



Разрывные нарушения



Определения

Разрыв – деформация **пластов** горных пород с нарушением их сплошности, возникающая в случае превышения предела прочности пород тектоническими напряжениями [Короновский, Якушова, 1991] – **генетическое** определение

Разрыв – **плоскость** или зона в породе, по которой произошло ее смещение [Спенсер, 1981] – **морфологическое** определение

Разрыв – поверхность или зона сближенных поверхностей, разделяющая массу горных пород на две части, смещенные одна относительно другой [Толковый словарь английских геологических терминов, 2002]

Разрыв – **поверхность** или **зона** в горных породах, по которой произошло смещение разделяемых этой поверхностью (зоной) блоков горных пород

Для формирования разрыва со смещением необходимо преодолеть не только силу сцепления между зернами породы (предел прочности), но и силу трения между образовавшимися блоками

**РАЗРЫВНОЕ НАРУШЕНИЕ,
РАЗЛОМ**



**Разлом Тингввеллир.
Исландия**

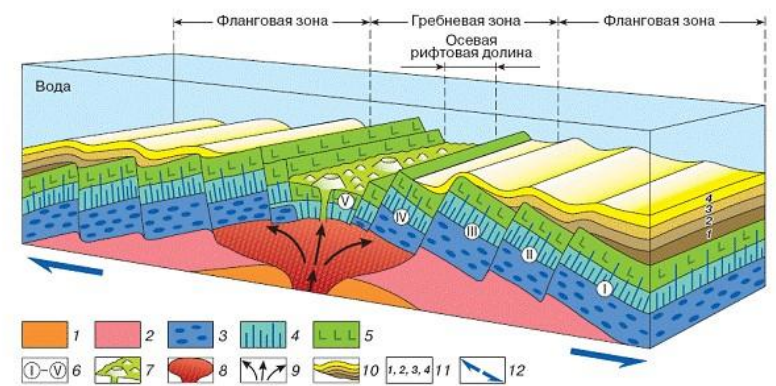
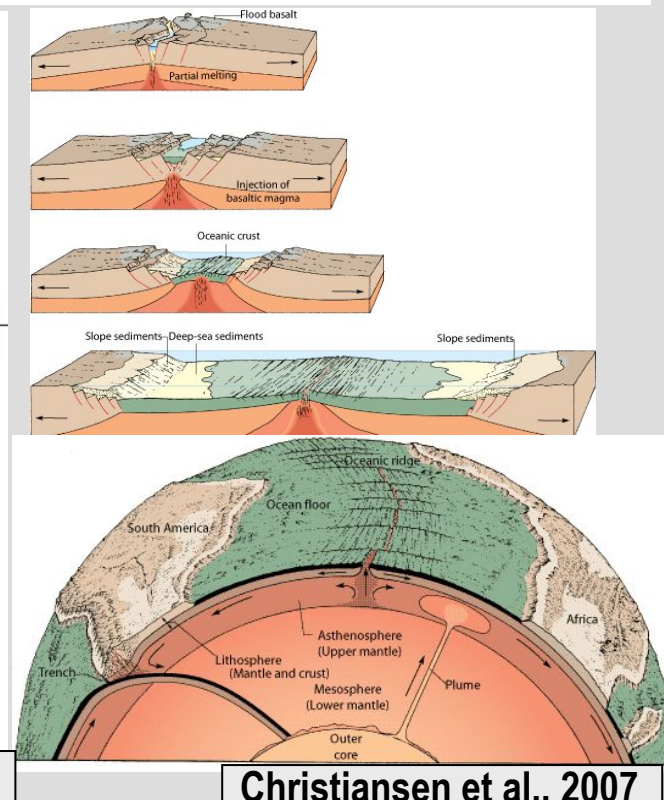
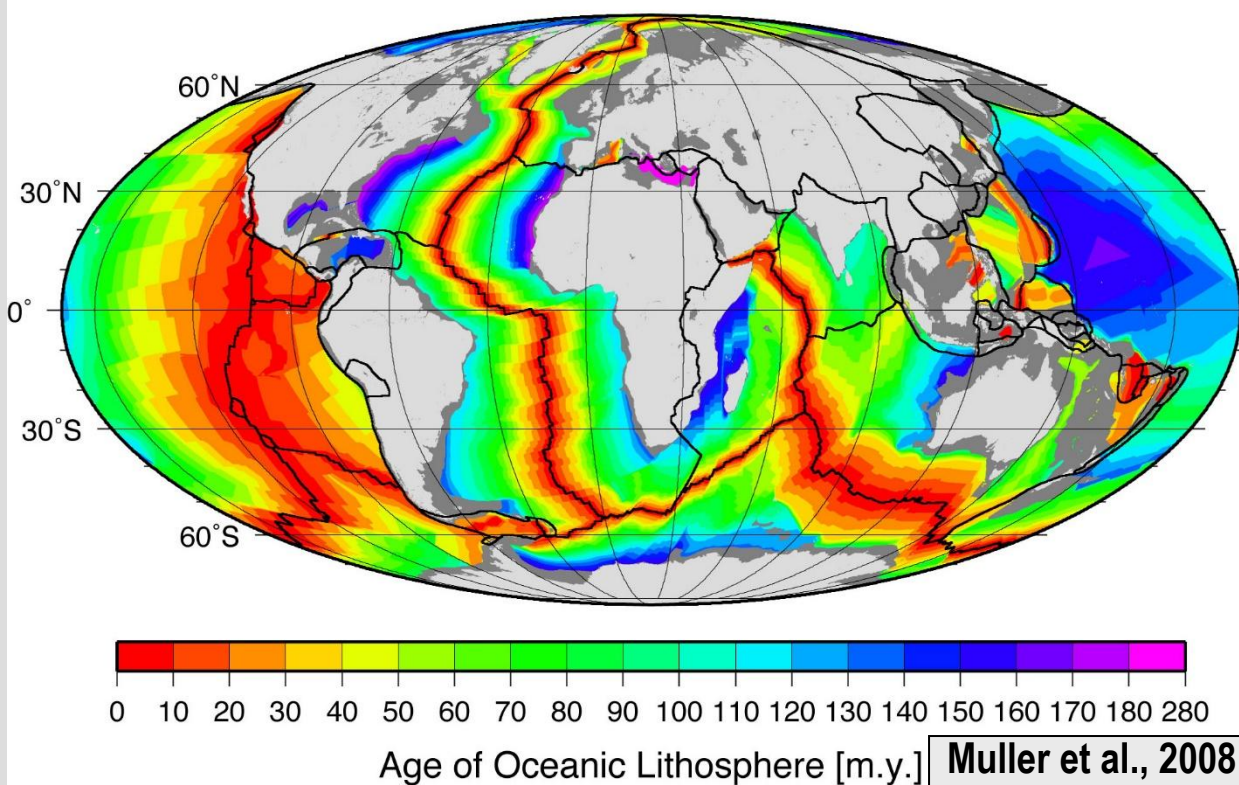


Рис. 4. Блок-диаграмма строения фрагмента внутриокеанского спредингового пояса.
 1 – астеносфера, 2–7 – разновозрастные комплексы ультраосновных и основных пород океанской коры: 2 – ультраосновные породы, образовавшиеся из нижней части магматического очага (“кумулятивный комплекс”), 3 – существенно основные породы (габброиды), образовавшиеся из верхней части магматического очага, 4 – комплекс параллельных базальтовых даек, 5 – комплекс базальтовых лав, частично пронизанных дайками, 6 – возрастные генерации океанской коры, соответствующие разным стадиям спрединга, 7 – ограниченное сбросами дно осевой рифтовой долины, сложенное базальтовыми лавами с подводными вулканическими аппаратами, 8 – близповерхностный магматический очаг с расплавом основного состава в верхней части и ультраосновного в нижней; 9 – конвективные течения магмы в очаге; 10 – толща окисленных океанских осадков; 11 – направления, по спрединговому поясу

