Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

по дисциплине

«ОСНОВЫ ГЕОФИЗИКИ»

ТЕМА: «ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ И РАБОТА С НИМИ»

Специальность: гидрология суши

Курс I

ЛЕНИНГРАД
1990

УДК 550.3(075.8)

Одобрено методической комиссией гидрологического факультета
Ленинградского гидрометеорологического института

Лабораторные работы. Основы геофизики. — Л.: ЛГМИ, 1990, 39 с.

Приведены четыре лабораторные работы по теме «Геологические карты и работа с ними» в соответствии с программой курса «Основы геофизики» для студентов, обучающихся по специальности «Гидрология суши».

356615

Составитель: *И. В. Болотникова*, канд. геол.-минер. наук, доц.

Ответственный редактор: *С. А. Чечкин*, д-р геогр. наук, проф.

Российский государственный
гидрометеорологический
институт
БИБЛИОТЕКА
195196, СПб, Малоохтинский пр., 98

© Ленинградский гидрометеорологический институт (ЛГМИ), 1990.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторные работы включают изучение типов геологических карт по содержанию и масштабам, стратиграфических колонок, условных обозначений к геологическим картам, геохронологической шкалы, без знания которой невозможно чтение геологических карт и построение геологических разрезов. Содержат четыре лабораторные работы.

При выполнении лабораторной работы № 1 студенты изучают геотектоническое районирование территории СССР и краткое описание геологической карты СССР масштаба 1 : 7 500 000.

В лабораторной работе № 2 знакомятся с элементами залегания наклонного слоя и учатся измерять их на макетах при помощи горного компаса.

Лабораторная работа № 3 включает изучение студентами различных форм залегания слоев горных пород в земной коре, способов изображения их на геологических картах разного масштаба.

В лабораторной работе № 4 студенты знакомятся с методами построения геологических разрезов по картам с горизонтальным и сложным залеганием слоев горных пород, оформлением их согласно общепринятым правилам.

Отчетность студентов по выполненным заданиям приводится в конце каждой лабораторной работы.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Геологическое строение поверхности Земли и верхней части земной коры на ту или иную глубину отображают на геологических картах. *Геологической картой* называется изображение на топографической или географической основе геологического строения территории, которое характеризуется выходящими на поверхность земли горными породами, с указанием их возраста, состава и условий залегания.

В зависимости от того, какие особенности строения хотят отразить на геологических картах, их делят по содержанию на несколько типов:

основные геологические (геолого-стратиграфические) карты;

петрографические или литологические карты с указанием на них состава пород;

тектонические с изображением основных структурных элементов земной коры, деформаций пород и условий их развития;

геоморфологические, показывающие основные элементы рельефа земной поверхности, их происхождение и время образования;

гидрогеологические, характеризующие распространение и условия залегания подземных вод.

Существуют и другие специализированные геологические карты: полезных ископаемых, многочисленные геофизические, геохимические карты и ряд других.

Общим типом геологических карт является основная геологическая карта, которая наиболее полно, по сравнению с другими, отображает на чертеже геологию того или иного участка земной коры.

В основу ее построения положен стратиграфический принцип, т. е. она показывает в первую очередь возраст и стратиграфические соотношения (последовательность залегания) пород, а также условия залегания и взаимоотношения развитых в пределах данного района комплексов горных пород не только по площади, но и в глубину. Читая такую карту, можно судить о слагающих район структурных формах и об их взаимоотношениях в двух плоскостях (горизонтальной и вертикальной), а следовательно — об общем тектоническом строении района.

Для основной (геолого-стратиграфической) карты принята некоторая условность: на ней изображаются преимущественно лишь коренные породы (т. е. дочетвертичные) — осадочные, изверженные или метаморфические.

Из комплекса коренных пород на карту наносится только самый верхний по положению и обычно самый молодой по возрасту слой, залегающий непосредственно под четвертичными образованиями. Четвертичные отложения изображаются на отдельной, дополнительной карте — карте четвертичных отложений.

Кроме деления по содержанию геологические карты подразделяются по масштабам на пять групп:

1. *Обзорные* геологические карты, имеющие масштаб от 1 : 1 500 000 и мельче, дающие общие представления о геологии больших территорий (материков, отдельных больших государств), например, геологическая карта СССР масштаба 1 : 7 500 000.

2. *Мелкомасштабные* геологические карты — масштабы 1 : 1 000 000 и 1 : 500 000, характеризующие геологию отдельных регионов (например, геологические карты Донбасса, Урала, Кавказа). Карты этого масштаба служат для определения направления и планирования геологосъемочных работ.

3. *Среднемасштабные* карты — масштабы 1 : 200 000 и 1 : 100 000, характеризуют основные стороны геологии средних по площади территорий и используются при поисках полезных ископаемых.

4. *Крупномасштабные* карты — масштабы 1 : 50 000, 1 : 25 000 и 1 : 10 000, освещают геологическое строение небольших по площади территорий с целью проектирования гидротехнических сооружений, освоения сельскохозяйственных угодий и т. п.

5. *Детальные* карты — масштабы 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000 и крупнее составляются при строительстве отдельных инженерных сооружений или дают очень подробную геологическую характеристику рудопроявлений, рудничных территорий и т. п.

Стратиграфическая колонка и геологический разрез

На листах геологических карт масштаба 1 : 200 000 и крупнее помимо собственно карты помещаются дополнительные виды геологической графики: сводная стратиграфическая колонка (слева от карты) и один или несколько геологических разрезов (под картой) (рис. 1). Они дополняют карту сведениями о последовательности напластования, мощности и возрасте пород, их литологии и соотношениях стратиграфических комплексов.

Стратиграфическая колонка строится в определенном масштабе, как правило, значительно более крупном, чем масштаб карты, и отражает последовательность, мощности, возраст и литологический (петрографический) состав обозначенных на карте горных пород, кроме интрузивных. Для колонок принята стандартная форма, согласно которой в центре в виде узкого столбика изображена

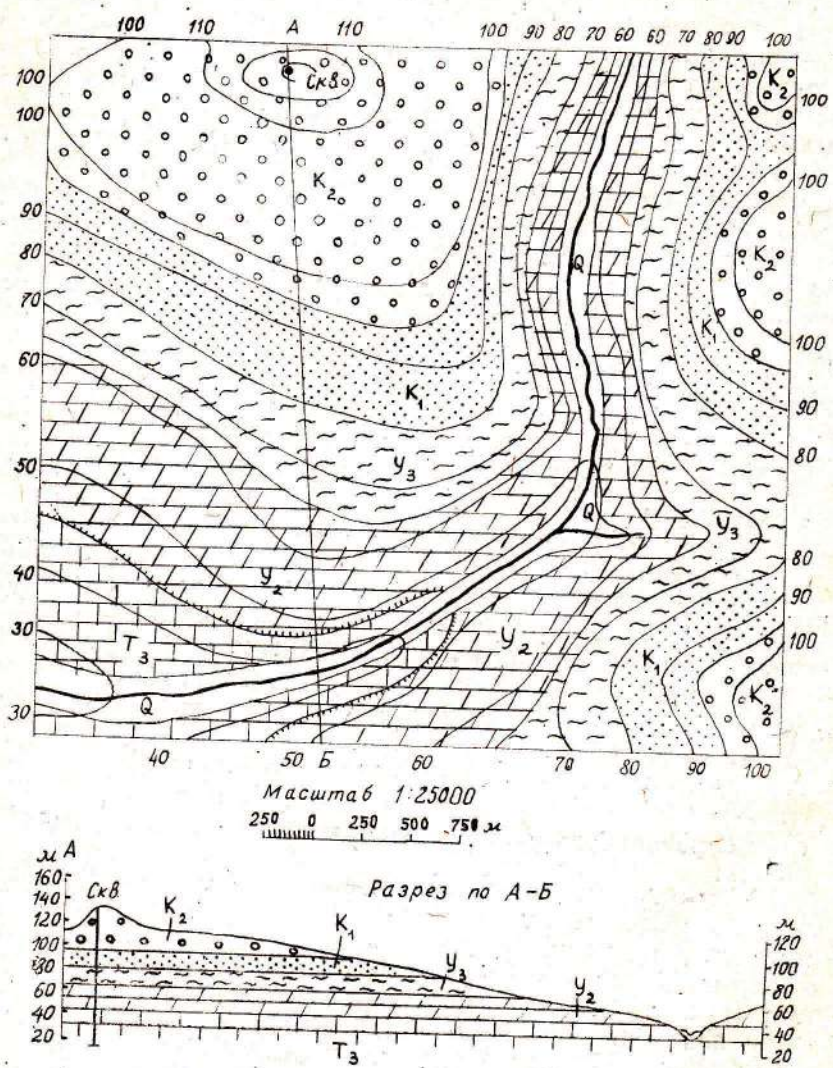

Рис. 1. Геологическая карта и геологический разрез района, сложенного горизонтально залегающими породами

геологическая колонка с показанными штриховкой породами, слева от колонки указываются возраст пород (система, отдел, ярус, свита и т. п.) и индекс, а справа — мощность и литологическое описание пород (рис. 2).

Независимо от условий залегания пород на карте (горизонтальном, наклонном-моноклинальном или складчатом) в колонке слои показывают только горизонтально лежащими, при этом согласные границы изображаются прямыми линиями, несогласные — волнистыми.

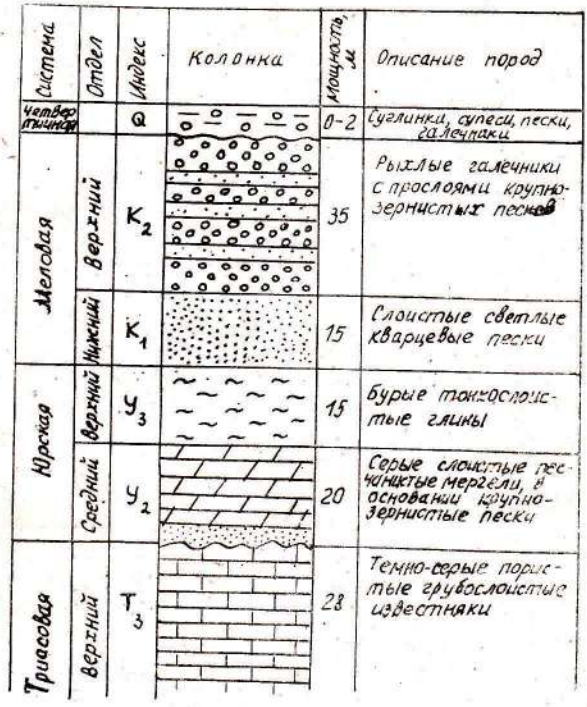

Рис. 2. Стратиграфическая колонка к карте, изображенной на рис. 1

Геологические разрезы наглядно показывают последовательность, формы залегания и мощность слоев по вертикали. Геологические разрезы на карте составляются по прямым линиям, расположенным вкрест простирания слоев в масштабах, соответствующих масштабу карты.

