносерый, с прослоями светлосерых мелкозернистых песков, от 151 м до забоя
8	128,5	Аргиллит бурый битуминозный, от 23 до 84 м; песчаник среднезернистый темносерый, с прослоями мелкозернистых песков, от 84 м до забоя
9	123,6	Песчаник среднезернистый темносерый, с прослоями серых мелкозернистых песков, от 27 до 101 м; мергель пепельно-серый тонкослоистый, с прожилками розового кальцита, от 101 м до забоя
10а	118,0	Песчаник среднезернистый темносерый, с прослоями светлосерых песков, от 22 до 37 м; мергель пепельно-серый тонкослоистый, с прожилками розового кальцита, от 37 до 88 м; глина пестроцветная, с включениями коричневых гипсовых конкреций, от 88 м до забоя
10б	28,0	Песчаник среднезернистый темносерый, с прослоями мелкозернистых песков, от 13 до 16 м; мергель пепельно-серый тонкослоистый, с прожилками розового кальцита, от 16 м до забоя

№ скважины	Глубина забоя, м	Геологический разрез с обозначением интервалов глубин вскрытых свит пород, м
10в	30,0	Песчаник среднезернистый темносерый, с прослоями мелкозернистых светлосерых песков, от 15 до 18 м; мергель пепельно-серый тонкослоистый, с прожилками розового кальцита, от 18 м до забоя
11	137,7	Известняк темносерый рыхлый, местами глинистый, от 24 до 49 м; алевролиты темносерые, с тонкими прослоями светлосерых псаммитов, от 49 до 121 м; песок мелкозернистый желтый кварцевый, с кремнистыми включениями, от 121 м до забоя
12	97,9	Известняк темносерый рыхлый, местами сильно глинистый, с карстовыми пустотами в верхней части, от 17 до 77 м; алевролиты темносерые, с тонкими прослоями серых псаммитов, от 77 м до забоя
13	95,7	Песчаник среднезернистый бурый, с мелкими глинистыми включениями неправильной формы, от 22 до 41 м; известняк темносерый рыхлый, местами сильно глинистый, от 41 до 91 м; алевролиты темносерые, с тонкими прослоями светлосерых псаммитов, от 91 м до забоя
14а	118,0	Глина вишнево-красная плотная вязкая от 12 до 39 м; песчаник среднезернистый бурый, с мелкими глинистыми включениями неправильной формы, от 39 до 63 м; известняк темносерый рыхлый глинистый от 63 м до забоя
14б	23,7	Глина вишнево-красная плотная вязкая, от 11 до 18 м; песчаник среднезернистый бурый, с мелкими глинистыми включениями, от 18 м до забоя
14в	21,3	Глина вишнево-красная плотная вязкая от 13 до 18 м; песчаник среднезернистый бурый, с мелкими глинистыми включениями, от 18 м до забоя
15	192,3	Мергель пепельно-серый тонкослоистый, с прожилками розового кальцита, от 21,9 до 35 м. Глина пестроцветная, с включением коричневых гипсовых конкреций, от 35 до 136 м; известняк темносерый плотный битуминозный, с прослоями светлосерых доломитов, от 136 м до забоя

К северо-западу от этой линии скважин через шурф 1 проходит вторая линия скважин по азимуту СВ 25°.

Геологические разрезы шурфа 1 и картировочных скважин второй линии приведены ниже.

№ скважин	Глубина забоя, м	Геологические разрезы с обозначением интервалов глубин вскрытых свит пород, м
Шурф 1	16,5	Известняк кавернозный органогенный, от 6 до 12 м; глина серая с фауной, с азимутом падения в кровле пласта СВ 25°, с углом падения 7°. Вскрытая мощность ее от 12 м до забоя

№ скважин	Глубина забоя, м	Геологические разрезы с обозначением интервалов глубин вскрытых свит пород, м
16а	131,5	Песок мелкозернистый желтый кварцевый, с кремнистыми включениями, от 22 до 48 м; глина темно-зеленая, с включениями пиритовых конкреций, от 48 до 106 м; известняк кавернозный органогенный глинистый 106 м до забоя
16б	33,5	Песок мелкозернистый желтый кварцевый слабо глинистый, с кремнистыми включениями, от 20 до 26 м; глина темнозеленая, с включением пиритовых конкреций, от 26 м до забоя
16в	35,7	Песок мелкозернистый желтый кварцевый глинистый, с кремнистыми включениями, от 21 до 27 м; глина темнозеленая, с включением пиритовых конкреций, от 27 м до забоя
17	123,5	Известняк кавернозный органогенный, от 27 до 109 м; глина серая, с фауной, от 109 м до забоя
18	121,7	Алевриты темносерые, с тонкими прослоями светлосерых псаммитов, от 18 до 49 м; песок мелкозернистый желтый кварцевый сильно глинистый, с редкими кремнистыми включениями, от 49 до 108 м; глина темнозеленая, с пиритовыми мелкими включениями, от 108 м до забоя
19	147,3	Обломки известняка темносерого плотного, от 18 до 21 м; алевриты темносерые с тонкими прослоями светлосерых псаммитов, от 21 до 108 м; песок мелкозернистый кварцевый глинистый, от 108 м до забоя

К юго-востоку от первой линии скважин через шурфы 2 и 3 заложена третья линия картировочных скважин по азимуту СВ 60°. Ниже приведены основные данные по скважинам и шурфам третьей линии.

№ скважин	Глубина забоя, м	Геологические разрезы с обозначением интервалов глубин вскрытых свит пород, м
Шурф 2	14,5	Известняк кавернозный органогенный, от 4 до 10 м; глина серая, с фауной, от 10 м до забоя. Азимут падения в кровле глины СВ 60°, угол падения 8°
Шурф 3	10,9	Известняк темносерый глинистый, от 3 до 6 м; алевриты темносерые, с тонкими прослоями светлосерых псаммитов, от 6 м до забоя. Азимут падения в кровле глины СВ 65°, угол падения 8°
20	118,7	Известняк кавернозный органогенный, от 12 до 102 м; глина серая, с фауной, от 102 м до забоя

№ скважин	Глубина забоя, м	Геологические разрезы с обозначением интервалов глубин вскрытых свит пород, м
21	98,8	Аргиллит бурый битуминозный, от 27 до 68 м; песчаник среднезернистый темносерый, с прослоями светлосерых мелкозернистых песков, от 68 м до забоя
22	95,9	Известняк темносерый сильно глинистый, от 24 до 73 м; алевролиты темносерые, с прослоями светлосерых псаммитов, от 73 м до забоя
23	83,7	Песок мелкозернистый желтый кварцевый, с кремнистыми включениями, от 19 до 47 м; глина темно-зеленая с включением пиритовых конкреций, от 47 м до забоя

Примечания. 1. В разрезах скважин и шурфов характеристика современных образований не указана; отмечена только их вертикальная мощность.

2. Порядок номеров шурфов и скважин указывает последовательность их заложения для целей геологического картирования.

На основе приведенных выше фактических данных требуется следующее.

Составить геологическую карту в масштабе 1 : 50000 и нанести на нее границы наиболее характерных свит. К их числу можно, например, отнести мергель цепельно-серый тонкослоистый, с прожилками розового кальцита (скв. 10); глину серую, с фауной (скв. 1), шурфы (1 и 2); песок мелкозернистый кварцевый, с кремнистыми включениями (скв. 6, 19, шурф 3); глину вишнево-красную плотную (скв. 14).

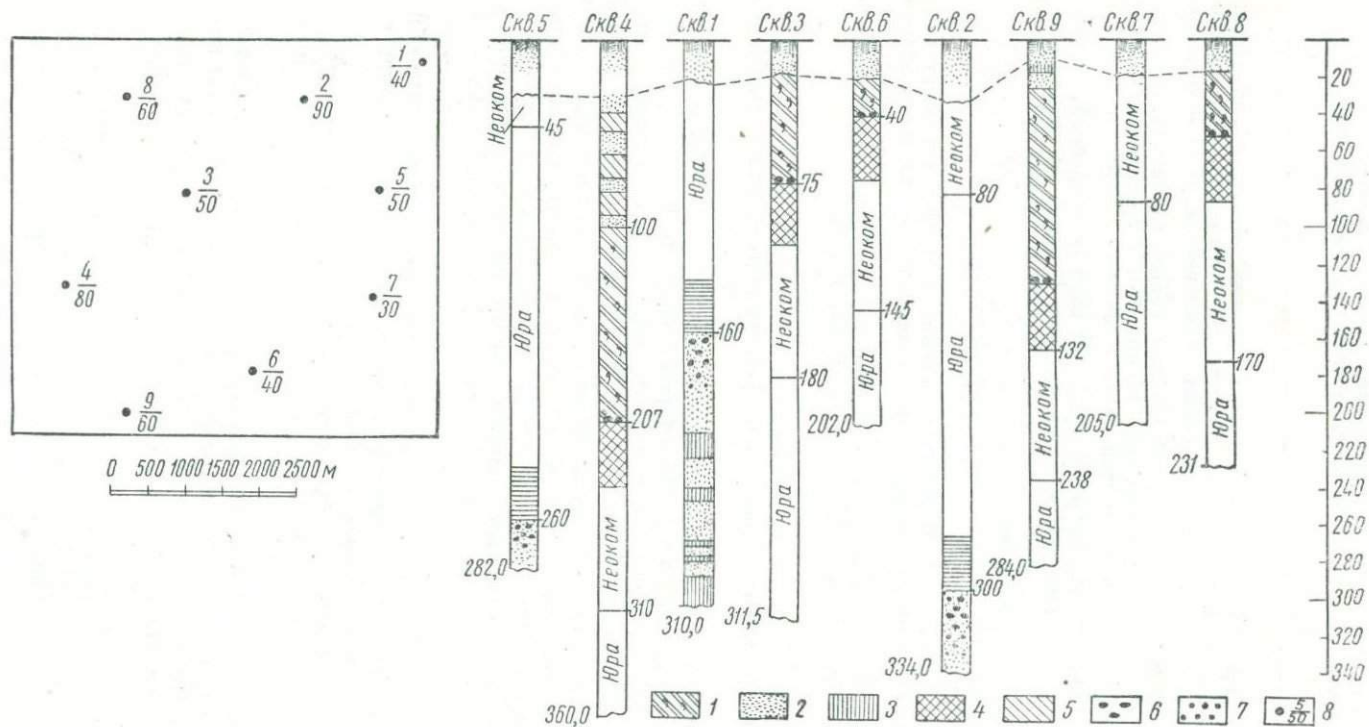
Составить нормальный разрез отложений для всего района в целом.

Задача 7. В районе с мощным покровом современных образований (до 60 м) было проведено геологическое картирование при помощи скважин колонкового бурения.

Схема размещения скважин и геологические разрезы их, составленные по керновому материалу, в масштабе 1 : 2000 приведены на фиг. 132.

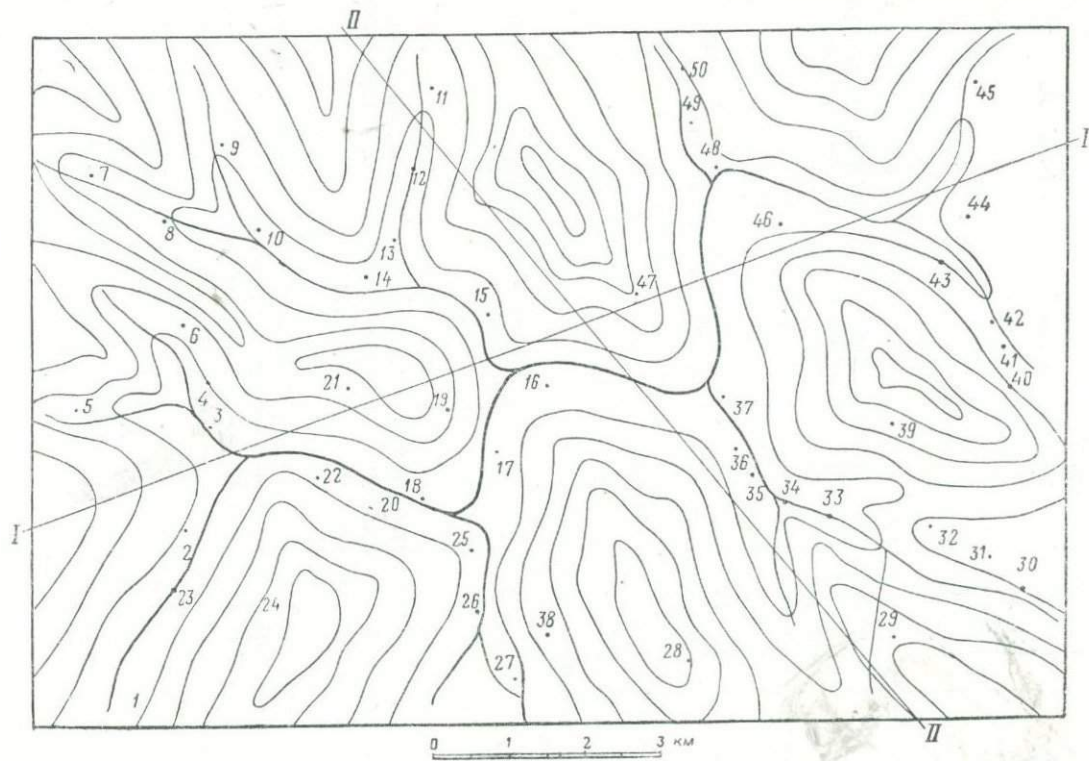
Составить нормальный стратиграфический разрез отложений, выделив ярусы, отделы и системы; построить геологическую карту по коренным отложениям и дополнить ее структурной картой по одной из наиболее распространенных стратиграфических единиц.

Задача 8. Для изучения геологического строения района был собран фактический материал из обнажений, горных выработок и расчисток. На план (фиг. 133) нанесены точки наблюдений; результаты наблюдений приведены в таблице.



Фиг. 132. Схема размещения скважин колонкового бурения на плане и геологические разрезы скважин со стратиграфической разбивкой отложений.

1 — глина черная; 2 — песок разнозернистый; 3 — песчаник; 4 — глина пестроцветная; 5 — глина серая; 6 — фосфоритовый горизонт; 7 — включения гальки; 8 — скважина (в числителе — номер скважины, в знаменателе — альтитуда устья над уровнем моря).



Фиг. 133. План с нанесенными точками наблюдений.

№ точек	Азимут падения, град.	Угол падения, град.	Примечание
1 24 18 17 16 15 6	ЮВ 175 ЮВ 175 ЮВ 170 ЮВ 165 ЮВ 135 СВ 65 СЗ 355	50 50 48 45 25 45 50	Замеры произведены на границе нижнего и среднего карбона
5 4 19 23	СЗ 350 СВ 10 ЮВ 138 ЮВ 165	50 46 15 45	Замеры произведены на границе верхнего девона и нижнего карбона
2 21 3	ЮВ 150 СВ 70 СЗ 350	48 10 49	Замеры произведены на границе среднего и верхнего девона
22	ЮВ 130	45	
47 43 48	ЮЗ 235 ЮЗ 195 СЗ 350	10 45 42	Замеры произведены на границе нижнего и среднего карбона
46 45 44	СЗ 290 СЗ 320 ЮЗ 200	10 40 48	Замеры произведены на границе верхнего девона и нижнего карбона
25 37 42	ЮВ 170 ЮВ 155 ЮЗ 205	40 50 45	Замеры произведены на границе среднего и верхнего карбона
27 33 40 41 36 26	СЗ 340 СЗ 320 СЗ 330 ЮВ 160 ЮВ 150 ЮВ 140	25 40 20 15 45 20	Замеры произведены на границе верхнего карбона и нижней перми
38 35 39 34	СВ 60 ЮВ 155 ЮЗ 240 СЗ 340	10 25 8 30	Замеры произведены на границе нижней и верхней перми

№ точек	Азимут падения, град.	Угол падения, град.	Примечание
28 32 29 31	СЗ 340 СЗ 310 СЗ 330 СЗ 315	40 40 40 35	Замеры произведены на границе среднего и нижнего карбона
30	СЗ 320	30	Замеры произведены на границе верхнего девона и нижнего карбона
7 9 11	СЗ 320 СЗ 340 СЗ 350	20 22 25	Замеры произведены на границе верхней и нижней перми
8 12 50	СЗ 335 СЗ 345 СЗ 330	35 35 37	Замеры произведены на границе верхнего карбона и нижней перми
13 49	СЗ 340 СЗ 325	45 40	Замеры произведены на границе среднего и верхнего карбона
10 14 20	СЗ 355 СЗ 350 ЮВ 145	40 50 40	Замеры произведены не на границе свит, а в толще отложений

Используя приведенные данные, составить геологическую карту в масштабе 1 : 50000; построить два профильных разреза вкрест простирания и один по простиранию пород и в колонке отложений показать последовательность залегания всех наблюдаемых свит и их истинные мощности.

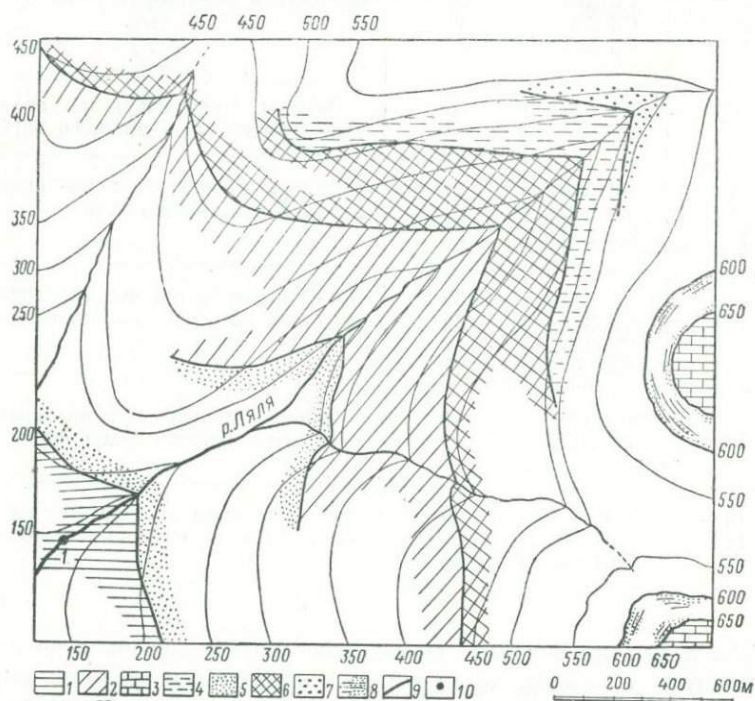
При решении этой задачи рекомендуется следующий порядок работы (в схеме): нанести на карту все элементы залегания границ свит; увязать эти границы между собой путем вытягивания по простиранию; построить профильные разрезы с учетом изменения углов падения; составить геологическую карту и колонку в соответствующих условных обозначениях.

При построении геологической карты при нанесении границ отложений между отделами рельеф поверхности не учитывать.

Задача 9. На топографическую основу нанесены границы отдельных литологических свит, прослеженные по обнажениям (фиг. 134).

Составить геологическую карту и нормальную колонку отложений, в которой показать последовательность залегания всех свит в пределах планшета и их истинные мощности.

В юго-западном углу площади пробурена картировочная скважина I; в ее разрезе подошва серой глины, обнажающаяся в берегах р. Ляля, отмечена на глубине 45 м. Ниже вскрыты: 1) песок зеленовато-серый среднезернистый, от 45 до 52 м; 2) глина пестроцветная, с включением кристаллического гипса, от 52 до 69 м; 3) ангидрит серый, местами битуминозный от 69 до 77 м; 4) глина



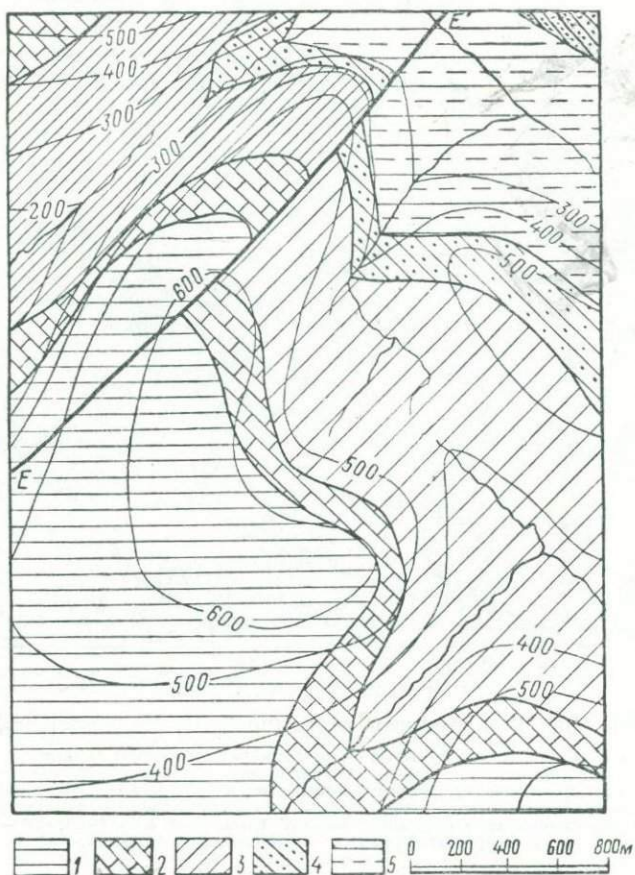
Фиг. 134. Топографическая карта с нанесенными данными геологического картирования.