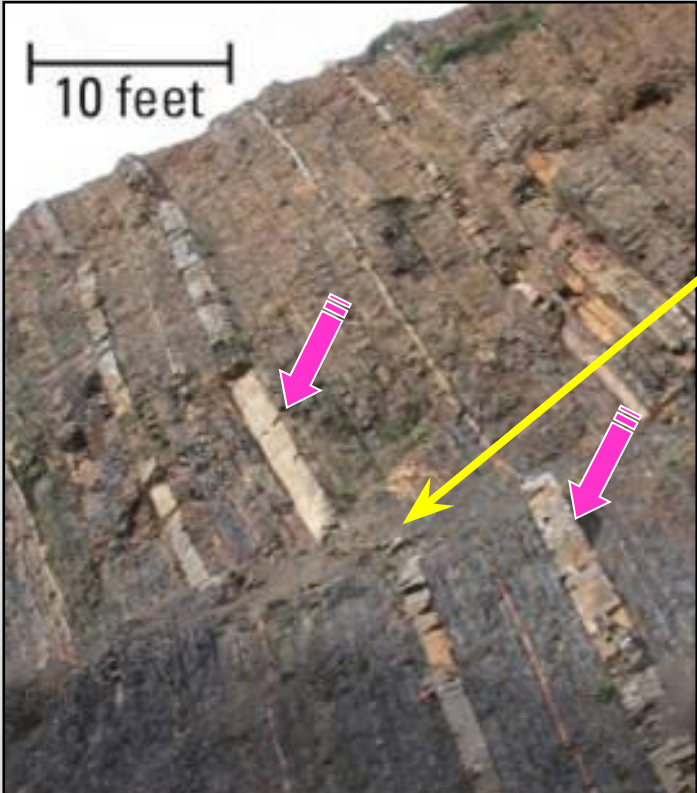
Милановский, 1991



Элементы геометрии разрывов

Собственная геометрия разрывов сводится к трем элементам:

- **сместитель** или поверхность разрыва;
- два **блока**, или **крыла**. Их смещение относительно друг друга определяется по маркерам.
- **маркер** – любой геологический объект, образовавшийся **до разрыва** и уверенно опознаваемый на обоих его крыльях.



http://geomaps.wr.usgs.gov/sfgeo/quaternary/stories/sanmateo_fault.htm

Зона разрыва

Разрыв



Прослой туфа в кремнистых сланцах К₂ Сахалин

Классификация

крыльев разрыва относительно
наклонного сместителя:

- а) **висячее крыло** – блок, расположенный **над сместителем**;
- б) **лежащее крыло** – блок, расположенный **под сместителем**.

Тип крыльев не зависит от их относительного расположения

При вертикальном сместителе эта классификация не работает



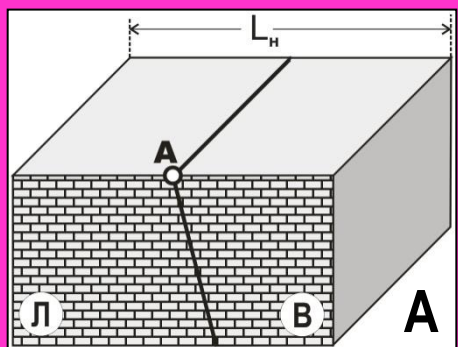


Морфологические классификации разрывов

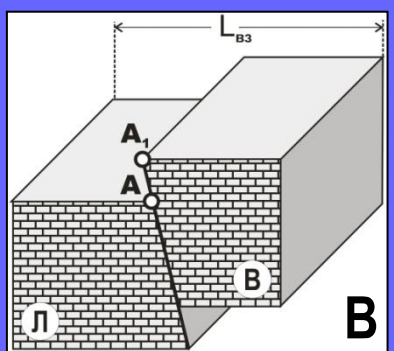
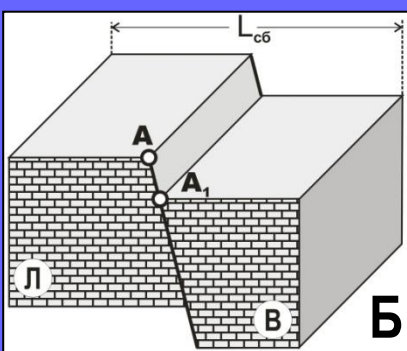
Разрывы с крутым ($90^\circ > \alpha > 45^\circ$) сместителем.

По относительному смещению крыльев

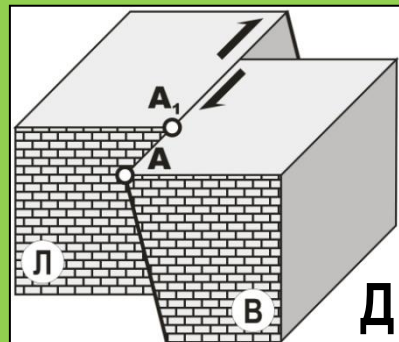
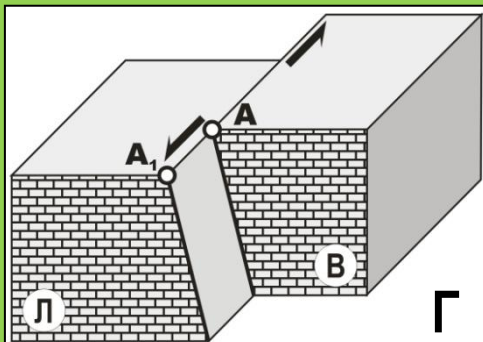
А – условный блок с ненарушенным залеганием слоев



Б – сброс – **висячее крыло опущено** относительно лежачего, блок испытывает **удлинение** поперек разрыва (**крылья разъезжаются**)

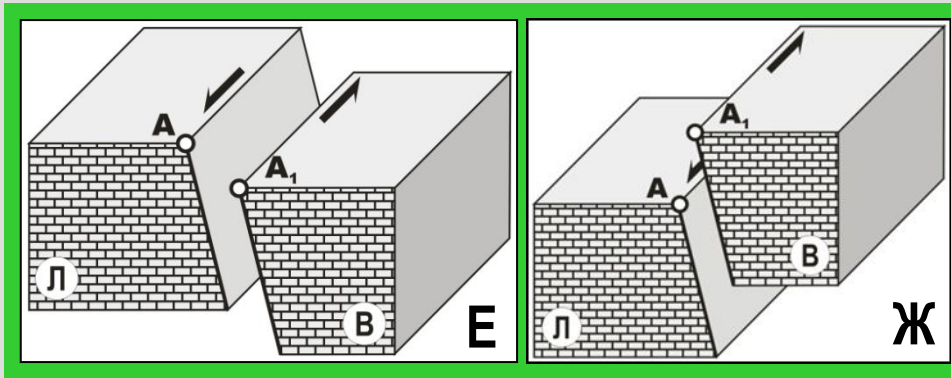


В – взброс – **висячее крыло поднято** относительно лежачего, блок испытывает **укорачивание** поперек разрыва (**крылья съезжаются**)



Г, Д – сдвиги – **оба крыла находятся на одном гипсометрическом уровне**, но смещены по простиранию разрыва

