

Министерство образования Российской Федерации
Кузбасский государственный технический университет

Кафедра геологии

**РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ
НА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТАХ И РАЗРЕЗАХ**

Методические указания к лабораторным работам
по курсу "Геология" раздел "Структурная геология"
для студентов направления подготовки 550600

Составители С.В. Гуков
А.А. Возная

Утверждены на заседании кафедры.
Протокол № 5 от 27.03.2000

Рекомендованы к печати методиче-
ской комиссией по направлению
550600
Протокол № 76 от 28.03.2000

Электронная копия хранится
в библиотеке главного корпуса
КузГТУ

КЕМЕРОВО 2000

ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Цель лабораторной работы – получение навыков анализа геологических карт и построения геологических разрезов с разрывными нарушениями. При этом студент должен научиться определять: направление относительного смещения крыльев разрывного нарушения, величину смещения, тип и возраст разрывного нарушения. В процессе подготовки к выполнению работы студент должен получить представление об основных элементах строения и основных типах разрывных нарушений земной коры.

Содержание лабораторной работы: а) изучение и конспектирование теоретических положений работы; б) построение и описание геологического разреза по заданной линии на геологической карте с определением типа, амплитуды и возраста разрывного нарушения.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Основные понятия

Разрывное нарушение – это нарушение сплошности горных пород вдоль некоторой поверхности, сопровождающееся перемещением разорванных блоков пород друг относительно друга. В литературе наряду с термином разрывное нарушение широко применяют такие термины, как: **разлом, разрыв, дизъюнктивная (разрывная) дислокация, дизъюнктивное нарушение, разрывное смещение, тектонический разрыв.** Размеры разрывных нарушений колеблются в очень широких пределах: протяжённость изменяется от метров до тысяч километров, а величина смещения пород – от сантиметров до десятков, даже сотен километров. Поэтому выделяют местные, локальные, региональные, коровые и общепланетарные (глубинные) разрывные нарушения, которые отличаются длиной, величиной смещения и геологическим значением.

Разломообразование – процесс образования разломов. Образование разломов может быть обусловлено как вертикальными, так и горизонтальными тектоническими движениями земной коры или их комбинациями. Разломы возникают, когда тектонические напряжения превышают предел прочности пород и проявляются хрупкие деформации.

Система разломов – группа разновозрастных нарушений с близкими условиями залегания, относящихся к одному генетическому типу.

Зона разлома – это зона влияния разлома, возникающая при перемещении блоков пород. Она сложена продуктами механического дробления пород или пересечена второстепенными разрывами. С зоной разлома как с областью повышенной проницаемости может быть связано развитие жильной минерализации, метасоматитов, даек магматических пород. Зона разлома присуща каждому разрывному нарушению. Её ширина (мощность) зависит от размеров разлома, величины смещения, состава пород и может изменяться от миллиметров до десятков километров.

Сместитель – поверхность разрыва, поверхность скольжения – это поверхность, по которой произошли разрыв и смещение одного блока пород относительно другого (рис.1). Наклон сместителя может меняться от горизонтального до вертикального. При смещении трение между блоками выравнивает и полирует сместитель до гладкой блестящей поверхности, которая называется *зеркалом скольжения*. В результате истирающего действия твёрдых частиц породы или минералов на сместителе могут оставаться *штрихи и борозды скольжения*. Они ориентированы параллельно направлению смещения.

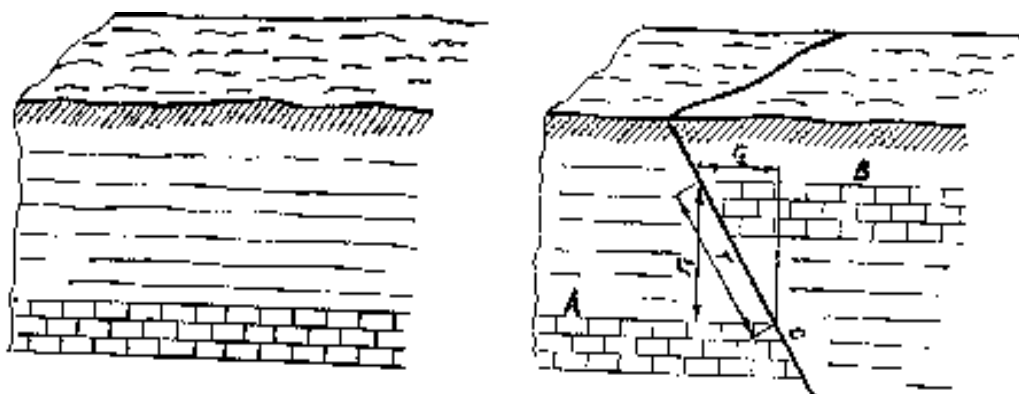


Рис.1. Элементы разрывного нарушения:

а – первичное залегание пород, до смещения;

б – после смещения и последующей денудации поднятого блока.

А – лежачее крыло; Б – висячее крыло;

Амплитуды смещения: r – истинная; r_1 – вертикальная; r_2 – горизонтальная.

С – сместитель

Блоки (крылья, бока) разлома – это примыкающие к сместителю блоки горных пород, сместившиеся друг относительно друга (рис.1). Крылья разлома, в зависимости от положения друг относительно друга, могут быть опущенными или приподнятыми. *Опущенным* называется тот блок или крыло, которое смещено вниз по отношению к другому, *поднятым* – крыло, смещенное вверх по отношению к

противоположному крылу. Здесь имеются в виду *относительные* перемещения, т.е. возможно оба крыла приподняты (или опущены), но с различной скоростью, или одно из крыльев остаётся неподвижным, а другое – перемещается. При наклонном положении сместителя крыло, расположенное **над** сместителем, называется *висячим*, а **под** сместителем – *лежачим*. При вертикальном сместителе крылья называются в географических координатах, например, северное и южное крылья, западное и восточное.

Амплитуда смещения – величина смещения блоков относительно друг друга (рис.1). *Истинная амплитуда смещения* определяется по расстоянию между двумя сопряжёнными до разрыва точками по сместителю. *Вертикальная амплитуда* – это вертикальная составляющая истинной амплитуды, равная расстоянию по вертикали между смещёнными сопряжёнными точками на боках разрыва. *Горизонтальная амплитуда* – это горизонтальная составляющая истинной амплитуды. Амплитуда смещения может измеряться сантиметрами, метрами и даже километрами.

Линия сместителя – линия разрывного нарушения, след разлома – это линия, образующаяся от пересечения сместителя с поверхностью рельефа местности (рис.8).

Положение сместителя в пространстве характеризуется *элементами залегания: азимутом падения и углом падения*. Определение элементов залегания сместителя производится теми же способами, что и элементов залегания слоя и других плоскостей.

2. Классификация разрывных нарушений

В геологии, маркшейдерском и горном деле наибольшее распространение получила **морфологическая классификация разрывных нарушений**. В её основу положены два критерия: а) направление относительного смещения крыльев разлома; б) направление и угол падения сместителя. По этим признакам выделяют пять главных групп разрывных структур: сбросы, раздвиги, взбросы, надвиги и сдвиги. Эта классификация имеет в известной мере генетический смысл, разделяя разломы на образованные либо *в условиях сжатия* (взбросы, надвиги, сдвиги), либо *в условиях растяжения* (сбросы, раздвиги) *земной коры*.

Сбросы – разрывные нарушения, в которых висячее крыло опущено по сместителю, а лежащее – приподнято; сместитель наклонён в сторону опущенного крыла (рис.2). Относительное перемещение происходит в вертикальном направлении, параллельно линии падения

сместителя. В зоне сброса участок земной коры удлиняется на величину, равную горизонтальной амплитуде сброса.

Если сместитель вертикален, то такие разрывные нарушения называются **вертикальными сбросами**.