1 — глина серая; 2 — чередование темносерых песчаных глин с прослоями серых мелкозернистых песков; 3 — известняк; 4 — глина черная известнистая; 5 — песок с прослоями рыхлых песчаников; 6 — глина бурая песчанистая; 7 — песчаник крупнозернистый глинистый; 8 — глины песчаные слоистые; 9 — границы отложений; 10 — скв. 1 картировочного бурения.

бурая, сильно песчанистая, от 77 до 89 м; 5) песчаник среднезернистый, с прослоями мелкозернистого зеленовато-серого глинистого песка, от 89 до 96 м; 6) известняк серый кавернозный органический, внизу очень плотный, от 96 до 104 м.

При составлении нормальной колонки отложений необходимо учесть, что углы падения пород и направление падения аналогичны наблюдаемым в обнажениях. Рекомендуется также составить проектный разрез колонковой скважины, заложенной в северо-восточном углу района, с целью вскрытия кровли пестроцветной глины с включением кристаллического гипса, отмеченной в разрезе скв. I.

Задача 10. Разобрать геологическую карту, приведенную на фиг. 135. Определить элементы залегания и мощность пластов и установить последовательность в напластовании их. Охарактеризовать нарушение EE' и определить (графически и математически) его основные элементы. Построить профильные геологические



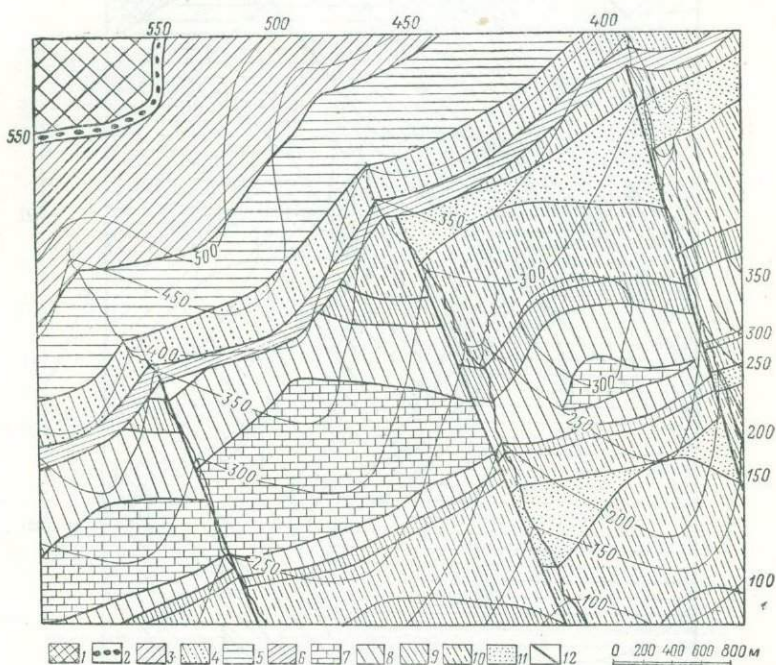
Фиг. 135. Геологическая карта масштаба 1 : 20000.

Породы нижней перми: 1 — глина темносерая сланцеватая; 2 — известняк плотный окремнелый, 3 — глина пестроцветная; 4 — конгломерат и песок крупнозернистый. Породы среднего карбона: 5 — глины черные с прослоями песчаников, местами углестые.

разрезы вкрест простирания пород и сместителя, а также стратиграфическую колонку отложений. Указать районы возможной добычи известняков для строительных целей.

Задача 11. Разобрать и прочесть геологическую карту (фиг. 136), составленную на топографической основе масштаба 1 : 200000.

Для этого рекомендуется сделать следующее: 1) определить условия залегания отложений девона, мела и кайнозоя (акчагыла); 2) охарактеризовать основные элементы тектоники этих отложений и построить профильные разрезы в масштабе 1 : 10000 вкост простираия и по простираию отложений девона. Отношение вертикального масштаба к горизонтальному взять 1 : 1; 3) определить



Фиг. 136. Геологическая карта (по Е. П. Милановскому).

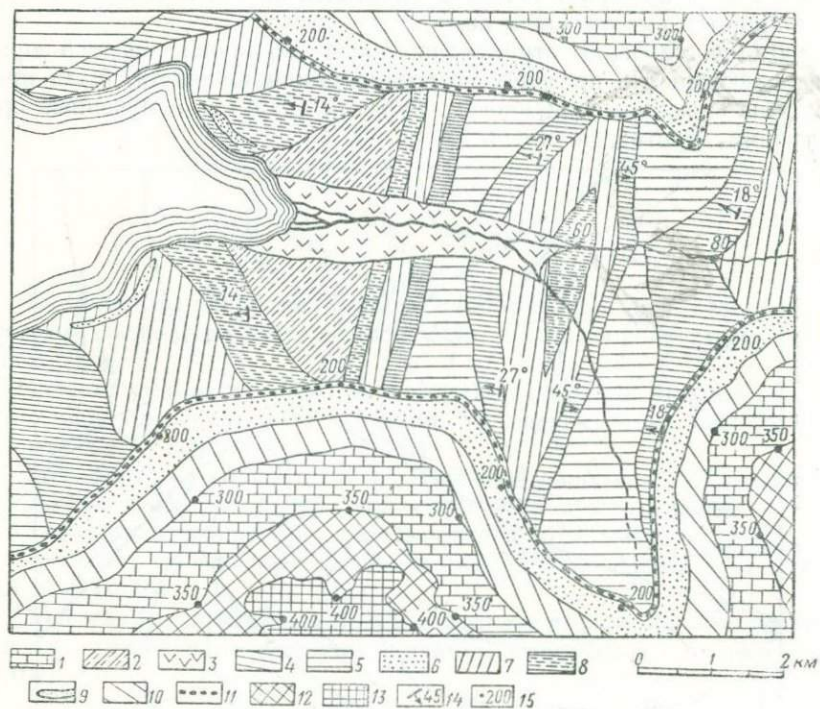
Породы акчагыла: 1 — глины бурые; 2 — конгломерат из мелкой гальки. Породы мела: 3 — мергели окремелые; 4 — глины пестроцветные с включением кристаллического гипса и пирита; 5 — песчаники бурые железистые; 6 — глины светлосерые с фосфоритами. Породы девона: 7 — известняки пористые битуминозные; 8 — мергели ржавобурые с конкрециями сидерита; 9 — сланцы черные глинистые с фауной; 10 — кварциты; 11 — арновы серые; 12 — разрывные нарушения.

характер разрывных нарушений и величины амплитуд смещений; 4) составить стратиграфическую колонку всех отложений, представленных на геологической карте.

Задача 12. На карте масштаба 1 : 50000 изображено геологическое строение района, находящегося к востоку от берега моря (фиг. 137). Рельеф местности представлен лишь высотными отметками, полученными в результате барометрического нивелирования при помощи anerоида. За нулевую отметку принят уровень моря.

Предлагается прочитать геологическую карту и описать геологическое строение данного района. При решении этой задачи необходимо: 1) определить последовательность залегания пород и

уточнить нумерацию знаков в условных обозначениях; 2) составить несколько профильных разрезов для изучения и уточнения тектонического строения района. На профилях показать положение осевых плоскостей структур, а их проекции перенести на геологическую карту; 3) в нормальной колонке отложений показать весь



Фиг. 137. Геологическая карта с обозначением отдельных высотных точек рельефа.

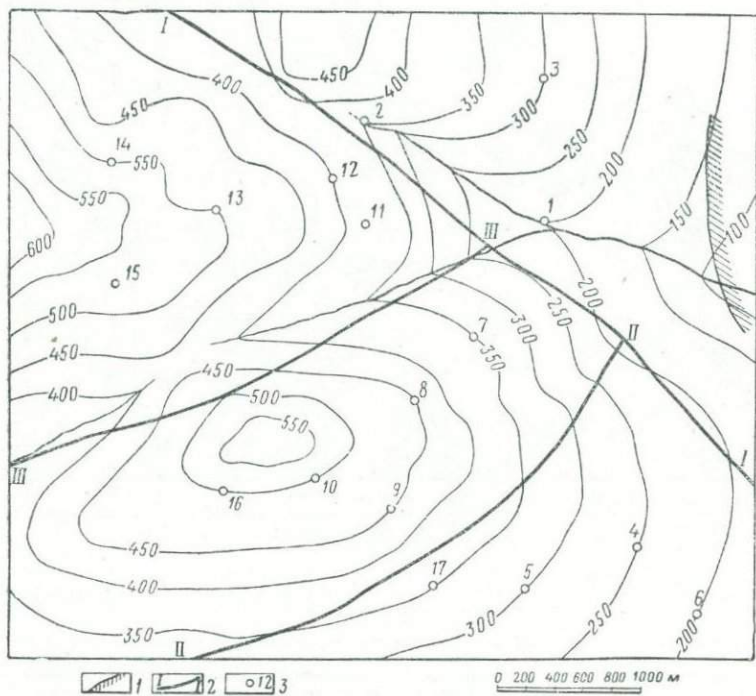
1 — известняки органогенные; 2 — аргиллиты плитчатые; 3 — аллювий; 4 — битуминозные песчано-глинистые сланцы; 5 — мергелистые темнубурые глины; 6 — пески кварцевые с прослоями плотных песчаников; 7 — глинистые сланцы с растительными остатками; 8 — доломиты голубовато-серые; 9 — морские современные образования — галечники (береговые валы); 10 — глины песчаные внизу и сильно известняковые сверху; 11 — конгломерат крупнообломочный; 12 — глины черные тонкоотмученные; 13 — мел белый; 14 — азимут и угол падения; 15 — высотные отметки рельефа.

стратиграфический разрез отложений района. Все породы, стратиграфически залегающие ниже конгломерата 11, за исключением современных отложений, относятся к верхнепермским породам, остальные — к верхнему мелу; 4) для верхнемеловых отложений, используя литолого-фациальную характеристику пород, построить кривую накопления осадков и объяснить палеогеографическую обстановку верхнемеловой эпохи; 5) охарактеризовать геоморфологические особенности рельефа района.

Задача 13. На топографической карте (фиг. 138) нанесены выходы сместителей разрывных нарушений, протрассированных

при геологическом картировании. По сбросу I—I сместилось вниз юго-западное крыло складки, причем наклонная высота смещения в юго-восточной части района определена 100 м. Юго-западное крыло осложнено еще двумя разрывами — сбросами II—II и III—III. По сбросу II—II северо-западный блок опустился на 150 м, а по сбросу III—III опустился на 100 м северный блок (наклонная высота смещения).

Для составления структурной карты по кровле средней юры, обнажающейся в пределах восточной рамки планшета, были пробурены скважины колонкового бурения. Данные, полученные при бурении, приведены ниже.



Фиг. 138. Топографическая карта масштаба 1 : 20000.

1—кровля средней юры; 2—разрывные нарушения; 3—скважины колонкового бурения.

№ скважин	Глубина залегания кровли средней юры от поверхности, м	№ скважин	Глубина залегания кровли средней юры от поверхности, м
1	350	8	500
2	500	9	600
3	150	10	700
4	450	11	620
5	650	12	650
6	300	13	800
7	500		

В других пробуренных скважинах кровля средней юры вскрыта не была, но в их разрезах отмечена кровля нижнего мела, представленного темносерыми глинами альба, залегающая на 600 м выше кровли средней юры по нормальной мощности.

Кровля нижнего мела была отмечена на следующих глубинах.

№ скважин	Глубина залегания от поверхности, м
14	360
15	360
16	260
17	60

Построить структурные карты по маркирующим поверхностям — кровлям средней юры и нижнего мела, с сечением стратонизогипс через 50 м.

Нанести выходы на дневную поверхность кровли нижнего мела и средней юры и указать участки их неглубокого залегания (не глубже 100 м от поверхности).

Определить пространственное положение разрывных нарушений и количественно охарактеризовать все величины смещений.

Составить нормальную стратиграфическую колонку отложений.

Построить профильные геологические разрезы вкрест простирания отложений.

Определить элементы залегания пород, приняв во внимание, что их падение и простирание остаются постоянными в пределах карты.

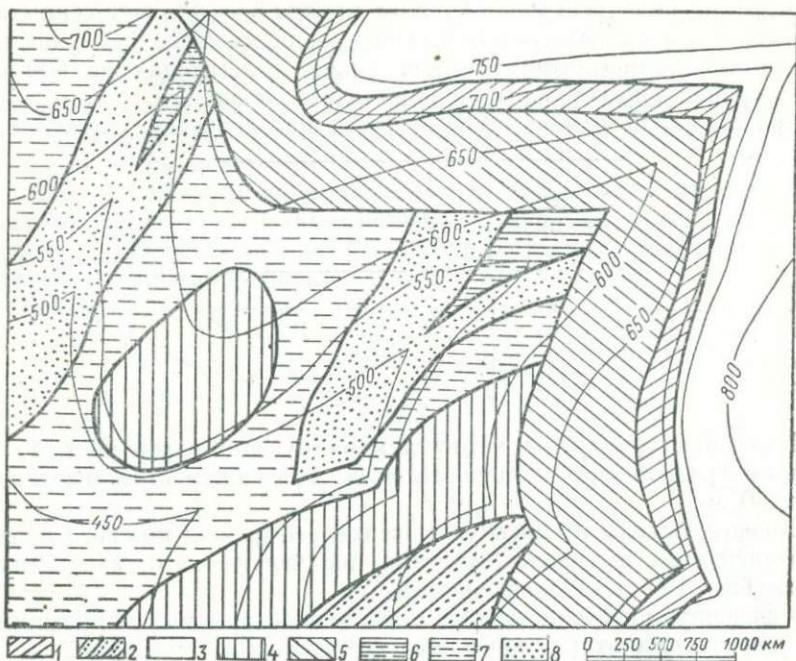
Примечание. Прежде чем приступить к решению задачи, необходимо наметить план решения, т. е. последовательность действий.

Задача 14. Разобрать геологическую карту, представленную на фиг. 139. Определить последовательность залегания всех слоев и составить нормальную колонку отложений, учитывая, что древний (нижний) комплекс пород относится к верхнему девону, а молодой, верхний, к нижнему мелу.

Используя ряд геологических профильных разрезов, построить карту среза на отметке +350 м.

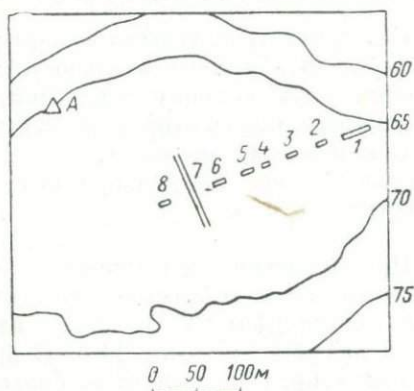
Задача 15. При геологическом картировании ряд разведочных выработок отметил кровлю битуминозного известняка, прослеженную в канаве 1, шурфах 2, 3, 4, 5; азимут падения кровли СЗ 310°, угол падения 20° (фиг. 140). В других выработках (6, 7, 8) известняк вскрыт не был из-за большого наносного покрова. Скважина, пробуренная в точке А, вскрыла кровлю известняка на глубине 180 м.

Определить положение выхода известняка на поверхность, если истинная мощность его 30 м; указать участки для заложения



Фиг. 139. Геологическая карта масштаба 1 : 25000.

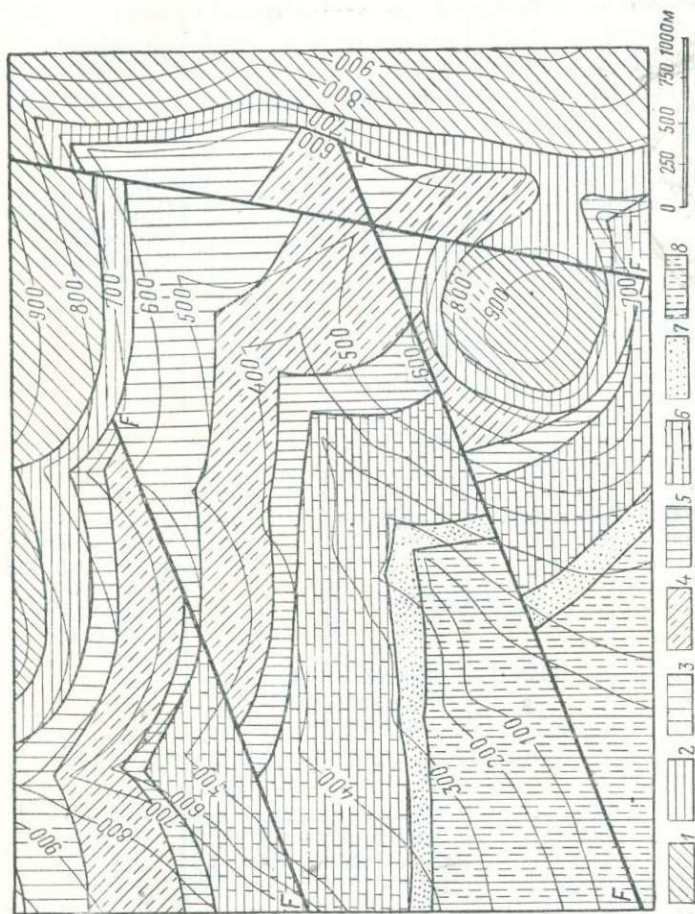
1 — песчаник глауконитовый; 2 — известняки сильно песчанитые; 3 — глины темно-серые с включением каравая песчаников; 4 — известняки доломитизированные; 5 — глины черные с тонкими прослоями тонкозернистых песков; 6 — доломиты; 7 — глины бурые; 8 — битуминозные песчаники.



Фиг. 140. Топографический план масштаба 1 : 5000 с нанесенными горными выработками.

выработок для прослеживания этого пласта и определить, какие это должны быть выработки.

Задача 16. Прочитать геологическую карту, составленную на топографической основе 1 : 25000 (фиг. 141).



Фиг. 141. Геологическая карта (по Е. Н. Милановскому).

Породы нижнего мела: 1 — мергели кремнистые; 2 — глины черные плотные. Породы карбона: 3 — глины бурые; 4 — мергели серые; 5 — глины белые; 6 — известняки органогенные; 7 — песчаники крупнозернистые; 8 — глинистые сланцы.

На основе построенных геологических профилей для каждого участка составить сводную колонку отложений и охарактеризовать геологическое строение всего района. Определить характер и время проявления разрывных нарушений. Сделать карту среза на отметке +500 и +200 м.

Задача 17. Построить структурную карту по кровле маркирующего опорного горизонта (кунгурский ярус нижней перми) на основе результатов, полученных при бурении картировочных и колонковых скважин. Исходные данные приведены ниже.

Скважина или обнажение	Альtitуда устья скважины или опорного пласта в обнажении, м	Расстояние от предыдущего пункта наблюдения, м	Отметки глубин кровли опорного горизонта, м	Элементы залегания кровли опорного горизонта, град.	Примечание
------------------------	---	--	---	---	------------

Профиль I

Скв. 1	10	—	75	—	—
Обн. Б	50	1500	—	—	Выход нарушения на поверхность
Скв. 2	50	125	500	—	Нарушение на глубине 375 м
Обн. А	400	2575	Кровля горизонта обнажается	Аз. пад. СВ 50, угол 20	—

Профиль II

Скв. 3	365	—	100	—	—
» 4	100	1500	400	—	—
Обн. В	100	215	—	—	Выход нарушения на поверхность
Скв. 5	100	100	575	—	Нарушение на глубине 225 м
Обн. Г	325	1650	Кровля горизонта обнажается	Аз. пад. СВ 60, угол 17	—

Профиль III

Обн. Д	170	—	Кровля горизонта обнажается	Аз. пад. СВ 75, угол 12	—
Скв. 7	210	1250	190	—	—
Обн. Е	250	1500	—	—	Выход нарушения на поверхность
Скв. 8	130	900	—	—	Нарушение на глубине 370 м

Скважины и обнажения расположены к востоку от западной рамки планшета на следующих расстояниях: скв. 1 — 250 м; скв. 3 — 200 м; обн. Д — 300 м. Расстояние между профилями I и II — 2 км, II и III — 2,5 км. Профили ориентированы вкrest простирания маркирующего горизонта. Рекомендуемый масштаб построения 1 : 25000.

Подсчитать площадь района (в квадратных километрах), охваченную съемкой, считая, что принятые границы совпадают с географическими долготой и широтой.

З а д а ч а 18. При картировании района со сложной тектоникой, нарушенной разрывными дислокациями, пробурено несколько картировочных структурных колонковых скважин, расположенных по профилям, идущим с запада на восток. Расстояние между профилями 1600 м. Скв. 1 и 6 в профилях находятся на западе. Результаты бурения скважин приведены в таблице.

Скважина или обнажение	Альтитуда устья скважины или опорного пласта в обнажении, м	Расстояние от предыдущего пункта наблюдения, м	Глубина отбора ориентированного керна, м	Элементы залегания опорного горизонта, град.		Примечание
				азимут падения	угол падения	

Профиль I

Скв. 1	575	—	100	ЮЗ 210	35	—
» 2	475	1000	75	ЮЗ 210	35	—
» 3	400	1000	100	СВ 1	9	—
» 4	540	1500	75	СВ 25	30	—
» 5	400	750	100	СВ 30	40	—
Обн. В	350	325	Пласт обнажается	СВ 35	30	—

Профиль II

Скв. 6	225	—	50	СВ 26	26	—
» 7	350	1750	100	—	Пласт горизонтальный	—
» 8	340	450	50	СВ 80	38	—
» 9	375	1200	75	СВ 75	40	—
Обн. А	360	250	Пласт обнажается	СВ 75	20	—
» Б	340	300	—	—	—	Выход нарушения на поверхность. Аз. пад. СВ 32°, угол 30°

Скв. 3 встретила маркирующий пласт на глубине 160 м, нарушение на глубине 475 м и на глубине 755 м снова вошла в кровлю маркирующего пласта. Скв. 7 вскрыла кровлю маркирующего

пласта на глубине 225 м, нарушение подсекла на глубине 77 м. Скв. 8 вскрыла кровлю маркирующего пласта на глубине 375 м.