Комбинированные разрывы

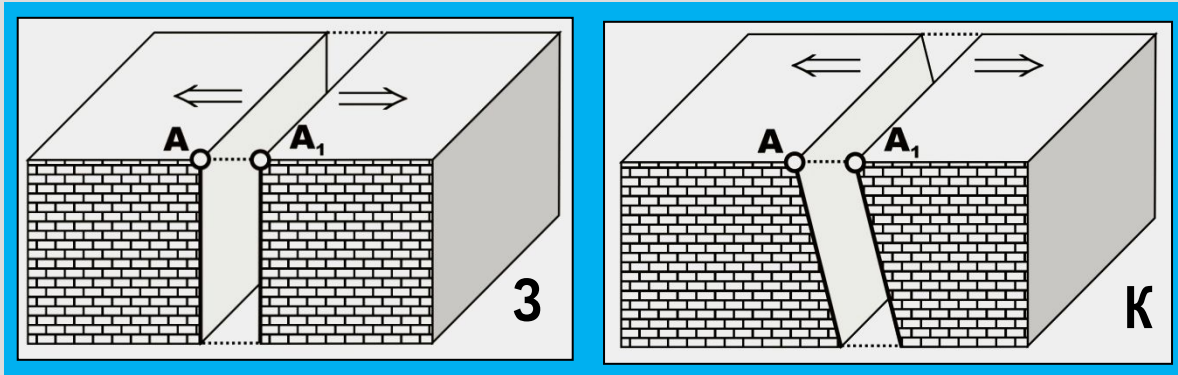


Е – сбросо-сдвиг

Ж – взбросо-сдвиг

Компоненту с большей амплитудой
пишут в конце

Разрывы с вертикальным сместителем



З – раздвиг с
вертикальным
сместителем

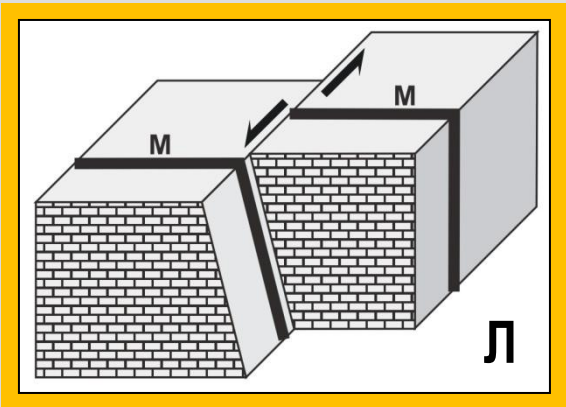
К – раздвиг с
наклонным
сместителем

– **раздвиг** – разрыв с горизонтальным смещением крыльев **поперек сместителя**, при котором первоначально ненарушенный блок испытывает **удлинение** в направлении разрыва (крылья разъезжаются).

– **сброс (взрез)** – разрыв с вертикальным смещением крыльев (первоначально ненарушенный блок **не удлиняется и не укорачивается**);

– **сдвиг** – разрыв с горизонтальным смещением крыльев **вдоль сместителя**;

Сдвиги



Л –сдвиг

Для классификации сдвигов вводится понятие **наблюдателя**. Если маркер **в противоположном крыле сдвига** смещен **влево от наблюдателя**, сдвиг – **левый**. Если маркер в противоположном крыле сдвига смещен **вправо от наблюдателя**, сдвиг – **правый**.

Сдвиги достоверно диагностируются только по вертикальным маркерам

Без представления о кинематике разрыва определение его типа по геологической карте в большинстве случаев невозможно!

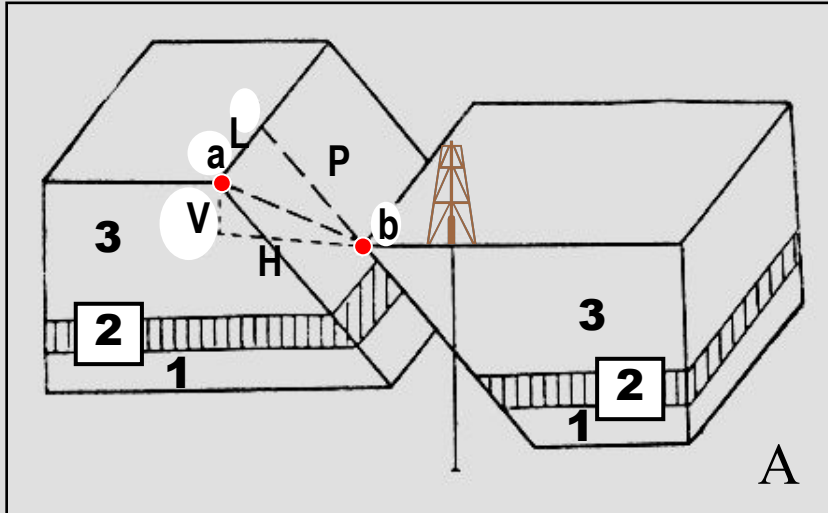


Левый сдвиг СЗ простирания (маркер – кварцевая жила). Южный Урал



Правый сдвиг СВ простирания (маркер – кварцевая жила). Южный Урал

Геометрия сдвиго-сбросов и сдвиго-взбросов



А – сдвиго-сброс

Скважина, пробуренная через сдвиго-сброс в области зияния, **не встретит пласта "2"**

Амплитуды смещения (по маркеру **a–b):**

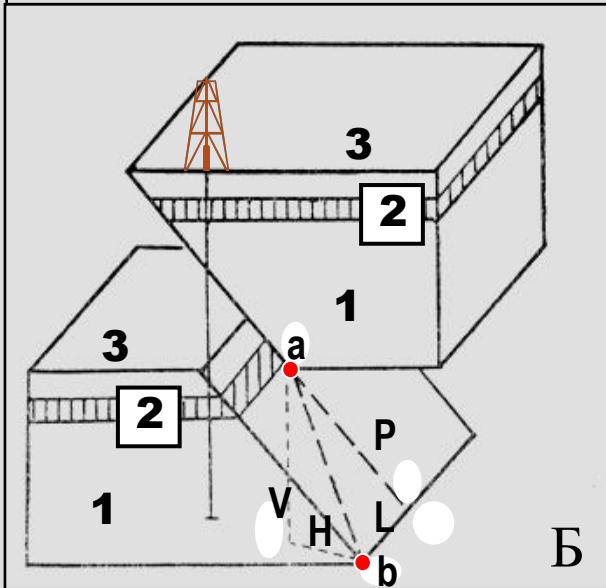
a–b – **полная** (расстояние между **a** и **b** в разных крыльях)

V – **вертикальная** (расстояние между абсолютными отметками **a** и **b**);

H – **горизонтальная** (расстояние между координатами **a** и **b**, замеренное в горизонтальной плоскости);

L – **продольная** (расстояние между координатами **a** и **b**, замеренное по простиранию сместителя);

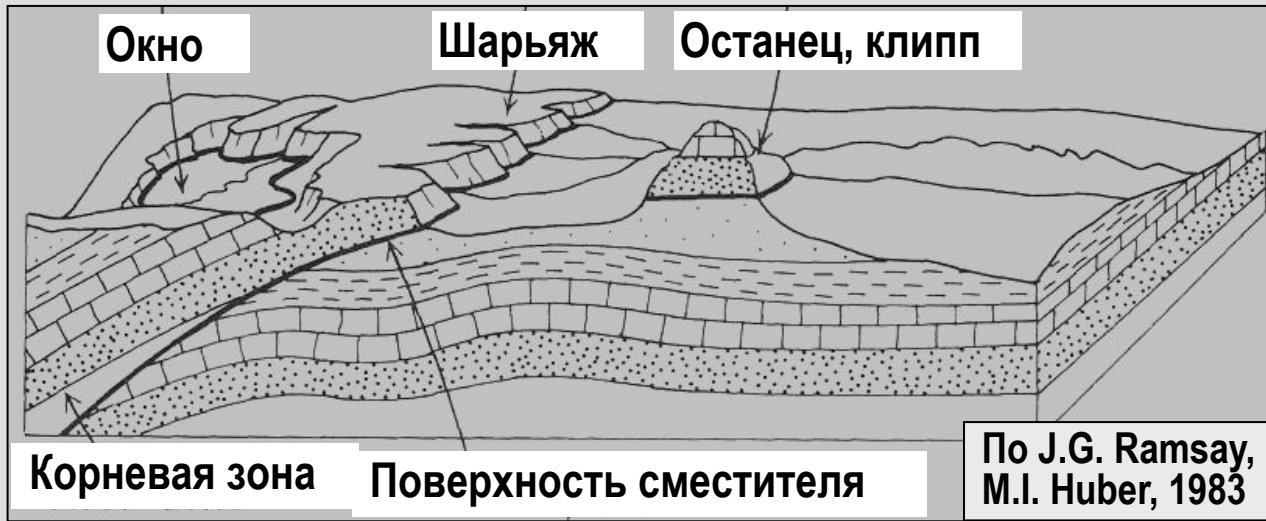
P – **поперечная** (расстояние между координатами **a** и **b**, замеренное по падению сместителя)



Б – сдвиго-взброс

Скважина, пробуренная через сдвиго-взброс в области перекрытия, **пласт "2" встретит дважды**

Разрывы с пологим ($< 45^\circ$) сместителем. По относительному смещению крыльев



Надвиг – пологий взброс. При небольших углах наклона надвига теряет смысл представление о поднятом и опущенном крыльях. Различают **автохтон** (лежащее крыло) и **аллохтон** (висячее крыло). *Условия сжатия.*

Шарьяж – крупный пологий надвиг с волнообразным сместителем.