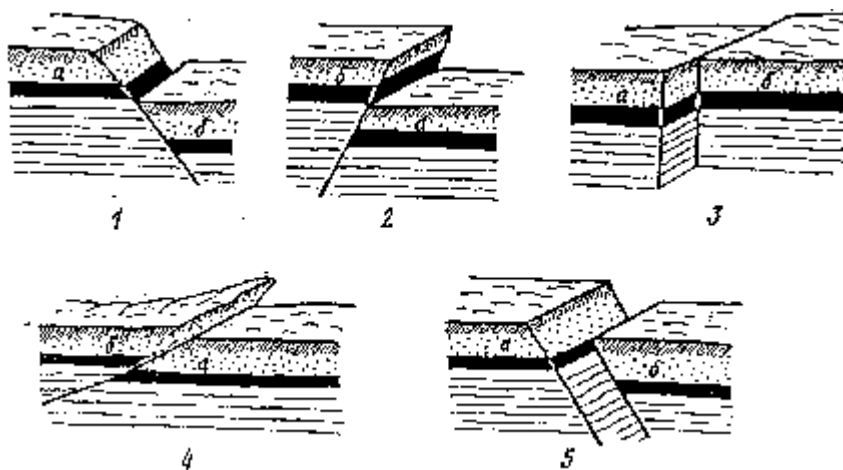


Рис. 2. Типы разрывных нарушений: 1 – сброс; 2 – взброс; 3 – сдвиг; 4 – надвиг; 5 – сбросо-сдвиг; а – лежачее крыло, б – висячее крыло

Взбросы – разрывные нарушения, в которых висячее крыло приподнято по крутому (более 45°) сместителю, а лежачее – опущено; сместитель наклонён в сторону приподнятого крыла (рис.2). Относительное перемещение происходит в вертикальном направлении, параллельно линии падения сместителя. При взбросе и особенно при надвиге висячее крыло не только приподнято, но и перекрывает лежачее крыло. В зоне взброса и надвига участок земной коры сокращается на величину, равную горизонтальной амплитуде взброса, надвига.

Надвиги – разрывные нарушения взбросового типа, обладающие пологим (менее 45°) сместителем; активным у них является висячее крыло, которое перемещается снизу вверх параллельно линии падения сместителя и надвинуто на лежачее крыло (рис.2). В редких случаях, когда активно лежачее крыло, образуются **поддвиги**. Амплитуда надвигов – сотни метров до единиц километров. Надвиги образуются одновременно со складчатостью в процессе пластических деформаций в связи с общим сжатием земной коры. В плане надвиги – всегда продольные разрывы, параллельные осям складок. В генетической связи надвигов со складкообразованием заключается их главное отличие от взбросов.

Сдвиги – разрывные нарушения, в которых относительное перемещение блоков происходит в горизонтальном направлении по линии простирания сместителя (рис.2); сместитель обычно субвертикален. В зависимости от направления перемещения крыла сдвига для наблюдателя, находящегося на другом крыле, различают *правые и левые сдвиги*: если на противоположном крыле сдвига слои относительно наблюдателя смещены вправо, то сдвиг называется правым, если влево – левым сдвигом (рис.3). Главная амплитуда сдвига – это величина смещения

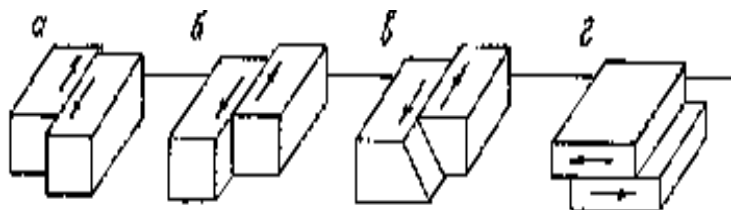


Рис. 3. Сдвиги: а – вертикальный правый; б – вертикальный левый; в – наклонный левый; г – горизонтальный левый

пород по простиранию сместителя, достигающая нередко нескольких километров, десятков и даже сотен километров. Например, у сдвига Сан-Андреас в Калифорнии величина горизонтального смещения составляет 580 км. Сдвиги являются наиболее распространённой группой разрывных нарушений земной коры.

В природе смещение крыльев по сместителю происходит не строго вверх или вниз (в вертикальном направлении по линии падения сместителя) и не в горизонтальном направлении (по линии простирания сместителя), а косо по отношению к горизонту. В этом случае в разрывах проявляются как сдвиговая (горизонтальная), так и взбросовая или сбросовая (вертикальная) составляющие смещения, и такие разрывы называются:

взбросо-сдвигами, сбросо-сдвигами, сдвиго-взбросами или сдвиго-сбросами (рис.4). На второе место ставится название преобладающей составляющей смещения. Например, у взбросо-сдвига перемещение по сместителю преимущественно сдвиговое, с некоторой взбросовой составляющей. К взбросам, сбросо-

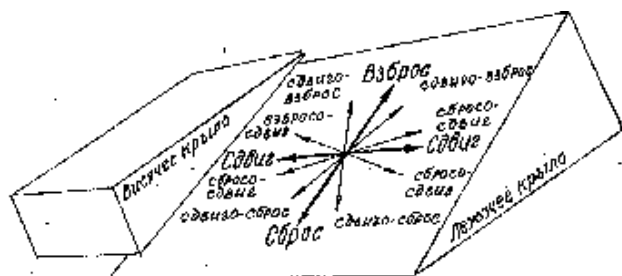
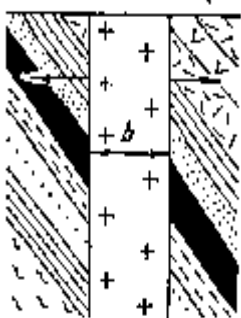


Рис. 4. Морфологическая классификация разрывных нарушений. Стрелки – относительное перемещение висячего крыла (бока, блока)

сам и сдвигам в этом случае относят разрывы, у которых направление относительного смещения совпадает или отклоняется не более чем на 10° от линии падения или линии простирания.

Раздвиги – разрывные нарушения, в которых бока структуры перемещаются перпендикулярно к поверхности (чаще вертикальной) раздвига (рис.5). При раздвиге наблюдается зияние между боками



структуры. При этом раздвиги могут быть расщелинами, но обычно они заполняются жилами, дайками и другими породами. Амплитуда раздвига измеряется перпендикулярно к поверхности разрыва и может достигать десятков метров.

Рис. 5. Схема строения раздвига. b – амплитуда раздвига

В каждой из перечисленных групп разломов в зависимости от структурных отношений разломов и рассекаемых ими горных пород выделяют: а) *поперечные*

разломы (простирание сместителя ориентировано вкрест простирания пород или осей складок); б) *продольные* разломы (простирание сместителя ориентировано согласно простиранию пород или осей складок); в) *косые (диагональные)* разломы. Продольные и косые разломы дополнительно разделяются на: а) *согласные* (направление падения сместителя и рассечённых пород совпадает) и б) *несогласные* (рис.6).

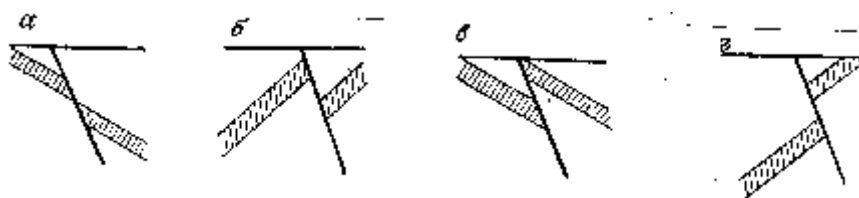


Рис. 6. Сбросы (а – согласный, б – несогласный) и взбросы (в – согласный, г – несогласный)

По отношению ко времени формирования рассекаемых пород среди разломов выделяют: а) *конседиментационные* (разломы формируются одновременно с осадконакоплением) и б) *постседиментационные* (разломы формируются после отложения осадков). Первые распознаются по различиям мощности и (или) фаций одновозрастных осадков по обе стороны от разлома.

В шахтной геологии по протяжённости и амплитуде смещения разрывные нарушения подразделяются на следующие группы: *очень*

мелкие (протяжённость – до 0,5 км, амплитуда – от десятков сантиметров до 3 м); *мелкие* (протяжённость – 0,5-1 км, амплитуда – 3-15 м); *средние* – (протяжённость – 1-10 км, амплитуда – 5-100 м); *крупные* – (протяжённость – 10-100 км, амплитуда – 100-1000 м); *очень крупные* – (протяжённость – более 100 км, амплитуда – более 1000 м).

Разрывные нарушения нередко образуют системы, которые имеют название: ступенчатый сброс, ступенчатый взброс, чешуйчатый надвиг, грабен и горст (рис.7). **Ступенчатый сброс** – представляет систему параллельных сбросов, по которым наблюдается ступенчатое опускание блоков земной коры: каждое последующее крыло опущено относительно предыдущего. **Ступенчатый взброс** – представляет систему параллельных взбросов, по которым наблюдается ступенчатое поднятие блоков земной коры. **Чешуйчатый надвиг** – система параллельных надвигов с перемещением крыльев в одну сторону.