Стратиграфическая колонка и геологический разрез служат не только дополнительными, иллюстративными элементами листа геологической карты. Они являются и самостоятельными первичными

геологическими документами, которые получают при начальной обработке полевых данных после выполнения геологической съемки.

Условные обозначения на геологических картах

Для изображения на геологических картах состава пород, их возраста, элементов тектоники пользуются условными обозначениями, которые помещаются на листе справа от карты и сопровождаются краткими пояснениями.

Возраст пород, кроме интрузивных и новейших эффузивных, показывают цветовой раскраской и индексами. Для интрузивных и четвертичных эффузивных пород цветовое обозначение используется при указании их состава, а индексы — состава и возраста одновременно. Индексы представляют собой сочетание букв латинского алфавита и арабских цифр, используемых для обозначения возраста и происхождения, и греческих букв, употребляемых для обозначения петрографического состава пород. В 1970 г. индексы из двух букв заменили на графике значками, например, Cm на $\in$, Cr на K, Pg на P. Цветовые обозначения для обзорных, мелко- и среднемасштабных карт и индексы для карт всех масштабов являются стандартными, общепринятыми. При окраске отделов придерживаются традиционного правила: чем моложе порода, тем светлее ее окраска.

Цветовые условные обозначения, применяющиеся в настоящее время, были приняты в 1882 г. на Международном Геологическом Конгрессе по предложению русского геолога, академика А. П. Карпинского.

Для обозначения состава пород применяются различные штриховые знаки.

Стратиграфический индекс состоит из одной или нескольких букв с добавлением цифр, обозначающих отдел, например, K_2. Этот индекс обозначает верхний отдел меловой системы. Индексы, обозначающие стратиграфические подразделения (группы, системы, отделы, ярусы, свиты и т. д.) и происхождение осадочных пород (преимущественно четвертичных), ставятся слева от стратиграфических, например $al\,Q_4$ (аллювиальные, современные четвертичные отложения).

При изображении условных знаков на геологических картах придерживаются строго определенного порядка в их расположении: условные обозначения относительного возраста горных пород располагаются сверху вниз последовательно от молодых к древним. За ними следуют знаки изверженных и метаморфических пород, далее помещаются линейные условные знаки: элементы залегания пластов, тектонические нарушения и т. п.

Геохронологическая шкала. При составлении геологических карт, для их чтения и понимания необходимо знать возрастную (геохронологическую) последовательность пород, участвующих

в строении земной коры. В настоящее время создана единая стратиграфическая шкала, в которой все отложения показаны в определенной последовательности. В соответствии со стратиграфической шкалой составлена геохронологическая шкала, показывающая отрезки времени, на которые делится история развития земной коры.

В геохронологической шкале приняты следующие временные и соответствующие им стратиграфические подразделения:

Подразделения по времени (геохронологические)	Подразделения по возрасту отложений (стратиграфические)
Эра	Группа (систем)
Период	Система
Эпоха	Отдел
Век	Ярус

Геологическое время, в течение которого развивалась земная кора, делится на пять эр: архейскую, протерозойскую, палеозойскую, мезозойскую, кайнозойскую. Породы, образовавшиеся в течение эры, составляют группу. Эра делится на периоды. Толщи пород, образовавшиеся в течение одного периода, составляют систему, эпохе соответствует отдел, а веку — ярус.

Более детальная геохронологическая (стратиграфическая) шкала, условная возрастная окраска пород, применяемая при их изображении на геологических картах и горообразовательные движения, приводятся ниже.

Геохронологическая шкала

Эра (группа)	Период (система)	Эпоха (отдел)	Индекс	Цвет на геологической карте	Эпохи складчатости и горообразовательных движений
Кайнозойская (кайнозой) KZ (Kz)*	Четвертичный Q	Современная	Q_4	Светло-серый с голубоватым оттенком	Альпийская
		Поздняя (верхний)	Q_3		
		Средняя (средний)	Q_2		
		Ранняя (нижний)	Q_1		
	Неогеновый N	Плиоцен (верхний)	N_2	Лимонно-желтый	
		Миоцен (нижний)	N_1		
	Палеогеновый (палеоген) P (Pg)	Олигоцен (верхний)	P_3	Желтый	
		Эоцен (средний)	P_2		
		Палеоцен (нижний)	P_1		

Продолжение геохронологической шкалы

Мезозойская (мезозой) MZ (Mz)	Меловой (мел) K (Cr)	Поздняя (верхний) Ранняя (нижний)	K_2 K_1	Светло-зеленый	Киммерийская (мезозойская)
	Юрский (юра) J	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	J_3 J_2 J_1	Голубой	
	Триасовый (триас) T	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	T_3 T_2 T_1	Фиолетовый	
Палеозойская (палеозой) PZ (Pz)	Пермский (пермь) P	Поздняя (верхний) Ранняя (нижний)	P_2 P_1	Оранжево-коричневый	Герцинская
	Каменноугольный (карбон) C	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	C_3 C_2 C_1	Серый	
	Девонский (девон) D	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	D_3 D_2 D_1	Коричневый	
	Силурийский (силур) S	Поздняя (верхний) Ранняя (нижний)	S_2 S_1	Серо-зеленый	Каледонская
	Ордовикский (ордовик) O	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	O_3 O_2 O_1	Фисташково-зеленый	
	Кембрийский (кембрий) ϵ (Cm)	Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	ϵ_3 ϵ_2 ϵ_1	Розовато-сиреневый	
Протерозойская (протерозой) PR (Pt)		Поздняя (верхний) Средняя (средний) Ранняя (нижний)	PR_3 PR_2 PR_1	Желтовато-розовый	Докембрийская
Архейская (архей) AR (A)	Архейская группа не имеет общепринятых подразделений. Подразделения имеют местное значение			Розовый	

* В скобках приведены старые индексы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СССР

Цель работы — изучение основных тектонических областей, их границ, времени формирования, знакомство с геологическим строением СССР на примере Геологической карты СССР масштаба 1 : 7 500 000.

Геотектоническое районирование СССР

В истории Земли выделяют несколько эпох особенно интенсивного складко- и горообразования (см. Геохронологическую шкалу). Складкообразование неоднократно проявлялось в докембрийское время, что привело к полному изменению, метаморфизации всех древнейших пород архея и протерозоя. Наиболее известна последняя в докембрии *байкальская* складчатость, проявившаяся в конце протерозоя и закончившаяся в кембрийском периоде. В раннем и частью среднем палеозое имела место *каледонская* складчатость. В ней наблюдалось несколько фаз, проявившихся в разное время. В позднем палеозое была *герцинская* складчатость, которая охватила огромные пространства в Европе, восточной части Казахстана и Средней Азии. *Киммерийская* (мезозойская) складчатость проявилась в основном в триасовое, юрское и меловое время на северо-востоке СССР. Наиболее молодая, проявившаяся в кайнозое и продолжающаяся в настоящее время, *альпийская* складчатость.

В основу тектонического районирования территории СССР, как и всей земной коры, положен принцип районирования по времени проявления главной для данной территории эпохи складчатости.

На основе указанного принципа в пределах СССР по А. А. Богданову, А. Н. Мазаровичу, М. Я. Левитесу, В. В. Белоусову и др. ученым можно выделить следующие главные тектонические области (рис. 3):

В Европейской части СССР:

1. Русская платформа.
2. Уральская область.
3. Крымско-Кавказская область.

В Азиатской части СССР:

4. Урало-Тянь-Шаньская область.
5. Сибирская платформа.
6. Байкальская область.
7. Верхоянско-Приамурская область.
8. Камчатско-Сахалинская область.

1. Русская платформа в рельефе выражена Восточно-Европейской равниной. На востоке граница ее проходит по Ураль-

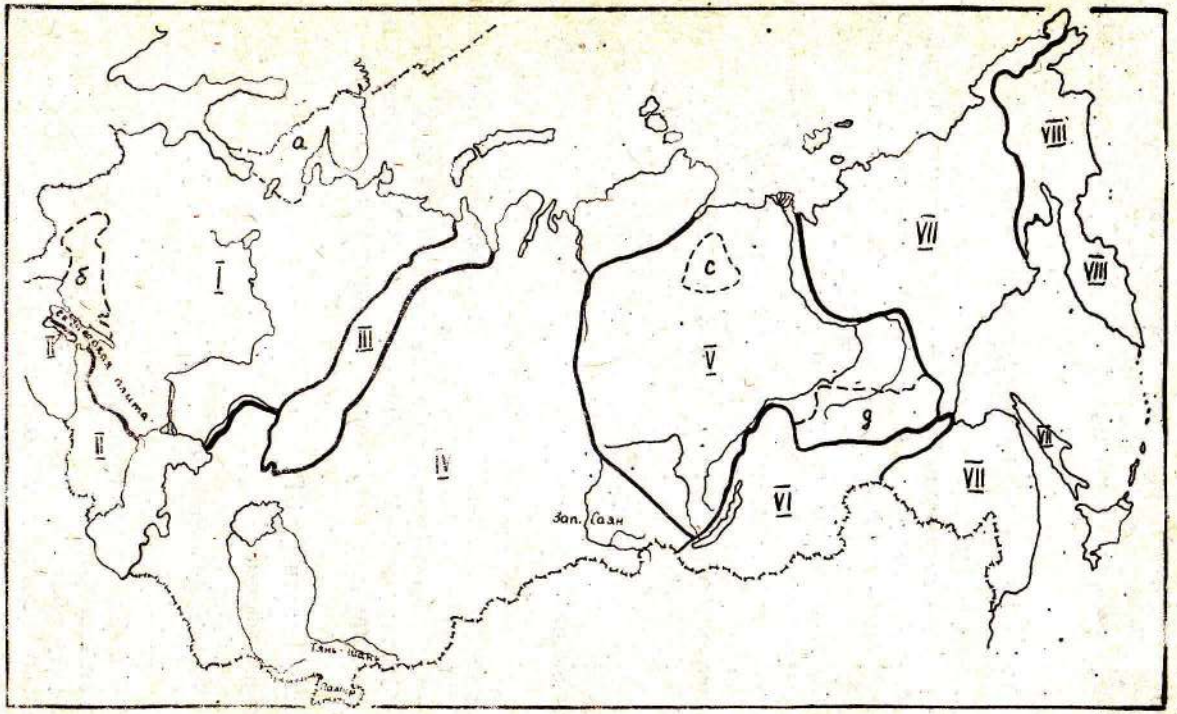

Рис. 3. Схема тектонического районирования СССР (упрощенная):
жирная линия — границы тектонических областей; пунктир — граница щита; I — Русская платформа (*а* — Балтийский щит, *б* — Украинский щит); II — Крымско-Кавказская область; III — Уральская; IV — Урало-Тянь-Шаньская; V — Сибирская платформа (*с* — Анабарский щит, *д* — Алданский щит); VI — Байкальская; VII — Верхояно-Приамурская; VIII — Камчатско-Сахалинская

ским горам, на севере — по берегу Белого и Баренцева морей, по Скандинавским горам, на западе ограничена Карпатами, на юге — горами Крыма и Кавказа, далее по северной окраине Каспийского и Азовского морей и Мугоджарам.