Построить структурную карту по кровле маркирующего пласта и определить глубину залегания подошвы этого маркирующего пласта во всех точках пробуренных скважин, если истинная мощность пласта определена в 100 м. Масштаб построения принять равным 1 : 20000.

Задача 19. При проведении геологической съемки в масштабе 1 : 10000 с целью детализации юго-западной части района было пробурено несколько скважин, расположенных по двум профилям. Первый профиль включает скв. 1, 2, 3, второй — скв. 4, 5, 6 и расположен в 750 м к югу от первого. Скважины 1 и 4 находятся у западной границы района и расположены по прямой линии. Рельеф местности равнинный, и альтитуды устьев скважин составляют примерно 70 м над уровнем моря.

В скв. 1 кровля гипсоносных серых глин отмечена на глубине 75 м от поверхности; кровля красных глин — на глубине 262 м; кровля швагеринового известняка — на глубине 590 м.

В скв. 2 кровля красных глин встречена на глубине 110 м; кровля швагеринового известняка — на глубине 435 м. Скважина расположена на 750 м восточнее скв. 1.

В скв. 3, расположенной от скв. 2 к востоку на расстоянии 920 м, кровля красных глин отмечена на глубине 295 м. На глубине 625 м скважина пересекла разрывное нарушение и на глубине 650 м вошла в кровлю зеленых песчаников.

В скв. 4 на глубине 170 м вскрыта кровля гипсоносных серых глин, на глубине 320 м — кровля красных глин и на глубине 710 м — кровля швагеринового известняка.

В скв. 5, расположенной в 790 м восточнее скв. 4, отмечена кровля гипсоносных серых глин на глубине 65 м, на глубине 180 м — кровля красных глин и на глубине 530 м — кровля швагеринового известняка.

В скв. 6, расположенной в 1050 м к востоку от скв. 5, кровля красных глин вскрыта на глубине 295 м; на глубине 430 м от поверхности скважина пересекла нарушение и вскрыла кровлю зеленых песчаников на глубине 730 м.

На расстоянии 350 м к западу от скв. 3 обнажается кровля гипсоносных серых глин (обн. 15) с азимутом падения ЮЗ 225° и углом падения 14°.

На расстоянии 600 м к западу от скв. 6 описано обн. 18. Здесь прослежена кровля гипсоносных серых глин с азимутом падения ЮЗ 230° и углом падения 10°.

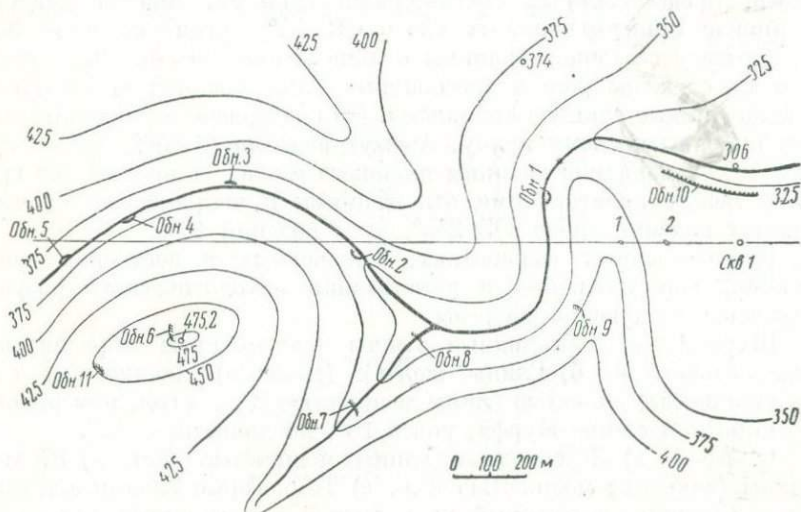
В 320 м к востоку от обн. 18 и в 150 м к востоку от обн. 15 по неглубоким горным выработкам прослежен выход разрывного нарушения.

Построить структурную карту в масштабе 1 : 10000 и определить истинную мощность всех отложений, вскрытых в скважинах.

На структурной карте при помощи изолиний показать пространственное положение плоскости смещения.

Определить глубину залегания подошвы зеленого песчаника в пределах западной границы участка, если истинная мощность этого песчаника (по данным соседнего района) 80 м.

Задача 20. В одном из районов Северного Кавказа для уточнения геологического строения проведена детальная геологическая съемка в масштабе 1 : 10000 (фиг. 142). Описание обнажений и разрезов выработок (сверху вниз) приведено ниже.



Фиг. 142. Топографическая карта с нанесенными обнажениями и разведочными выработками.

Обн. 1. а) Глины темносерые листоватые (грозненские слои). Из-за наносов мощность не определена. б) Глины светлосерые известковые (криптомактровые слои). В кровле глин азимут падения СВ 80° , угол падения 30° .

Обн. 2. Прослежена граница между криптомактровыми слоями и нижним сарматом, выраженным пачкой чередующихся мергелей и глин. Азимут падения СВ 60° , угол падения 35° .

В обн. 3 отмечена граница между нижнесарматскими породами и караганскими отложениями, представленными в кровле бурными глинами с мощными прослоями песков. Азимут падения СВ 65° , угол падения 40° .

Обн. 4. Здесь прослежена граница отложений между караганскими отложениями и глинами с фауной спириалис (чокракские слои). Азимут падения СВ 70° , угол падения 40° .

В обн. 5, у западной границы планшета отмечена граница между караганскими отложениями и чокракскими слоями. Азимут падения СВ 275° , угол падения 45° .

Обн. 6. В кровле чокракских слоев на плоскости темносерых глин со спиральными азимут падения СВ 75° , угол падения 45° .

В обн. 7 азимут падения кровли караганских отложений СВ 70° , угол падения 40° . К северо-востоку от обнажения в обн. 8 отмечена граница между нижним сарматом и лежащими выше криптомактровыми слоями. Первая свита представлена светлосерыми известковистыми глинами с азимутом падения СВ 70° , замеренным на лежащих ниже мергелях, и углом падения 35° .

В разрезе обн. 9 прослежены темносерые листоватые глины (грозненские слои). Ниже расположена кровля криптомактровых слоев, представленных светлосерыми глинами. Азимут падения в кровле криптомактровых слоев СВ 85° , угол падения 30° . В обрыве у восточной границы планшета имеется обн. 10, в котором прослежены толща лессовидных глин мощностью до 5,5 м, а ниже темные глины с кардидами. Этот комплекс отложений отнесен к акчагыльскому ярусу. Азимут падения СВ 50° , угол падения 16° . У западной границы планшета в обн. 11 прослежена граница между караганскими отложениями и чокракскими слоями. Азимут падения слоев ЮЗ 255° , угол падения 40° .

В разведочных выработках, заложенных в восточной части района, для уточнения и детализации литологического разреза отмечены следующие разрезы.

Шурф 1. а) Лессовидные глины (современные образования) мощностью 5 м. б) Глины желтые (акчагыл) мощностью 4 м; в) Темносерые слоистые глины мощностью 2 м. Угол, измеренный по короткой стенке шурфа, равен 20° , по длинной — 12° .

Шурф 2. а) Лессовидные глины мощностью 4 м. б) Желтые глины (акчагыл) мощностью 2 м. в) Темносерые слоистые глины. Угол падения, замеренный по короткой стенке шурфа, равен 5° , по длинной — 8° .

Скв. 1 в своем разрезе отметила: а) лессовидные глины мощностью 5 м; б) желтые глины акчагыла мощностью 20 м; в) черные глины, вскрытые на глубину 0,5 м.

Составить геологическую карту, нанести на нее границы отдельных свит и описать геологическое строение района. Построить профильные разрезы для уточнения и детализации непрерывного литологического разреза восточной части района с обозначением всех проектируемых выработок. Аналогичные построения сделать для западной части района и пояснить необходимость этого. На основе фактических данных составить в масштабе 1 : 5000 нормальный стратиграфический разрез отложений, наблюдаемых в районе.

Задача 21. Для геологического картирования в районе пробурено 13 структурных колонковых скважин, расположенных по двум профилям.

Профиль первый привязан к триангуляционному пункту (репер 18), у которого пробурена скв. 1. Этот триангуляционный пункт находится в северо-западной части района. Остальные сква-

жины этого профиля (2—6) размещены по азимуту СВ 70°. Второй профиль (скв. 7—13) расположен южнее, причем скв. 7 находится в 800 м к югу от скв. 1, а профиль ориентирован по азимуту ЮВ 95°. Магнитное склонение восточное 3°.

Результаты бурения скважин приведены ниже.

№ скважин	Альтитуда устья скважин, м	Местоположение скважин по профилям	Глубина залегания, м		
			кровли кунгура	кровли верхнего карбона	плоскости разрыва
1	160	У репера 18	250	685	—
2	105	В 300 м к СВ от скв. 1	125	475	—
3	180	» 530 » » СВ » » 1	180	485; 650	625
4	205	» 330 » » СВ » » 2	200	465; 650	510
5	115	» 350 » » СВ » » 4	325	645	125
6	100	» 700 » » СВ » » 4	275	690	—
7	150	—	250	630	—
8	95	В 400 м к В от скв. 7	70	380	—
9	145	» 800 » » В » » 7	55	245	455
10	140	» 500 » » В » » 8	50	225; 395	360
11	105	» 200 » » В » » 9	10; 250	175; 390	205
12	35	» 400 » » В » » 11	190	540	—
13	70	» 400 » » В » » 12	380	—	—

Учесть, что дополнительными картировочными скважинами, пробуренными на площади данного района, прослежено разрывное нарушение, наблюдаемое в 150 м к северо-востоку от скв. 5. Азимут простирания его СВ 340°. Это же нарушение отмечено в 170 м к востоку от скв. 11; азимут простирания его ЮЗ 200°.

Построить структурные карты по обеим стратиграфическим толщам отложений и описать основные элементы тектоники района. Составить карту изопахит для пород кунгурского яруса.

Задача 22. Построить широтный профильный геологический разрез в масштабе 1 : 50000 по результатам структурного бурения. Ниже приведены фактические данные, полученные при бурении.

Для изображения деталей строения района составить искаженный профиль, выбрав при этом оптимальное соотношение вертикального и горизонтального масштабов, а также сделать врезку профиля между скв. 3 и 5.

№ скважин	Расстояние от предыдущей скважины, м	Абсолютные отметки кровли горизонтов, м						
		I			II	III	IV	V
		пласты						
		верхний	средний	нижний				
1	—	-500	-430	-360	-250	-120	+40	+200
2	3500	-500	-430	-370	-280	-150	+70	+230
3	2800	-270	-200	-130	-30	+120	—	—
4	1100	+20	+95	+150	—	—	—	—
5	2250	+100	+160	+230	—	—	—	—
6	2300	+80	+160	+240	—	—	—	—
7	3900	-150	-80	-20	+120	+250	—	—
8	2100	-250	-200	-120	Выходит на поверхность	+130	—	—

З а д а ч а 23. Построить меридиональный профильный геологический разрез в масштабе 1 : 50000 по результатам картировочного бурения. Исходные данные приведены ниже.

№ скважин	Расстояние от предыдущей скважины, м	Абсолютные отметки кровли горизонтов, м						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	—	-140	-100	-50	+15	+75	+145	+225
2	3000	-140	-100	-50	+15	+75	+145	+225
3	1225	+55	—	—	—	+75	+145	+225
4	3250	+100	+140	+190	+225	—	—	—
5	3000	+110	+150	+200	—	—	—	—
6	1750	-210	-170	-120	-55	+15	+85	+165
7	2250	-270	-230	-180	-115	-55	+15	+95
8	4000	-340	-300	-250	-185	-125	-55	+25

Между скв. 3 и 4 на расстоянии 1000 м от скв. 3 прослежен сброс с падением в сторону скв. 2—1. Плоскость сместителя отмечена в разрезе скв. 3 на отметке +50 м, а в скв. 1 на отметке -130 м.

Составить искаженный профиль с соотношением масштабов $B : \Gamma = 1 : 5$ с сохранением мощностей и определить измеренные (кажущиеся) углы падения графически и по номограмме. Определить амплитуду смещения в искаженном профиле и указать величину ее искажения. Сделать врезку участка между скв. 5 и 6 в масштабе 1 : 10000.

З а д а ч а 24. Построить искаженный профильный разрез на основе приведенных фактических данных. Горизонтальный масштаб взять 1 : 25000, вертикальный — 1 : 5000.

№ скважин	Расстояние от предыдущей скважины, м	Абсолютные отметки подошвы опорных свит, м					
		VI	V	IV	III	II	I
1	—	+150	+200	+300	—	—	—
2	1500	+150	+200	+300	—	—	—
3	1600	+250	—	—	—	—	—
4	1400	+150	+200	+300	—	—	—
5	1200	+200	+300	—	—	—	—
6	1700	-250	-200	-100	-50	+50	+200

Определить графически и аналитически истинные углы падения пластов в районе скв. 1 и 3.

Глава X

АЭРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Сущность аэрогеологических методов заключается в использовании авиации для ускорения проведения различных видов геологических наблюдений и повышения качества геологических исследований.

Наиболее распространенным является аэровизуальный метод. Он представляет собой комплекс различных (орографических, геоморфологических, гидрогеологических, литолого-стратиграфических и др.) наблюдений, которые производятся как с воздуха, так и на земле во время посадок самолета.

Преимущества аэровизуальных наблюдений заключаются в возможности:

- а) в течение короткого времени получить представление о характере обнаженности исследуемого района;
- б) осмотреть большое количество объектов при полетах на различной высоте и при различном освещении;
- в) выявить основные элементы тектонического строения при рекогносцировочных (аэровизуальных) полетах;
- г) быстро проверить и уточнить детали геологического строения при проведении съемки.

Недостатки аэровизуальных наблюдений заключаются в невысокой точности документации производимых исследований вследствие быстрой смены объектов наблюдения во время полета и зависимости качества и достоверности наблюдений от субъективных впечатлений исполнителя.

При проведении аэрофотосъемки фактический материал включает контактные отпечатки, фотосхемы и фотопланы [17, 38, 4].

На аэрофотоснимках фиксируются элементы геологического строения, выражающиеся при прослеживании под стереоскопом в виде отдельных свит, пластов, складок, разрывов и пр. Степень отражения этих объектов зависит от обнаженности района, расчлененности рельефа, геоморфологической выразительности местности и густоты и разнообразия растительного покрова. В отдельных случаях наличие элювиального и делювиального покровов (до 5—10 м) не мешает прослеживанию («просвечиванию») через них коренных пород на аэроснимках. Это свойство земной поверх-

ности отражать на фотоснимке геологические и другие объекты называется фотогеничностью и практически выражается степенью фотогеничности — дешифрируемостью.

При изучении аэрофотоснимка внимание исследователя должно быть обращено на выявление дешифровочных признаков. К ним относятся признаки, видимые при рассматривании аэрофотоснимка невооруженным глазом, в лупу или под стереоскопом.

Все дешифровочные признаки можно объединить в несколько групп: геометрические, гидрографические, геоморфологические, геоботанические и фототон. Геометрические являются наиболее четкими, проявляются прямыми или изогнутыми линиями и обусловлены особенностями геологического строения, развитием трещиноватости, интрузивов и пр. Гидрографические связаны с развитием речной и овражно-ложбинной сети, ее рисунком и густотой. К геоморфологическим относятся явления, которые изучаются геоморфологией, т. е. формы склонов речных долин, водоразделов, явления карста, формы конусов выноса и др. Это основные группы дешифровочных признаков, все остальные — второстепенные.

Надо отметить, что дешифровочные признаки необходимо рассматривать комплексно, выделяя при этом прямые, т. е. такие, которые непосредственно относятся к дешифрируемому объекту (цвет породы, четко прослеживаемые свиты, разрывы и др.), и косвенные, имеющие более отдаленную связь с геологическими явлениями (например, характер и распределение растительности, мезо- и микрорельеф и пр.).

Геологическое дешифрирование аэроснимков необходимо осуществлять примерно по следующей схеме:

1) изучение элементов, определяющих для данного объекта его характерные признаки;

2) интерпретационная обработка этих элементов и получение основных, наиболее типичных признаков, определяющих в совокупности объект;

3) интерпретация признаков и получение полной характеристики данного объекта;

4) пространственное соотношение данного изучаемого объекта с другими, окружающими объектами;

5) установление геологического строения площади, покрытой аэроснимками и подвергнувшейся изучению.

При дешифрировании изучают литологические комплексы и литологию коренных пород, элементы тектоники, геоморфологическую характеристику исследуемого района и четвертичные отложения. Цель такого изучения — составление геологических карт разного масштаба, поиски полезных ископаемых, инженерно-геологические изыскания и т. п.

Предварительное дешифрирование аэроснимков необходимо произвести до начала полевых работ. Задачи такого дешифрирования сводятся к составлению схематической геологической карты, на которой должны быть показаны:

- 1) рельеф местности с четко выделяющимися мезо- и микро-формами;
- 2) границы выделяющихся свит и их комплексов;
- 3) элементы залегания слоев;
- 4) основные несогласия;
- 5) распространение наносов.

В результате предварительного дешифрирования составляют карту маршрутов, намечают места изучения стратиграфических разрезов, отмечают участки, требующие продолжительных и тщательных работ и т. д.

Определив геологическую обстановку района будущих исследований, намечают контрольный участок.

Так как аэрофотоснимки дают реальное изображение земной поверхности, то нет необходимости проводить наземные работы на всей исследуемой территории; достаточно определить элементы и признаки дешифрирования для условий данного района, и работа трудоемкого картирования заменится быстрым и легким процессом дешифрирования. При этом надо помнить, что правильное и полное толкование изображенного на аэрофотоснимках может быть произведено только на основе полевых наземных наблюдений.

Выделенный контрольный участок должен удовлетворять следующим требованиям: отличаться максимальной обнаженностью, характерными формами рельефа, иметь наиболее полный стратиграфический разрез для данного района и характерные черты тектоники. Если площадь района велика и он отличается сложностью разреза и тектоники, то таких участков может быть выделено несколько.

На контрольных участках во время полевых работ развертываются детальные наземные работы, пространства же между ними дешифрируются с применением минимального числа маршрутов и полевых наблюдений. Изучение аэрофотоснимков осуществляется при помощи стереоскопа, который обеспечивает раздельное видение левым и правым глазом соответствующих снимков (стереопары, состоящей из двух смежных аэроснимков с продольным перекрытием не менее 60%). Основным условием такого изучения должно явиться получение стереоскопического эффекта, который практически выражается в том, что, рассматривая одновременно одно изображение левым глазом, а другое правым, добиваемся эффекта слияния этих двух плоскостных изображений в одно единое — объемное.

Для тренировки в получении стереоэффекта рекомендуем разобрать при помощи стереоскопа или стереочков приведенные на фиг. 143 стереопары, на которых обозначены отдельно левый и правый снимки.

При рассмотрении в стереоскоп двух смежных перекрывающихся отпечатков наблюдатель отмечает идентичные точки и контуры на перекрывающихся частях аэроснимков и, передвигая пальцами один или другой снимок, достигает стереоскопического совмещения этих двух изображений. Основным условием такого совмещения

является правильное расположение снимков, полностью совпадающее с направлением аэрофотосъемки. В практике полевых наблюдений широко применяется стереоскопическое рассматривание аэроснимков без стереоскопа. Аэроснимки с четкими контурами кладут перед собой на расстоянии примерно 25—30 см, причем расстояние между идентичными точками стереопары определяется в 60—65 мм с неизменным размещением их согласно проведенной аэрофотосъемки.

Направляя каждый глаз на соответствующий снимок (вначале между глазами надо помещать ладонь или лист белой бумаги), стараются совместить изображение.

Рассмотрим примеры предварительного дешифрирования¹. На фиг. 144² приведены фотопланы двух районов, заснятых аэрогеологическим методом. На фиг. 144, а (масштаб 1:30000) отчетливо прослеживаются горизонтально залегающие отложения палеозойского возраста, наблюдаемые на склонах преобразованной ледником долины, ниже которой находится озеро. В центральной части площади прослеживается останцевая возвышенность (очерченная на фотоплане пунктирной линией), конфигурация которой подчеркивается выходами отдельных пород. На фиг. 144, б (масштаб 1:20000) изображен район распространения красноватых песчаников нижнего силура, простирающихся с северо-востока (40°) на юго-запад (220°) с падением на северо-запад под очень крутыми углами.

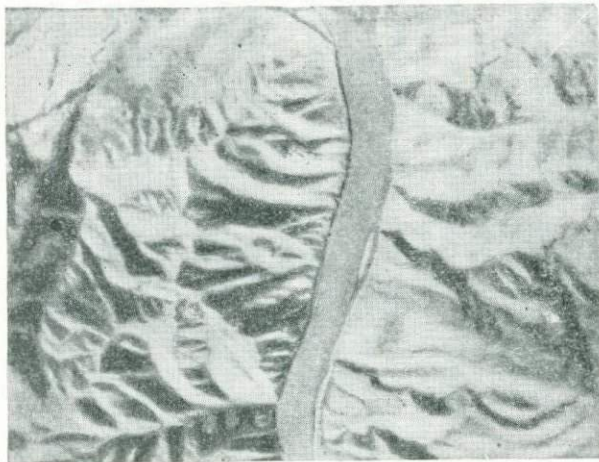
После проведения наземных исследований в намеченных участках производится геологическое дешифрирование аэрофотоснимков для составления геологической карты изучаемого района. На фиг. 145, а и б приведен пример обработки снимков контактной печати масштаба 1:20000. Рекомендуются при изучении этих материалов просмотреть под стереоскопом и выделить все наиболее яркие и отчетливо читаемые элементы геологического строения и рельефа поверхности, находящиеся в той или иной зависимости с залеганием горных пород. На фиг. 146 (стереопара) изображены наклонно залегающие породы нижнего карбона (песчаники и сланцы) со слоистостью, отчетливо прослеживаемой на снимках. На фиг. 146, б показан способ непосредственного определения элементов залегания по трем точкам.