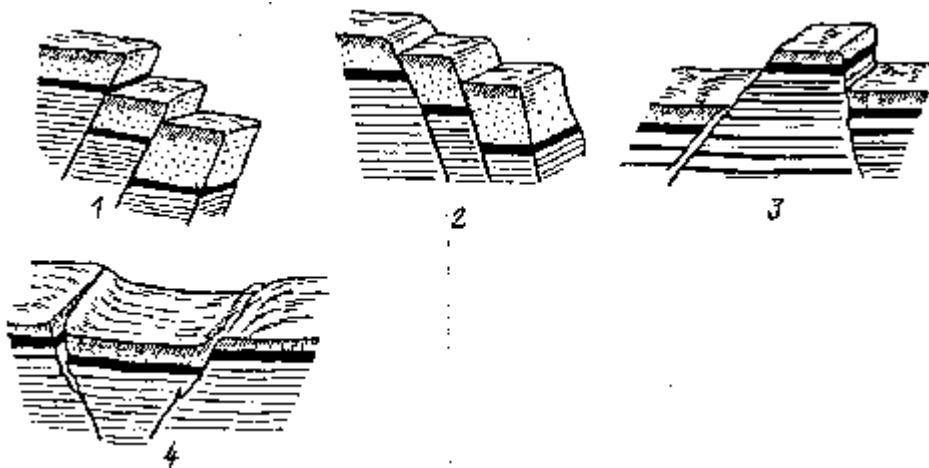


Рис. 7. Системы разрывных нарушений: 1 – ступенчатый взброс; 2 – ступенчатый сброс; 3 – горст; 4 – грабен

Грабен – линейный участок земной коры, ограниченный с двух сторон сбросами или взбросами и опущенный по ним, относительно смежных участков. В результате смещения и последующей денудации приподнятых блоков опущенная часть грабена на земной поверхности сложена более молодыми породами, чем породы, обнажающиеся в краевых относительно приподнятых частях. Крупные грабены (до сотен километров), прослеживающиеся в континентальном или планетарном масштабе, называются **рифтами**. Примеры известных крупных грабенов: озеро Байкал, Красное и Мёртвое моря, Рейнский грабен.

Горст – линейный участок земной коры, ограниченный с двух сторон сбросами или взбросами и поднятый по ним относительно смежных участков. В результате смещения и последующей денудации

приподнятых блоков поднятая центральная часть горста на земной поверхности сложена более древними породами, чем породы, выходящие на поверхность в краевых относительно опущенных частях. Выделяются также **ступенчатые (сложные) грабены и горсты**, когда они ограничены с каждой стороны не одним разрывом, ступенчатыми сбросами или взбросами.

В особый тип разрывных нарушений выделяют глубинные разломы и тектонические покровы. **Тектонические покровы**, или **шарьяжи**, – это очень пологие или горизонтальные надвиги с волнистой поверхностью сместителя и со значительным (на десятки и сотни километров) горизонтальным перемещением всячего крыла. У шарьяжей движется только всячее крыло, которое на большой площади перекрывает более молодые породы неподвижного лежачего крыла. Перемещаются не отдельные складки, а целые складчатые комплексы. Доказано, что складчатое сооружение Салаирского кряжа шарьяжировано (надвинуто) на Кузбасс в восточном направлении более чем на 50 км.

Глубинные разломы – это разломы, разделяющие и смещающие крупные блоки земной коры. Они характеризуются: глубинным заложением (до 700 км); протяжённостью в сотни и тысячи километров; амплитудой смещения от десятков до сотен километров; длительностью развития, которая составляет десятки – сотни миллионов лет. Глубинные разломы представляют собой не один сместитель, а линейную зону, в которой сосредоточены разрывы, интенсивные складчатость и трещиноватость. Ширина этих зон колеблется от одного-двух до десятков километров. Глубинные разломы могут иметь сбросовое, взбросовое, но чаще сдвиговое строение. Их образование связано с планетарными факторами: изменением скорости вращения и формы Земли, изменением характера движения мантийного вещества Земли. Зонам глубинных разломов свойственна повышенная проницаемость, поэтому к ним часто приурочены эффузивные и интрузивные магматические породы, жильные образования, многие виды месторождений полезных ископаемых.

3. Роль разрывных нарушений в геологии и горном деле

Разрывные нарушения оказывают большое, иногда и определяющее влияние на поиски, разведку и разработку месторождений полезных ископаемых (МПИ). При поисках и разведке роль разломов обусловлена тем, что они как ослабленные зоны земной коры служат путями миграции гидротермальных растворов, магмы и могут вмещать многие виды МПИ. При этом разломы определяют размещение, про-

странственную ориентировку и морфологию рудных тел. Разломообразование влияет на коллекторные свойства пород и может приводить к формированию ловушек и коллекторов нефти, газа, подземных вод. Развитие разломов имеет первостепенное значение при формировании рельефа, горообразовании.

В горном деле разломная тектоника создаёт значительные сложности при эксплуатации МПИ. Она во многом определяет инженерно-геологические условия разработки угольных месторождений. Разломы осложняют проведение горно-эксплуатационных выработок, влияют на применение горных машин и механизированных комплексов. Разрывная тектоника должна учитываться при решении вопросов управления кровлей, вентиляции и водоотлива. На тектонически нарушенных шахтных полях усложняется планирование горных работ, удорожается проходка подготовительных и возникает необходимость проведения дополнительных горных выработок, а также увеличиваются общие потери угля в недрах и ухудшается его качество при добыче. Смещение по разлому разрабатываемого пласта может привести к неплановой остановке очистных работ.

Необходимо иметь в виду, что проявление разломов значительно **ухудшает условия безопасного** ведения горных работ. С разломами и зонами разломов связаны внезапные прорывы воды, выбросы газа, завалы, горные удары. Поэтому необходимо заблаговременно выявлять разломы, чтобы предотвратить или свести к минимуму их неблагоприятное влияние на производство и безопасность горных работ. К сожалению, разломы, особенно мелкие, не выявляются на стадии разведки месторождений. В связи с этим горному инженеру необходимо знать признаки, по которым можно выявлять и прогнозировать разрывные нарушения непосредственно в горной выработке. **Признаки разрывных нарушений** следующие.

1. Ясно выраженный сместитель, по которому смещаются пласты угля и пород. Поверхность сместителя обычно приполирована, имеет штрихи и борозды скольжения.

2. Изменение состояния угля и пород по мере продвижения горной выработки:

- а) увеличение систем трещин, интенсивности трещиноватости;
- б) появление и усиление мелкой складчатости;
- в) следы дробления – наличие глыб, обломков, перемятость, рыхлое сложение угля, пород;
- г) проявление жильной минерализации.

3. Усиление горно-геологических процессов: рост водопритока, газовыделения, горного давления и т.п.
4. Забой выработки, проходимой по пласту, вошёл в породу.
5. Кровля или почва угольного пласта смещены относительно первоначального положения.
6. Резкое изменение состава пород кровли или почвы пласта.

ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Задание 1. Определить по геологическому разрезу морфологический тип разрывного нарушения; вычислить: истинную, горизонтальную и вертикальную амплитуды смещения по сместителю, если масштаб построения разреза – 1: 500; 1: 5000; 1: 50000. Варианты заданий приведены в прил. 2.

Задание 2. По фрагменту геологической карты определить морфологический тип разрывного нарушения, его возраст, построить геологический разрез по заданной линии. Варианты заданий приведены в прил. 3.

Задание 3. (Выполняется факультативно). Изобразить в плане и разрезе: 1) сброс, секущий моноклинально залегающие слои вкrest их простирания; 2) сброс, секущий моноклинально залегающие слои параллельно их простиранию и имеющий падение сместителя, несогласное падению нарушаемых им слоёв; 3) сброс, секущий синклиналию складку с горизонтальным шарниром вкrest простирания её оси; 4) горст в пологозалегающей моноклинальной толще; 5) ступенчатый взброс, секущий горизонтально залегающие породы; 6) грабен, образованный двумя сбросами, секущими брахиантиклинальную складку вкrest простирания её оси.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Для выполнения всех заданий требуется **обязательное** знание стратиграфической шкалы Земли (см. прил. 1).