В строении платформы выделяют два структурных яруса (этапа) — нижний и верхний. Нижний ярус называют *фундаментом*. Он сформировался в геосинклинальный (доплатформенный) этап развития (докембрийская эпоха горообразования) и состоит из сильно дислоцированных метаморфизованных горных пород, пронизанных интрузиями и глубокими разломами. Верхний ярус представляет собой осадочный платформенный *чехол*, сложенный относительно спокойно залегающими осадочными горными породами. Местами фундамент выступает на поверхность. Такие участки платформы называют *щитами* (рис. 4).

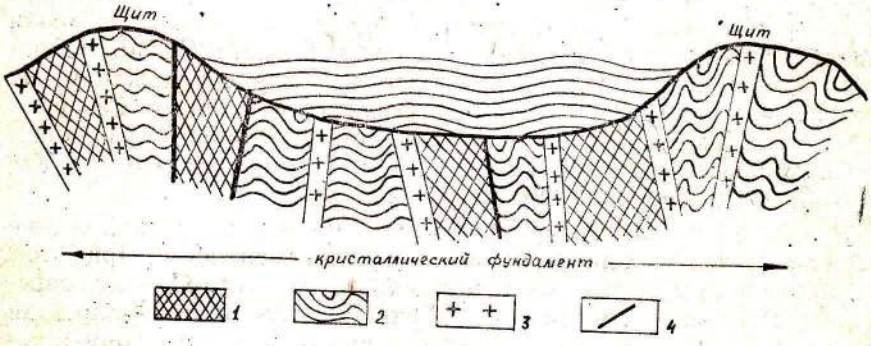

Рис. 4. Схематический геологический разрез платформы: *1* — интрузии; *2* — метаморфизованные породы; *3* — жилы; *4* — тектонические разломы

В тектоническом районировании Русской платформы, как и всех древних платформ, различают структуры фундамента и структуры чехла. Среди структур фундамента на платформе выделяют два щита: Балтийский и Украинский.

Балтийский щит занимает северо-западную часть платформы. В пределах СССР находится сравнительно небольшая его часть (она располагается на территории Кольского п-ва и Карелии).

Украинский щит находится целиком в пределах СССР, на юге платформы.

Поскольку щиты, как и фундамент, сложены самыми древними породами архейского и протерозойского возраста, то на геологической карте СССР они отчетливо выделяются своей розовой окраской.

Структуры чехла, или плиты, перекрывающей фундамент Русской платформы, представлены широко и разнообразно. Это синеклизы, антеклизы, прогибы, выступы, впадины. К числу более

крупных и древних синеклиз относится Московская — в северо-западной части и Прикаспийская — в южной части платформы.

В центральной части платформы располагаются три крупных антеклизы: Волго-Уральская, Воронежская и Белорусская.

2. Уральская область, включающая Уральские горы, хребет Пай-Хой, Новую Землю и Мугоджары, представляет собой горное складчатое сооружение, сформировавшееся в герцинскую эпоху горообразования. Геосинклинальный режим существовал здесь во второй половине палеозоя.

3. Крымско-Кавказская область примыкает к южному краю Русской платформы и является складчатым горным сооружением, сформировавшимся в альпийскую эпоху горообразования. Геосинклинальный режим начался в этой области с мелового времени и продолжается до наших дней.

4. Урало-Тянь-Шаньская область, сформировавшаяся частично в каледонскую, а главным образом в герцинскую эпохи горообразования, расположена в Азиатской части СССР. Западная граница проходит по Новой Земле, Уралу, Мугоджарам, на востоке — по р. Енисей, на севере включает острова Северной Земли, п-ов Таймыр. В ее состав входят также территории Западно-Сибирской, Туранской низменностей, Памир, Тянь-Шань, Казахский мелкосопочник, Алтай, Саяны.

В истории геологического развития земной коры расположение геосинклиналей и платформ неоднократно менялось. При этом основным направлением эволюции земной коры в пределах современных материков с конца докембрия было увеличение площади платформ за счет геосинклиналей или расширение платформ и сокращение геосинклиналей.

Особый тип послеплатформенного тектонического развития представляет собой горный пояс, расположенный на юге Урало-Тянь-Шаньской области, протягивающейся в субширотном направлении, куда входят Тянь-Шань, Памир, Алтай, Саяны и др. Эти современные высокие горные сооружения образовались не непосредственно из геосинклиналей, а на месте платформ. Например, Северный Тянь-Шань уже после каледонского цикла, а Южный Тянь-Шань после герцинского цикла превратились в платформу. В конце палеозоя в течение всего мезозоя и палеогена Тянь-Шань развивался как платформа, интенсивные процессы деформации выравнивали здесь рельеф. Но в неогеновый и четвертичный периоды эта молодая платформа испытала значительную активизацию тектонических движений, выразившуюся в интенсивных поднятиях и относительных провалах. На ее месте образовался современный высокогорный рельеф Тянь-Шаня, где высочайшие поднятия — хребты чередуются с глубокими межгорными впадинами. Общий размах вертикальных тектонических движений за весь неоген-четвертичный этап составил величину порядка 10—15 км. Образующиеся как бы очень крупные волны (мегаскладки) под-

нятий и прогибов сочетаются с системой глубоких разломов, особенно развитых на границе хребтов и впадин и разделяющих земную кору на отдельные глыбы. Сочетание волновых изгибов с глыбовыми движениями создает своеобразную структуру Тянь-Шаня, называемую *глыбово-волновой* (В. В. Белоусов).

В результате всех этих преобразований в Урало-Тянь-Шаньской области выделились следующие плиты и горные сооружения как самостоятельные геологические районы:

Западно-Сибирская плита. Занимает почти всю Западно-Сибирскую низменность, площадь которой составляет около 3,5 млн. км². В центральной части плиты прослеживается ряд впадин — синеклиз: Омская, Ханты-Мансийская, Надымская, Усть-Енисейская.

Фундамент плиты преимущественно герцинский, лишь участки плиты, примыкающие к Казахскому мелкосопочнику, каледонского возраста. Мощность чехла достигает 3,5 км, а на севере — даже свыше 5 км.

Туранская плита. По своим размерам уступает Западно-Сибирской. Она охватывает территорию Туранской низменности (площадь свыше 2 млн. км²), плато Устюрт, восточное побережье Каспийского моря (включая и п-ов Мангышлак), Тургайское плато. Обширные, в основном, равнинные, пространства Туранской низменности заняты песчаными пустынями Кызылкум и Каракум. На севере плиты располагается Аральское море.

На Туранской плите выделяют Центрально-Каракумский свод, Тургайскую синеклизу и другие структуры. Фундамент герцинского и каледонского возраста залегает на глубине 4—6 км, а на юго-востоке плиты даже до 10 км.

Скифская плита площадью около 350 тыс. км² протягивается в виде длинной сравнительно узкой полосы между Русской платформой и альпийскими структурами Балкан, горного Крыма и Кавказа. На востоке Скифская плита сливается с южной частью Туранской плиты.

В структурах чехла выделяются два поднятия: Ставропольское (в пределах Кавказской части плиты) и Тарханкутское (в степной части Крыма) и др.

Фундамент герцинского возраста залегает на глубине 2—3 км.

Глыбовые горные сооружения располагаются в южной части Урало-Тянь-Шаньской области и состоят из каледонских и герцинских структур: Памира, Тянь-Шаня, Казахского мелкосопочника, Алтая и Саян.

5. Сибирская платформа располагается в центре Азиатской части СССР, между бассейнами рек Енисей и Лена. Северная граница условно проводится по прямой до дельты Лены (включая только южную часть Таймыра). По долине Лены и Алдана она протягивается на юго-восток вплоть до Охотского моря, здесь поворачивается на юго-запад и вдоль южных склонов Станового хребта доходит примерно до г. Читы, далее по северному

берегу озера Байкал — до г. Иркутска, затем по Восточным Саянам до г. Красноярска.

Кристаллический фундамент докембрийского возраста, залегающий на глубине 8—10 км, выступая на дневную поверхность, образует два щита: алданский — наиболее крупный выход докембрия на юго-востоке платформы, в бассейне р. Алдан и анабарский — на севере платформы, в бассейне р. Анабар.

Остальная часть фундамента перекрыта мощным чехлом (плитой) морских и континентальных отложений палеозойского и мезозойского возрастов.

Структурами платформенного чехла являются — Тунгусская и Вилюйская синеклизы, Хатангский прогиб и другие.

6. Байкальская область примыкает к южному краю Сибирской платформы. В ее состав входят западное и восточное Прибайкалье, бассейн р. Витим и Патомское нагорье. Эта область, включающая хребты Баргузинский, Хамар-Дабан, Байкальский, является складчатым сооружением каледонской эпохи горообразования и относится к Байкальскому рифтовому поясу протяженностью до 2500 км. Она представляет собой систему сложных, взаимосвязанных грабенов, среди которых находится рифтовая впадина Байкала протяженностью около 800 км и вертикальной амплитудой смещения до 5—7 км. Впадина в значительной части заполнена кайнозойскими осадками, что и определяет современную глубину озера Байкал (1620 м).

7. Верхоянско-Приамурская область находится на северо-востоке и востоке СССР и является частью огромного Тихоокеанского геосинклинального пояса. На западе эта область граничит с Сибирской платформой, на юго-западе — с Байкальской областью, на северо-востоке — с альпийскими структурами того же Тихоокеанского геосинклинального пояса (Камчатско-Сахалинской областью).

По особенностям геологического строения эту область можно разделить на две самостоятельные области — Верхоянскую и Амурскую.