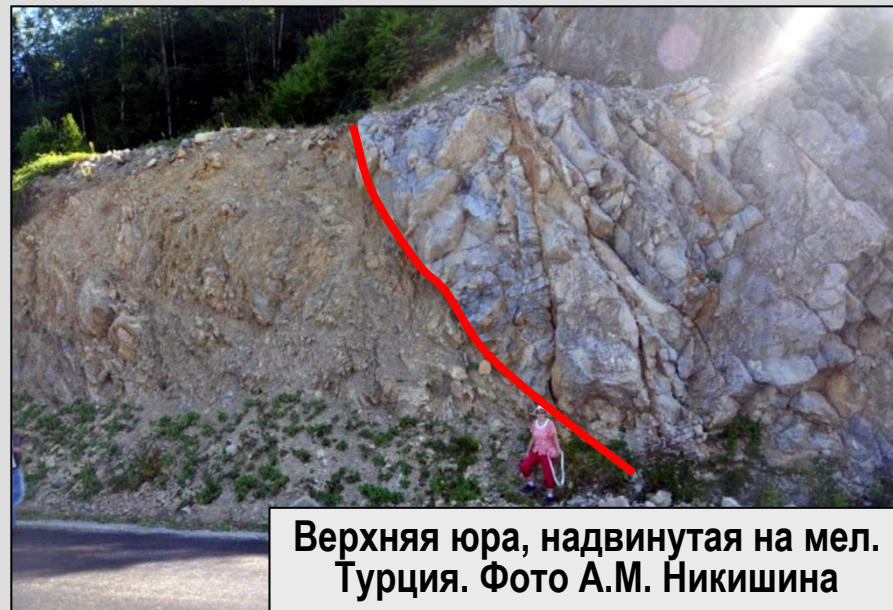
Окна – изолированные выходы автохтона внутри аллохтона,

Останцы (клиппы) – изолированные участки аллохтона внутри автохтона.

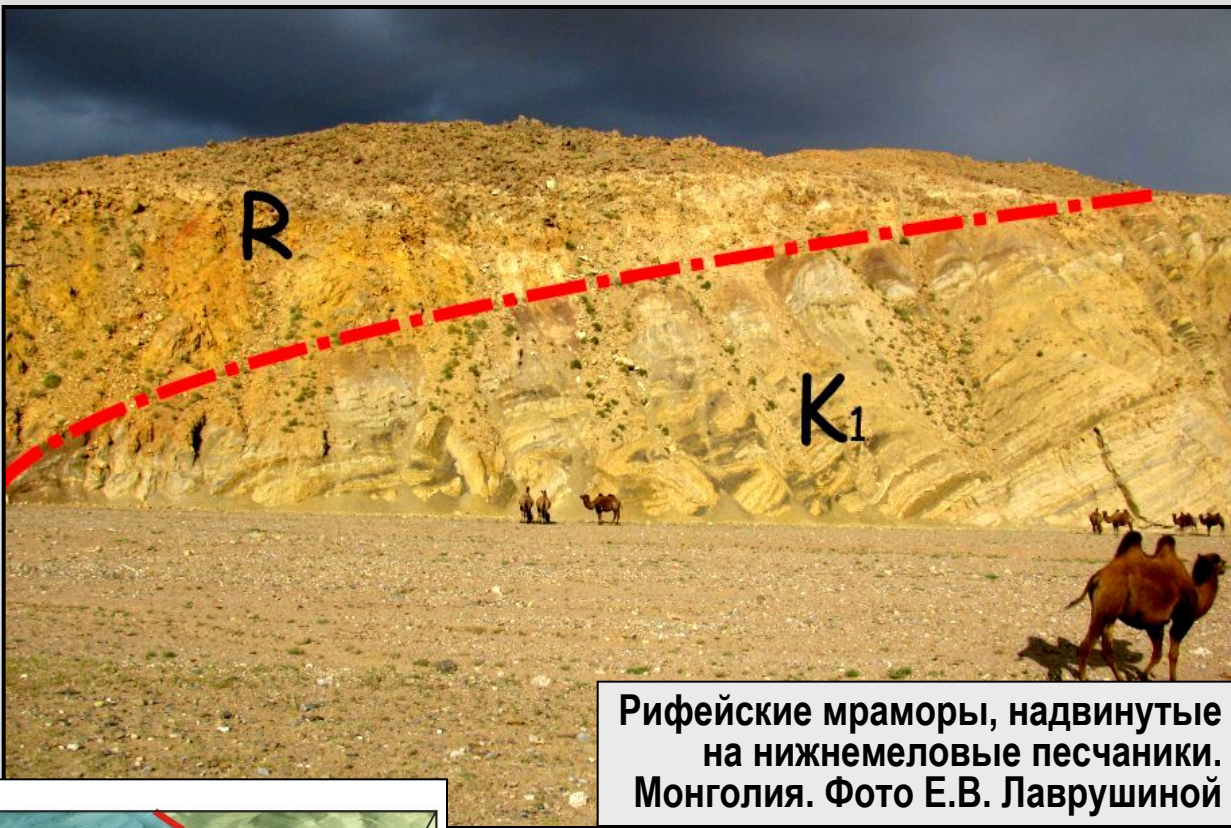
Пологий сброс – сброс с пологим сместителем. *Условия растяжения.*

Пологий сдвиг – сдвиг со сместителем, имеющим небольшой угол наклона. При почти горизонтальном сместителе пологий сдвиг неотличим от надвига.