Задание № 1 не должно вызывать затруднений: необходимо знать определения различных типов разрывных нарушений и последовательно выполнить следующие операции:

- 1) определить направление и угол падения разлома или серии разломов;
- 2) выявить висячее крыло разлома и определить опущенным или приподнятым оно является;

3) если висячее крыло опущено, то разрывное нарушение на разрезе может быть сбросом, грабеном или горстом; если же висячее крыло приподнято, то разрывное нарушение на разрезе может быть взбросом, надвигом, грабеном или горстом. Сдвиги по разрезу определяются по отсутствию приподнятого и опущенного крыльев разлома, т.е. по отсутствию вертикальных смещений по сместителю. Раздвиги определяются по горизонтальному отходу стенок сместителя;

4) амплитуды смещения вычислить согласно рис.1 и с учётом масштаба построения разреза;

5) письменно обосновать ответ.

Задание № 2 более сложное. Его выполнение требует знаний и навыков, полученных на предыдущих лабораторных работах, и последовательного выполнения следующих операций:

1) установить условия залегания слоёв вблизи разлома – горизонтальное, моноклиналильное, складчатое, тип складки, особенности рельефа;

2) установить элементы залегания сместителя;

3) определить, не сдвиг ли это;

4) если не сдвиг, то определить приподнятое и относительно опущенное крылья разрыва;

5) учитывая направление и угол падения сместителя, определить морфологический тип разрыва;

6) определить положение разлома в плане относительно простирания слоёв, осей складок (продольный, поперечный или диагональный разлом);

7) определить возраст разлома;

8) построить геологический разрез;

9) письменно обосновать ответ.

Методические указания по выполнению задания № 2 приведены ниже.

МЕТОДИКА АНАЛИЗА КАРТ И ПОСТРОЕНИЯ РАЗРЕЗОВ С РАЗРЫВНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ

1. Условия залегания слоёв вблизи разлома устанавливаются согласно методическим указаниям предыдущих лабораторных работ.

2. Элементы залегания сместителя. На геологической карте разрывы изображают жирной чёрной (ранее изображали красной) линией. Эту линию называют **проекцией линии тектонического нарушения**. Её получают путём проектирования на карту (т.е. на горизонтальную плоскость) соответствующей линии на местности. Поэтому проекция

линии тектонического нарушения на карте может быть прямой или извилистой. Это зависит от угла наклона сместителя и рельефа (рис.8).

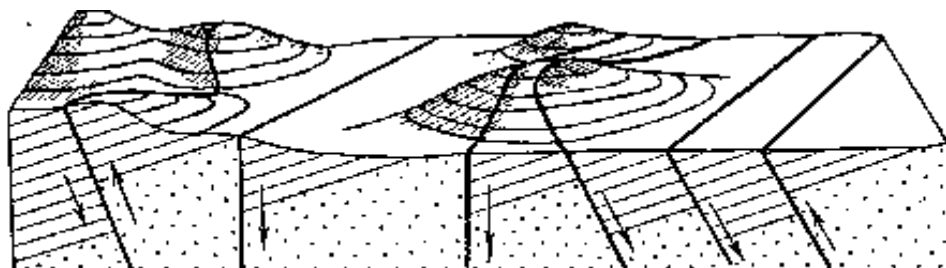


Рис. 8. Формы линий разрывных нарушений в рельефе

Если **поверхность сместителя вертикальная и плоская**, то разлом на карте изобразится прямой линией. Её форма в этом случае не зависит от рельефа, а ориентировка определяется азимутом простирания сместителя. Если азимут простирания сместителя изменяется, то ориентировка линии нарушения также изменяется.

Если **поверхность сместителя наклонная**, то линия тектонического нарушения будет прямой лишь при горизонтальном рельефе, а при расчленённом рельефе разлом на карте изобразится извилистой линией.

Направление и угол падения сместителя разрыва на карте обозначают штрихом (реже стрелкой), направленной в сторону падения, и цифрой, равной углу падения. Если условного штрихового знака не имеется, то направление и угол падения сместителя по карте устанавливают по аналогии с определением элементов залегания наклонного пласта – по направлению изгибов линии нарушения. В общем случае изгибы линии нарушения на участках пониженного рельефа (долины рек, овраги) отклоняются в сторону падения сместителя (рис.9). Чем положе сместитель, тем большую извилину образует линия тектонического нарушения.

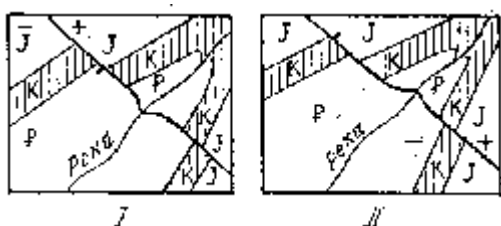


Рис. 9. Определение типа разрывного смещения по направлению изгиба линии разрыва в понижениях рельефа и по относительному возрасту пород на боках. Штрих – направление наклона сместителя; (+) – поднятое, (-) – опущенное крылья у сброса (а) и взброса (б)

3. Сдвиги по карте однозначно устанавливаются лишь при пересечении разломом складок или пластов, даек с различными углами падения. Сдвиги на карте проявляются в смещении по линии разлома осевых линий и частей складок, но без изменения их ширины (рис.10,а). Поэтому у сдвигов мысленное обратное перемещение в горизонтальном направлении крыльев сместителя в положение, существовавшее до возникновения разрыва, приводит к тому, что части нарушенных складок по обе стороны от сместителя сходятся и складка восстанавливается как целая. В случае взброса и сброса мысленное перемещение крыльев сместителя в горизонтальном направлении не позволяет восстановить форму складки, существовавшую до возникновения разрыва (рис.10,б).

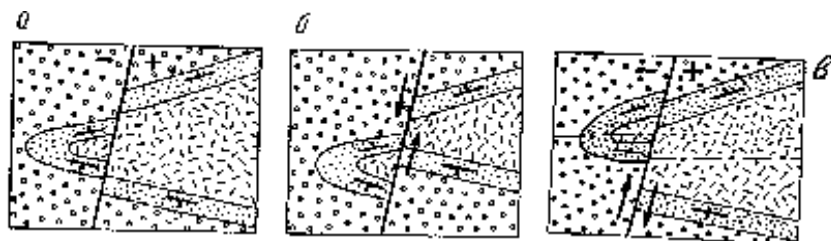


Рис. 10. Различия в плане между сдвигом (а), сбросом (б), сбросо-сдвигом (в)

ризонгальном направлении крыльев сместителя в положение, существовавшее до возникновения разрыва, приводит к тому, что части нарушенных

складок по обе стороны от сместителя сходятся и складка восстанавливается как целая. В случае взброса и сброса мысленное перемещение крыльев сместителя в горизонтальном направлении не позволяет восстановить форму складки, существовавшую до возникновения разрыва (рис.10,б).

4. Для определения по карте относительно приподнятого и относительно опущенного крыльев разлома используют три способа. **Первый способ.** Следует сравнить возраст пород обнажающихся на поверхности по обе стороны (в разных крыльях разлома) от сместителя. В общем случае, относительно **приподнятое крыло разлома на карте (на поверхности) сложено более древними породами, чем соседнее опущенное.** Это происходит в результате смещения крыльев по сместителю и последующей денудации, которая срезает выступающую часть приподнятого крыла (рис.11).

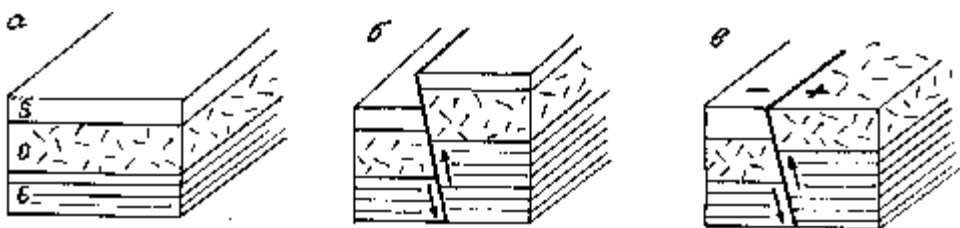


Рис.11. Совмещение разновозрастных пород вдоль сместителя при вертикальных движениях по разлому. Поднятое крыло на поверхности сложено более древними породами: а – до смещения; б – после смещения (взброс); в – после денудации выступающей части поднятого крыла разлома

Второй способ. По "**правилу пяти П** – **П**однятый **П**ласт **П**еремещается **П**о **П**адению". Действительно (рис.12,13), при денудации

приподнятого крыла разлома на поверхности этого крыла маркирующий пласт будет обнажаться в стороне от своего продолжения на опущенном крыле. Создается впечатление, что пласт сдвинут по линии разлома в направлении своего падения, хотя перемещение блоков происходило в вертикальном, а не в горизонтальном направлении. Величина видимого смещения зависит от угла падения слоя: чем круче наклон, тем меньше видимое смещение.