На фиг. 146, а и б приведена стереопара масштаба 1:30000 и на кальке-рубашке отмечен возраст пород и нанесены тектонические элементы залегания пород. Как видно из кальки-рубашки, здесь имеется синклиналиальная складка. Ядро складки сложено грубозернистыми песчаниками, сланцами и конгломератами юры (I); крылья сложены песчаниками нижнего карбона (C₁). Эти отложения залегают несогласно на нижележащих отложениях кембрия (Cm). Анализируя пространственное положение простираций пластов и складки

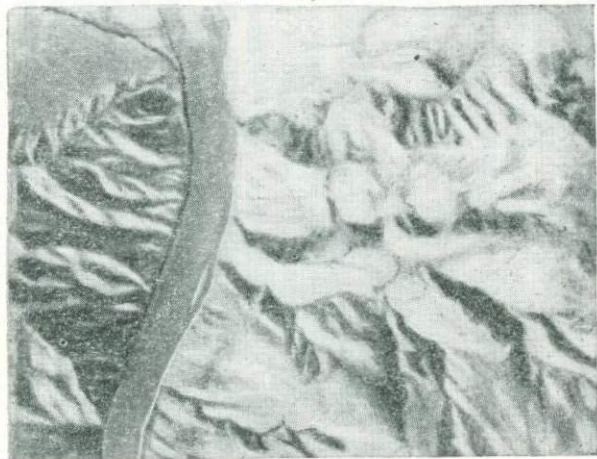
¹ Фиг. 144, 145 и 146, описание их и основные выводы по ним заимствованы из книги Н. М. Петрусевича [43].

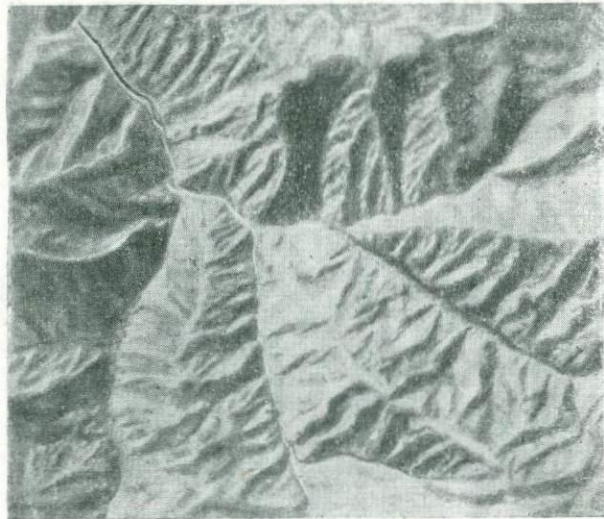
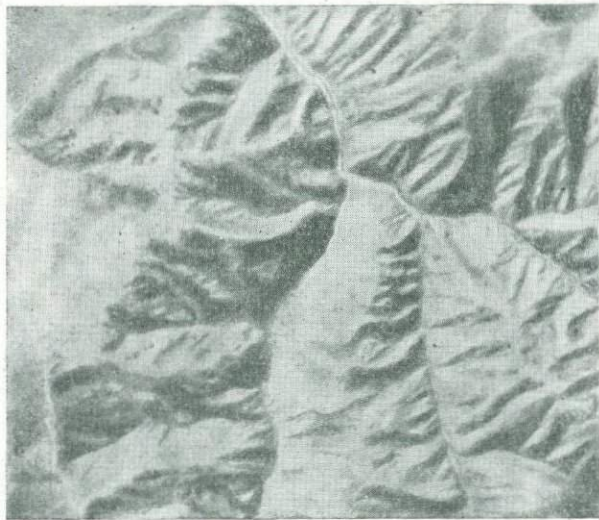
² Фиг. 144—150 приложены в конце книги.

Левый глаз



Правый глаз





Фиг. 143. Стереопары для тренировки в получении стереоэффекта.

в целом, отмечаем переход от широтного в северо-восточное. Рекомендуем просмотреть эту стереопару под стереоскопом и проследить на кальке-рубашке и фотоснимке элементы залегания пластов.

Ниже приведены несколько задач, при решении которых надо обратить особое внимание на дешифрирование.

Задача 1. Произвести геоморфологическое дешифрирование района, представленного на контактных отпечатках масштаба 1:20000 (фиг. 147, а, б и в), охарактеризовать отдельные наиболее типичные формы рельефа. Для решения данной задачи рекомендуется подклеить бумажную кальку-рубашку и нанести на нее наблюдаемые элементы рельефа (например, водно-эрозионные, водно-аккумулятивные формы, западины, сухие впадины, солончаки и пр.).

Составить геоморфологическое описание данного района и приближенно определить относительное превышение наиболее возвышенных пунктов района над наименьшими.

Выделить участки распространения бугристых песков и определить площадь распространения их.

Задача 2. Произвести предварительное геологическое и геоморфологическое дешифрирование района с расчлененным рельефом (фиг. 148, а и б масштаба 1:20000). Наметить основные маршруты для съемки. Охарактеризовать геоморфологическую обстановку района и определить площадь распространения горного обвала на склоне долины, выявленного в процессе аэровизуальных наблюдений и указанных на кальке-рубашке.

Задача 3. Произвести предварительное дешифрирование района, представленного на контактных отпечатках (фиг. 149, а, б и в), с целью изучения степени обнаженности его для планирования геологической съемки в масштабе 1:50000.

Составить подробное описание основных геоморфологических форм рельефа и объяснить причины их возникновения.

На геологической схеме, составленной на бумажной кальке-рубашке, указать обнаженные участки района и наметить конкретный план полевых геологических работ, обосновав при этом рекомендуемый метод геологической съемки.

Определить масштаб аэрофотоснимков, если длина канала дренажной системы между пунктами А и В на местности равна 900 м.

Задача 4. На фиг. 150, а, б приведена стереопара с изображением расчлененного рельефа поверхности в масштабе 1:25000. Провести предварительное дешифрирование района и указать участки для составления геологического разреза отложений. Нанести эти маршруты на кальку-рубашку и подсчитать длину каждого из них; определить время, необходимое для их практического проведения (учитывая проходимость и обнаженность), используя для этого справочники СУСН и ЕНВ.

Разрешить вопрос о возможности применения аэровизуальных наблюдений и наметить схему визуальных полетов с указанием пунктов посадок самолета.

Глава XI

БЛОК-ДИАГРАММЫ И МЕТОДЫ ИХ ПОСТРОЕНИЯ

При обобщении результатов геологических исследований строят геологические карты, профильные разрезы по различным направлениям, колонки отложений, делают зарисовки с сохранением масштабов и т. д. Наиболее удобным способом графического изображения геологического строения отдельных районов, дополняющим перечисленные графические материалы, являются блок-диаграммы [7, 17, 20, 24, 57, 69, 74, 75].

Для построения блок-диаграмм на карте очерчивают границы блока и составляют вертикальные сечения (разрезы) по двум смежным граням его. Этот блок может иметь любую форму, но для наглядности и удобства построения лучше выбирать его в виде куба или квадратно-призматическим.

Блок-диаграммы изображаются в перспективных или аксонометрических проекциях.

В первых проектирование на плоскость (называемой картиной) ведут лучами, сходящимися в одной точке (называемой точкой зрения), в которой помещается глаз наблюдателя; во вторых — аксонометрических — параллельными лучами, перпендикулярными или наклонными к картинной плоскости. В зависимости от изображаемого объекта применяются изометрические проекции, в которых по всем трем осям приняты одинаковые (равные) масштабы. Если по двум осям приняты одинаковые масштабы, а по третьей — меньше (или больше), то такие блок-диаграммы называются составленными в метрических проекциях.

В тех случаях, если по всем трем осям масштабы различные, то такие проекции называются триметрическими.

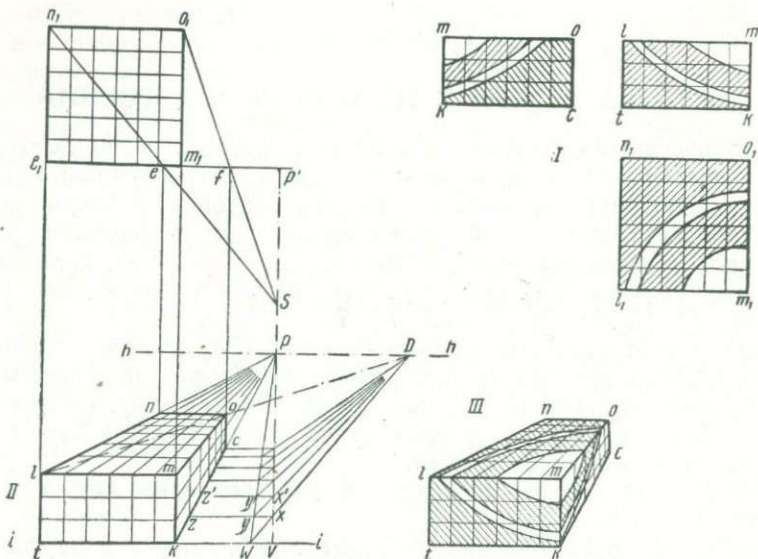
При составлении блок-диаграммы на карте участка и разрезах его делают разбивку квадратов (или прямоугольников) и при их помощи наносят на каждую проекцию блока геологическую нагрузку, соблюдая при этом не только точность, но и наглядность изображения.

Существует ряд способов построения блок-диаграмм [17].

Относительно простыми и удобными для практического применения являются способы построения блок-диаграмм, предложенные Б. Н. Бапиловым.

Построение блок-диаграмм во фронтальной проекции

На фиг. 151, I изображены три ортогональных проекции с нанесенным на них геологическим разрезом. Проекция $n_1o_1l_1m_1$ является горизонтальной и представляет план участка, две другие изображают вертикальные разрезы участка в двух взаимно перпендикулярных направлениях: проекция $lmtk$ — передняя, проекция $tosk$ — боковая.



Фиг. 151. Построение блок-диаграммы во фронтальной проекции (по Б. Н. Башилову).

Для построения перспективы блока $n_1o_1l_1m_1$ выберем положение точки зрения S (фиг. 151, II) и изобразим в перспективе горизонтальную проекцию $nolm$. Практически это сводится к тому, что, продолжив сторону l_1m_1 плана, проводим через точку S прямую $P'V$ перпендикулярно к l_1m_1 . Линия l_1P' является основанием картины (на плане), где SP' — проекция главного луча на плоскость плана, а точка P' — проекция главной точки картины.

Через точку P на прямой $P'V$ проводим параллельно линии l_1m_1 прямую hh , являющуюся линией горизонта.

На линии $P'V$ от точки P откладываем отрезок PV , равный принятой для построения высоте точки зрения, и через точку V проводим прямую ii , параллельную линии горизонта, называемой основанием картины на перспективе.

Из точек l_1 и m_1 проводим перпендикуляры l_1t и m_1k к прямой ii и от точек t и k откладываем отрезки tl и km , равные величинам граней по вертикальным проекциям, изображенным на фиг. 151, I.

Прямоугольник $ikml$ является перспективным изображением передней вертикальной проекции. Для построения двух других проекций соединяем точки lm и k с точкой P , которая является точкой схода граней блок-диаграммы, перпендикулярных к плоскости картины.

Проводим проекции лучей Sn_1 и So_1 , которые пересекают прямую l_1P' в точках e и f . Опущенные из этих точек перпендикуляры на прямую ii пересекают лучи — линии Pl , Pm и Pk в точках n , o и s . Эти точки, соединенные прямыми, дают перспективные изображения плана $noml$ (горизонтальной) и боковой $nosk$ (вертикальной) проекций.

Для изображения на блок-диаграмме геологического строения участка, рельефа поверхности и пр. необходимо нанести вспомогательную сетку квадратов. Сетку наносят сначала на ортогональных проекциях с учетом масштаба построения, а затем на перспективном изображении.

Как видно из фиг. 151, II, на переднюю вертикальную проекцию эта вспомогательная сетка проектируется без искажений. Для разбивки сетки на двух других проекциях необходимы дополнительные построения. Разделив прямые lm и mk на равные части соответственно принятому построению (в данном примере на 6 частей и 3 части), соединяем точки деления с главной точкой P , получаем линии сетки, параллельные граням ln , mo и kc .

Линии сетки, параллельные граням lm и mk , можно построить путем пропорционального деления граней ln , mo и kc или построением. В последнем случае на линии горизонта hh от точки P откладываем вправо отрезок PD , равный длине луча SP' , и получаем точку дальности D . Для этой точки характерно то, что в ней пересекаются перспективные изображения всех прямых, параллельных предметной плоскости и наклоненных под углом 45° к картине.

Точку D можно получить, проведя диагональ lo в плоскости горизонтальной проекции и продолжив ее до пересечения с линией горизонта hh .

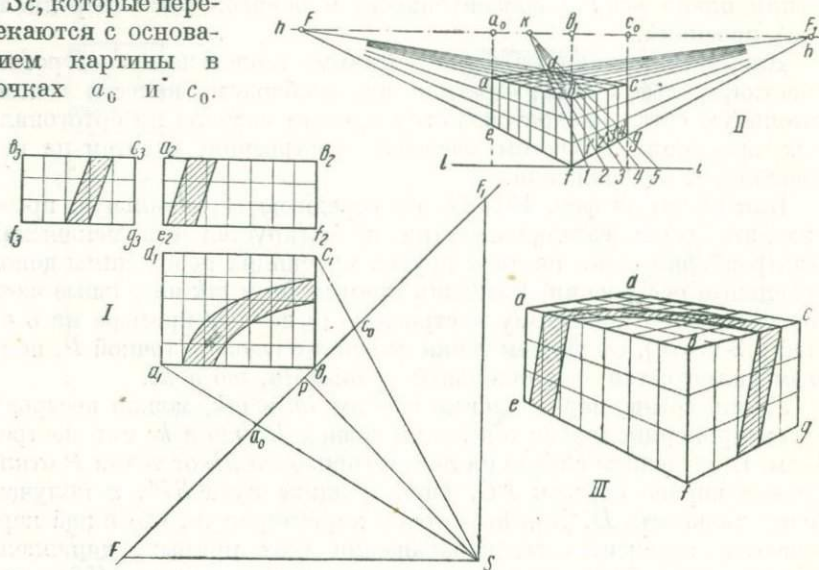
На прямой ii от точки V откладываем влево отрезок VW , равный сечению сторон квадрата вспомогательной сетки. Из полученной точки W проводим прямые линии к точкам P и D . Прямая WD пересекает линию PV в точке x . Через точку x проводим прямую, параллельную основанию картины ii , до пересечения с гранью kc в точке Z . Отрезок kZ соответствует длине стороны квадрата вспомогательной сетки. Последующие точки деления получаются так, как это видно на фиг. 151, II внизу, путем нахождения точек Y , Y_1 и т. д.

Из точек Z , Z' и других проводим прямые, параллельные граням mk и oc до встречи с гранью mo , а затем прямые, параллельные граням lm и no . Используя вспомогательную сетку, наносим границы отложений. Построенная блок-диаграмма представляется в таком виде, как это изображено на фиг. 151, III.

Построение блок-диаграммы в угловой проекции

Для построения блок-диаграммы в угловой перспективе выбираем направление главного луча (фиг. 152, I) и наносим его горизонтальную проекцию SP на план $a_1d_1c_1b_1$.

Через точку b_1 перпендикулярно к SP проводим основание картины FF_1 и, выбрав положение точки зрения S , отмечаем ее проекцию на прямой SP . Проводим через точки a_1 и c_1 проекции лучей Sa_1 и Sc_1 , которые пересекаются с основанием картины в точках a_0 и c_0 .



Фиг. 152. Построение блок-диаграммы в угловой проекции (по Б. Н. Башилогу).

Для определения точек F и F_1 схода граней проводим проекции лучей SF и SF_1 , параллельные сторонам плана a_1b_1 и b_1c_1 , до пересечения с основанием картины.

Переходя от ортогональных проекций к перспективному изображению, проводим линию горизонта hh и переносим на нее с плана точки F, a_0, b_1, c_0, F_1 , основания картины, не изменяя порядка расположения этих точек и расстояний между ними (фиг. 152, II). Ниже линии горизонта на расстоянии, равном выбранной высоте точки зрения, проводим прямую ii (основание картины), параллельную горизонту. Из точки b_1 линии горизонта проводим перпендикуляр bf на основание картины и откладываем на перпендикуляре от точки f вверх отрезок jb , равный высоте вертикальной ортогональной проекции (см. фиг. 152, I), и получаем перспективное изображение вертикальной грани bf . Для построения перспективного изображения блока соединяем точки b и f с точками схода F и F_1 , а из точек a_0 и c_0 опускаем перпендикуляры

на прямую ii , которые пересекают прямые Fb , Ff , F_1b и F_1f в точках a , e , c и g .

Для нанесения на блок-диаграмму геологических элементов необходимо предварительно сделать разбивку сетки квадратов, обозначенную на фиг. 152, I. Для этого на гранях блока, изображенного в перспективе (см. фиг. 152, II), грань bf надо разделить на три части, грань fg — на пять частей и грань fe — на семь частей.

Грань bf делят путем простого переноса отрезков с ортогональной проекции; две остальных требуют соответствующих построений. Для деления грани fg отложим на прямой ii от точки f вправо пять произвольных, но одинаковых между собой отрезков, соединим конец пятого отрезка (точка 5) с точкой g и продолжим эту прямую до пересечения с линией горизонта hh в точке k . Затем соединяем концы каждого отрезка на прямой ii (т. е. точки 1, 2, 3, 4) с точкой k . Прямые $1k$, $2k$, $3k$ и $4k$ пересекутся с гранью fg в точках $1'$, $2'$, $3'$, $4'$ и разделят ее на части, соответствующие делениям сетки квадратов. Таким же путем делим грань fe на семь частей. На фиг. 152, III представлена построенная блок-диаграмма, увеличенная в два раза.

На основе изложенного решить приведенные ниже задачи.

Задача 1. Построить блок-диаграммы в изотермических проекциях для следующих форм залегания горных пород:

- 1) серии горизонтально лежащих слоев;
- 2) серии моноклинально залегающих слоев, падающих на северо-восток под углом 30° ;
- 3) серии горизонтально лежащих слоев, нарушенных вертикальным сбросом, с амплитудой смещения порядка $50-70$ м;
- 4) серии наклонно лежащих пластов, осложненных согласно падающим сбросом;
- 5) серия наклонно лежащих пластов, осложненных несогласно падающим взбросом;
- 6) серии наклонно лежащих пластов, осложненных диагональным сдвигом, с амплитудой смещения $50-100$ м.

Задача 2. Построить блок-диаграммы для всех перечисленных форм залегания пород, указанных в предыдущей задаче в диметрических проекциях. Такую же задачу выполнить в триметрических проекциях.

Задача 3. Построить блок-диаграммы для следующих структурных форм в изометрических, диметрических и триметрических проекциях:

- 1) антиклинальной складки, вытянутой с севера на юг с вертикальной осевой плоскостью;
- 2) антиклинальной складки с наклонной осевой плоскостью, несколько изгибающейся с глубиной;
- 3) антиклинальной складки с горизонтально лежащей осевой плоскостью;

4) синклинальной складки, узкой и вытянутой, глубокой и косо́й;

5) брахиантиклинальной складки, осложненной ундуляцией и вытянутой в широтном направлении;

6) куполообразной складки с пологими крыльями и пережимом в сводовой части.

Масштаб построения произвольный.

Задача 4. Построить блок-диаграммы для структур, осложненных разрывными нарушениями:

1) прямой антиклинальной складки, разбитой наклонным сбросом, простирающимся диагонально;

2) косо́й антиклинальной складки, разбитой взбросом поперечного простиранья значительной амплитуды;

3) переклинального окончания складки, осложненного шарнирным наклонным и диагональным сбросами с переменной величиной смещения;

4) косо́й антиклинальной складки, осложненной на крутом крыле продольным шарнирным вертикальным сбросом;

5) сундучной складки, разбитой двумя-тремя поперечными сбросами различной амплитуды.

Масштаб построения и ориентировка складчатых форм произвольные.

Задача 5. Построить блок-диаграммы для структурных форм, наблюдаемых на геологических картах, приведенных на фиг. 90, 92, 96, 134, 138. В построенных блок-диаграммах отразить все основные элементы геологического строения, поставленные в условиях перечисленных задач.

Задача 6. Построить блок-диаграммы для карт среза на отметках +500 и +200 м геологической карты, представленной на фиг. 141. Масштаб и условные обозначения пород надо выбрать такими, чтобы блок-диаграммы были наиболее наглядны.

Задача 7. Построить блок-диаграмму по задаче 12 из раздела «Изображение складчатых нарушений», взяв исходную точку в юго-западном углу планшета.

Задача 8. Построить блок-диаграммы по задачам 6 и 12 из раздела «Методы изучения разрывов и разломов» в изотермических и диметрических проекциях.

Задача 9. Изобразить в блок-диаграммах складки следующих форм: опрокинутую антиклиналь, косую синклиналь, веерообразную складку, складку, осложненную диаширом, солянокупольную складку прорванного и закрытого типов, брахиантиклиналь, купол, брахисинклиналь.