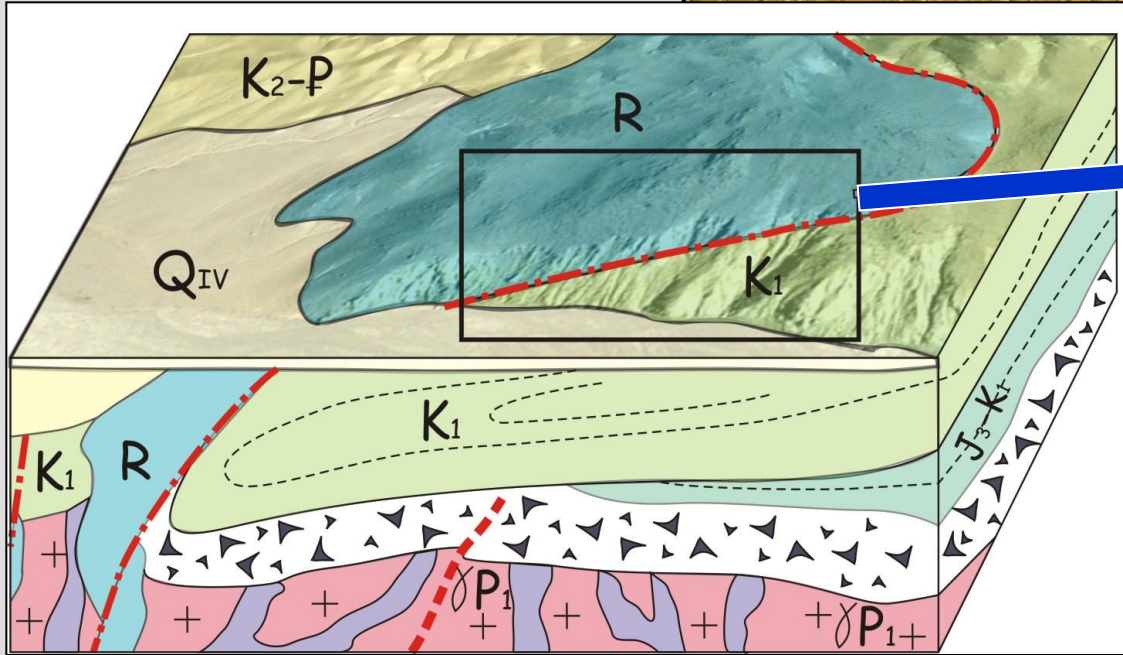
Примеры надвигов



Примеры надвигов

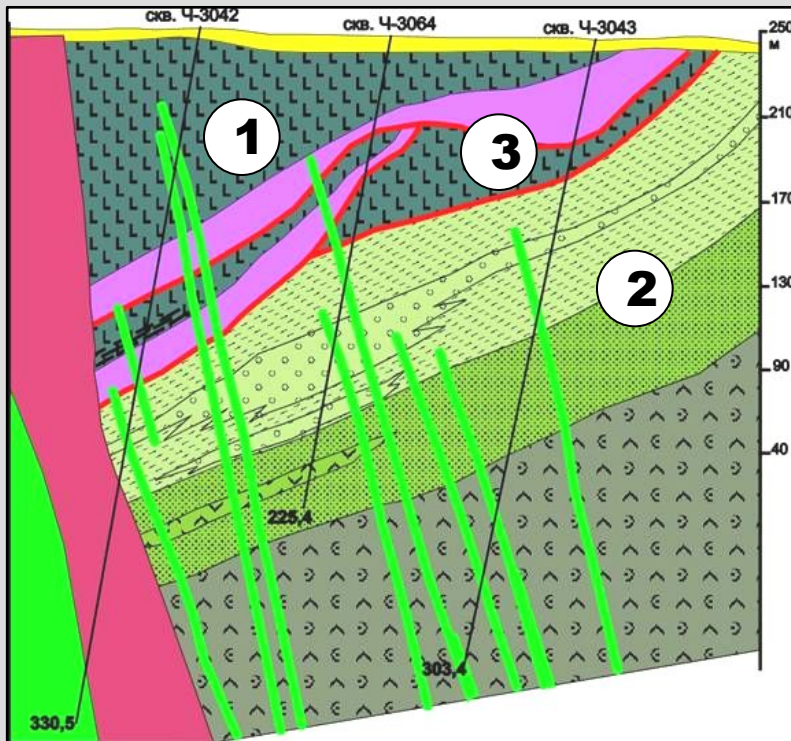
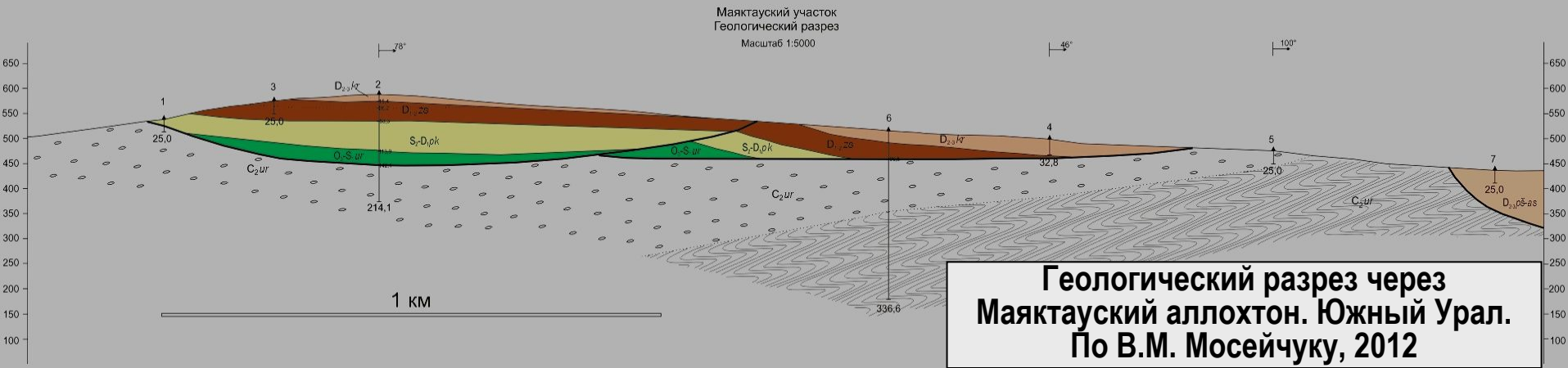


Рифейские мраморы, надвинутые на нижнемеловые песчаники. Монголия. Фото Е.В. Лаврушиной



Рифейские мраморы, надвинутые на нижнемеловые песчаники. Монголия. Блок-схема Е.В. Лаврушиной

Примеры шарьяжей

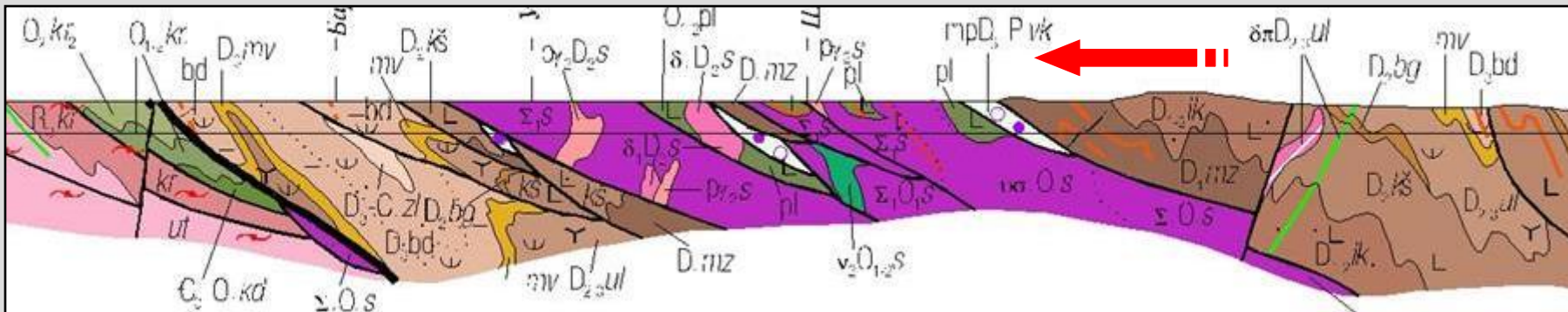


Тарутинский надвиг: ордовикские базальты (**1**) надвинуты на терригенный силур (**2**).
В основании аллохтона расположена пластина серпентинитов (**3**).

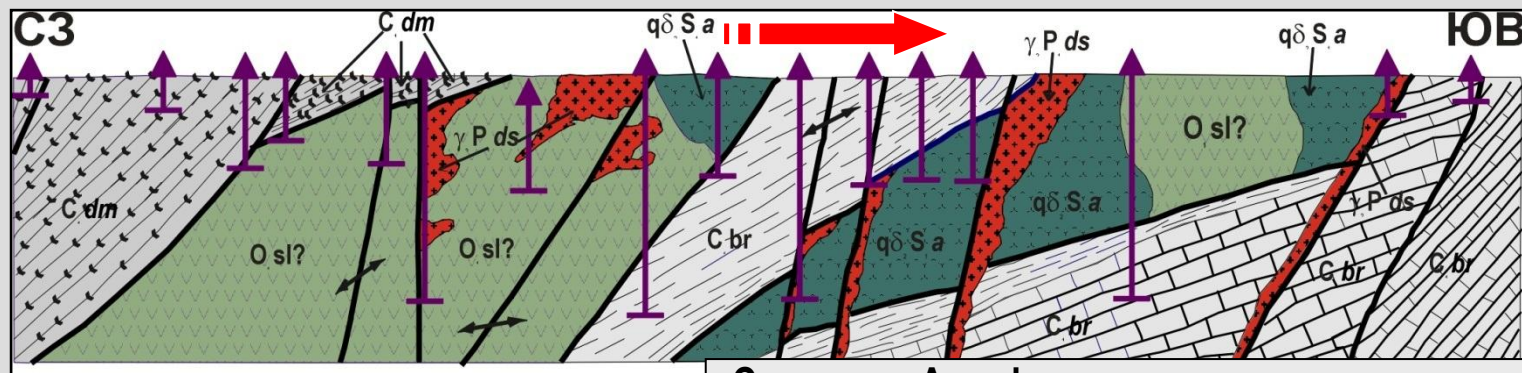
Обычно надвиги составляют пакеты тектонических пластин, или чешуй.