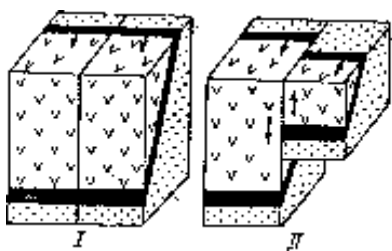


Рис. 12. Перемещение маркирующего слоя (чёрное) по "правилу пяти П". На поверхности поднятого блока видимое смещение слоя происходит в направлении его падения. а – до смещения; б – после перемещения и денудации выступающей части поднятого крыла

Третий способ. В случае пересечения разломом складки определение относительно опущенного и приподнятого крыльев разлома упрощается. В этом случае сравнивают конфигурацию смещённых частей складки. В **антиклинальных складках** опущенная по сместителю часть складки будет более узкой, чем приподнятая денудированная часть, т.е. в опущенной части складки расстояния между одинаковыми слоями на крыльях складки будут меньше, чем в приподнятой (рис.10; 13,а). В **синклинальных складках**, наоборот, опущенная по сместителю часть складки будет более широкой, чем приподнятая денудированная часть (рис.13,б). При сбросах и взросах, т.е. при строго вертикальных смещениях по сместителю, не происходит смещение осевых линий прямых складок при переходе с одного крыла разлома на другой; этим они отличаются от сдвигов (рис.10,а, б).

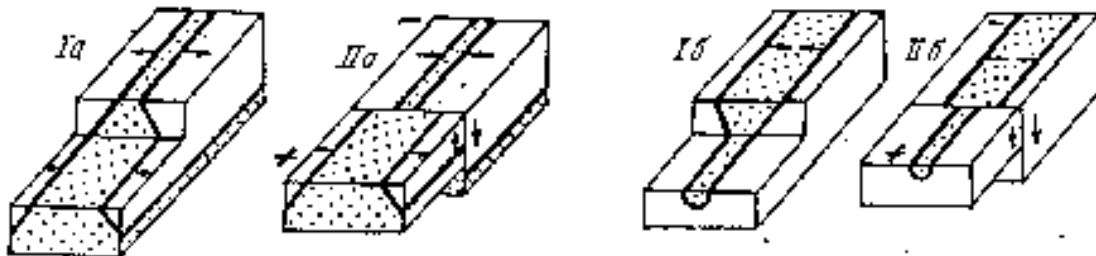


Рис. 13. Блок-диаграммы, объясняющие различия между поднятыми (плюсы) и опущенными (минусы) блоками вертикальных сбросов, пересекающих антиклинальную (Ia, IIa) и синклинальную (Ib, IIб) складки

5. Сброс от взброса и надвига отличается направлением наклона сместителя. Если сместитель падает в сторону опущенного крыла, то это сброс, а если в сторону приподнятого крыла, то это взброс или надвиг (рис.2). **Взброс от надвига** отличается углом наклона сместителя; у надвига угол наклона менее 45° . При проявлении взбросов и сбросов геологическое строение крыльев разлома на поверхности обычно резко отличается.

Обратите внимание. Обычно смещение крыльев в разрывах происходит не строго вертикально или горизонтально по поверхности сместителя, а косо по отношению к горизонту. В этом случае в разрывах проявляется как сбросовая или взбросовая составляющая смещения, так и сдвиговая составляющая. Такие разрывы называются **сбросо-сдвигами, взбросо-сдвигами, сдвиго-сбросами или сдвиго-взбросами**. В складчатых формах по карте их определяют по одновременному смещению осей складок и изменению ширины ядер складок на смежных боках разлома (рис.10,в).

Грабены простые и сложные на карте можно узнать по опущенному центральному блоку, сложенному на поверхности более молодыми породами и ограниченному двумя разрывами или их серией. Ограничивающие разломы представлены сбросами или взбросами.

Горсты простые и сложные на карте можно узнать по поднятому центральному блоку, сложенному на поверхности более древними породами и ограниченному двумя разрывами или их серией. Ограничивающие разломы представлены сбросами или взбросами.

6. Для определения возраста разрывного нарушения, если оно постседиментационное, необходимо установить: какого возраста породы нарушаются разрывом и породы какого возраста не нарушены и перекрывают разрывное нарушение. Руководствуются правилом: **то, что пересекает, моложе того, что пересекается**. При этом **нижней возрастной границей разрыва** будет возраст самых молодых нарушенных пород, а **верхней возрастной границей разрыва** – возраст самых древних из ненарушенных пород. Обычно ненарушенные породы залегают на нарушенных породах с угловым несогласием, и линия разрыва уходит под поверхность углового несогласия. Если породы, перекрывающие разрыв, отсутствуют, то определяют только нижнюю возрастную границу разрыва или используют с соседних участков карты.

При определении возраста разрыва необходимо иметь в виду, что иногда на карте разрыв может прослеживаться только в какой-то одной

части складки (например в ядре антиклинали, сложенном наиболее древними породами). В этом случае необходимо понимать, что разрыв рвёт складку в целом, ибо произошёл после того, как эта складка сформировалась. Значит, такой разрыв моложе самого молодого слоя, слагающего складку или входящего в свиту наклонно залегающих слоёв (если складка непосредственно не обнаруживается).

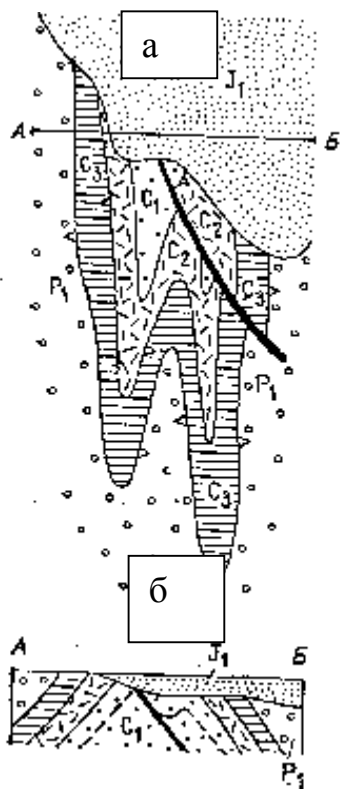


Рис. 14. Пример определения возраста разлома:
а – фрагмент карты; б – разрез по линии АБ

В случае нескольких пересекающихся друг друга разломов более древним является тот, линия сместителя которого перемещена по линии сместителя другого разлома.

Для примера рассмотрим фрагмент геологической карты и разрез (рис.14). Отложения нижней перми (P_1) и каменноугольной системы (C) смяты в сжатые складки. Они нарушены сбросом. Северное продолжение сброса скрыто под несогласно залегающими нижнеюрскими (J_1) отложениями. Юрские отложения сбросом не затронуты (не нарушены). Исходя из анализа карты, можно полагать, что разлом образовался позднее ранней перми (P_1) (это нижняя возрастная граница), но раньше ранней юры (J_1) (это верхняя возрастная граница). Таким образом, возраст сброса определяется как P_2-T_3 , т.е. 260–190 млн лет назад. Этот интервал составляет 70 млн лет, но более точная датировка в данном случае не возможна.

7. При построении геологических разрезов с разрывными нарушениями руководствуются теми же общими правилами, что и при построении разрезов наклонных слоёв и складок.

Вначале необходимо **прочитать геологическую карту**: определить самые древние породы и стратиграфическую последовательность остальных пород до самых молодых отложений, отметить наличие перерывов в осадконакоплении; выделить участки с горизонтальным, моноклинальным, складчатым залеганием слоёв, распространения магматических пород, разрывных нарушений; определить тип складок и разломов.

После прочтения карты строится топографический профиль, на который выносятся границы слоёв, сместителей, и строится разрез.

Обратите внимание. При построении разреза с разрывными нарушениями на разрез, **прежде всего**, наносят линии сместителей (до показа залегания слоёв). Сместители показывают более толстой линией, чем границы слоёв. Сместители наносят на разрез в соответствии с его направлением и углом падения. Если направление падения линии сместителя неизвестно, её проводят условно вертикально. После того, как разрывы показаны, разрез условно разделится на отдельные участки, в пределах которых разрез строится автономно, **без связи со смежными участками**. Автономность построения позволяет точно определить амплитуду смещения по разлому (рис.15).