Верхоянская область расположена на севере и включает пространство от р. Лены до п-ва Камчатка. К ней относятся хребты Верхоянский и Черского, бассейны рек Яны, Индигирки и Колымы, Новосибирские о-ва, о-в Врангеля, Анадырское плоскогорье, Чукотский п-ов.

Амурская область находится на юге и занимает пространство бассейна среднего и нижнего Амура, включая хребет Сихотэ-Алинь.

В целом Верхоянско-Приамурская область сформировалась в киммерийскую (мезозойскую) эпоху горообразования и представляет собой сочетание антиклинальных и синклинальных структур, таких, как Верхоянская, Яно-Колымская антиклинальные зоны, докембрийских срединных массивов — Колымский и Ханкайский

(на его территории находится оз. Ханка), антиклинориев — Сихотэ-Алиньский, Тетюхинский и других структур.

8. Камчатско-Сахалинская область относится к Тихоокеанскому геосинклинальному поясу альпийской эпохи горообразования. В пределы этой области входят Корякское нагорье, п-ов Камчатка, вулканические о-ва Курильской гряды и о. Сахалин. Между ними располагается Охотское море. С внешней стороны гряда Курильских о-ов и Камчатка ограничены глубоким Курило-Камчатским желобом.

356615

В акватории Охотского моря различают Охотоморскую плиту и Курильскую геосинклинальную котловину. Наземная часть области характеризуется гористым рельефом. Здесь альпийское горообразование проявляется интенсивно и в настоящее время и выражается вулканической активностью, например, на Камчатке насчитывается около 90 вулканов, из них 28 действующих, а на Курильских о-вах— 130 вулканов, из них 39 действующих.

Краткое описание геологической карты СССР

Территория СССР имеет сложное геологическое строение. В ее пределах установлены породы практически всех систем от докембрия и до современных четвертичных отложений. Чтобы при изучении Геологической карты СССР не рассеивалось внимание на мелочи, в описании ее приводятся крупные площади распространения геологических систем (от более древних к молодым).

Докембрийские образования ($P\in$) выходят на дневную поверхность на Балтийском щите — в пределах СССР занимают территорию Кольского п-ва и Карелии, на Украинском щите, слагают осевые части Кавказа, Урала. В азиатской части СССР наблюдаются выходы в бассейнах рек Алдан и Анабар (Алданский и Анабарский щиты), в горах Тянь-Шань, на юге Сибирской платформы, в горах Западной Сибири и Средней Азии.

Кембрийская система ($\in$). В среднем и позднем кембрии Русская платформа в пределах территории СССР была приподнята и подверглась процессам денудации, поэтому породы этого возраста имеют ограниченное распространение. Они встречаются лишь по южному побережью Финского залива, в Карельской АССР. Отдельные выходы наблюдаются в Уральской и Байкальской областях, в горах Средней Азии и Западной Сибири.

Особенно широко развиты отложения кембрийской системы на Сибирской платформе, достигающие мощности во впадинах до 5 км.

Ордовикская система (О). На территории Русской платформы отложения ордовика развиты в ее северо-западной части: по берегу Финского залива, в Прибалтике, в Ленинградской и Вологодской областях, в юго-западной части Украины. На Сибирской платформе выходы отложений ордовика имеются по окраинам щитов, на севере, востоке и юге платформы.

Российский государственный гидрометеорологический институт БИБЛИОТЕКА 195196, СПб, Малоохтинский пр., 98

Силурийская система (S). Силурийские толщи накапливались на территории СССР в тех же районах платформ, что и в ордовике. На Русской платформе они выходят на поверхность в западной и северо-западных ее частях, на западном склоне Украинского щита и в бассейне р. Днестр.

На Сибирской платформе отложения силура наблюдаются в ее северо-западной части. Встречаются отдельные выходы пород силурийской системы на Урале, в бассейне р. Вилюй, Северном Тянь-Шане, Казахском мелкосопочнике, на Алтае.

Девонская система (D). Отложения девона широко развиты на территории Русской платформы на северо-западе, в районе «Главного девонского поля» (Белоруссия, Прибалтика), отчетливо выраженного на геологической карте СССР, а также на Среднерусской возвышенности («Центральное девонское поле), в Донбассе, в Уральской области, в горах Средней Азии, Казахстане, на юго-западе Сибирской платформы.

Каменноугольная система (C). Отложения каменноугольной системы широко развиты на территории СССР, особенно в пределах Русской платформы и в Урало-Тянь-Шаньской области. В пределах Русской платформы с отложениями этой системы связаны Подмосковный, Камский и Донецкий угольные бассейны. Распространены отложения карбона на Урале, в Средней Азии и Западной Сибири.

Пермская система (P). На территории Русской платформы пермские отложения выходят на дневную поверхность на северо-востоке, в районе Донбасса. Большие выходы пород этой системы распространены вдоль западного склона Уральских гор. С ними связаны промышленные месторождения соли в Донбассе, Прикаспии.

В районе Большого Кавказа, на Сибирской платформе, в горах Западной Сибири накапливались континентальные толщи пермских отложений. Морские толщи Перми распространены на п-ве Таймыр, в Верхоянской области, на Памире, Тянь-Шане.

Триасовая система (T). Отложения триаса на Русской платформе накапливались во впадинах (Московской, Украинской, Прикаспийской и др.). Они распространены на северо-западном склоне Кавказа, южном берегу Крыма.

Широко распространены континентальные осадки триаса на Сибирской платформе. Морские фации встречаются в складчатых сооружениях Средней Азии и в пределах Верхоянско-Приамурской области.

Юрская система (J). На территории Русской платформы отложения юрской системы широко распространены. Ими сложены гряды Крымских и Кавказских гор.

Морские отложения юры распространены по юго-восточному краю Западно-Сибирской плиты, в бассейне р. Лены и в Верхоянско-Приамурской области.

Меловая система (K). Меловые отложения широко представлены на востоке, юго-востоке и юге Русской платформы. Ими сложены территории Крымско-Кавказской области, в Азиатской части СССР — Каракумская плита, юго-восточный край Западно-Сибирской плиты. На Сибирской платформе выходы пород меловой системы распространены по северо-восточному краю. Наблюдаются выходы этих отложений и в пределах Верхоянско-Приамурской области.

Палеогеновая (P) и неогеновая (N) системы обнажаются в южной части Русской плиты. Они выстилают Днепровско-Донецкую впадину и северо-восточную окраину Прикаспийской синеклизы, слагают Воронежскую антеклизу, Западно-Сибирскую и Туранскую плиты, встречаются в Крымско-Кавказской и Камчатско-Сахалинской областях.

Четвертичная система (Q) на геологической карте СССР масштаба 1 : 7 500 000 не показана, кроме районов, где не установлен возраст подстилающих более древних пород (Туранская и Западно-Сибирская плиты и др.) или там, где мощность их большая. Так как породы четвертичной системы имеют на территории СССР повсеместное распространение и покрывают как бы плащом более древние образования, составлены специальные карты четвертичных отложений.

ОТЧЕТНОСТЬ: студенты представляют описание двух тектонических областей (одной — в Европейской, другой — в Азиатской частях СССР) по следующей схеме: границы тектонической области; эпоха горообразования; особенности тектонического строения (какие плиты, щиты, глыбовые горные сооружения и т. п. выделяются в данной области); краткая характеристика геологического строения территории.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЗАЛЕГАНИЯ НАКЛОННОГО СЛОЯ ГОРНЫМ КОМПАСОМ

Цель работы — знакомство с устройством горного компаса, измерение азимута простирания, азимута падения, угла падения; замер азимута заданного направления.

Для точной характеристики геологической структуры, нанесения любого слоя на карту необходимо иметь представление об ориентировке слоя в пространстве относительно стран света. Для этой цели введено понятие об элементах залегания слоя, которыми являются простирание, падение и угол падения (рис. 5).

Простиранием (линией простирания) называется линия пересечения слоя с горизонтальной плоскостью (*а — а*).

Падением (линией падения) называется направление максимального наклона слоя к горизонту. Линия падения перпендикулярна линии простирания и направлена по падению пласта (*в — в*).

Углом падения (α) называется угол, образованный при пересечении линии падения с ее проекцией на горизонтальную плоскость. Угол падения не может быть больше 90°.

Положение пласта в пространстве измеряется в градусах при помощи горного компаса; при этом простирание и падение определяются их азимутами. Азимут отсчитывается по часовой стрелке и может иметь значение от 0° до 360°.

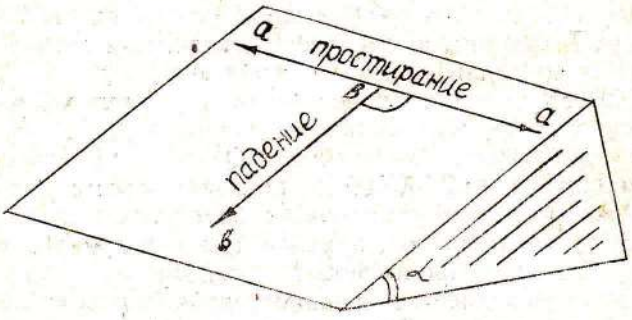

Рис. 5. Элементы залегания слоя: *а — а* — линия простирания; *в — в* — линия падения; *α* — угол падения

Азимутом простирания называется угол между северным направлением географического меридиана и линией простирания. Линия простирания имеет два диаметрально противоположных направления, а следовательно, и два азимута, различающихся между собой на 180°.

Азимутом падения называется угол между северным направлением географического меридиана и проекцией линии падения на горизонтальную плоскость.

Измерение элементов залегания наклонного слоя с помощью горного компаса производится в обнажениях, т. е. в выходах горных пород на поверхность.

Горный компас представляет собой простейший и вместе с тем универсальный измерительный прибор, применяемый как для измерения элементов залегания слоя, так и для ориентировки на местности и привязки обнажений при глазомерной съемке. От обычного компаса он отличается, во-первых, тем, что представляет собой сочетание компаса с отвесом, и, во-вторых, тем, что лимб горного компаса градуирован не по часовой стрелке, как у обычного компаса, а против часовой стрелки (т. е. В-восток — находится слева, а З-запад — справа). Это связано с принципиально иным методом определения азимутов горным компасом в сравнении с методом пользования обычным компасом. Горный компас смонтирован на немагнитной прямоугольной пластине, в ко-

торой длинная сторона параллельна направлению «север-юг», а короткая — «восток-запад» (рис. 6). В центре лимба, разделенного на 360°, насажена магнитная стрелка, северный конец которой закрашен в белый, красный или черный цвет. Шкала отвеса (полулимба) градуирована от 0° до 90° в обе стороны. У большинства горных компасов цифры обозначают десятки градусов. Цена деления лимба и полулимба 1°. В правом нижнем (если смотреть сверху) углу горного компаса имеется винт, вращением которого посредством рычажка стрелка прижимается к стеклу («ретируется»). Чтобы сохранить чувствительность компаса, надо держать стрелку прижатой к стеклу, опуская ее на иглу только при замерах азимутальных углов.