Обозначить на блок-диаграммах все основные элементы складок и показать их соответствующими условными обозначениями, соблюдая при этом требования наглядности.

Глава XII

ПЛАНИРОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНЫХ РАБОТ

Геологическая съемка представляет первое и основное звено в цепи геолого-разведочных работ.

Наряду с планированием геолого-съемочных работ особенно при проведении комплексной съемки [18] большое внимание должно быть уделено сбору и анализу всех необходимых материалов; сюда относится знакомство с опубликованными и рукописными (фондовыми) трудами по изучению данного района, топографические карты, просмотр и тщательное изучение каменного материала (коллекции пород, палеонтологических форм и др.), собранного предыдущими исследователями.

При подготовке и проведении геологических съемок часто приходится обращаться к топографическим картам, на которых по каким-либо причинам отсутствует масштаб (например, обрзан при склейке).

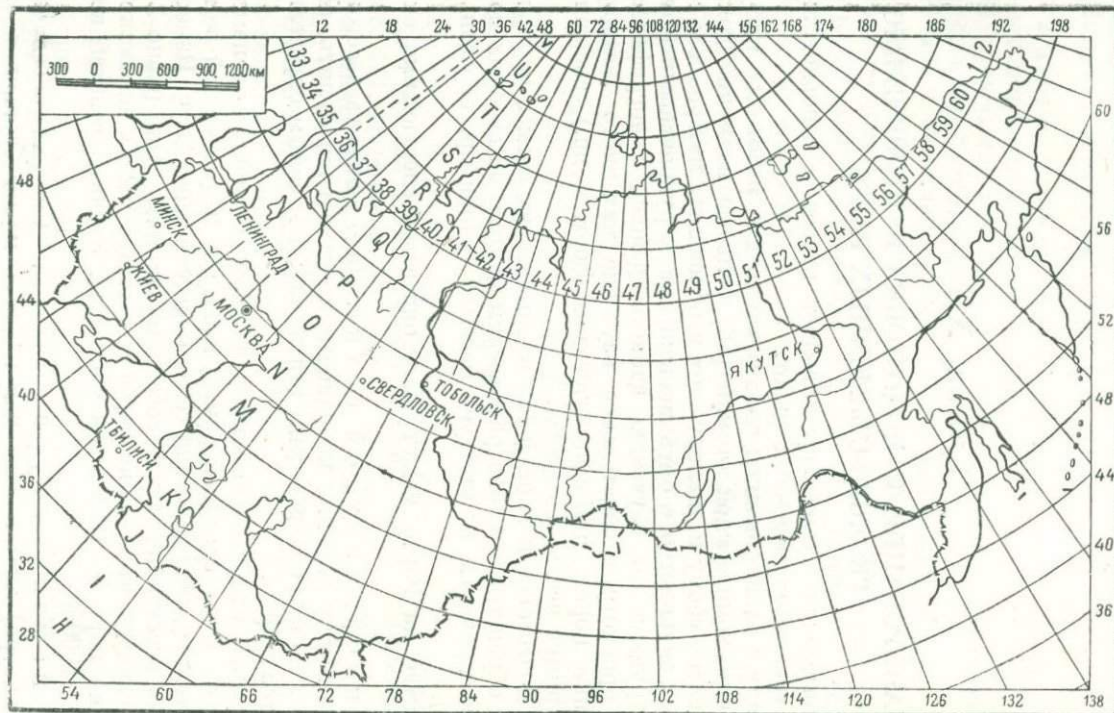
Масштаб на карте может быть определен следующими способами.

По координатной сетке. Надо измерить расстояние на карте между линиями координатной сетки и определить, через сколько километров проведены эти линии; тем самым определится и масштаб карты.

Например, координатные линии на карте обозначены числами 28, 30, 32 и т. д. (по западной рамке) и 06, 08, 10 (по южной рамке). Следовательно, координатная сетка нанесена через 2 км. Измеряем циркулем расстояние между соседними линиями. Оно равно 2 см. Отсюда следует, что 2 см на карте соответствует 2 км на местности, а 1 см на карте — 1000 м на местности. Значит, масштаб карты равен 1 : 100000.

По номенклатуре карты. Система обозначений (номенклатура) листов карт для каждого масштаба вполне определена, поэтому, зная систему обозначений, нетрудно узнать масштаб карты.

Лист карты масштаба 1 : 1000000 обозначается одной из букв латинского алфавита и одним из чисел от 1 до 60 (фиг. 153). Система обозначений карт более крупных масштабов имеет в своей основе



Фиг. 153. Сборная таблица карт территории Советского Союза с обозначением разграфки планшетоу.

номенклатуру листов миллионной карты и может быть представлена например следующей табличкой:

- 1 : 1000000 — N-37
- 1 : 500000 — N-37-Б
- 1 : 200000 — N-37-х
- 1 : 100000 — N-37-117
- 1 : 50000 — N-37-117-А
- 1 : 25000 — N-37-117-А-г.

В зависимости от местоположения листа карты, буквы и числа, составляющие его номенклатуру, будут различны, но порядок и количество букв и чисел в номенклатуре листа карты данного масштаба будут всегда одинаковы. Таким образом, если карта имеет номенклатуру М-35-96, то, сравнив ее с приведенной таблицей, можно сразу определить, что масштаб ее 1 : 100000.

По расстоянию между местными предметами. Если на карте имеются два пункта, расстояние между которыми на местности известно или может быть измерено, то для определения масштаба нужно число метров между этими пунктами на местности разделить на число сантиметров между изображениями этих пунктов на карте. В результате получим число метров в 1 см данной карты. Например, расстояние между двумя пунктами около 5 км. На карте это расстояние составляет 4,8 см. Тогда $5000 : 4,8 = 1042$. После округления получим, что в 1 см содержится 1000 м, т. е. масштаб карты 1 : 100000.

По размерам длины дуги одной минуты меридиана. Рамки топографических карт по меридианам и параллелям имеют деления в минутах дуги меридиана и параллели. Одной минуте дуги меридиана (по восточной или западной рамке) соответствует на местности расстояние около 1855 м. Зная это, можно определить масштаб карты так же, как и по известному расстоянию между двумя пунктами местности.

Для ориентировочных расчетов при проектировании и планировании геологической съемки, например, масштаба 1 : 200000 на местности с простым геологическим строением принимается 0,4 точки наблюдения на 1 км² при протяженности геологических маршрутов 0,4 пог. км. При средней сложности геологического строения детальность возрастает до 0,55 точки наблюдений и 0,5 пог. км на 1 км² съемки и при сложном геологическом строении до 0,9 точки и 0,6 пог. км маршрута на 1 км².

В случае применения аэрогеологических методов в условиях простого геологического строения приведенные цифры умножаются на коэффициент 0,45 при хорошей дешифрируемости, 0,55 при средней дешифрируемости и 0,9 при слабой дешифрируемости. Для более точных расчетов существуют «Единые нормы выработок на геолого-разведочные работы» (ЕНВ) [27] и «Справочник укрупненных сметных норм на геолого-разведочные работы (СУСН)» [50].

Продолжительность камерального периода устанавливается в размере 80% от длительности периода полевых работ; для

дешифрирования материалов аэрофотосъемки отводится дополнительно 0,5—1 мес.; общая продолжительность камеральных работ не должна превышать 5 мес.

Ниже приведены задачи, связанные с проектированием полевых съемочных работ и подбором картографического материала для геологических съемок.

Задача 1. Подобрать топографические карты и на основе подсчета площади съемки определить объем картировочных работ, учитывая климатические условия района и основные элементы рельефа.

Намечается геологическая съемка в масштабе 1 : 50000 в границах площади $49^{\circ} - 50^{\circ}30'$ в. д. и $53^{\circ} - 53^{\circ}45'$ с. ш.

Намечается съемка в масштабе 1 : 100000 на участке Клинско-Дмитровской гряды в границах площади $36^{\circ} - 40^{\circ}$ в. д. и $55^{\circ}40' - 57^{\circ}$ с. ш.

Задача 2. Определить номенклатуру планшетов для проведения площадной геологической съемки в масштабе 1 : 100000 в районе, ограниченном городами Саратовом, Аткарском и Вольском. Прочитать и обозначить границы площади съемки географическими координатами; определить площадь съемки.

Задача 3. Определить номенклатуру планшетов для площади, ограниченной географическими координатами $38^{\circ} - 42^{\circ}$ в. д. от Пулкова и $56^{\circ} - 58^{\circ}$ с. ш. Геологическая съемка намечается в масштабе 1 : 100000 с детализацией в масштабе 1 : 25000 площади в пределах $40^{\circ} - 40^{\circ}30'$ в. д. и $57^{\circ} - 57^{\circ}30'$ с. ш. Подсчитать площадь геологических съемок и по укрупненным показателям определить объем съемочных работ.

Задача 4. Определить и перечислить номенклатуру всех планшетов для детальной геологической съемки в масштабе 1 : 50000, намечаемой на площади, ограниченной географическими координатами $58^{\circ}30' - 60^{\circ}30'$ в. д. от Пулкова и $69^{\circ}40' - 70^{\circ}25'$ с. ш. Подсчитать площадь съемочных работ и предложить организационные формы проведения этих исследований.

Задача 5. Определить объем полевых съемочных работ при геологическом картировании в масштабе 1 : 50000 на площади, ограниченной географическими координатами: $71^{\circ} - 72^{\circ}$ в. д. от Пулкова и $66^{\circ}30' - 67^{\circ}$ с. ш.

Задача 6. Определить номенклатуру топографических планшетов для геологической съемки в масштабе 1 : 100000 на территории Челябинской области в рамках географических координат $62^{\circ} - 64^{\circ}$ в. д. от Пулкова и $53^{\circ} - 54^{\circ}$ с. ш. Подсчитать площадь съемки и предложить организационные формы проведения съемочных работ при условии выполнения их в течение одного года.

Задача 7. Определить номенклатуру топографических планшетов для геологической съемки в масштабе 1 : 50000; географические координаты 59°30'—60°35' в. д. от Пулкова и 47°40'—47°55' с. ш. Подсчитать площадь съемки и определить продолжительность полевых наблюдений.

Задача 8. Определить номенклатуру планшетов для аэрогеологических съемочных работ в масштабе 1 : 500000, намечаемых на территории, ограниченной географическими координатами 120°—122°30' в. д. от Пулкова и 55°—57° с. ш.

□ Подсчитать площадь съемочных работ и указать число полевых партий, необходимых для проведения работ.

Задача 9. Определить масштабы карт по следующим данным.

Наименование карты	Расстояние между двумя пунктами	
	на местности, м	на карте, см
Топографическая	5600	2,8
Топографическая	3650	7,3
Геологическая	4260	4,2
Геоморфологическая	465	2,3
Гидрогеологическая	915	1,8
Литологическая	375	3,7
Топографическая	12100	2,4
Инженерно-геологическая	165	1,6
Геологическая (обзорная)	205000	4,1

Задача 10. Определить номенклатуру планшета; подсчитать площадь, запланированную для геологической съемки, пользуясь справочником ЕНВ; определить время, потребное для проведения геологической съемки, и подсчитать по укрупненным показателям объем всей намечаемой работы.

Географические координаты		Намечаемый масштаб съемки	Геологическое строение района	Обнаженность	Проходимость
широта	долгота				
53° 40'—53° 55'	46° 40'—46° 55'	1 : 25000	Средней сложности	Удовлетворительная	
38°—38° 50'	54°—54° 40'	1 : 25000	Сложное	Хорошая	Удовлетворительная

Географические координаты		Намечаемый масштаб съемки	Геологическое строение района	Обнаженность	Проходимость
широта	долгота				
62° 30'—65° 30'	56°—57° 50'	1 : 50000	Простое	Плохая	
45° 20'—50° 10'	55° 50'—60° 15'	1 : 200000	Повидимому, сложное	Закрытый район	Удовлетворительная
39° 10'—40° 30'	45° 25'—46° 35'	1 : 100000	Средней сложности	Удовлетворительная	Хорошая

Задача 11. Для намеченных по плану геологических съемок требуется подготовить топографические карты. Указать номенклатуру листов на основании следующих данных.

Местоположение центра района работ	Масштаб съемки	Площадь съемки, км ²
В 300 км к юго-востоку от г. Курган	1 : 200000	6000
В 1200 км к северо-востоку от г. Красноярск	1 : 500000	20000
В 350 км к северо-востоку от г. Гурьев (Казахстан)	1 : 100000	5000
В 150 км к северу от г. Уфа	1 : 50000	1000
В 20 км к востоку от восточного берега оз. Эльтон	1 : 25000	400
В верховьях р. Иртыш	Рекогносцировочная 1 : 200000	Длина маршрута 1100 км
В дельте р. Селенга при впадении ее в оз. Байкал	1 : 50000	800

Задача 12. Пользуясь ЕНВ, определить необходимое количество точек на 1 км² площади или протяженность геологических маршрутов в погонных километрах, а также необходимую рабочую силу (по должностям и профессиям) для выполнения намеченных поисково-съемочных работ в следующих условиях.

Масштаб съемки	Геологическое строение района	Обнаженность	Проходимость	Основные цели и задачи проведения поисково-съёмочных работ
1 : 50000	Сложное	Плохая	Удовлетворительная	Составление структурной карты по маркирующим горизонтам
1 : 200000	Простое	Удовлетворительная	Плохая	Выяснение основных элементов тектоники и составление стратиграфического разреза
1 : 100000	Средней сложности	Хорошая		Составление геологической карты с использованием аэрометодов
1 : 25000	Сложное	Плохая	Удовлетворительная	Составление структурной карты и детализация тектонического строения района (картирование разрывных нарушений)
1 : 500000	Предположительно средней сложности	Плохая		Съемка рекогносцировочная для изучения схемы тектонического строения и общего разреза отложений
1 : 50000	Средней сложности	Удовлетворительная		Составление геологической карты с использованием аэрометодов; дешифрируемость слабая
1 : 10000	Очень сложное	Удовлетворительная	Плохая	Детальная съемка для уточнения и детализации разрывных нарушений, осложняющих складчатую структуру
1 : 200000	Средней сложности	Удовлетворительная	Плохая (наличие разветвленной гидрографической сети)	Составление комплексной геологической карты с применением аэрометодов; дешифрируемость хорошая

Задача 13. Определить продолжительность полевого (производственного) периода геологической партии (или нескольких партий, объединенных в экспедицию) для выполнения следующего объема поисково-съёмочных работ.

№ по пор.	Масштаб и метод съемки	Геологическое строение	Обнаженность	Проходимость	Намеченный план поисково-съёмочных работ, км ²
1	1 : 50000, структурно-поисковая	Средней сложности	Удовлетворительная		3 500
2	1 : 200000, поисково-съёмочная	Сложное	Плохая		2 500
3	1 : 25000, поисково-съёмочная	Простое	Удовлетворительная	Хорошая	1 500
4	1 : 100000, структурно-съёмочная	Сложное	Хорошая	Удовлетворительная	7 500
5	1 : 500000, поисково-съёмочная	Простое	Плохая		20 250
6	1 : 10000, поисково-съёмочная	Средней сложности	Удовлетворительная		30
7	1 : 100000, структурно-поисковая с аэровизуальными наблюдениями и дешифрированием аэрофотоснимков	Средней сложности	Дешифрируемость хорошая	Удовлетворительная	10 000
8	1 : 200000, структурно-поисковая с аэровизуальными наблюдениями	Сложное	Дешифрируемость слабая	Удовлетворительная	10 000

Для каждого заданного плана поисково-съёмочных или структурно-поисковых работ подсчитать необходимое количество партий, и если это число превышает 3—4, то наметить организацию экспедиции.

Определить продолжительность организационного полевого и камерального периодов работ геологических партий (или экспедиций).

Задача 14. Используя данные, полученные в задаче 13, составить развернутый план работы на камеральный период при съемках 1, 3, 5, 7 (см. задачу 13).

Задача 15. Руководствуясь указаниями, приведенными в учебнике «Полевая и структурная геология» [17], или справочниками [27, 50], составить проект поисково-съёмочных работ и смету в условиях следующих районов.

Номенклатура планшета	Масштаб съёмки	Назначение съёмки	Характеристика района				
			геологическое строение	площадь	средняя дешифрируемость	проходимость	топооснова
L-41-82-А, Б, В, Г	1 : 50000	Составление геологической карты	Средней сложности	Плохая	Средняя	Хорошая	Удовлетворительная
М-36-51,52	1 : 100000	То же	Сложное	Плохая	Слабая	Хорошая	
О-41-123, 124, 135, 136	1 : 100000	»	Сложное	Средняя	Слабая	Удовлетворительная	
L-36-81, 82, 93, 94	1 : 100000	»	Средней сложности	Плохая	Слабая	Удовлетворительная, местами плохая	Хорошая
О-38-12-А-а, б, в, г	1 : 25000	»	Средней сложности	Удовлетворительная		Плохая	Неудовлетворительная

В проекте подсчитать продолжительность полевого периода, указать сроки начала и окончания его (учитывая климатические условия района), определить длительность предварительного (организационного) периода, необходимое количество рабочей силы, число буровых станков (их типы); разрешить вопросы транспорта, жилья в полевых условиях; подсчитать необходимый объем горных работ и метраж для бурения скважин.

При составлении сметы определить общий объем финансирования с учетом накладных расходов и подсчитать стоимость отдельных этапов поисково-съёмочных работ, учитывая при этом, что съёмки на планшетах L-41-82-А, Б, В, Г и О-38-12-А-а, б, в, г являются структурно-поисковыми; все остальные поисково-съёмочными и что работы на них производятся с использованием аэрометодов, за исключением района М-36-51, 52, где аэрометоды применяться не будут.

Определить среднюю стоимость съёмки 1 км² площади в условиях перечисленных районов.

Примечание. Последовательность изложения материалов при составлении проекта работ и сметы их в данном задании не соблюдена. Предлагается составить проект и смету согласно существующим требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамович М. В. Построение геологических профилей складок. Азнефтеиздат, 1933.
2. Абрамович М. В. Две задачи из геологической практики. ДАН АзССР, т. II, № 10, 1946.
3. Абрамович М. В. Поиски и разведка залежей нефти и газа. Гостоптехиздат, 1948.
4. Ажгирей Г. Д. Некоторые новые направления в разработке структурной геологии. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1950.
5. Алферьев Г. П. Задачник по методам геологической съемки. ч. 1. Горная геометрия, изд. Львовского гос. ун-та, 1949.
6. Апрецов С. М. О силах, образующих складчатость. Изв. АН АзССР, № 6, 1951.
7. Апродов В. А. Геологическое картирование. Госгеолиздат, 1952.
8. Бауман В. И. К вопросу об определении падения и простирания пород по данным разведок. Горный журнал, № 3, 1912.
9. Бауман В. И. К вопросу о сбросах, сдвигах и других смещениях жил и пластов. Записки Горного ин-та, вып. 1, 1908.
10. Белицкий А. К. К вопросу о механизме образования кливажных трещин. Тр. Горно-геологич. ин-та. Западно-Сибирского филиала АН СССР, вып. 6, 1949.
11. Белоусов В. В. Общая геотектоника. Госгеолиздат, 1948.
12. Белоусов В. В., Тектонические разрывы, их типы и условия образования. Изд. АН СССР, 1952.
13. Белоусов В. В. Основные вопросы геотектоники. Госгеолиздат, 1954.
14. Биллингс М. П. Структурная геология. Изд-во иностр. лит-ры, 1949.
15. Богданов А. А. Несоогласия, их типы и значение их изучения. Изв. АН СССР, сер. геол., № 2, 1949.
16. Бронгулеев В. В. О принципе классификации складчатых структур земной коры. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1949.
17. Буялов Н. И. Структурная и полевая геология. Гостоптехиздат, 1953.
18. Буялов Н. И. Опыт применения комплексной геологической съемки. Сб. статей Всес. заочн. политехн. ин-та, вып. 7, 1954.
19. Вассоевич Н. Б. Слоистость в свете учения об осадочной дифференциации. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1950.
20. Вебер В. Н. Полевая геология. ОНТИ, 1923.
21. Вебер В. Н. Методы геологической съемки. ОНТИ, 1937.
22. Вольфсон Ф. И. Некоторые вопросы трещинной тектоники. Изд. Всес. заочн. политехн. ин-та, 1954.
23. Высокый И. В. Полевая и структурная геология. Гостоптехиздат, 1945.
24. Герасимов И. П. Современные движения и новейшая тектоника. Проблемы физической географии, т. 15, Географиздат, 1950.
25. Глико О. А., Ефимов Б. П. и др. Вопросы методики новой геологической карты. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1944.