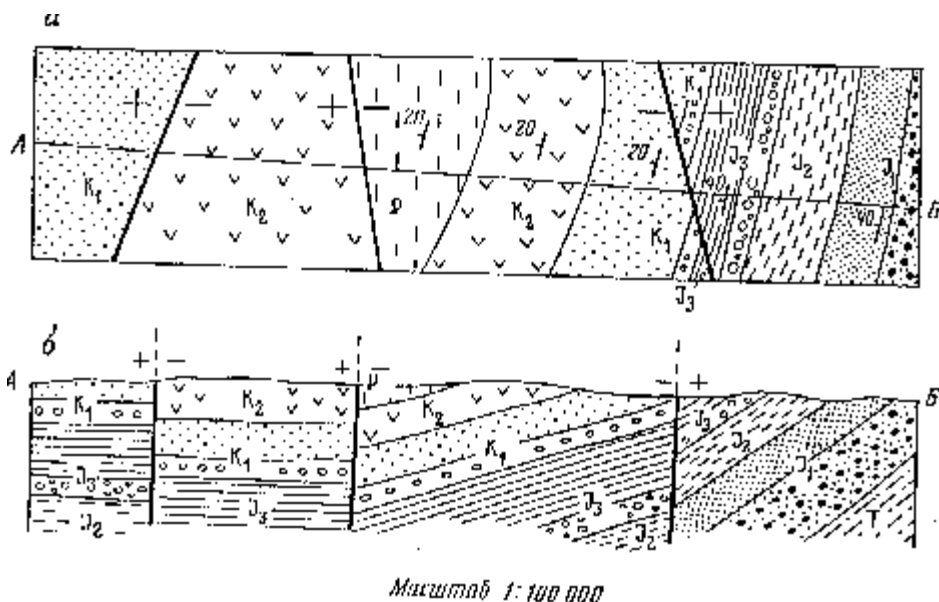


Рис. 15. Фрагмент геологической карты (а) и геологический разрез по линии АБ (б) района, сложенного горизонтально и наклонно залегающими слоями, нарушенными разломами

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите синонимы понятия "разрывное нарушение".
2. Какие факторы влияют на ширину зоны разлома?
3. Чем отличается висячее крыло разлома от поднятого?
4. Объясните принципы морфологической классификации разломов.
5. Назовите основные морфологические типы разломов. Какие из них образуются в условиях сжатия, а какие в условиях растяжения земной коры?
6. Чем отличаются взбросы, надвиги и шарьяжи?
7. Какой тип разломов наиболее распространён в земной коре?
8. Чем отличаются левые и правые сдвиги?
9. Чем отличаются сдвиги от глубинных разломов?
10. Чем отличаются конседиментационные взбросы от постседиментационных сбросов?
11. Какие грабены называют рифтами? Чем отличается горст от сложного горста?
12. Назовите и объясните геологические признаки, по которым можно предполагать наличие или приближение разломов в горных выработках.

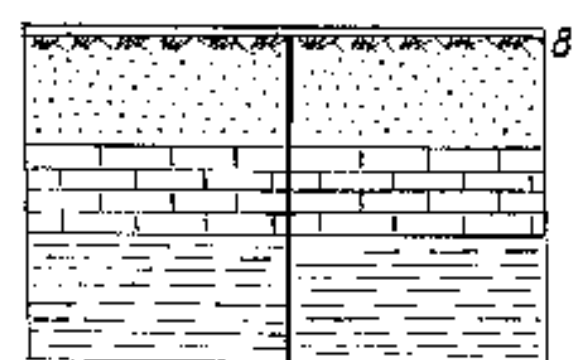
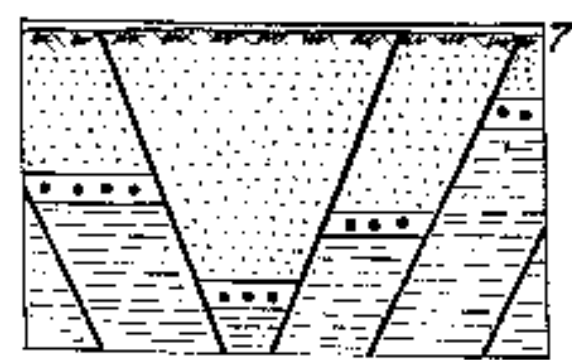
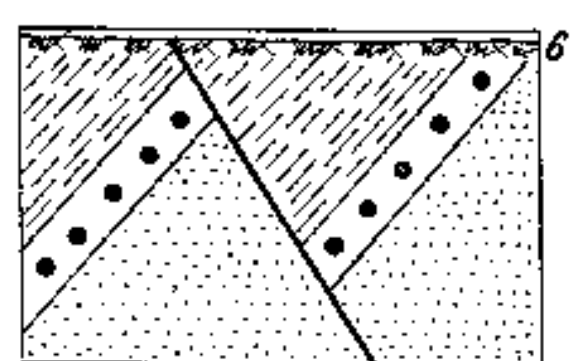
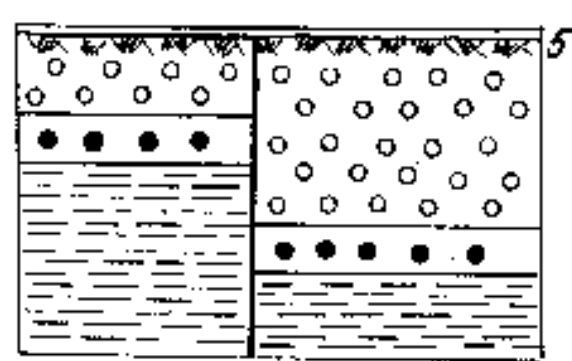
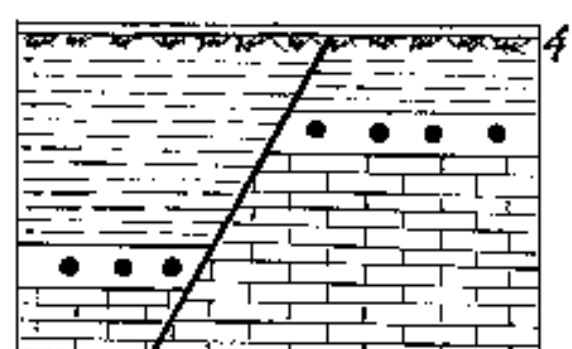
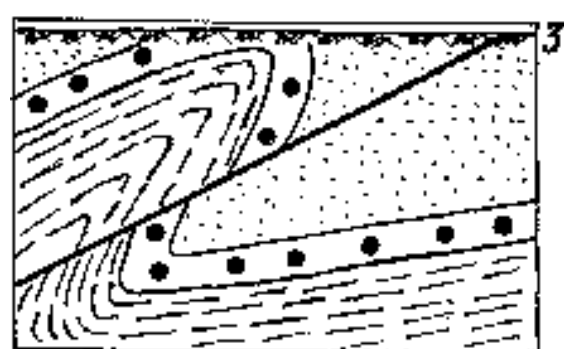
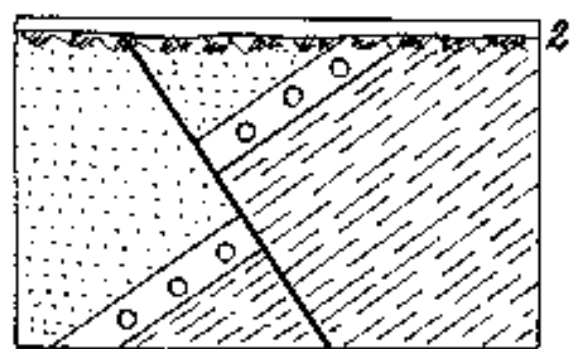
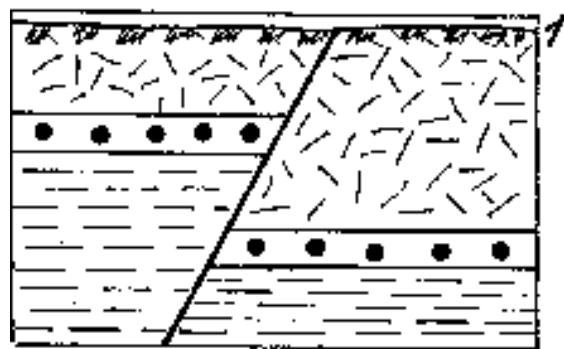
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлинов В.Н. Структурная геология. – М.: Недра, 1979. – 359 с.
2. Пособие к лабораторным занятиям по общей геологии / В.Н. Павлинов и др. – М.: Недра, 1988. – 149 с.
3. Ярошевский В. Тектоника разрывов и складок. – М.: Недра, 1981. – 244 с.