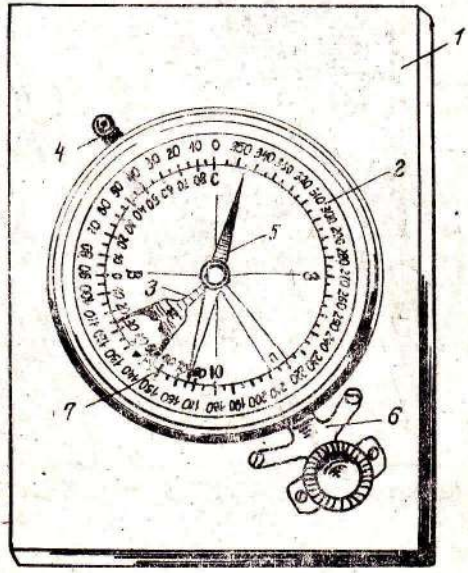

Рис. 6. Горный компас:
1 — прямоугольная пластина; *2* — большой лимб; *3* — клинометр; *4* — рычажок закрепления; *5* — стрелка; *6* — конец рычага; *7* — полулимб

Элементы залегания слоя горным компасом замеряются следующим образом (рис. 7).

Для замера азимута простирания компас в горизонтальном положении длинным ребром прикладывают к пласту вдоль линии простирания (рис. 7.I). Так как простирание имеет два диаметрально противоположных направления, то берется отсчет лишь по одному из них, обычно по концу стрелки, остановившейся в северном румбе (СВ или СЗ).

Для отсчета азимута падения пластинку компаса в горизонтальном положении прикладывают короткой стороной к пласту по линии простирания так, чтобы север на лимбе был направлен по падению (рис. 7.II), и берут отсчет по северному концу магнитной стрелки.

Угол падения измеряют по показанию отвеса, прикладывая компас в вертикальном положении ребром по линии падения, предварительно ретировав магнитную стрелку (рис. 7.III).

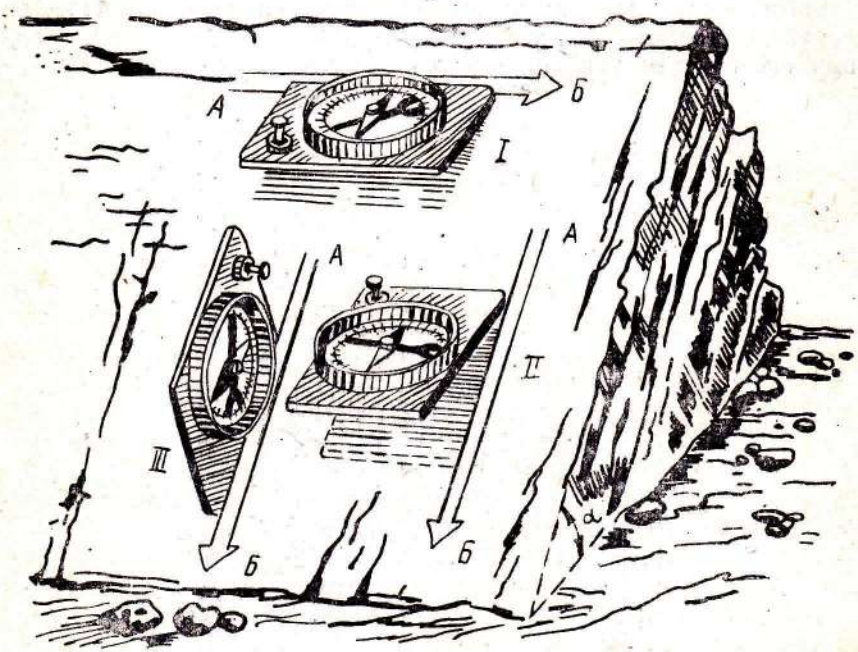

Рис. 7. Замеры элементов залегания наклонного слоя горным компасом

Чтобы избежать возможных ошибок, кроме цифры азимута, часто еще указывают начальными буквами часть света. Значок градусов обычно не ставят. Запись может иметь, например, следующий вид: Аз. прост. СЗ 310, аз. пад. СВ 48, ∠32. При работе с горным компасом возможная ошибка в измерениях допускается в пределах 1—2°. Разность между показателями простирания и падения должна быть или 90°, или 270°±1—2°. Если цифры не совпадут, измерение элементов залегания нужно повторить.

Для замера азимута любого заданного направления север лимба горного компаса направляют на визируемый предмет и берут отсчет по северному концу магнитной стрелки.

ОТЧЕТНОСТЬ: студенты на макетах замеряют элементы залегания горным компасом, определяют азимут заданного направления.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

ЧТЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

После того как студенты познакомились с геологическими картами, их типами, масштабами, усвоили геохронологическую шкалу, они приступают к выполнению лабораторной работы «Чтение геологических карт».

Цель работы — изучение различных форм залегания горных пород в земной коре, взаимоотношений между слоями пород, последовательности образования тектонических структур, геологической истории исследуемого района.

Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы по чтению геологической карты, необходимо усвоить особенности изображения на картах разного масштаба различных форм залегания слоев горных пород: горизонтального, наклонного (моноклинального), складчатых структур и разрывных нарушений.

Изображение горизонтально залегающих слоев на геологической карте

Горизонтальным залеганием горных пород называют такое залегание, когда поверхность напластования слоев в целом совпадает с горизонтальной плоскостью.

На крупномасштабных геологических картах с горизонталями рельефа границы горизонтальных пластов или свит идут почти параллельно горизонталям рельефа (см. рис. 1). На среднемасштабных картах границы слоев в некоторых местах под небольшими углами пересекают горизонтали.

При слабо расчлененном рельефе горизонтально залегающие слои на карте отображаются либо в виде одного сплошного поля, закрашенного в цвет наиболее молодого пласта коренных пород, либо в виде нескольких широких полос. Только при горизонтальном залегании может быть такая картина, ибо если пласт был бы наклонным, то на карту (т. е. на горизонтальную плоскость) он спроектировался бы в виде относительно узкой полосы, а не сплошного поля (рис. 8).

При достаточной расчлененности рельефа слои имеют вид более или менее параллельных полос, концентрически охватывающих возвышенности. В долинах рек и оврагах эти полосы вытянуты вдоль склонов, причем границы слоев (полос) следуют параллельно изгибам речных долин, заходя в долины их притоков (см. рис. 1).

На мелкомасштабных геологических картах с равнинным рельефом (не расчлененных речными долинами) горизонтально залегающие слои изображаются в виде пятен различной формы.

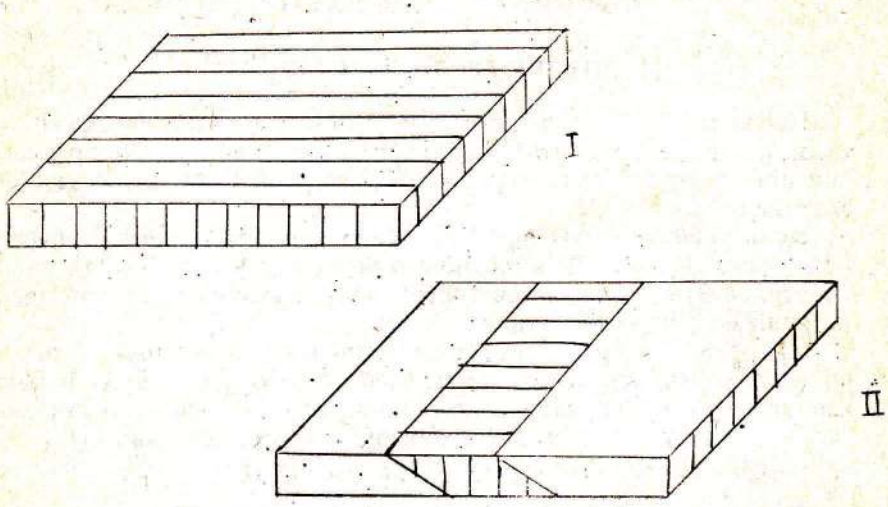

Рис. 8. Проекция на горизонтальную плоскость горизонтального (I) и наклонного (II) слоя (штриховка)

Изображение наклонного (моноклинально залегающего) слоя на геологической карте

Наклонное залегание слоев, как правило, свидетельствует о вторичных изменениях положения слоистости, т. е. о нарушении залегания.

Нарушением, или дислокацией (лат. *dislocatio* — смещение) называется всякое отклонение слоев горных пород от их первоначального (первичного, чаще всего горизонтального) положения.

В большинстве случаев нарушения вызываются тектоническими движениями, поэтому их называют тектоническими нарушениями. Если же они связаны с нетектоническими деформациями земной коры, например, с движением масс льда в континентальных ледниках, прогибами слоев над карстовыми пустотами, оползнями и т. п., то к слову «нарушение» добавляется соответствующее прилагательное — ледниковое нарушение, провальное нарушение, оползневое нарушение и т. д.

Наклонное залегание является простейшей тектонической дислокацией и наиболее часто встречающейся общей формой дислокаций. Все складчатые и многие разрывные структуры можно в конечном счете свести к комбинациям наклонно залегающих под разными углами и в различных направлениях слоев. Частным слу-

чаем наклонного залегания является *моноклинальное* залегание, т. е. наклон пластов строго в одну сторону под постоянным углом.

Структурная форма, характеризующаяся моноклинальным залеганием слоев на значительном протяжении называется *моноклиналью.*

На геологической карте наклонные пласты изображаются в виде полос различной ширины. Ширина полос зависит от мощности слоя, угла наклона и рельефа местности (рис. 9).