26. Губкин И. М. Учение о нефти. ОНТИ, 1937.
27. Единые нормы выработки на геолого-разведочные работы (ЕНВ). Госгеолиздат, 1953.
28. Жемчужников Ю. А. Слой и пласт. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1950.
29. Заварицкий А. Н. Некоторые факты, которые надо учитывать при тектонических построениях. Изв. АН СССР, сер. геол., № 2, 1946.
30. Келлер Б. М. О значении мощностей при тектонических построениях. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1948.
31. Леонтовский П. М. Задача об определении истинной мощности пласта. Записки Екатеринославского горного ин-та, 1905.
32. Леонтовский П. М. Элементы залегания пластов (горная геометрия). Екатеринослав. 1906.
33. Лукин Н. Н., Кушнарев И. П. О методике изучения трещинной тектоники в интрузивах по Г. Клоосу. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1950.
34. Макаренко Г. А., Тюлюпо Н. П., Фролов Е. Ф. Об изображении структуры крутостоящих горизонтов специальными структурными картами. НХ, № 10—11, 1939.
35. Маслов К. С. Масштабная шкала углов падения к структурной карте. Разведка недр, № 6, 1947.
36. Методическое руководство по геологической съемке и поискам. Госгеолиздат, 1954.
37. Милановский Е. Н. Геологические карты, их чтение и построение. ОНТИ, 1933.
38. Мирошниченко В. П. Аэрогеология. Госгеолиздат, 1946.
39. Наливкин Д. В. Учение о фациях. ОНТИ, 1933.
40. Николаев Н. И. К истории возникновения курсов «Геотектоника» и «Геокартирование». Советская геология, № 5, 1941.
41. Обручев В. А. Полевая геология. ОНТИ, 1932.
42. Овчинников А. М. К методике изучения трещиноватости. Разведка недр, № 4 и 5, 1938.
43. Петрусевич Н. М. Геолого-съёмочные и поисковые работы на основе аэрометодов. Госгеолиздат, 1954.
44. Пермьяков Е. Н. Основы методики использования трещиноватости горных пород для изучения тектоники платформенных областей. Тр. МФ ВНИГРИ, Гостоптехиздат, 1951.
45. Разумовский Н. К. Спутник геолога. ОНТИ, 1932.
46. Рухин Л. Б. Основы литологии. Гостоптехиздат, 1953.
47. Рыбаков Ф. Ф. Роль тектонической трещиноватости в нефтяной геологии. НХ, № 1, 1955.
48. Соколов В. А. Новый прибор для построений и измерений углов. Разведка недр, № 5, 1937.
49. Справочник путешественника и краеведа, под ред. С. В. Обручева, т. I и II. Географиздат, 1950.
50. Справочник укрупненных сметных норм на геолого-разведочные работы (СУСН). Госгеолиздат, 1955.
51. Спутник полевого геолога-нефтяника, под ред. проф. Н. Б. Вассоевича. Т. I и II, Гостоптехиздат, 1954.
52. Усов М. А. Структурная геология. Госгеолиздат, 1940.
53. Фролов Е. Ф. К методике построения структурных карт. Грозненский нефтяник, № 9, 1937.
54. Фурман И. Я. К методике выявления элементов дизъюнктивных дислокаций при составлении структурных карт. Азерб. нефт. хоз., № 11—12, 1933.
55. Фурман И. Я. Общий случай определения истинной мощности пласта. Азерб. нефт. хоз., № 11—12, 1934.
56. Фурман И. Я. Протрактор для графического определения угла падения по двум углам наклона. Нов. нефтян. геол., № 10, 1935.
57. Фурман И. Я. Геологические построения по данным бурения. Азнефтеиздат, 1948.

58. Х а и н В. Е. О непрерывно-прерывистом течении тектонических процессов. Изв. АН СССР, сер. геол., 1950.
59. Х а р б и х К. Б. Прибор для нанесения элементов залегания на карту. Разведка недр, № 5, 1941.
60. Х е р а с к о в Н. П. О методике составления тектонических карт. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1949.
61. Х е р а с к о в Н. П. Некоторые вопросы методики геологического картирования в крупном масштабе. Ученые записки МГУ, вып. 136, 1949.
62. У ш а к о в А. И. О построении карт равных истинных мощностей. Азерб. нефт. хоз., № 9, 1940.
63. Ч е б о т а р е в А. С. Барометрические таблицы и способ их применения. Изд. Гос. ин-та геодезии и картографии, 1932.
64. Ч е р н о в Г. А. К методике картирования речных террас. Изв. ВГО, № 1, 1948.
65. Ш а м а н с к и й Я. И. Геометрия недр. ОГИЗ, 1940.
66. Ш е х т м а н П. А. Об измерении мощностей. Разведка недр, № 2, 1941.
67. Billings M. P. Structural Geology, New-York, 1946.
68. Crowell J. C. Template for Spacing Structure Contours. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., vol. 32, 1948.
69. Dobrovolsky J. S. Descriptive Geometry for Geologists. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., vol. 35, 1951.
70. Eardley A. J. Structural Geology of North America. New-York, 1951.
71. Gabriel V. G. and Sobie M. A. The Use of Modified Orthographic Projections in Structural Geology. Trans. Americ. Geophys. Union, vol. 32, 1951.
72. Grüss G. Ein neues Verfahren zur Bestimmung des Volumens einer Lagerstätte. Bergbau, H. 7, 1950.
73. Himus G. W. and Sweeting G. S. The Elements of Field Geology. L. Univers. Tutor. Press., 1951.
74. Nevin C. M. Principles of Structural Geology. 4-ed., New-York, 1950.
75. Wallace R. E. Stereographic Calculator, Journ. Geol., vol. 56, 1948.
76. Wallace R. E. Determination of Dip and Strike by Indirect Observation in the Field and from Aerial Photographs. Journ. Geology, vol. 58, 1950.
-

СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ОТЛОЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ
С ФАЗАМИ СКЛАДЧАТОСТИ

Группа	Система	Отдел	Ярус			Фазы складчатости	
Кайнозойская Кз	Четвертичная Q (антропоген)	Голоцен	Поздний	Современный			
			Ранний				
		Плейстоцен	Каспийский бассейн		Средиземное море		
			Верхний	Хвалынский	Монастырский		
			Средний	Ательский Хозарский	Тирренский		
			Нижний	Гюргянский Бакинский	Милацкий		
		Третичная Tg Неоген Ng	Плиоцен Ng ₂	Черноморский бассейн	Каспийский бассейн		Западная Европа
	Чаудинский			Апшеронский	Калабрийский-Виллафранский	Дагестанская	Валахские
	Куяльницкий			Акчагыльский			
	Киммерийский			Продуктивная толща		Восточно-Кавказская	

Альпийская

Группа	Система	Отдел	Ярус			Фазы складчатости					
Кайнозойская Kz	Третичная Tg	Неоген Ng	Плиоцен Ng ₂	Понтический		III, средиземно-морский	Плезанский	Кабристанская	Роданские		
				Мэотический			Сахельский				
			Миоцен Ng ₁	Сарматский		II средиземно-морский	Венский (Виндобонский)			Аттическая	
				Конкский горизонт Караганский горизонт Чокракский горизонт Тарханский горизонт			Тортопский				Штирийские
				Русская платформа	Кавказ		Гельветский				
				Полтавский	Майкопская свита		I средиземно-морский			Бурдигальский	Савская
						Аквитанский					
				Хеттский							
		Палеоген Pg	Олигоцен Pg ₃				Стамбийский-рупельский			Альпийская	

Группа	Система		Отдел	Ярус			Фазы складчатости	
Кайнозойская Kz	Третичная Tt	Палеоген Pg	Олигоцен Pg ₃	Харьковский	Хадумские слои	Сапуасский-тонгрийский	} Ниринейские	} Альпийская
			Эоцен Pg ₂	Киевский		Фораминиферо- вые слои		
				Бучакский-парицыйский	Лютетский			
					Ипрский			
			Палеоцен Pg ₁	Саратовский	Спарнасский			
				Сызранский	Тенетский			
			Монтекий	Новоларамийская				
Мезозойская Mz	Меловая Cr	Верхний Cr ₂	Датский			} Древнеларамийская	} Тихоокеанская	
			Севонский	Маастрихтский				
				Кампанский				
				Сантонский				
			Коньякский (эмшерский)			} Субгерцинские		

Группа	Система	Отдел	Ярус		Фазы складчатости	
Мезозойская Mz	Меловая Cr	Верхний Cr ₂	Туронский		} Ново-австрийская } Древне-австрийская	
			Сеноманский			
		Нижний Cr ₁	Альбский			
			Аптский			
			Пеоконский	Баррем Гогерив Валанжиз		
	Юрская I	Верхний (мальм) I ₃	Портланд-титов-вожский	Верхневожский подъярус Нижневожский подъярус		} Новокиммерийская
			Кимериджский Оксфордский Келловейский		} Адыгейская	} Киммерийская
		Средний (доггер) I ₂	Батский Байосский Ааленский		} Донецкая	

Тихоокеанская

Группа	Система	Отдел	Ярус	Фазы складчатости
Мезозойская Mz	Юрская I	Нижний (лейас) I ₁	Тоарский Шармутский Синемюрский Хеттангский Рэтский	} Лабинская } } Пфальц- ская } } Заальская }
			Норийский Карнийский	
	Триасовая T	Верхний T ₃	Ладинский Анизийский	
		Средний T ₂	Верфенский-скифский	
Палеозойская Pz Верхняя	Пермская P	Нижний T ₁	Татарский Казанский Уфимский	
		Верхний P ₂	Кунгурский Артинский Сакмарский	
				Киммерийская Вариская (варисийская, герцинская)
				Тихоокеанская

Группа	Система	Отдел	Ярус				Фазы складчатости
			СССР и Азия		Западная Европа		
Палеозойская Pz	Каменноугольная (карбон) C	Отдел	Ярус	Отдел	Ярус	Пенсильванский отдел (или система)	Астурийская
		Верхний	Верхний C ₃	Гжельский Касимовский	Верхний		
Средний C ₂	Московский Башкирский	Нижний (диант)	Визейский Турнейский	Миссисипский отдел (или система)			
Средняя	Девонская D				Нижний C ₁	Визейский	Фаменский Франский
			Турнейский	Живетский Эйфельский	Среднедевонская		
		Верхний D ₃					
		Средний D ₂					

Вериская (вариппийская, герцинская)

Группа	Система	Отдел	Ярус	Фазы складчатости		
Палеозойская Pz	средняя	Девонская D	Нижний D ₁	Кобленцкий Жединский	Нижнедевонская	Верхне-каледонская
		Силурийская S	Верхний (готландий) S ₂	Даунтонский Лудловский Уинлокский Лландоверский (валентский)		
	Нижний силур (ордовик) S ₁		Карадокский Лландейльский Аренигский Тремадокский	Салаирская		
	Рембрийская Sm	Верхний (потсдамский) Sm ₃ Средний (акадский) Sm ₂ Нижний (георгийский) Sm ₁	Карельские			
Протерозойская Pr	Иотнийская	Верхняя		Свекофенские		
	Карельская (Ятулитская)	Нижняя		Саамские		
Архейская A	Ботнийская (Ладожская)	Верхняя				
	Свионийская (Лептиновая)	Нижняя				

**Схема сопоставления основных и вспомогательных
стратиграфических подразделений (по ВСЕГЕИ)**

Шкалы и вспомогательные подразделения	Стратиграфические подразделения	Геохронологические подразделения
Общая (международная) шкала	Группа Система Отдел	Эра Период Эпоха
Провинциальная шкала	Ярус Зона	Век Время
Местная (региональная) шкала	Серия Свита Подсвита	Время (для каждого подразделения)
Вспомогательные подразделения	Подгруппа Подсистема Подотдел Подъярус Горизонт Подзона Слой	Время (для каждого подразделения)

**Сопоставление стратиграфических и геохронологических подразделений
(по ВСЕГЕИ)**

Общая (международная) шкала	Провинциальная шкала	Местная (региональная) шкала	Вспомогательные подразделения
Группа		} } Серия	Подгруппа
Система			Подсистема
Отдел			Подотдел
	Ярус	} } Свита	Подъярус
	Зона		Подсвита

Стратиграфическая шкала показывает последовательность и соподчиненность основных единиц стратиграфического подразделения отложений, слагающих земную кору.

Геохронологическая шкала показывает последовательность и соподчиненность основных этапов геологического развития земли, в ней отражены в исторической последовательности главнейшие процессы и изменения, имевшие место в развитии земной коры от наиболее древних этапов к новейшим.

На схеме сопоставления стратиграфических и геохронологических подразделений выделены три шкалы: общая (международная), провинциальная и местная (региональная).

К первой относятся все стратиграфические (или геохронологические) подразделения, являющиеся общими для всего земного шара. Ко второй — такие стратиграфические единицы, которые распространяются в пределах провинций, охватывающих отдельные континенты или весьма значительные части их. К третьей — стратиграфические единицы, выделяемые вне зависимости от их соотношений с двумя первыми. Эта шкала имеет весьма актуальное значение при геологическом картировании, при изучении последовательных этапов осадконакопления в пределах того или иного региона.

ТАБЛИЦА ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

°	sin	tg	ctg	cos	°
0	0,000	0,000	∞	1,000	90
1	0,017	0,017	57,290	1,000	89
2	0,035	0,035	28,636	0,999	88
3	0,052	0,052	19,081	0,999	87
4	0,070	0,070	14,301	0,998	86
5	0,087	0,087	11,430	0,996	85
6	0,105	0,105	9,514	0,995	84
7	0,122	0,123	8,144	0,993	83
8	0,139	0,141	7,115	0,990	82
9	0,156	0,158	6,314	0,988	81
10	0,174	0,176	5,671	0,985	80
11	0,191	0,194	5,145	0,982	79
12	0,208	0,213	4,705	0,978	78
13	0,225	0,231	4,331	0,974	77
14	0,242	0,249	4,011	0,970	76
15	0,259	0,268	3,732	0,966	75
16	0,276	0,287	3,487	0,961	74
17	0,292	0,306	3,271	0,956	73
18	0,309	0,325	3,078	0,951	72
19	0,326	0,344	2,904	0,946	71
20	0,342	0,364	2,747	0,940	70
21	0,358	0,384	2,605	0,934	69
22	0,375	0,404	2,475	0,927	68
23	0,391	0,424	2,356	0,921	67
24	0,407	0,445	2,246	0,914	66
25	0,423	0,466	2,145	0,906	65
26	0,438	0,488	2,050	0,899	64
27	0,454	0,510	1,963	0,891	63
28	0,469	0,532	1,881	0,883	62
29	0,485	0,554	1,804	0,875	61
30	0,500	0,577	1,732	0,866	60
31	0,515	0,601	1,664	0,857	59
32	0,530	0,625	1,600	0,848	58
33	0,545	0,649	1,540	0,839	57
34	0,559	0,675	1,483	0,829	56
35	0,574	0,700	1,428	0,819	55
36	0,588	0,727	1,376	0,809	54
37	0,602	0,754	1,327	0,799	53
38	0,616	0,781	1,280	0,788	52
39	0,629	0,810	1,235	0,777	51
40	0,643	0,839	1,192	0,766	50
41	0,656	0,869	1,150	0,755	49
42	0,669	0,900	1,111	0,743	48
43	0,682	0,933	1,072	0,731	47
44	0,695	0,966	1,036	0,719	46
45	0,707	1,000	1,000	0,707	45
0	cos	ctg	tg	sin	°

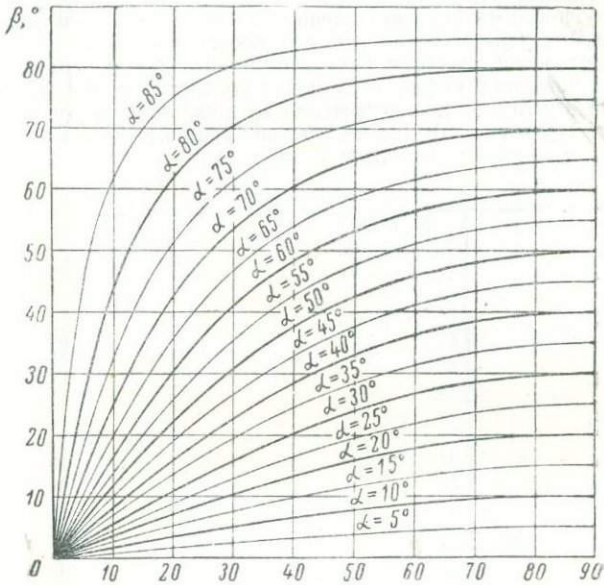
ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ ИСТИННЫМ УГЛОМ ПАДЕНИЯ ПЛАСТА И УГЛОМ ПАДЕНИЯ В КОСОМ РАЗРЕЗЕ
(с точностью до 0,5°)

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

Пример. Истинный угол падения пласта 15°, угол между направлением падения пласта и линией разреза 30°. Необходимо определить угол наклона пласта на разрезе. Слева в вертикальной шкале находим угол 15° и идем далее в горизонтальном направлении до пересечения с вертикальной шкалой 30°. В месте пересечения получаем угол наклона пласта 13,5°.

ДИАГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА ПАДЕНИЯ ПЛАСТА

Пользуясь диаграммой, можно определить истинный угол падения (α) пласта по измеренному (β) и наоборот. Кроме того, необходимо знать угол α между азимутом простирания пласта и направлением разреза.



**НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА ПАДЕНИЯ ПЛАСТА
В КОСОМ РАЗРЕЗЕ ПО ИСТИННОМУ УГЛУ ПАДЕНИЯ
(по Б. Н. Башилову)**

Номограмма составлена на основе решения формулы $\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} a \cdot \cos \gamma$. Она имеет три вертикальные логарифмические шкалы, на которые нанесены значения истинных углов падения пластов a ; измеренных углов падения пластов x и углов γ между направлением падения пластов и линией измерения кажущегося угла падения (линией косога разреза).

Для определения значения угла x на шкалах a и γ надо отметить соответствующие значения углов; соединив полученные точки прямой линией и продолжив эту линию до пересечения со шкалой x , находим на ней значение угла x . Пользуясь этой номограммой, можно решать обратные задачи, т. е. по углу x находить величину угла a .

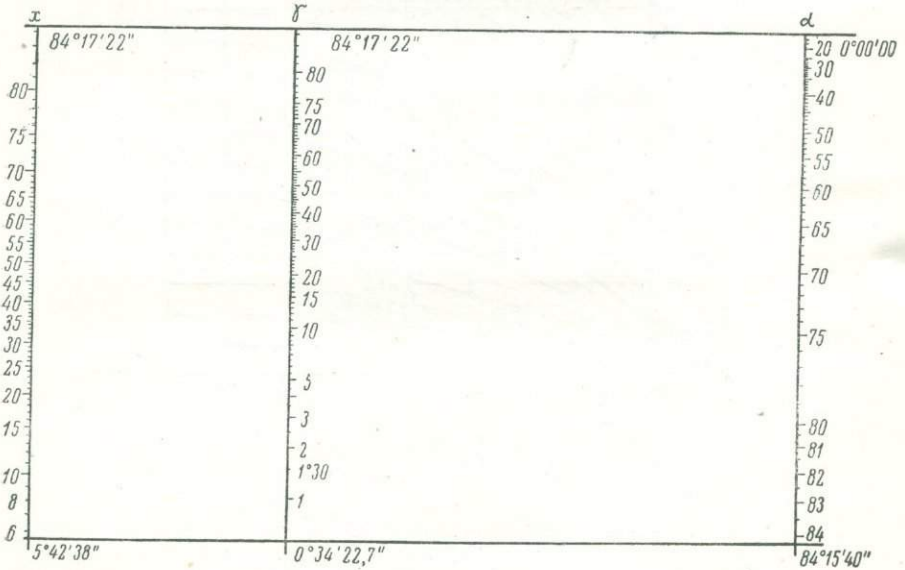


Таблица для определения истинной и измеренной мощностей
(по В. А. Обручеву)

Угол падения пласта, град.	Мощности	Вертикальная мощность пласта, м								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	<i>m</i>	0,996	1,992	2,989	3,985	4,981	5,97	6,973	7,970	8,966
	<i>a</i>	14,430	22,860	34,290	45,720	57,150	68,580	80,010	91,440	102,870
10	<i>m</i>	0,985	1,970	2,954	3,939	4,924	5,969	6,894	7,878	8,863
	<i>a</i>	5,671	11,343	17,014	24,685	28,357	34,028	39,699	45,371	51,042
15	<i>m</i>	0,966	1,932	2,898	3,864	4,830	5,796	6,761	7,727	8,693
	<i>a</i>	3,732	7,464	11,196	14,928	18,660	22,392	26,124	29,856	33,588
20	<i>m</i>	0,940	1,879	2,819	3,759	4,698	5,638	6,578	7,518	8,457
	<i>a</i>	2,747	5,495	8,242	10,990	13,737	16,485	19,232	21,980	24,727
25	<i>m</i>	0,906	1,813	2,719	3,625	4,532	5,438	6,344	7,250	8,157
	<i>a</i>	2,145	4,289	6,434	8,578	10,723	12,867	15,012	17,156	19,301
30	<i>m</i>	0,866	1,732	2,598	3,464	4,330	5,196	6,062	6,928	7,794
	<i>a</i>	1,732	3,464	5,196	6,928	8,660	10,392	12,124	13,856	15,588
35	<i>m</i>	0,819	1,638	2,457	3,277	4,096	4,915	5,734	6,553	7,372
	<i>a</i>	1,428	2,856	4,284	5,713	7,141	8,569	9,997	11,425	12,803
40	<i>m</i>	0,766	1,532	2,298	3,064	3,830	4,596	5,362	6,128	6,894
	<i>a</i>	1,192	2,384	3,575	4,767	5,959	7,151	8,342	9,534	10,726
45	<i>m</i>	0,707	1,414	2,121	2,828	3,536	4,243	4,950	5,657	6,364
	<i>a</i>	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
50	<i>m</i>	0,643	1,286	1,927	2,571	3,214	3,857	4,500	6,142	5,785
	<i>a</i>	0,839	1,678	2,517	3,356	4,196	5,035	5,874	6,713	7,552
55	<i>m</i>	0,574	1,147	1,72	2,294	3,868	3,441	4,015	5,589	5,162
	<i>a</i>	0,700	1,400	2,101	2,801	3,501	4,201	4,901	5,602	6,302
60	<i>m</i>	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
	<i>a</i>	0,577	1,155	1,732	2,309	2,887	3,464	4,041	4,619	5,196
65	<i>m</i>	0,423	0,845	1,268	1,690	2,113	2,536	2,958	3,381	3,804
	<i>a</i>	0,466	0,933	1,399	1,865	2,332	2,798	3,264	3,730	4,197

Угол падения пласта, град.	Мощность	Вертикальная мощность пласта, м								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
70	<i>m</i>	0,342	0,684	1,026	1,368	1,710	2,052	2,394	2,736	3,078
	<i>a</i>	0,364	0,728	1,092	1,456	1,820	2,184	2,548	2,912	3,276
75	<i>m</i>	0,259	0,518	0,776	1,035	1,294	1,553	1,812	2,071	2,329
	<i>a</i>	0,268	0,536	0,804	1,072	1,340	1,608	1,876	2,144	2,412
80	<i>m</i>	0,174	0,347	0,521	0,695	0,868	1,042	1,216	1,389	1,563
	<i>a</i>	0,176	0,353	0,529	0,705	0,882	1,058	1,234	1,411	1,587
85	<i>m</i>	0,087	0,174	0,261	0,349	0,436	0,523	0,610	0,697	0,784
	<i>a</i>	0,087	0,175	0,262	0,350	0,437	0,525	0,612	0,700	0,787

a — измеренная горизонтальная мощность пласта, т. е. измеренная мощность пласта при сечении его горизонтальной плоскостью;

m — истинная мощность пласта;

м — вертикальная мощность пласта, т. е. мощность пласта, измеренная по вертикали.