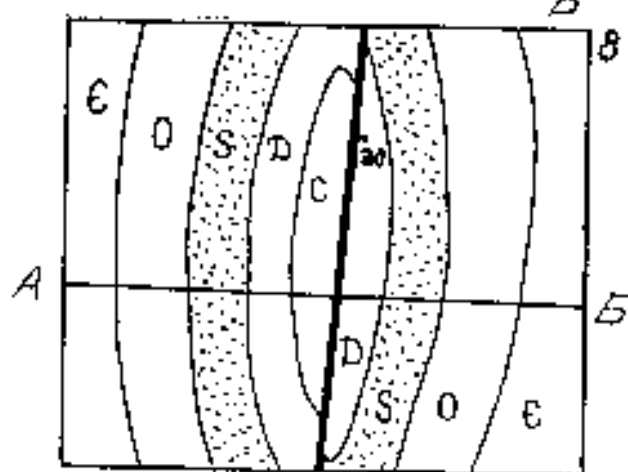
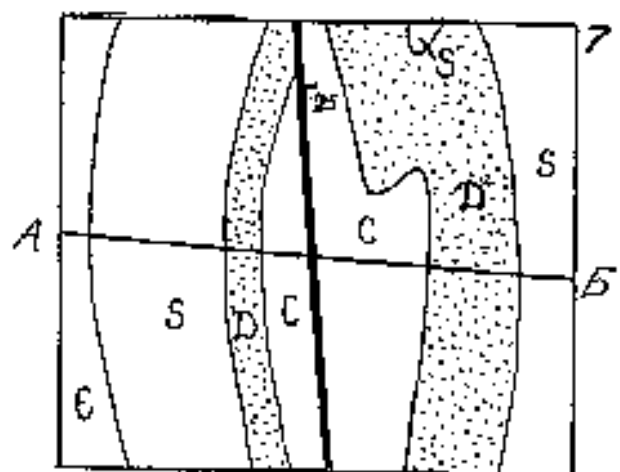
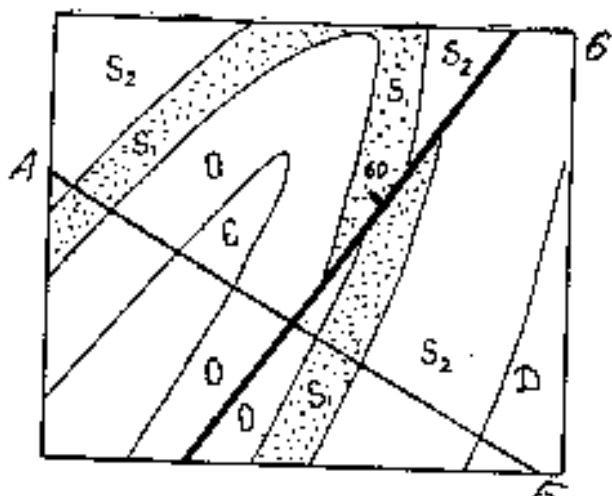
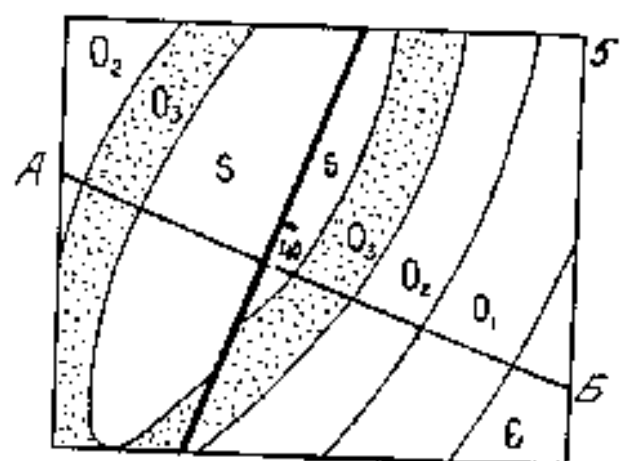
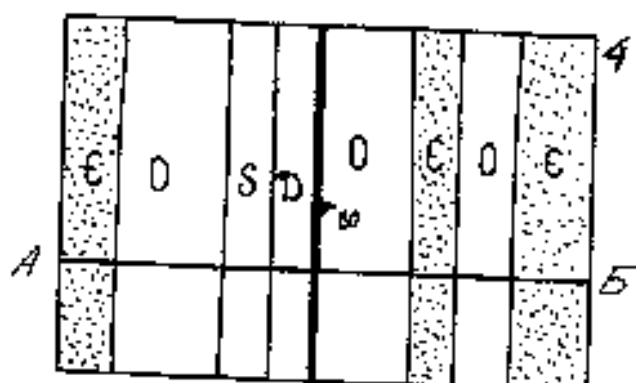
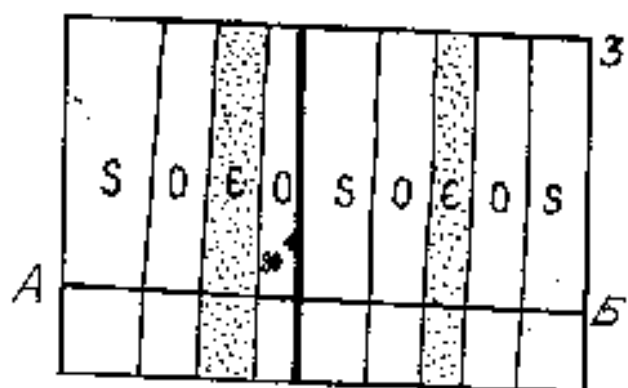
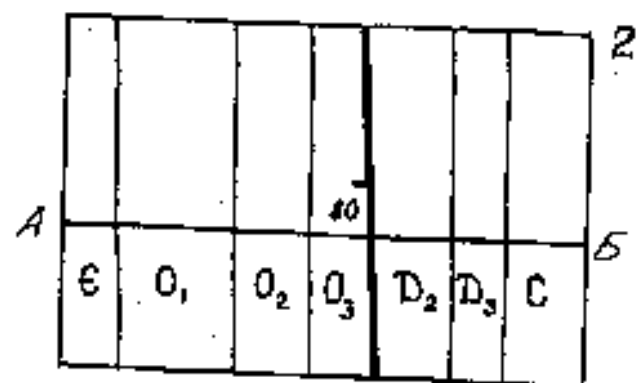
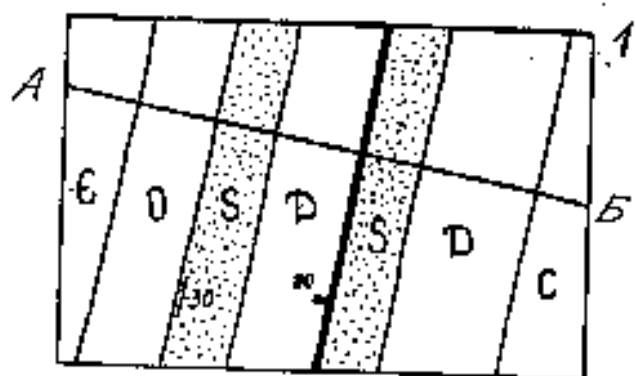
СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА ЗЕМЛИ