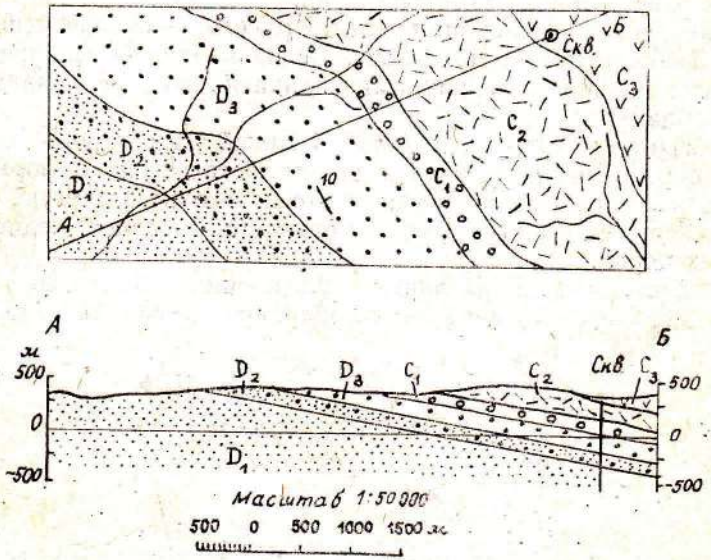

Рис. 9. Геологическая карта и геологический разрез района сложного наклона (моноклинально) залегающими слоями

При горизонтальной поверхности земли границы моноклинально залегающего пласта образуют строго параллельные полосы.

При неровном (пересеченном) рельефе границы пласта изгибаются, причем чем меньше угол падения пласта, тем большее влияние на конфигурацию пластов оказывает рельеф. При величине угла падения порядка 5—7° границы пластов еще почти параллельны горизонталям; при больших углах падения они резко не согласуются с горизонталями (пересекаются ими).

Направление падения наклонных пластов определяют по возрасту (если не указаны на карте элементы залегания пласта): они обычно наклонены в сторону более молодых пород.

Изображение складок на геологической карте

Подробно о складчатых формах залегания слоев горных пород, о причинах их образования и механизме формирования различных тектонических структур рассказывается в теоретической части курса [1, 2, 3]. Здесь же мы останавливаемся лишь на характеристике главнейших складчатых форм, как они выглядят в поперечных вертикальных разрезах и их выражении на геологических картах.

Складчатые нарушения, или пликативные дислокации, представляют собой более сложные, чем моноклинали, нарушения первичного залегания слоев горных пород.

Пликативные дислокации (лат. *plicatus* — складчатый) являются результатом изгиба слоев. Основными формами и основными элементарными единицами пликативных дислокаций являются складки.

Складкой называется волнообразный односторонний изгиб слоев, образовавшийся вследствие пластической деформации. Складка не бесконечна и всегда где-то переходит в другую, смежную с ней складку или затухает и сливается с толщей недислоцированных пород.

В каждой складке различают следующие элементы: замок, крылья, ядро, осевую поверхность, шарнир, ось складки (рис. 10).

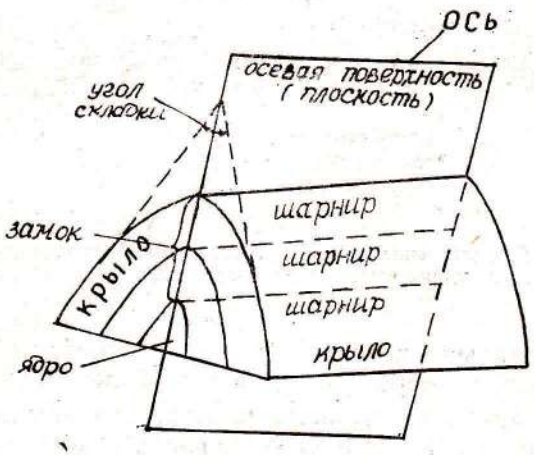

Рис. 10. Элементы антиклинальной складки

Замок (перегиб) — часть складки, где слои перегибаются под наиболее острым углом.

Крылья — склоны складки, идущие от перегиба вверх (у синклинали) или вниз (у антиклинали).

Ядро — внутренняя часть складки.

Осевая поверхность (или, в частном случае, осевая плоскость) — воображаемая поверхность, делящая пополам угол, образованный крыльями складки.

Шарнир — воображаемая линия пересечения осевой поверхности с поверхностью пласта (кровлей или подошвой); шарниров можно провести столько, сколько слоев в складке.

Ось складки — линия пересечения осевой поверхности с горизонтальной плоскостью.

Чтобы научиться читать складки на геологических картах, необходимо четко уяснить: *антиклинальная складка* — это складка, обращенная замком вверх, крылья наклонены от замка, в ядре залегают более древние породы, чем в крыльях; *синклинальная складка* — это складка, обращенная замком вниз, крылья наклонены к замку, в ядре — самые молодые породы, в крыльях — более древние.

На геологических картах складки имеют вид симметричных полос, идущих параллельно центральной, непарной полосе (ядру складки) и пересекающиеся горизонталями и реками.

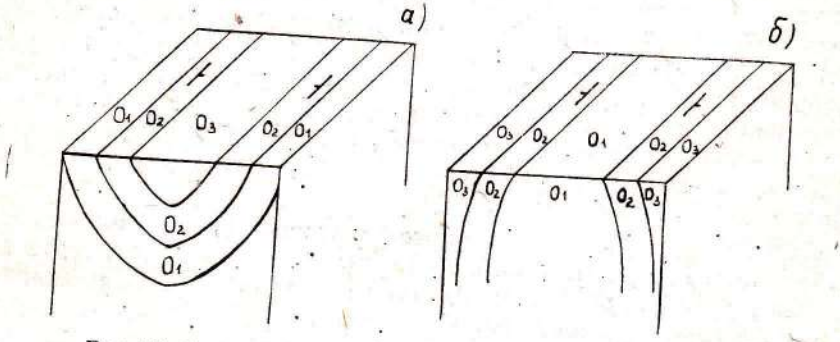

Рис. 11. Синклинальная (*а*) и антиклинальная (*б*) складки

Если непарная полоса на карте будет представлена самым молодым слоем на местности, то на карте будет изображена синклиналь, а непарный слой — ее ядро (рис. 11, *а*). В случае, если непарная полоса на карте будет представлена самым древним слоем на местности, то, следовательно, на карте изображена антиклиналь, а непарный слой будет соответствовать ядру антиклинали (рис. 11, *б*).

Изображение разрывных нарушений на геологической карте

Разрывными нарушениями, или дизъюнктивными дислокациями называют структуры, характеризующиеся нарушением сплошности пород, разделяющей их поверхностью разрыва. Разрывные нарушения подразделяются на две основные группы: 1) разрывные нарушения со смещением, в которых блоки, разде-

ленные поверхностью разрыва, перемещены относительно друг друга в каком-либо направлении; 2) разрывы без смещения (или трещины), когда величина такого перемещения ничтожна или она вообще практически не имеет места.

Образование разрывного нарушения начинается с появления трещины, по которой затем происходит перемещение разделенных ею блоков пород. Процесс этот осуществляется путем отрыва или скалывания напряжений, которые в природной обстановке возникают в результате растяжения, сжатия или сдвига. Движущими силами процесса служат тангенциальные и радиальные (вертикальные) тектонические движения и сила тяжести, проявляющиеся в различной тектонической обстановке, но чаще всего при орогенезе. Поэтому разрывные нарушения сосредоточены преимущественно в геосинклинальных областях любого возраста, начиная от самых древних, превратившихся в кристаллический фундамент платформ, до молодых складчатых зон (гор альпийского типа), где многие разрывные смещения развиваются параллельно со складчатостью. Менее распространены разрывные смещения в осадочном чехле платформ. Здесь они приурочены преимущественно к соляным куполам и диапировым складкам (особенно сбросы).

В основу классификации разрывных нарушений положено два критерия: 1) направление взаимного относительного перемещения расчлененных разрывом блоков пород и 2) угол наклона поверхности перемещения (или сместителя). По этим признакам обычно выделяют четыре главных группы разрывных структур: сбросы, взбросы, надвиги и сдвиги [3].

На обычной геологической карте разрывные нарушения изображаются красными или черными жирными линиями. На карте ее получают путем проектирования линии тектонического нарушения на местности на горизонтальную плоскость.

При вертикальном положении плоскости сместителя линия сброса (или сдвига) на карте изобразится прямой, положение которой не зависит от характера рельефа, а определяется простиранием сместителя. Если же поверхность сместителя не плоская, даже при ее вертикальном положении, линия разрывного смещения может изгибаться.

При наклонном положении сместителя линия сброса (взброса, надвига) будет прямой лишь при горизонтальной поверхности Земли, а при расчлененном рельефе она изобразится извилистой кривой, отклоняющейся на участках понижения в сторону падения плоскости смещения (рис. 12).

Направление и угол падения сместителя наклонных разрывных нарушений на карте нередко обозначают черным штрихом и цифрой. Если условного знака не имеется, то направление и угол наклона сместителя по карте устанавливают приблизительно, в соответствии с рельефом, или его показывают вертикально.

При определении на карте относительного смещения боков сброса, взброса или надвига в первую очередь сопоставляют возраст пород на смежных боках. Благодаря денудации, которая срезает выступающую часть поднятого крыла, на поднятом крыле обнажаются более древние породы, чем на опущенном (рис. 12, 13).

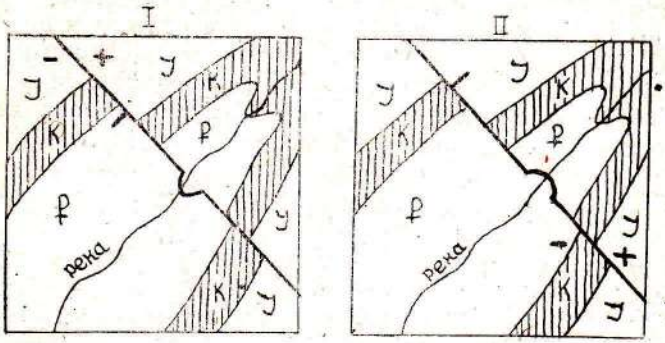

Рис. 12. Определение типа разрывного нарушения по направлению изгиба линии разрыва в понижениях рельефа и по относительному возрасту пород на боках. Штрих — направление наклона сместителя; плюс — поднятый, минус — опущенный бока у сброса (I) и выброса (II)

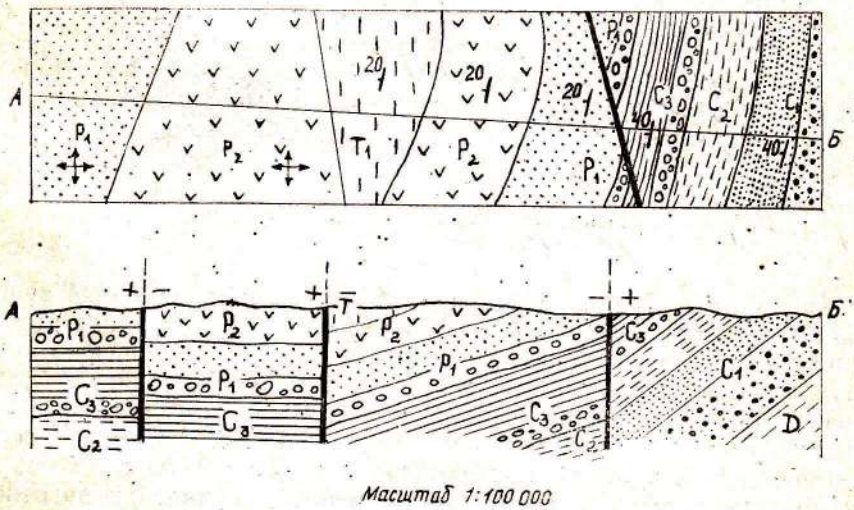

Рис. 13. Геологическая карта и геологический разрез района, сложенного горизонтально и наклонно залегающими слоями, нарушенными сбросами

Тип разрывного нарушения по карте определяется следующим образом:

— сброс от взброса и надвига устанавливается по направлению наклона сместителя по отношению к поднятому или опущенному боку (крылу). Если сместитель наклонен в сторону опущенного крыла, значит разрывное нарушение представляет собой сброс, если в сторону поднятого — взброс или надвиг (рис. 12).