По этой таблице, зная одну из величин *m*, *м* или *a* и угол падения пласта, можно определить другие. Например, горизонтальная мощность пласта, падающего под углом 30°, составляет 132 м. Определить истинную мощность пласта.

В таблице, в строке, соответствующей углу падения 30°, подбирают сумму значений горизонтальной мощности *a*, равную 132 м, после чего складывают соответствующие значения истинной мощности *m*. Для облегчения подбора суммы значений *a*, равной 132 м, помещенные в строке *a* значения величины горизонтальной мощности увеличивают или уменьшают в 10, 100, 1000 раз и т. д. Соответственно в строке *m* значения истинной мощности увеличивают в такое же число раз.

В данном примере сумму значений *a*, равную 132 м, округленно получают при сложении данных графы 9 (увеличенных в 10 раз), данных графы 8 и данных графы 4 (уменьшенных в 10 раз), т. е.

$$a = 121,24 + 10,39 + 0,34 = 131,97 \approx 132 \text{ м.}$$

Соответствующая сумма истинной мощности будет

$$m = 60,62 + 5,196 + 0,173 = 65,999 \approx 66 \text{ м.}$$

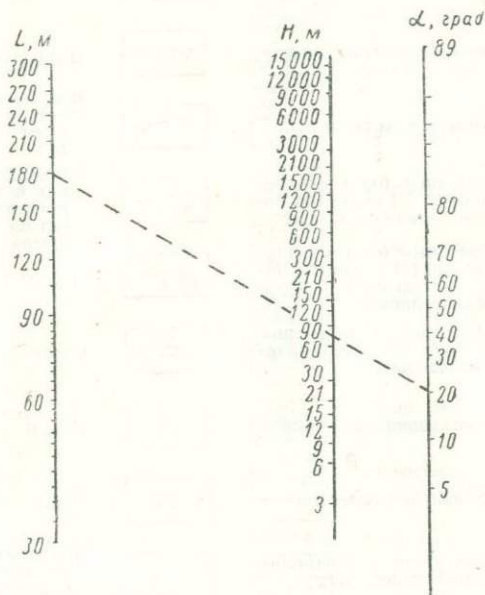
Аналогичным образом поступают при определении истинной мощности по известной вертикальной мощности пласта и углу его падения.

ДИАГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ ПЛАСТА

Для определения глубины залегания пласта H необходимо знать расстояние L от точки определения до точки выхода пласта на поверхность и угол падения пласта α .

























Например, $L = 180$ м; $\alpha = 20^\circ$.

Соединяем соответствующие точки на шкалах L и α прямой линией и в точке пересечения этой прямой со шкалой H прочитываем значение глубины залегания пласта.











УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ, РАЗРЕЗОВ И КОЛОНОК





Обозначения элементов залегания пластов

	Азимут простирания, падения и угол падения		Брахiantiклиналь
	Азимут преобладающего падения и угол падения		Брахисинклиналь
	Азимут преобладающего простирания с неопределенным падением; общее простирание складчатости		Ось антиклинали и направление ее погружения
	Горизонтальное залегание		Ось синклинали и направление ее воздымания
	Вертикальное залегание		Нарушенные пласты
	Опрокинутое залегание		Вертикальный сброс с неустановленным направлением падения сбрасывателя
	Наблюдаемый (а) и предполагаемый (б) контакты свит		Сброс. Стрелка — направление и угол падения сбрасывателя, черточки наносят на стороне опущенного крыла
	Наблюдаемый (а) и предполагаемый (б) контакты пород, залегающих с угловым несогласием		Взброс (или надвиг)
	Наблюдаемые (а) и предполагаемые (б) тектонические контакты		Сдвиг
	Антиклинальное залегание		Купол
	Синклинальное залегание		Чаша
	Изоклинальное (моноклинальное) залегание		Опрокинутая антиклиналь и направление падения крыльев

Обозначения геолого-разведочных пунктов

	Линия геологических разрезов		Буровая скважина (картировочная) ручного бурения
	Обнажение и его номер		Буровая скважина колонкового бурения
	Расчетка, разведочная канава		Место отбора и номер пробы нефти
	Шурф с указанием номера (числитель) и абсолютной отметки устья его (знаменатель)		Направление аэровизуальных маршрутов и место посадки самолета

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Основные типы пород	Смешанные типы пород
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	
	

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ
И ФАЦИАЛЬНЫХ КАРТ

(по Л. Б. Рухицу)

Для палеогеографических карт

Области сноса



Высокогорные области



Среднегорные области



Равнины

Области накопления



Мелкие моря



Глубокие моря



Озера и опресненные лагуны



Аллювиальные равнины



Соленые озера и лагуны



Волота



Озерно-болотная область



Озерно-аллювиальные равнины



Рифы



Рифы на картах мелких масштабов



Вулканические области на суше



Области подводных вулканических извержений



Острова на море



Море переменной глубины

Для фациальных карт



Область сноса



Область нулевой мощности, обусловленной последующим размывом

Отложения малой мощности



Пресноводные известняки



Континентальные глины



Озерные мергели



Континентальные конгломераты



Континентальные песчаники



Морские глубоководные известняки



Морские мелководные известняки



Морские глубоководные глины



Мелководные глины



Морские мелководные песчаники



Лагунные известняки



Лагунные глины

Отложения большой мощности



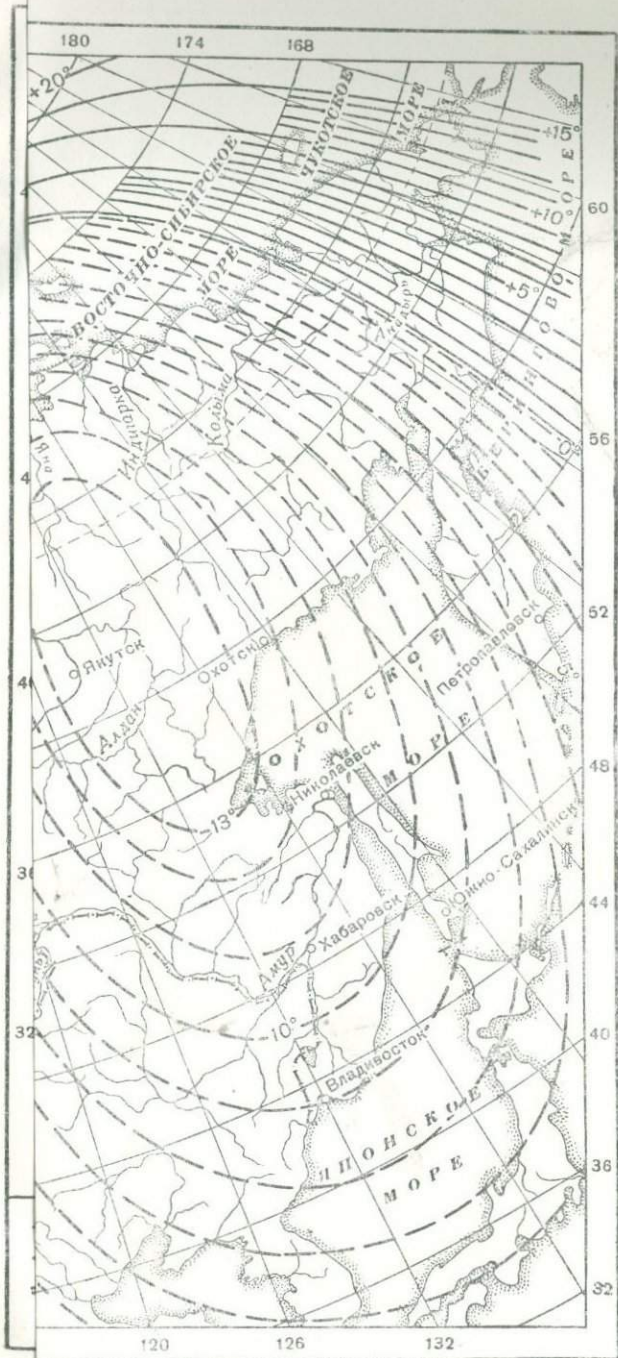
Континентальные глины



Мелководные доломиты



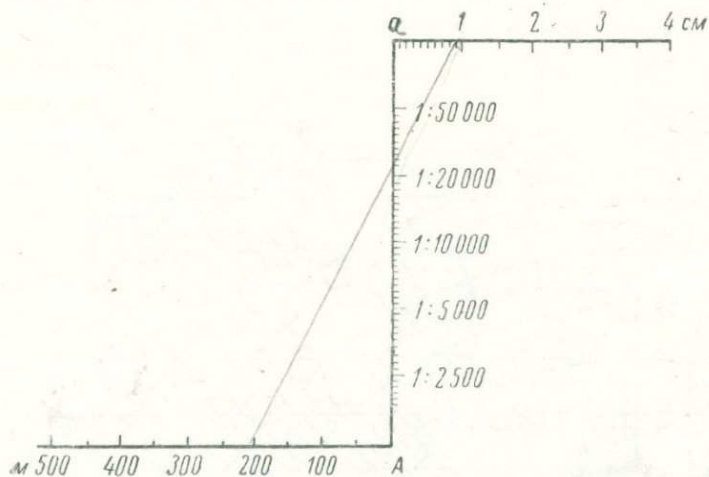
Лагунные известняки



НОМОГРАММА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАСШТАБА АЭРОФОТОСНИМКОВ

На горизонтальной линии A обозначены расстояния, измеренные между точками наблюдения на местности. На второй горизонтальной линии a указаны расстояния между изображением тех же точек на аэрофотоснимках.

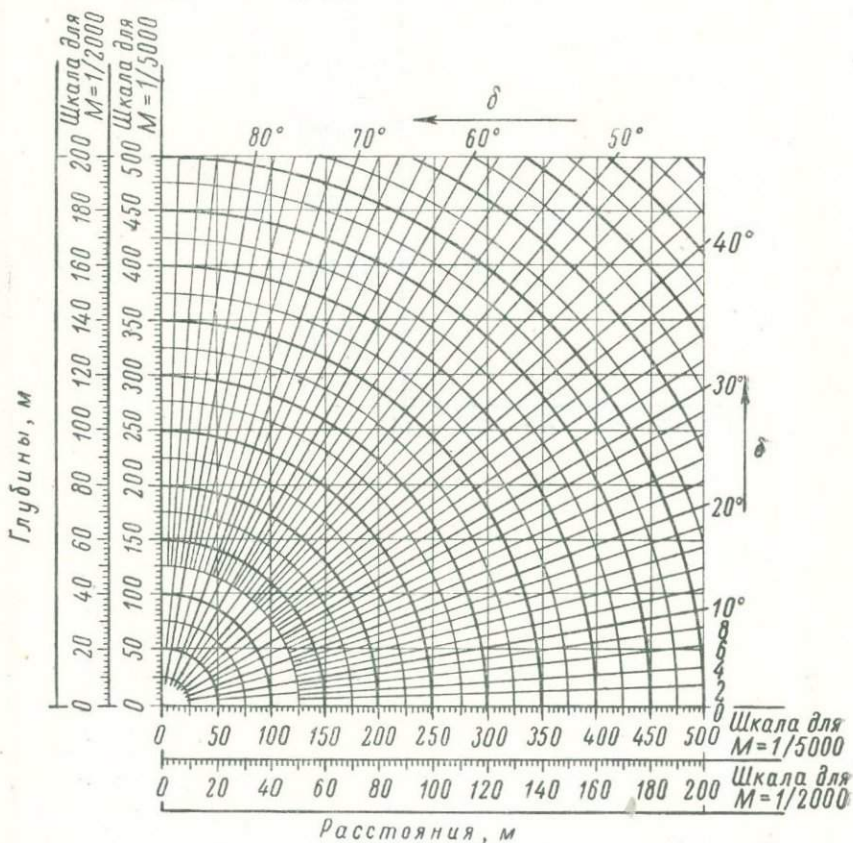
Для определения масштаба M соединяем прямой линией соответствующие значения a и A . В точке пересечения этой прямой с вертикальной линией Aa читаем искомый масштаб снимка.



Масштаб заложения для структурных карт

(по И. Я. Фурману)

Обе шкалы номограммы равномерные арифметические. Параллельно осям проведены два ряда горизонтальных и вертикальных прямых, отстоящих друг от друга на расстоянии 10 мм, образующих сетку глубин и расстояний. Из начала координат проведен пучок лучей, наклоненных к горизонтальной оси под углами 2, 4, 6, 8° и т. д., образующих сетку углов наклона и падения.



ИНДЕКСЫ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ

Стандартизация условных обозначений для составления геологических документов — карт и разрезов — имеет весьма большое значение, так как обеспечивает возможность быстрого чтения и расшифровки чертежа, ускоряет выполнение геологической графики и, наконец, устраняет существующий разброд в условных обозначениях.

Для индексирования осадочных пород используются буквы латинского алфавита и арабские цифры.

Геологические системы обозначаются заглавными буквами латинского алфавита по начальной букве названия системы в ее латинском начертании: D — девон, C — карбон, P — пермь, J — юра. В случае совпадения начальных букв системы добавляется еще одна малая буква Cm — кембрий.

Отделы системы обозначаются арабскими цифрами: 1, 2, 3, начиная с нижних отделов системы. Цифры ставятся ниже строки и пишутся мелким шрифтом Cm₁, J₃, Cr₂.

Для обозначения нижних, средних и верхних частей отделов систем рядом с цифрами, обозначающими отделы, ставятся буквы i, m, s (inferus, medius, superus), присоединяемые дефисом: J_{1-i} — нижний лейас, J_{1-m} — средний лейас, J_{1-s} — верхний лейас.

Для подразделений волжского яруса также приняты эти буквы: J₃vlg-i — нижний волжский ярус, J₃vlg-s — верхний волжский ярус.

Ярусы обозначаются одной, двумя или тремя наиболее характерными буквами их латинского начертания. Обозначения ярусов пишутся строчными буквами в строку с обозначением систем: C₁v — визейский ярус, J₃cl — келловейский ярус, Cr₁alb — альбский ярус.

Местные свиты обозначаются так же, как и ярусы, т. е. двумя или тремя буквами их латинского начертания, размещаемыми в строку с обозначениями систем: D₁ab — абаканская свита, Cm₁ol — оленекская свита.

Подразделения ярусов и свит обозначаются цифрами, начиная с более древних образований. Цифры эти ставятся под строку вслед за обозначением яруса или свиты: P_gmk₂ — верхний майкоп; Cr₁snt₁ — нижний сантон, J₃oxl₂ — зона *Cardioceras alternas* оксфордского яруса Поволжья.

Отложения неустановленного возраста между системами и их отделами обозначаются слитно двумя буквами систем с их значками и с добавлением индексов соответствующих ярусов и свит: PC — пермокарбон, J₁T₃ret — лейас-рэт.

Отложения, обнимающие собой точно два или несколько ярусов, свит или их частей без разделения, обозначаются соответствующими значками со знаком + (плюс): J₁₊₂ — нижняя и верхняя юра, Cr₁apt + alb — апт-альбские отложения, Cr₂ma + t — отложения верхнего мела от маастрихта до турона включительно (маастрихт + кампан + сантон + ковьяк + турон).

Отложения, переходящие и не определенные между отделами, ярусами и свитами, обозначаются соответствующими индексами со знаком — (тире): J₁₋₂ak — акатуйская свита, Cr₁₋₂alb + sm — альб-сеноманские отложения.

Индексирование четвертичных отложений производится в общем по тем же правилам, как и для других осадочных пород.

При применении генетического разделения четвертичных отложений к индексу Q прибавляются прямым шрифтом строчные буквы латинского алфавита, которые ставятся перед обозначением системы: gl-Q₁r — рисские ледниковые отложения; al-Q₂ — современный аллювий, al-Q₁rw — рисс-вюрмский аллювий.

Для обозначения магматических пород используются строчные буквы греческого алфавита из числа наиболее привычных или характерных в названии породы.

Щелочные породы обозначаются индексом соответствующей нормальной породы, но с прибавлением буквы α в конце и ниже строки: γ_α — щелочные граниты.

Для обозначения возраста магматических пород перед греческим индексом породы ставятся строчные латинские буквы, отделенные от индекса дефисом и обозначающие возраст соответствующей складчатости: а - γ — докембрийский гранит; с - γ — каледонский гранит; v - δ — варисский диорит; p - π — тихоокеанский порфир; α - β — альпийский базальт.

КАЙНОЗОЙСКАЯ ГРУППА — Kz

Четвертичная система — Q

Стратиграфические подразделения

Современные четвертичные отложения (голоцен) — Q ₂	Каспийские отложения нерасчлененные — Qk
Древние четвертичные отложения (плейстоцен) — Q ₁	Отложения с <i>Cardium edule</i> — Q ₂ cd
Вюрмские отложения — Q ₁ w	Хвалыинские отложения — Q ₁ hv
Рисс-вюрмские отложения Q ₁ rw	Хозарские отложения — Q ₁ hz
Рисские отложения — Q ₁ r	Бакинский ярус — Q ₁ bk
Миндель-рисские отложения — Q ₁ mr	Отложения анцилового бассейна — Q ₂ an
Миндельские отложения — Q ₁ m	Отложения литторинового бассейна — Q ₂ lt
Гюнц-миндельские отложения — Q ₁ gm	Отложения бореальной трансгрессии — Q ₁ br
Гюнцские отложения — Q ₁ g	Отложения иольшевого бассейна — Q ₁ il

Генетические типы

Континентальные отложения нерасчлененные — c-Q	Флювио-гляциальные отложения — fgl-Q
Элювиальные отложения — el-Q	Озерно-ледниковые отложения — lgl-Q
Делювиальные отложения — d-Q	Оползневые отложения — dp-Q
Элювиально-делювиальные отложения — eld-Q	Эоловые пески — s-Q
Пролувиальные отложения — pl-Q	Лессовые породы — ls-Q
Аллювиальные отложения — al-Q	Химические отложения — ch-Q
Озерные отложения — l-Q	Отложения грязевых сопок — b-Q
Озерно-аллювиальные отложения — lal-Q	Породы вулканического происхождения — β-Q
Ледниковые отложения — gl-Q	Морские отложения нерасчлененные — m-Q

Третичная система — Tz

Неоген нерасчлененный — N	Олигоцен нерасчлененный — Pg ₃
Плиоцен нерасчлененный — N ₂	Майкопская свита (Кавказ) — Pg ₃ mk
Ергенинские отложения (Поволжье) — N ₂ erg	Полтавский ярус (Украина) — Pg ₃ pt
Чаудинские слои (понт) — N ₂ c	Харьковский ярус (Украина) — Pg ₃ h
Кумьяницкие слои (понт) — N ₂ k	Эоцен нерасчлененный — Pg ₂
Куямерийский ярус (понт) — N ₂ cm	Киевский ярус (Украина) — Pg ₂ ki
Аншеронский ярус (Каспий) — N ₂ ar	Царицынский ярус (Поволжье) — Pg ₂ zr
Ачкагальский ярус (Кавказ) — N ₂ ak	Бучакский ярус (Украина) — Pg ₂ b
Понтический ярус (понт-каспий) — N ₂ p	Ферганский ярус (Средняя Азия) — Pg ₂ f
Миоцен нерасчлененный — N ₁	Бухарский ярус (Средняя Азия) — Pg ₂ buh
Мэотический ярус (понт) — N ₁ m	Палеоцен нерасчлененный — Pg ₁
Сарматский ярус (понт-каспий) — N ₁ sm	Каневский ярус (Украина) — Pg ₁ k
I и II средиземноморские ярусы — N ₁ mt	Саратовский ярус (Поволжье) — Pg ₁ sr
II средиземноморской ярус — N ₁ mt ₂	Сызранский ярус (Поволжье) — Pg ₁ sz
I средиземноморской ярус — N ₁ mt ₁	
Палеоген нерасчлененный — Pg	