Пакеты часто подстилаются или разделяются мощными пластинами меланжированных ультрамафитов.

Вергентность складок совпадает с направлением надвигания

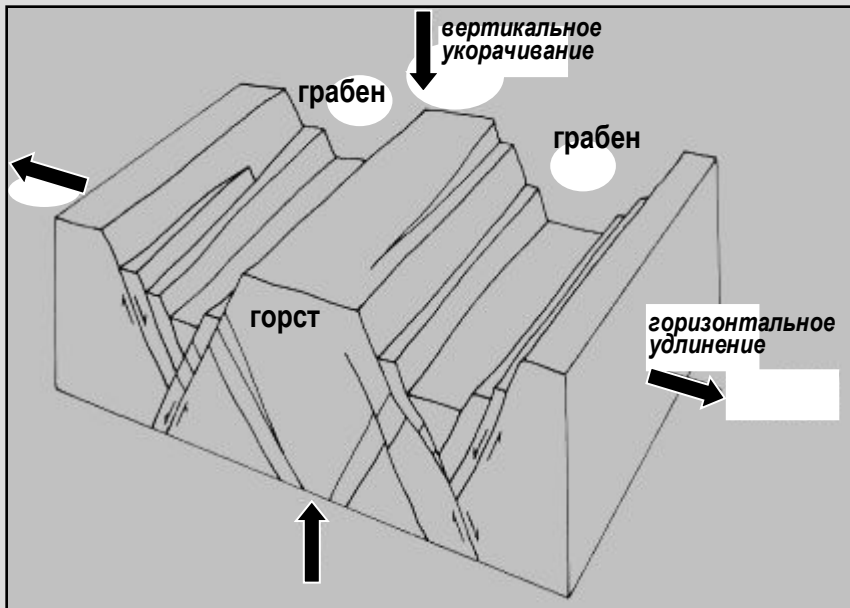


Западно-Магнитогорская зона, Южный Урал. По А.В. Жданову, 2004



Структура Астафьевского пьезокварцевого месторождения. Южный Урал. По Б.И. Агееву и А.П. Хохлачеву, 1995

Структуры, ограниченные разрывами

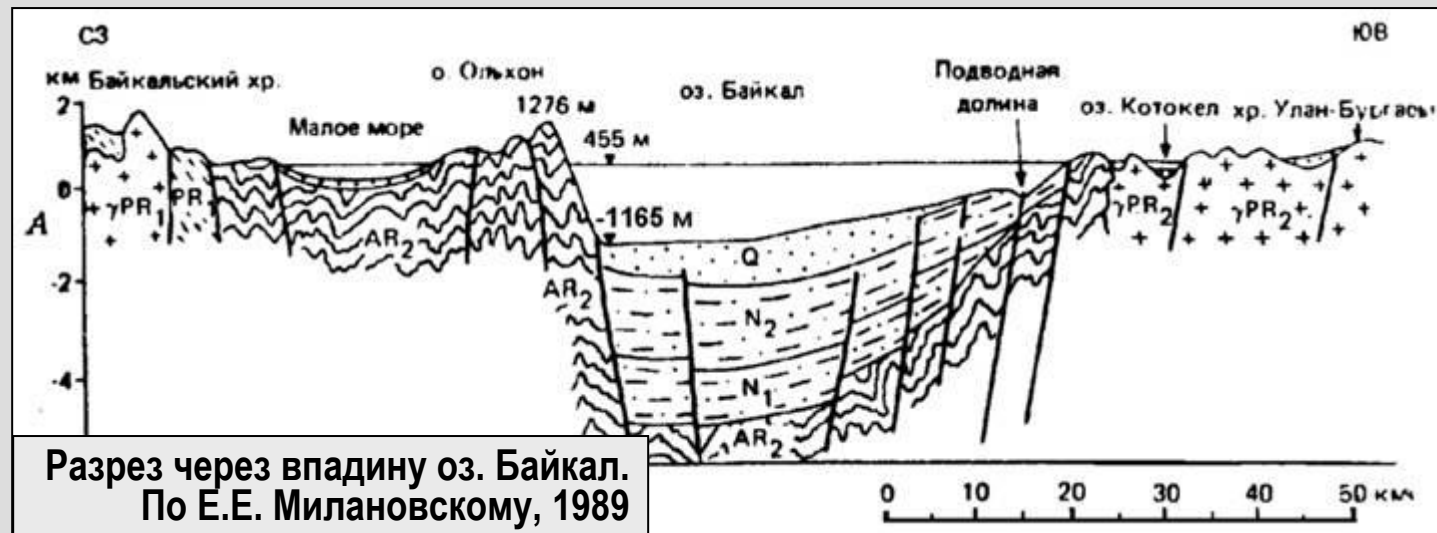


По J.G. Ramsay,
M.I. Huber, 1983

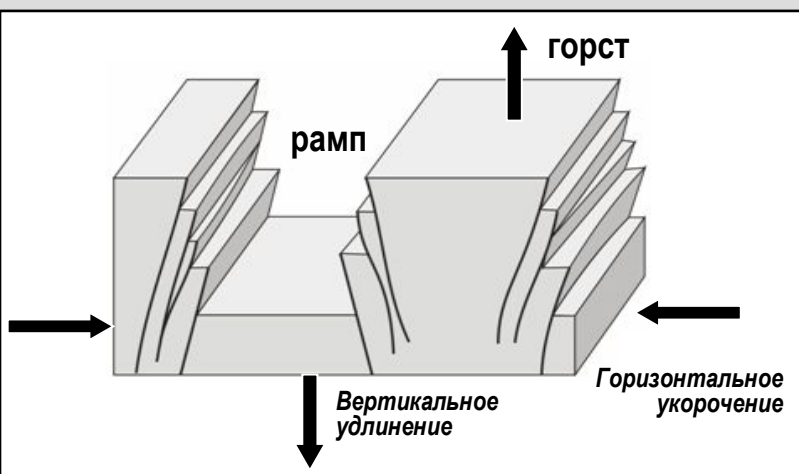
Структуры зон растяжения,

ограниченные сбросами:

- а) **грабен** – симметричная отрицательная структура, ограниченная сопряженной парой **встречных сбросов**,
- б) **горст** – симметричная положительная структура, ограниченная сопряженной парой **расходящихся сбросов**,
- в) **полуграбен** – асимметричная отрицательная структура, ограниченная **одним крупным сбросом**, другое крыло полуграбена представляет собой моноклинал или флексуру