— сдвиг от сброса, взброса или надвига отличают по расстоянию между соответствующими точками в перемещенных блоках. При сдвиге это расстояние (например, ширина ядра разорванной складки) на обоих боках будет одинаковым, тогда как у всех других разрывных структур оно будет разным (рис. 14).

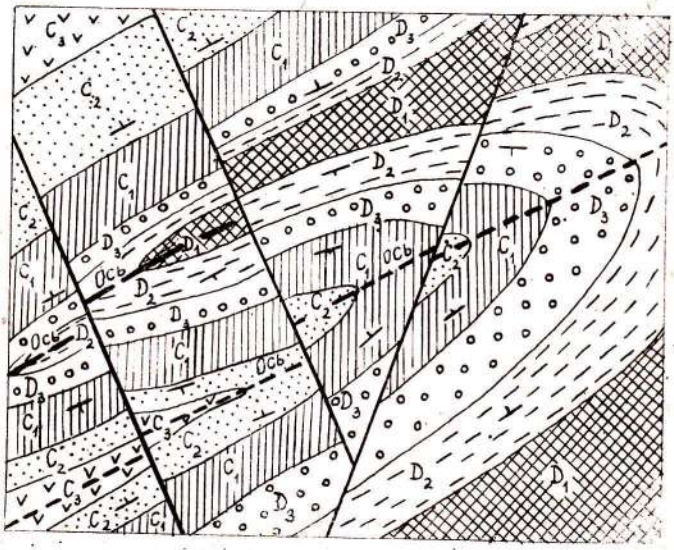

Рис. 14. Геологическая карта со складками, нарушенными сдвигами и сбросом

Различие между взбросом и надвигом устанавливают по величине извилины, образуемой линией тектонического нарушения при пересечении ею понижений рельефа (рек) и по соотношению простирания линии смещения с осями складок. При надвиге его линия в понижениях рельефа образует большую извилину, а сама линия всегда ориентирована почти параллельно осям складок (продольная структура). При взбросах эта линия относительно мало изгибается и может простираться в любом направлении по отношению к осям складок (рис. 13, 10).

Читая геологическую карту, можно установить, согласно или несогласно залегают слои в той местности, которая изображена

на карте. При согласном залегании слоев границы выхода на карте будут параллельны; в случае наличия углового несогласия границы слоев на карте пересекаются между собой и одна серия слоев как бы срезает другую (рис. 15).

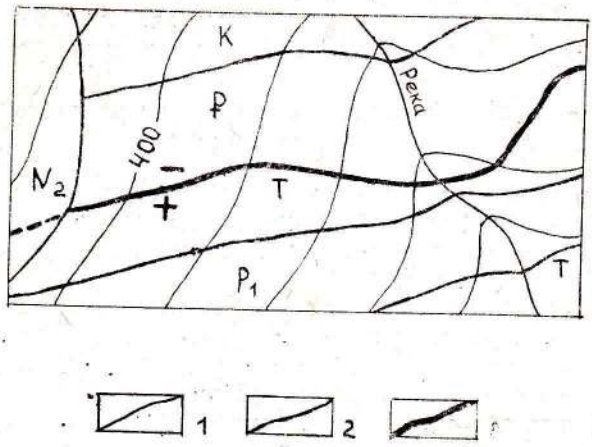

Рис. 15. Изображение надвига на геологической карте: *1* — горизонтали; *2* — границы слоев; *3* — линия надвига (плюс — поднятый бок, минус — опущенный)

ОТЧЕТНОСТЬ: студенты представляют письменное описание учебной геологической карты (планшета) по следующей схеме:

— определить наиболее древние породы и стратиграфическую последовательность всех остальных пород до самых молодых отложений, охарактеризовать их состав, мощность (по стратиграфической колонке);

— установить, какие возрастные горизонты в стратиграфическом разрезе отсутствуют;

— определить условия залегания слоев путем сопоставления выхода пород с рельефом местности. В случае наличия данных, указывающих на наличие наклонного (моноклинального) залегания слоев, установить, в какую сторону наклонены слои.

При наличии складчатого залегания необходимо определить расположение антиклиналей и синклиналей, пользуясь таблицей условных возрастных обозначений горных пород. Если на геологической карте имеются разрывные нарушения, установить, к какому типу это нарушение по своей форме относится.

— определить, какие слои залегают согласно, какие с угловым несогласием.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ПОСТРОЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ С ГОРИЗОНТАЛЬНЫМ И СЛОЖНЫМ ЗАЛЕГАНИЕМ СЛОЕВ

Цель работы — освоение методов построения разрезов по геологическим картам различного масштаба с горизонтальным, наклонным (моноклинальным), складчатым залеганиями слоев горных пород, оформление их согласно общепринятым правилам.

Построение геологического разреза по карте с горизонтальным залеганием слоев

На геологической карте вкрест простиранию пластов проводятся линии геологических разрезов, на концах которых проставляются буквы или римские цифры, например: А — А, Б — Б или I—I, II—II (рис. 16.I).

Каждый студент получает задание, включающее номер планшета-карты и положение линий геологического разреза, по которым обучающийся самостоятельно вычерчивает разрез.

Прежде чем строить геологический разрез, следует вычертить его топографическую основу, т. е. топографический профиль. Для этого на листе миллиметровки прочерчивается горизонтальная линия такой же длины, как и линия разреза на карте, отступив от края листа 5—7 см, где указываются абсолютные отметки и расстояние в метрах. Эта линия называется *условной нулевой линией* профиля. На условной нулевой линии откладываются точки пересечения линии разреза с горизонталями рельефа на карте; под точками указываются их высотные отметки. Затем с одного или с обоих концов условной нулевой линии строят (и надписывают) вертикальный линейный масштаб, одно деление которого должно соответствовать сечению рельефа на карте. По системе прямоугольных координат находят точки поверхности земли в местах пересечения горизонталей разрезом, соединив которые плавной кривой, получают линию топографического профиля (рис. 16.II).

Исключение представляет случай, когда имеют место незначительные колебания высот вдоль линии разреза, причем поставлено условие, что вертикальный масштаб профиля (и разреза) преувеличивать нельзя (например, при складчатом залегании пород). В этом случае при работе с крупномасштабной картой линия топографического профиля изобразится настолько мелкозубчатой кривой, что практически она мало будет отличаться от прямой линии. В таком случае профиль можно не строить, а просто от руки (но не по линейке) провести горизонтальную линию на уровне средней высоты местности по линии разреза на карте. Здесь уже цена вертикального линейного масштаба профиля не зависит от сечения рельефа — ее выбирают, согласуясь с масштабом карты (например, через каждые 2,5 или 10 мм). Расстояние между

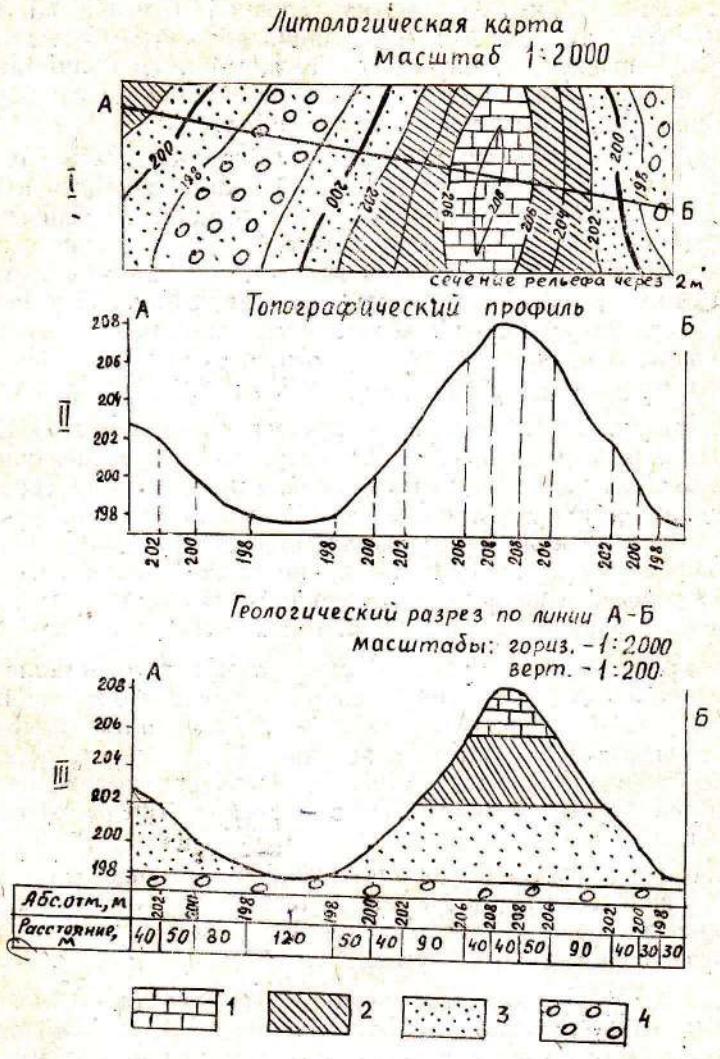

Рис. 16. Последовательность (I—III) построения геологического разреза по карте с горизонтальным залеганием слоев: *1* — известняки; *2* — глины; *3* — пески; *4* — галечник

условной нулевой линией и линией топографического профиля в общем случае принимается равным 3—5 см. В этом промежутке прочерчивается линия, соответствующая абсолютному нулю. Но может быть и так, что отметка условной нулевой линии выше уровня моря, тогда, естественно, линия абсолютного нуля не проводится. В последнем случае за условный нуль принимается отметка, которая должна быть на одно-два сечения ниже самой низкой точки (горизонтали) по линии разреза.