Мезозойская группа — Mz

Меловая система — Cr	Оксфордский ярус — J ₃ oxf
Верхний отдел нерасчлененный — Cr ₂	Келловейский ярус — J ₂ cl
Датский ярус — Cr ₂ d	Средний отдел (доггер) нерасчлененный — J ₂
Сенон нерасчлененный — Cr ₂ sn	Батский ярус — J ₂ bt
Маастрихтский ярус — Cr ₂ ma	Байосский ярус — J ₂ bs
Кампанский ярус — Cr ₂ c	Ааленский ярус — J ₂ al
Сантонский ярус — Cr ₂ snt	Нижний отдел (лейас) нерасчлененный — J ₁
Коньякский ярус — Cr ₂ cn	Верхний лейас — J _{1-s}
Туронский ярус — Cr ₂ t	Средний лейас — J _{1m}
Сеноманский ярус — Cr ₂ sm	Нижний лейас — J _{1-i}
Нижний отдел нерасчлененный — Cr ₁	Триасовая система — T
Альбский ярус — Cr ₁ alb	Верхний отдел нерасчлененный — T ₃
Аптский ярус — Cr ₁ apt	Рэтический ярус — T ₂ ret
Неоком нерасчлененный — Cr ₁ nc	Норийский ярус — T ₃ nr
Барремский ярус — Cr ₁ br	Карнийский ярус — T ₃ k
Готеривский ярус — Cr ₁ gt	Средний отдел нерасчлененный — T ₂
Валанжинский ярус — Cr ₁ v	Ладинский ярус — T ₂ la
Юрская система — J	Анизийский ярус — T ₂ an
Верхний отдел (малем) нерасчлененный — J ₃	Нижний отдел нерасчлененный — T ₁
Волжский ярус (нерасчлененный) — J ₃ vlg	Ветлужский ярус (Северный край) — T ₁ vt
Верхний волжский ярус — J ₃ vlg-s	
Нижний волжский ярус — J ₃ vlg-i	
Кимериджский ярус — J ₃ km	

Палеозойская группа — Pz

Верхний палеозой (средний и верхний карбон + пермь) — Pz ₃	Живетский ярус — D ₂ gi
Средний палеозой (голланд + девон + нижний карбон) — Pz ₂	Эйфельский ярус — D ₂ ef
Нижний палеозой (кембрий + ордовик) — Pz ₁	Нижний отдел нерасчлененный — D ₁
Пермская система — P	Кобленцкий ярус — D ₁ cb
Верхний отдел нерасчлененный — P ₂	Жединский ярус — D ₁ gd
Татарский ярус — P ₂ tt	Силурийская система — S ₂
Казанский ярус — P ₂ kz	Верхний отдел (голланд) нерасчлененный — S ₂
Нижний отдел нерасчлененный — P ₁	Даунтонский ярус — S ₂ dt
Кунгурский ярус — P ₁ kg	Лудловский ярус — S ₂ ldw
Артинский ярус — P ₁ a	Уинлоксский ярус — S ₂ w
Сакамарский — P ₁ s	Ландоверский ярус — S ₂ lnd
Каменноугольная система — C	Нижний отдел (ордовик) нерасчлененный — S ₁
Верхний отдел нерасчлененный — C ₃	Карадокский ярус — S ₁ k
Уральский ярус — C ₃ ur	Ландейльский ярус — S ₁ ll
Средний отдел нерасчлененный — C ₂	Аренгский ярус — S ₁ ar
Московский ярус — C ₂ m	Тремадокекский ярус — S ₁ tr
Нижний отдел нерасчлененный — C ₁	Кембрийская система — Cm
Наморский ярус — C ₁ n	Верхний отдел — Cm ₃
Визейский ярус — C ₁ v	Средний отдел — Cm ₂
Турнейский ярус — C ₁ t	Нижний отдел — Cm ₁
Девонская система — D	Докембрийские образования нерасчлененные — A
Верхний отдел нерасчлененный — D ₃	Протерозойская группа — Prz
Фаменский ярус — D ₃ fa	Архейская группа — Ar
Франский ярус — D ₃ fr	
Средний отдел нерасчлененный — D ₂	

ИНДЕКСЫ ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ СОСТАВА МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Интрузивные породы

Гранитоиды нерасчлененные	Г	Нориты	но
Граниты	γ	Анортозиты	но
Гранодиориты	γδ	Ультрасосновные породы нерасчлененные	Σ
Плагдиоклазовые гранитоиды	Γо	Перкниты (пироксениты и горнблендиты)	Ψ
Плагдиограниты	γо	Пироксениты	ψ]
Диориты	δ	Горнблендиты	ψо
Кварцевые диориты	δо	Перидотиты	σ
Сиениты	ξ	Щелочные интрузии нерасчлененные	Е
Граносиениты	γξ	Нефелиновые сиениты	ε
Основные интрузивные породы нерасчлененные	N		
Габбро	γ		

Эффузивные породы

Кислые эффузивы нерасчлененные: палеотипные	Π	Основные эффузивы нерасчлененные: кайнотипные	В
кайнотипные	Δ	палеотипные	М
Липариты	λ	Андезиты	α
Липаритовые, кварцевые и фельзитовые порфиры	λπ	Андезитовые порфиры	αμ
Дациты	ξ	Базальты, долериты, анамезиты	β
Дацитовые порфиры	ξπ	Спилиты, диабазы, диабазовые порфиры	βμ
Дацитовые порфиры	ξμ	Щелочные (фельдшпатоидные) эффузивы:	
Альбитофиры нерасчлененные	Φ	Щелочные эффузивы нерасчлененные	Θ
Альбитофиры аполипаритовые, фельзитовые, кварцевые	λφ	Фонолиты и т. д.	φ
Альбитофиры аподацитовые	ξφ	Пикриты	ω
Альбитофиры апоандезитовые	αφ	Пикритовые порфиры	ωμ
Трахиты	τ		
Трахитовые порфиры	τπ		

Гипабиссальные породы

Породы эффузивного облика в интрузивном залегании

Примеры индексации:		Интрузивные трахиты и трахитовые порфиры	Πτ
Интрузивные липариты, липаритовые и кварцевые порфиры	Πλ	Интрузивные диабазы, долериты и т. д.	Μβ

Гипабиссальные и жильные породы

Примеры индексации:		Породы лампрофировые	χ
Гранит-порфир	γπ	Минетта	ξχ
Диорит-порфирит и т. д.	δμ	Тингуаит	εχ
Породы аплитовые	ј	Спессаргит	δχ
Аплит, гранит-аплит	γј	Породы пегматитовые	ρ
Пэванит	γј'	Пегматит гранитный	γρ
		Габбро-пегматит	νρ

Особые знаки

Для обозначения щелочного типа пород	κ	Пемза, обсидиан, перлит лавитовых лав	υλ
Примеры:		Вулканическое стекло, бгиче неопределенного состава	Υ
Щелочный гранит	κγ	Основные стекла и шлаки	υB
Пуласкит и т. д.	κξ	Фельзит	υτ
Щелочные трахиты	κτ	Афаниты, вариолиты основных палеотипных лав	υM
Щелочные базальты	κβ		
Стекла и афаниты	υ(Y)		
Базальтовое стекло	υβ		

ИНДЕКСЫ ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ ГЕНЕЗИСА И ГЛАВНЕЙШИХ ФАЦИАЛЬНЫХ ТИПОВ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

Морские	m	Смешанные морские и континентальные	
Лагуновые	l	ные	me
Континентальные нерасчлененные	c	Рифовые	r
Туфогенные	t	Флишевые	f
Угленосные	h	Ледниковые	gl
Элювиальные	el	Флювиогляциальные	fg
Делювиальные	d	Элювиально-делювиальные	eld
Аллювиальные	al	Озерные и озерно-болотные	ic
Эоловые	eo	Молассовые	ml
Проллювиальные	pr		

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Введение	3
Общие указания	5
Глава I. Определение основных элементов одного или нескольких пластов (слоев) с учетом генезиса их образования	6
Глава II. Определение элементов залегания слоев в поле и на карте	17
Глава III. Составление и построение геологических профилей при наличии наклонно залегающих слоев	40
Глава IV. Построение на карте выхода наклонного пласта	48
Глава V. Определение истинной мощности пласта при различных условиях рельефа и наклонном залегании пласта	60
Глава VI. Складчатые нарушения	69
Изучение основных элементов складок	69
Методы изображения складчатых нарушений	85
Глава VII. Разрывные нарушения и их изучение	103
Методы изучения трещин	104
Методы изучения разломов и разрывов	109
Глава VIII. Методы изучения тектонических движений	142
Глава IX. Методика геологического картирования	164
Глава X. Аэрогеологическая съемка	204
Глава XI. Блок-диаграммы и методы их построения	211
Глава XII. Планирование и подготовка к проведению геолого-съемочных работ	217
Литература	226
Приложения	229

Николай Иванович Буялов
ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ПО СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ
И ГЕОЛОГИЧЕСКОМУ КАРТИРОВАНИЮ

Ведущий редактор Е. Г. Першина
Технический редактор А. В. Трофимов.
Корректор Б. К. Васильев

Подписано к набору 23/II 1955 г.
Подписано к печати 14/VII 1955 г.
Формат 60×92¹/₁₆. Т-06206.
Печ. л. 16 с 3 вкл. и 16 вкладками.
Уч.-изд. л. 16,13 с 3 вкл. и 16 вкладками.
Тираж 10000 экз. Зап. № 309/108. Цена 9р. 55 к.

Гостоптехиздат.
Москва, Третьяковский проезд, 1/19.
Типография «Красный Печатник»,
Ленинград, проспект имени И. В. Сталина, 91.

**КНИГИ ГОСТОПТЕХИЗДАТА,
ПОДГОТОВЛЯЕМЫЕ К ПЕЧАТИ**

1. УЛЬЯНОВ А. А., ХЕЛЬКВИСТ Г. А. Геология нефтяных и газовых месторождений (учебник для техникумов). 25 п. л., цена 11 руб.

2. БРОД П. О., ЛЕВИНСОН В. Г. Происхождение нефти и нефтегазонакопление (обзор зарубежной литературы). 16 п. л., цена 8 р. 55 к.

3. Коллектив авторов под ред. МИРЧИНКА М. Ф., БАКИРОВА А. А., ДБЯКОВА Б. Ф., ЖАБРЕВА Д. В. Происхождение нефти. 25 п. л., цена 15 руб.

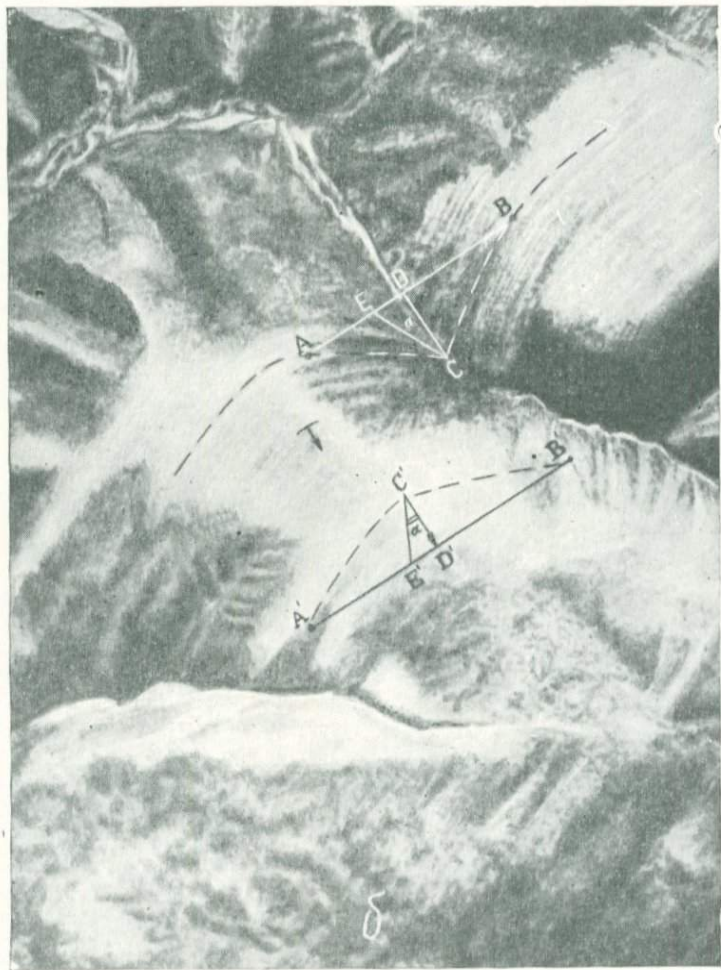
Объем и цена книг,готавливаемых к печати, указаны ориентировочно.



Фиг. 1446.



Фиг. 145а.

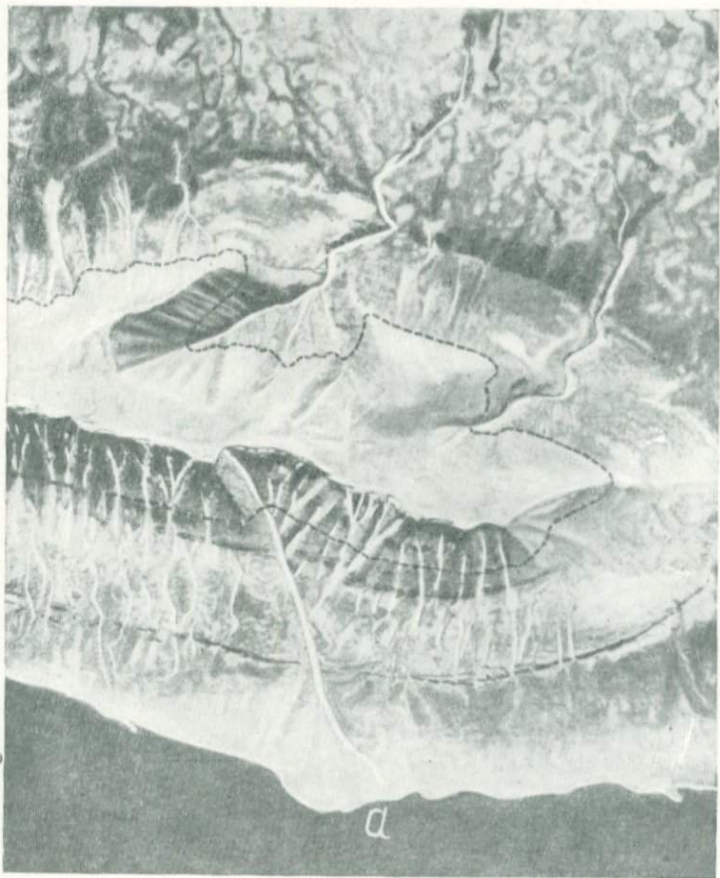


Фиг. 1456.

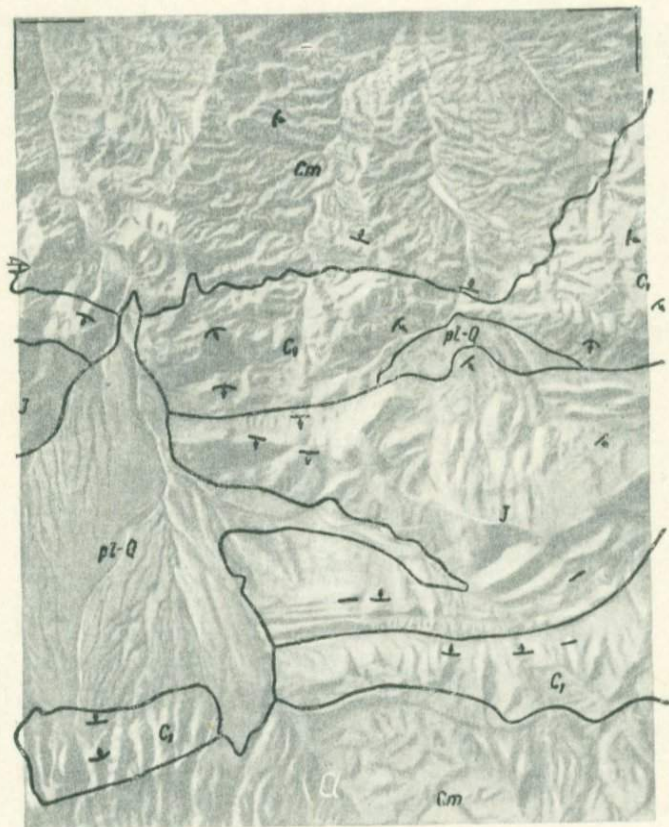
AB — линия прозирания; *CD* — направление падения пласта; *DE* — разность высот между *AB* и *C*; α — угол падения пласта.



Фиг. 1465.

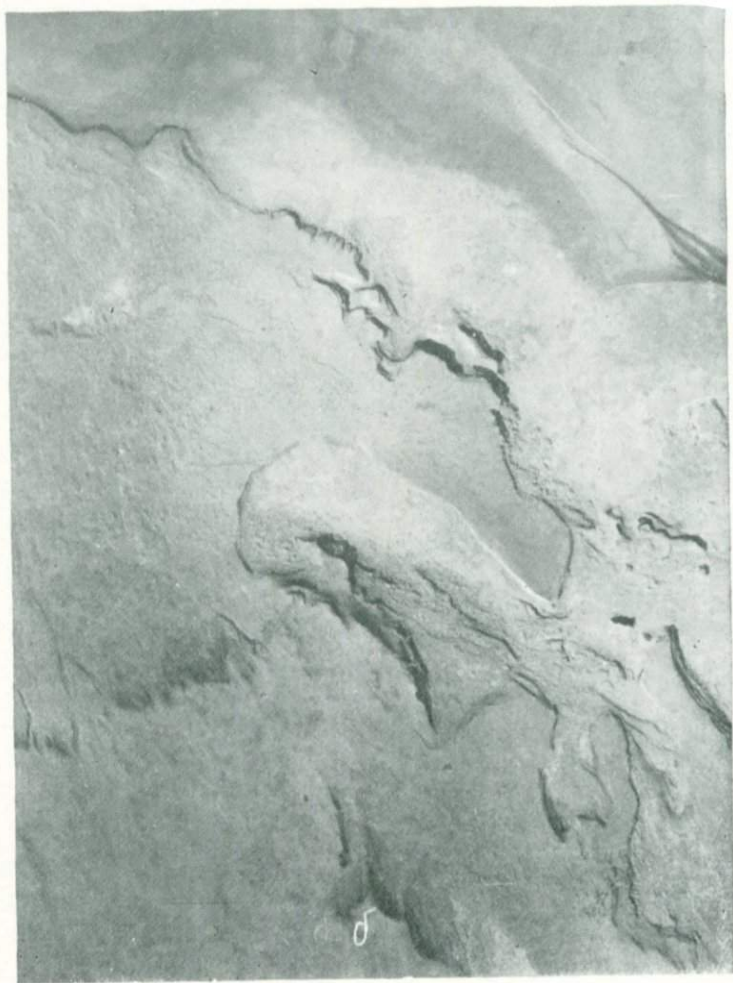


Фиг. 144а.



Фиг. 146а.

На кальке-рубашке снимка 146а показан стратиграфический комплекс пород: *Сm* — кембрий; *С1* — карбон нижний; *J* — юра; *pl-Q* — пролювиальные отложения четвертичного возраста. Тектонические элементы: стрелки — элементы залегания пород; линии — границы отложений.



Фиг. 1476.



Фиг. 147в.

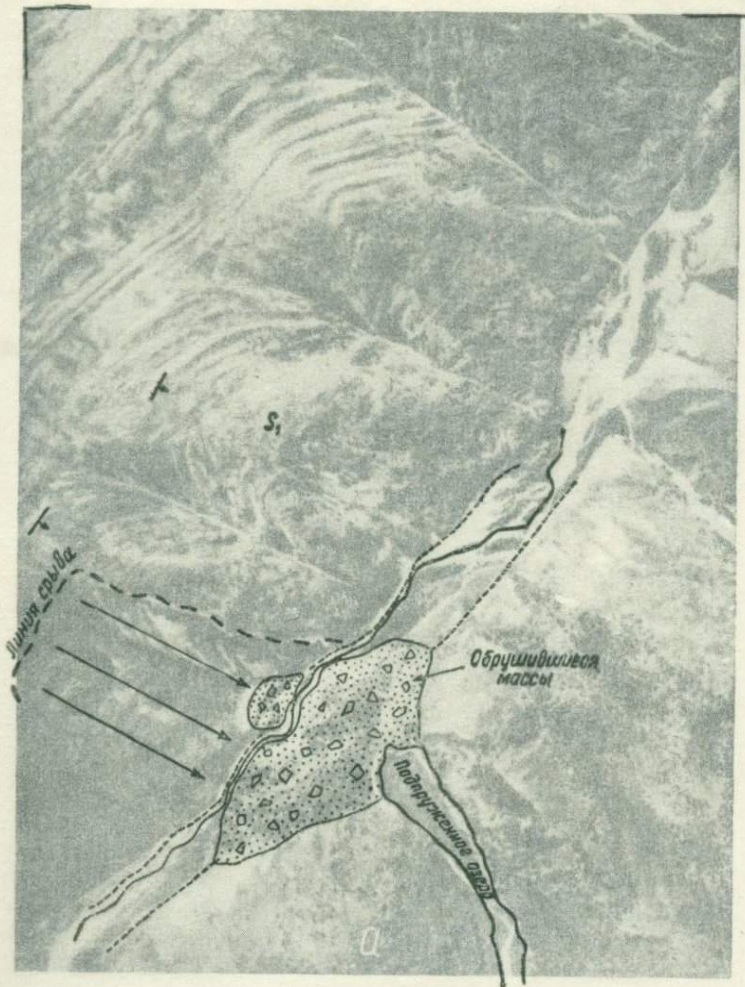


Фиг. 147а.



Фиг. 148б.

На нальке-рубашке фиг. 148а ооконтурена зона распространения горного обвала и показана зона срыва сместившихся пород.



Фиг. 148а.



Фиг. 1496.



Фиг. 1485.

На кальке-рубашке Фиг. 148а ооконтурена зона распространения горного обвала и показана зона срыва сместившихся пород.



Фиг. 149в.



Фиг. 150а.



Фиг. 1506.

Sp.55к.

123