Разрез через впадину оз. Байкал.
По Е.Е. Милановскому, 1989

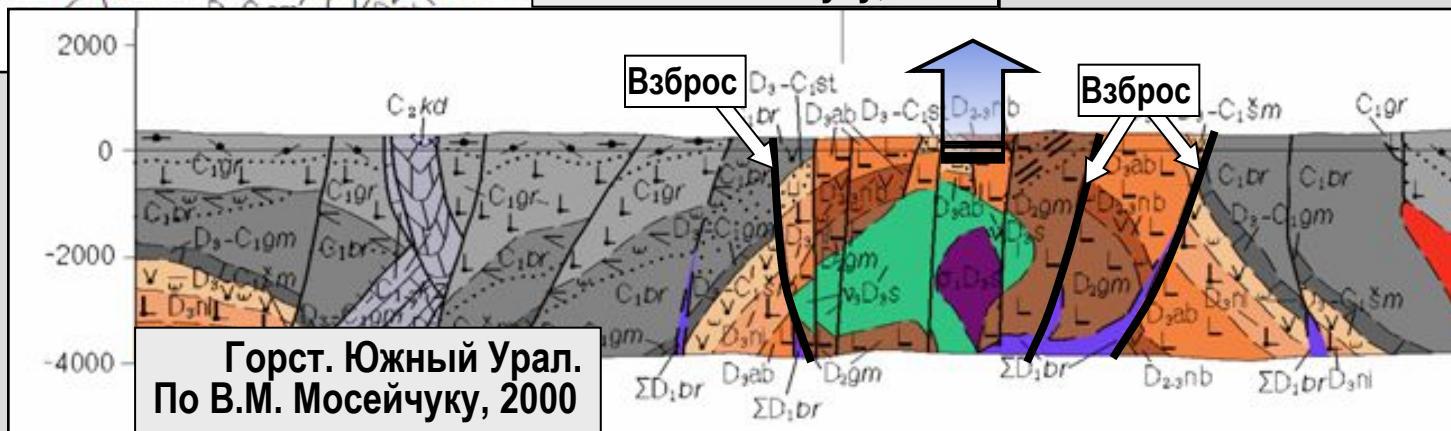
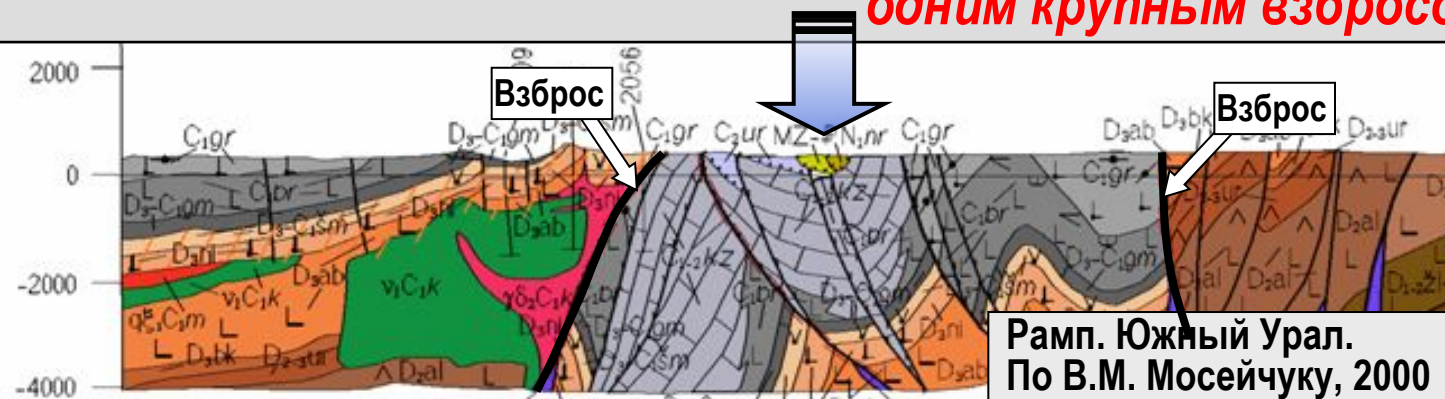


Структуры зон сжатия:

а) **рамп** – симметричная отрицательная структура, ограниченная сопряженной парой **расходящихся** **взбросов** или **надвигов**,

б) **горст** – симметричная положительная структура, ограниченная сопряженной парой **встречных** **взбросов**,

в) **полурамп** – асимметричная отрицательная структура, ограниченная **одним крупным взбросом** или **надвигом**





**Грабен и система
встречных сбросов**



**Горст и грабен,
ограниченные сбросами**



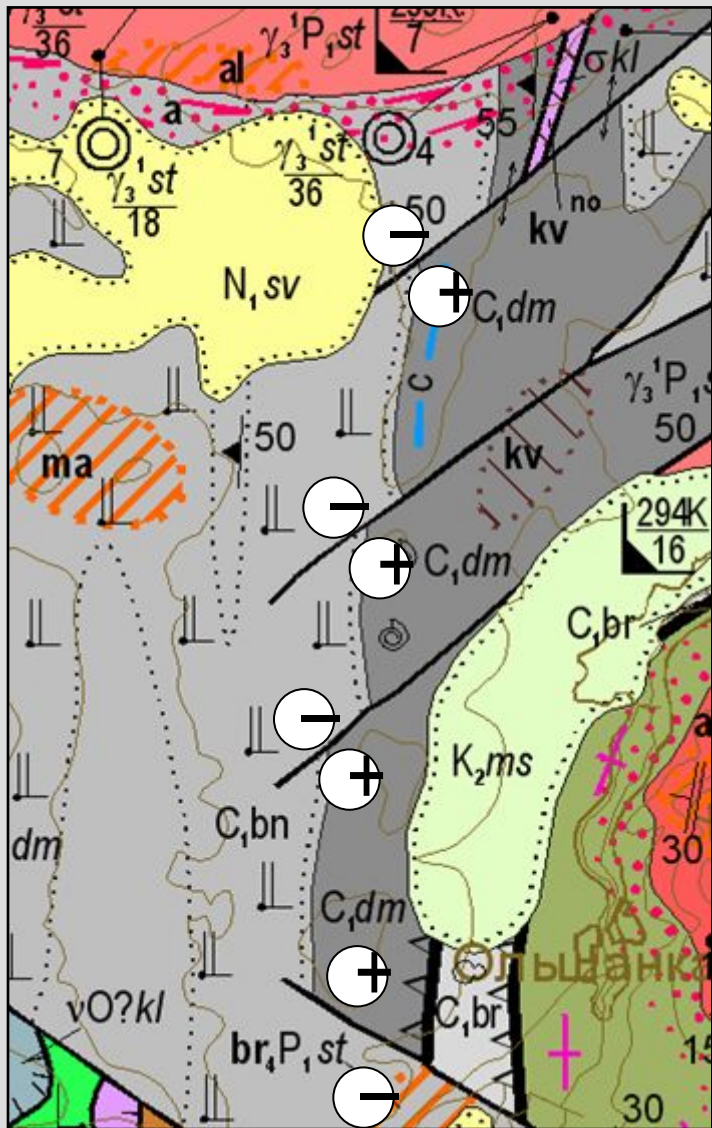
Грабен и система встречных сбросов



Серия сбросов

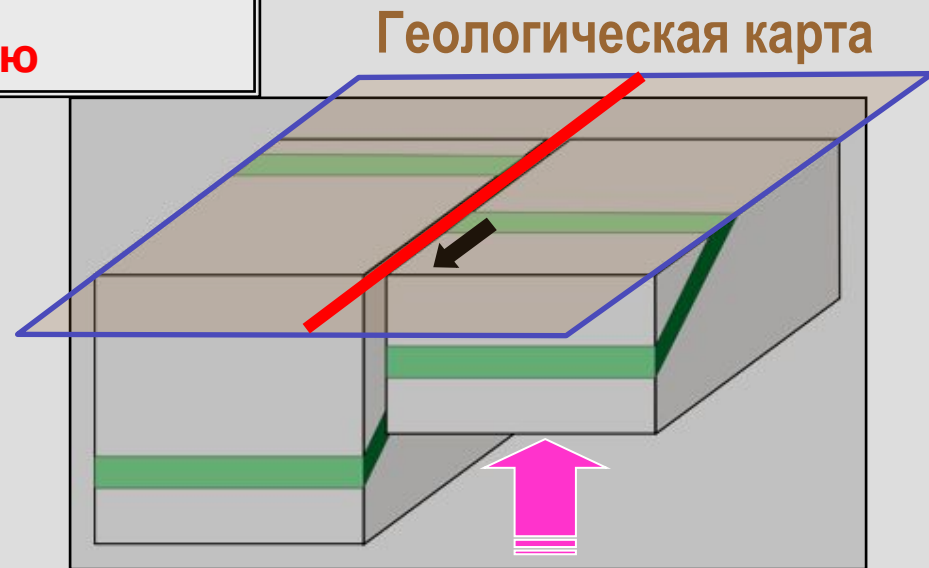
Разрывы на геологической карте

Серия крутых сбросов, смещающих границу нижнекаменноугольных свит. В поднятых крыльях выходят более древние породы, поэтому на карте граница в них смещается *по направлению падения пластов*.