Вертикальный масштаб разреза выбирается в зависимости от масштаба карты, мощности и условий залегания слоев и отчасти характера рельефа. В общем случае вертикальный масштаб разреза берется равным масштабу карты. При малой мощности слоев и их горизонтальном или очень пологом залегании вертикальный масштаб приходится увеличивать, что дает возможность более подробно показать на разрезе все стратиграфические подразделения, выделенные на карте. Обычно соотношение вертикального масштаба к горизонтальному берется 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20.

На топографическую основу разреза наносятся геологические данные. Для этого измеряют ширину выхода каждого пласта по линии разреза на карте и отрезки откладывают на нулевой линии. Еще проще, перегнув лист бумаги по условной нулевой линии, приложить его к линии разреза на карте и перенести нужные точки. Полученные точки с нулевой линии проектируются на линию топографического профиля; от проекций точек проводятся границы пластов в вертикальной плоскости (рис. 16.III).

Условия залегания пород определяют путем сопоставления выходов различных слоев между собой и с рельефом; при наличии на карте знаков, показывающих элементы залегания (направление и угол падения), используют эти данные. В этих случаях необходимо руководствоваться стратиграфическим положением пластов и свит, пересекаемых разрезом на карте (по раскраске и индексам).

Возрастные соотношения слоев на разрезе показываются окраской (и индексами) той же, какой они обозначены на карте, литологический состав — штриховкой. На одном и том же разрезе можно применять и то и другое.

Легенда (условные обозначения) должна быть общей для карты и разреза. Условные обозначения помещаются справа от разреза и заключаются в прямоугольники размером 10×20 мм. Прямоугольник окрашивается соответствующим цветом, с правого бока проставляется его индекс и дается объяснение условного знака (как на карте). Вначале идут условные обозначения стратиграфии осадочных, вулканогенных и метаморфических пород (сверху вниз от более молодых к более древним породам), затем — легенды интрузивных пород и, наконец, объяснение геологических контактов, знаков элементов залегания и пр.

На крупномасштабных картах и собственно разрезах часто отступают от стандартной цветовой геологической шкалы стратиграфических подразделений, т. е. при дробных делениях отделов на ярусы (в других случаях на свиты), а последних на зоны (или горизонты). В таких случаях стратиграфические подразделения одной геологической системы допускается окрашивать дополнительными не свойственными ей цветами, придерживаясь и здесь общего правила: чем моложе, тем светлее тон. Вообще следует стараться не допускать резких отличий дополнительных цветов от основной раскраски отложений данной системы.

Над разрезом надписываются его название и числовые масштабы (горизонтальный и вертикальный), а по сторонам его — ориентировка по странам света (например, ЮЗ — СВ) и по буквам или цифрам, которыми обозначены концы линии разреза на карте (например, А — А или 1 — 1). Цифровые значения вертикального линейного масштаба (сбоку) даются в абсолютных высотных отметках. Под разрезом никаких надписей не делается, кроме указания отдельных абсолютных отметок и расстояния между ними в масштабе карты.

Построение геологического разреза по карте со сложным залеганием слоев

Геологический разрез по карте со сложным залеганием слоев строят, руководствуясь правилами, изложенными выше. Начинают с вычерчивания топографического профиля. Разрезы наклонно залегающих слоев, как правило, строят в одном и том же горизонтальном и вертикальном масштабах.

В случае равнинного рельефа местности, изображенной на карте, когда превышения точек рельефа составят небольшие величины, целесообразно за линию топографического профиля принять горизонтальную линию.

Построив топографический профиль или проведя горизонтальную линию поверхности рельефа, следует на него нанести границы слоев различного возраста. Для этого, пользуясь циркулем-измерителем, перенести с карты на профиль последовательно от одной из начальных точек на линии разреза ширину всех полос выхода слоев на поверхность и точки выхода сместителей разрывных нарушений.

Нанесение на линию профиля точек выхода слоев и сместителей нарушений можно производить и другим способом: сначала необходимые точки с линии разреза карты перенести на край листа бумаги, на котором построен топографический профиль, путем прикладывания его вдоль линии разреза, а затем спроектировать их на линию топографического профиля.

Для лучшей ориентировки, посередине выхода слоев на профиле следует проставить возрастные индексы пород.

Построение разреза начинают с тщательного анализа («чтения») геологической карты. Вначале следует нанести на геологический разрез линии разрывных нарушений (сместители). Обычно они показываются на разрезах красным цветом крутонаклоненными или вертикальными, затем строят складчатые формы, начиная с ядерных частей складок. Продолжают линии падения слоев в смежных крыльях до пересечения и произвольно закругляют складку (рис. 17). Соседние слои проводят параллельно ядерной части.

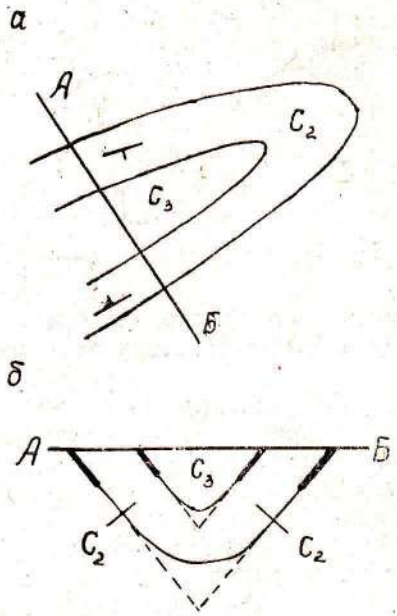

Рис. 17. Построение разреза складки упрощенным способом: *а* — план; *б* — разрез

Если на геологической карте по линии разреза наблюдается несогласное залегание молодых пород на более древних породах, которые не выходят на поверхность профиля, необходимо отразить их в разрезе, выявляя путем «просвечивания» перекрывающего комплекса молодых пород (рис. 18).

Оформление геологического разреза со сложным залеганием производится так же, как это указано при составлении разреза с горизонтальным залеганием.

ОТЧЕТНОСТЬ: студенты самостоятельно вычерчивают два геологических разреза (с горизонтальным и сложным залеганиями) по заранее заданным преподавателем линиям на геологических картах.

Разрез должен быть оформлен тушью, литологический состав показан штриховкой, возраст — цветовой раскраской и возрастным индексом (согласно карте). Все надписи выполняются шрифтом.

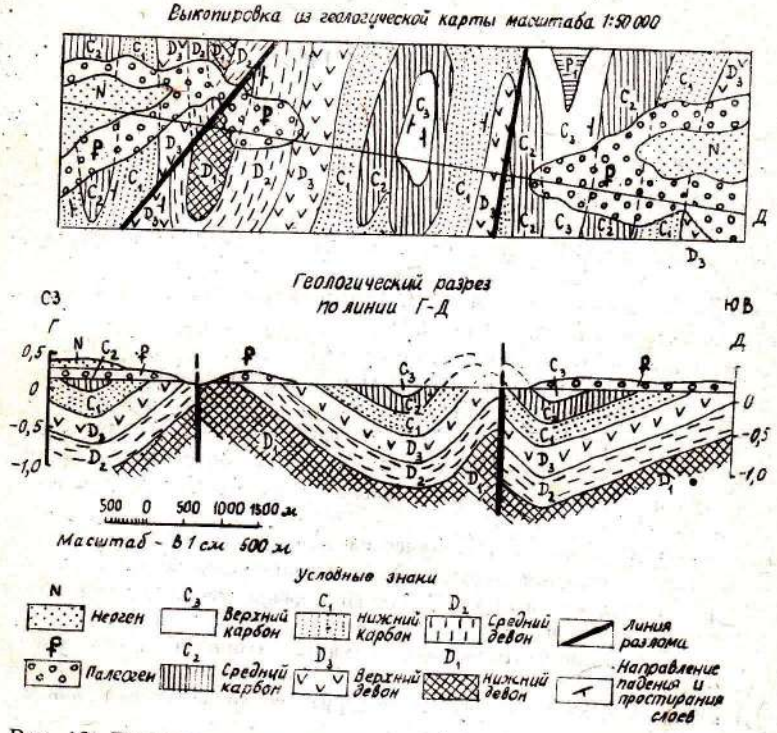

Рис. 18. Построение геологического разреза по карте со сложным залеганием слоев

ЛИТЕРАТУРА

1. *Горбачев А. М.* Общая геология. — М.: Высшая школа, 1981. — 351 с.
2. *Иванова М. Ф.* Общая геология с основами исторической геологии. — М.: Высшая школа, 1980. — 440 с.
3. *Чечкин С. А.* Тектонические движения земной коры. Конспект лекций. Л., изд. ЛПИ, 1985. — 49 с. (ЛГМИ).

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Геологические карты	4
Стратиграфическая колонка и геологический разрез	5
Условные обозначения на геологических картах. Геохронологическая шкала	8
Лабораторная работа № 1. Геологическая карта СССР	11
Геотектоническое районирование СССР	11
Краткое описание геологической карты СССР	17
Лабораторная работа № 2. Измерение элементов залегания наклонного слоя горным компасом	19
Лабораторная работа № 3. Чтение геологических карт	23
Изображение горизонтально залегающих слоев на геологической карте	23
Изображение наклонного (моноклинально залегающего) слоя на геологической карте	24
Изображение складок на геологической карте	26
Изображение разрывных нарушений на геологической карте	27
Лабораторная работа № 4. Построение геологических разрезов с горизонтальным и сложным залеганием слоев	32
Построение геологического разреза по карте с горизонтальным залеганием слоев	32
Построение геологического разреза по карте со сложным залеганием слоев	35
Литература	37

ИННА ВЛАДИМИРОВНА БОЛОТНИКОВА

Лабораторные работы по дисциплине «Основы геофизики»

Тема: «Геологические карты и работа с ними»

Редактор *О. С. Крайнова*

Корректор *Е. Е. Федорова*

Сдано в набор 8.01.90. Подписано в печать 21.09.90. Усл. п. л. 2,4, уч.-изд. л. 2,6. Тираж 500 экз. Формат $60\times90^{1}/_{16}$. Заказ 80. Бесплатно.

ЛГМИ, 195196, Ленинград, Малоохтинский пр., 98.

Типография ВСОК ВМФ.