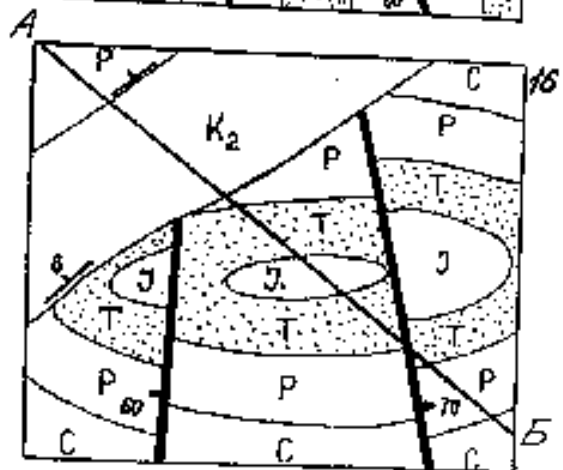
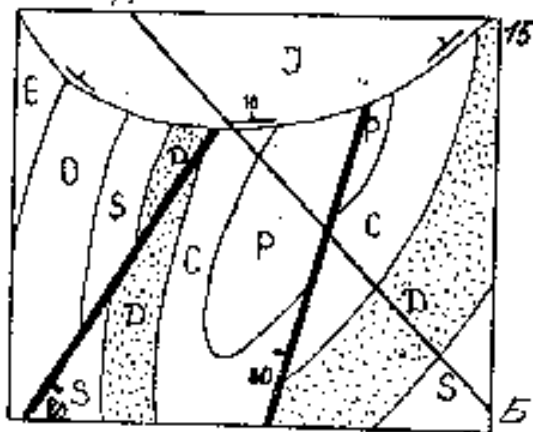
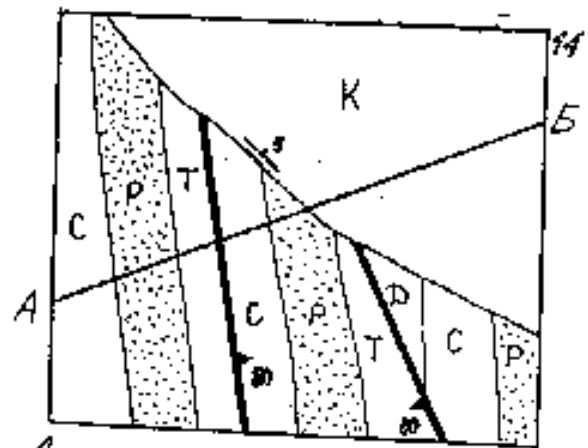
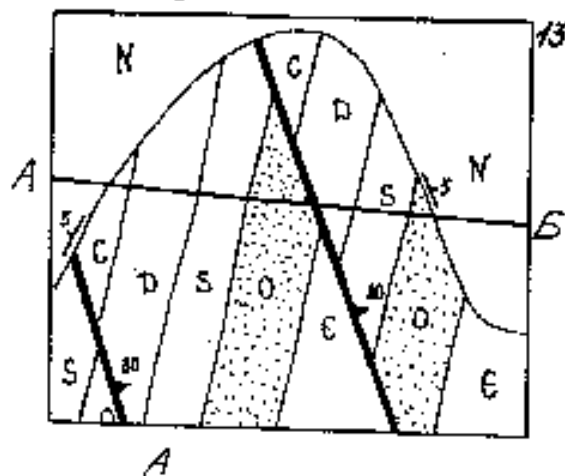
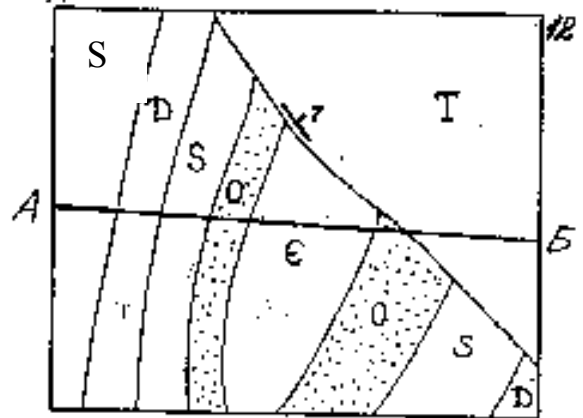
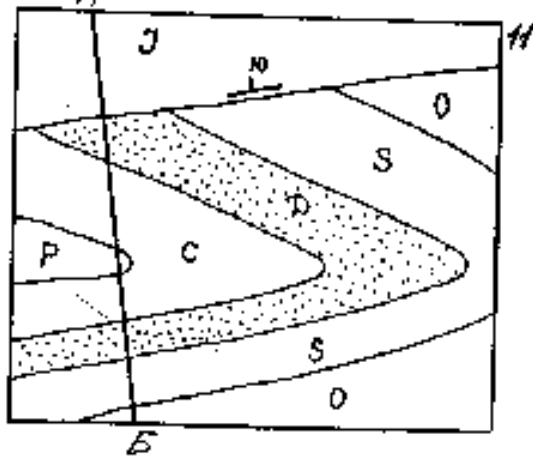
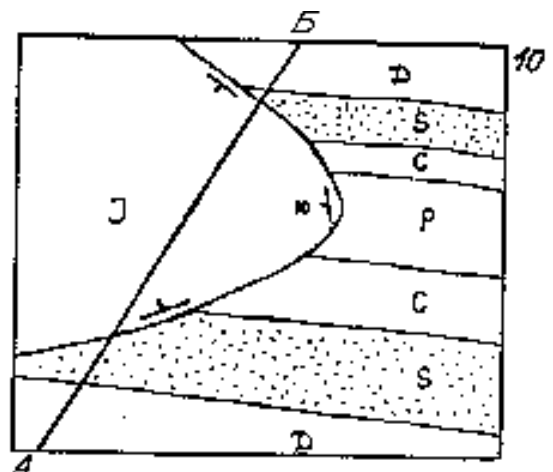
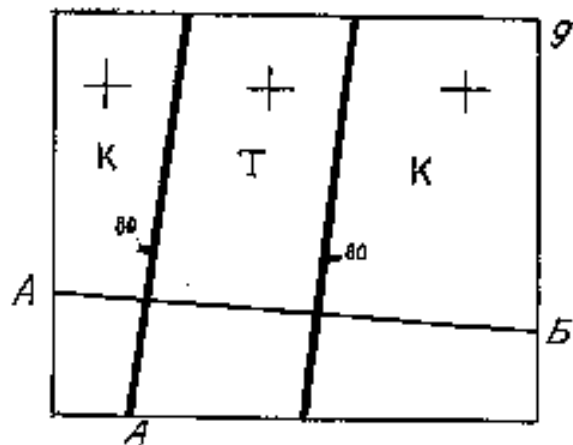
Эра-тема	Возраст в млн. лет	Система	Индекс	Отдел	Индекс
КАЙНОЗОЙСКАЯ KZ	0	ЧЕТВЕРТИЧНАЯ			Q
	1,8				
	23	НЕОГЕНОВАЯ		Плиоценовый	2
				Миоценовый	N ₁
				Олигоценый	P ₃
	65	ПАЛЕОГЕНОВАЯ		Эоценовый	P ₂
				Палеоценовый	P ₁
				МЕЛОВАЯ	
	Нижнемеловой	K ₁			
	135	ЮРСКАЯ		Верхнеюрский	J ₃
Среднеюрский				J ₂	
Нижнеюрский				J ₁	
190	ТРИАСОВАЯ	T	Верхнетриасовый	T ₃	
			Среднетриасовый	T ₂	
			Нижнетриасовый	T ₁	
230	ПЕРМСКАЯ		Верхнепермский	P ₂	
			Нижнепермский	P ₁	
			КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	C	Верхнекаменноугольный
Среднекаменноугольный	C ₂				
Нижнекаменноугольный	C ₁				
350	ДЕВОНСКАЯ	D	Верхнедевонский	D ₃	
			Среднедевонский	D ₂	
			Нижнедевонский	D ₁	
405	СИЛУРИЙСКАЯ		Верхнесилурийский	S ₂	
			Нижнесилурийский	S ₁	
435	ОРДОВИКСКАЯ		Верхнеордовикский	O ₃	
			Среднеордовикский	O ₂	
			Нижнеордовикский	O ₁	
480	КЕМБРИЙСКАЯ		Верхнекембрийский	C ₃	
			Среднекембрийский	C ₂	
			Нижнекембрийский	C ₁	
570					
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭРАТЕМА PR					
2600					
АРХЕЙСКАЯ ЭРАТЕМА AR					
5000(?)					

ВАРИАНТЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ № 1 ПРИЛОЖЕНИЕ 2



ПРИЛОЖЕНИЕ 3
 ВАРИАНТЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ № 2





Составитель
Сергей Викторович Гуков
Анна Анатольевна Возная

**РАЗРЫВНЫЕ НАРУШЕНИЯ
НА ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КАРТАХ И РАЗРЕЗАХ**

Методические указания к лабораторным работам
по курсу "Геология" раздел "Структурная геология"
для студентов направления подготовки 550600

Редактор З.М. Савина

ЛР № 020313 от 23.12.96.

Подписано в печать 05.04.2000. Формат 60×84/16.

Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,5.

Тираж 75 экз. Заказ .

Кузбасский государственный технический университет.

650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография Кузбасского государственного технического университета.

650099, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.