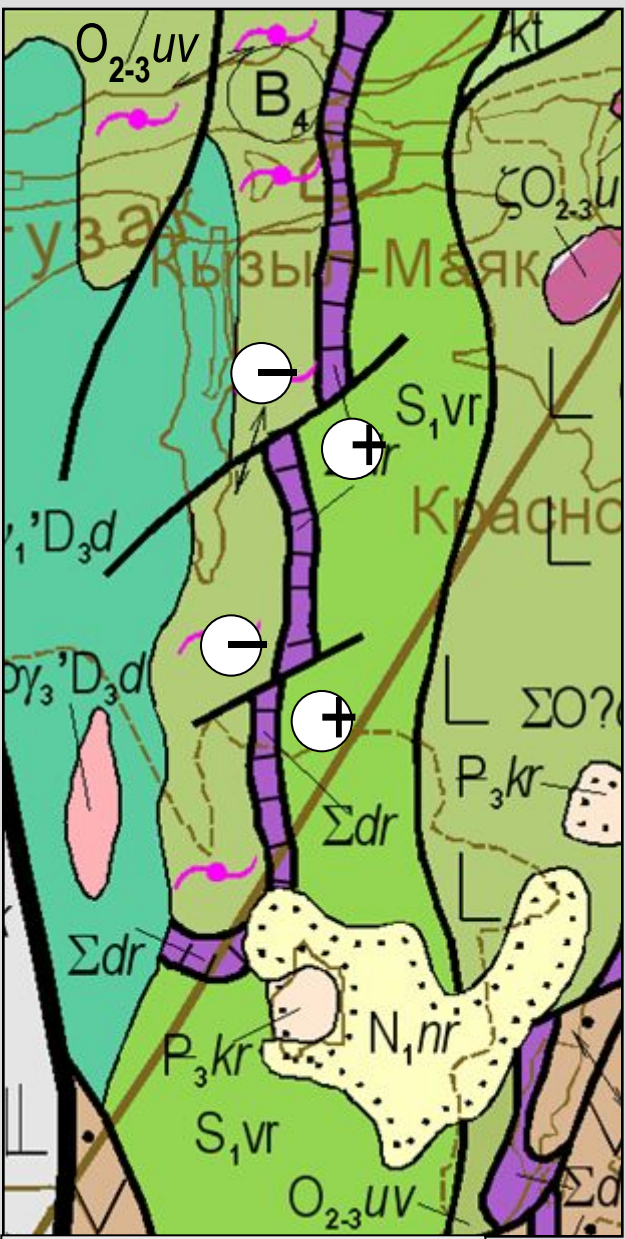
Фрагмент геологической карты Южного Урала

Правило 5П:
Поднятый
Пласт (маркер)
Перемещается
По
Падению



Правило 5П для определения
поднятого крыла работает
только для сбросов и взбросов

Серия крутых сбросов, смещающих пластообразное тело серпентинитов в подошве надвига. В аллохтоне выходят более древние отложения, но граница между ними не стратиграфическая, она смещается в поднятом блоке по направлению падения тела серпентинитов.



Фрагмент геологической карты Южного Урала

По простиранию разрывы могут "затухать" и даже менять морфологию и знак смещения

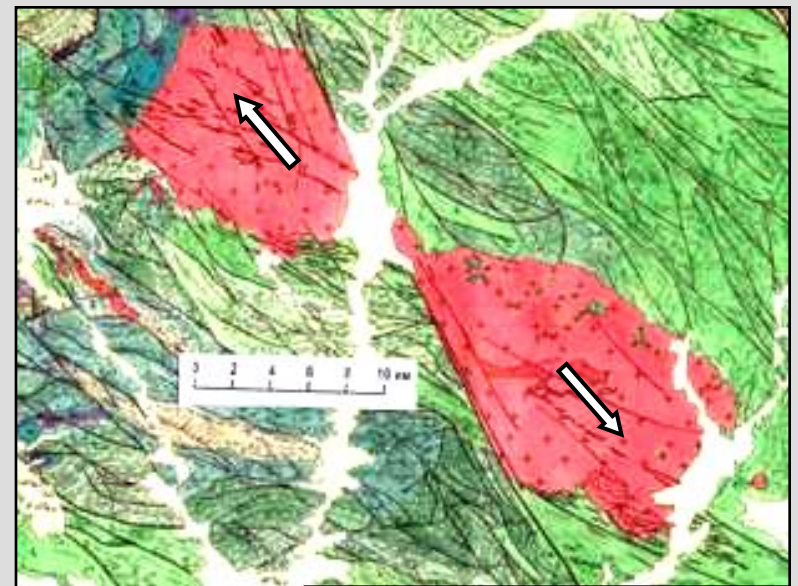
Примеры сдвигов



Серия малоамплитудных левых сдвигов, смещающих вертикальную кварцевую жилу в андезитах нижнего карбона. Ю. Урал



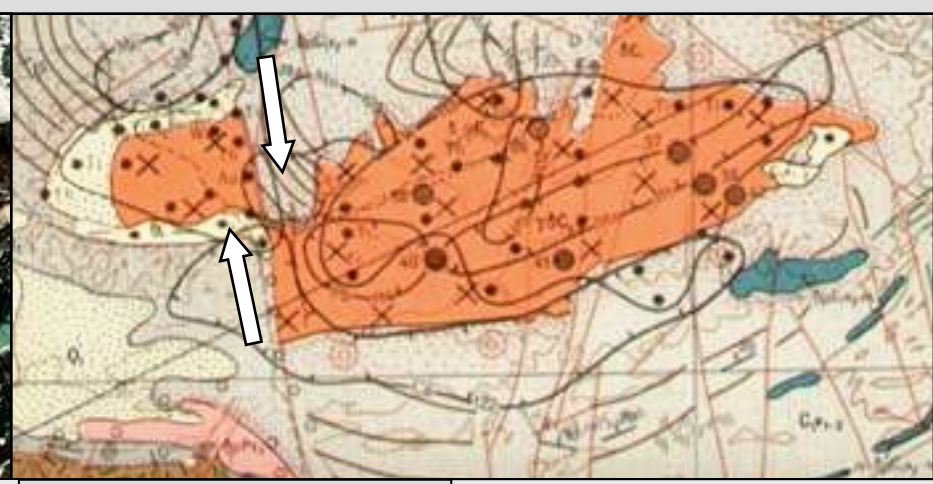
Правый сдвиг, смещающий гранитный массив Сусызкара. С. Прибалхашье. Google



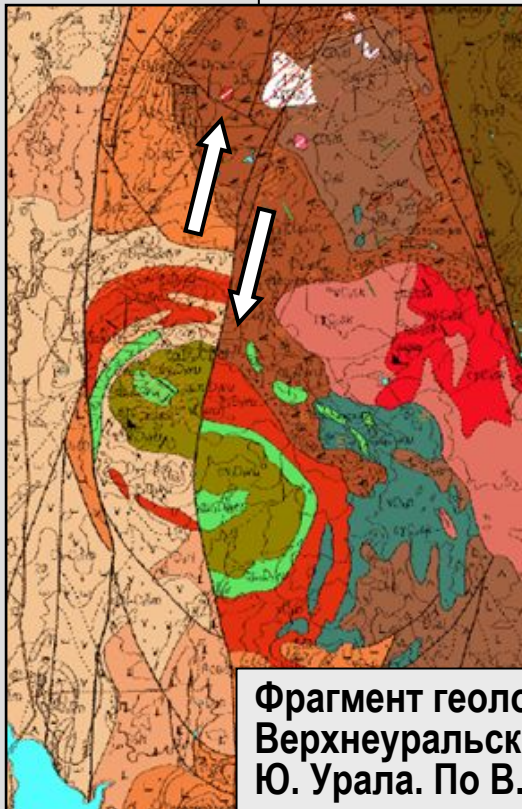
Фрагмент геологической карты Казахстана. По В.Я. Кошкину, 1986



Правый сдвиг, смещающий гранитоидный массив Толкудук. СЗ. Прибалхашье. Google



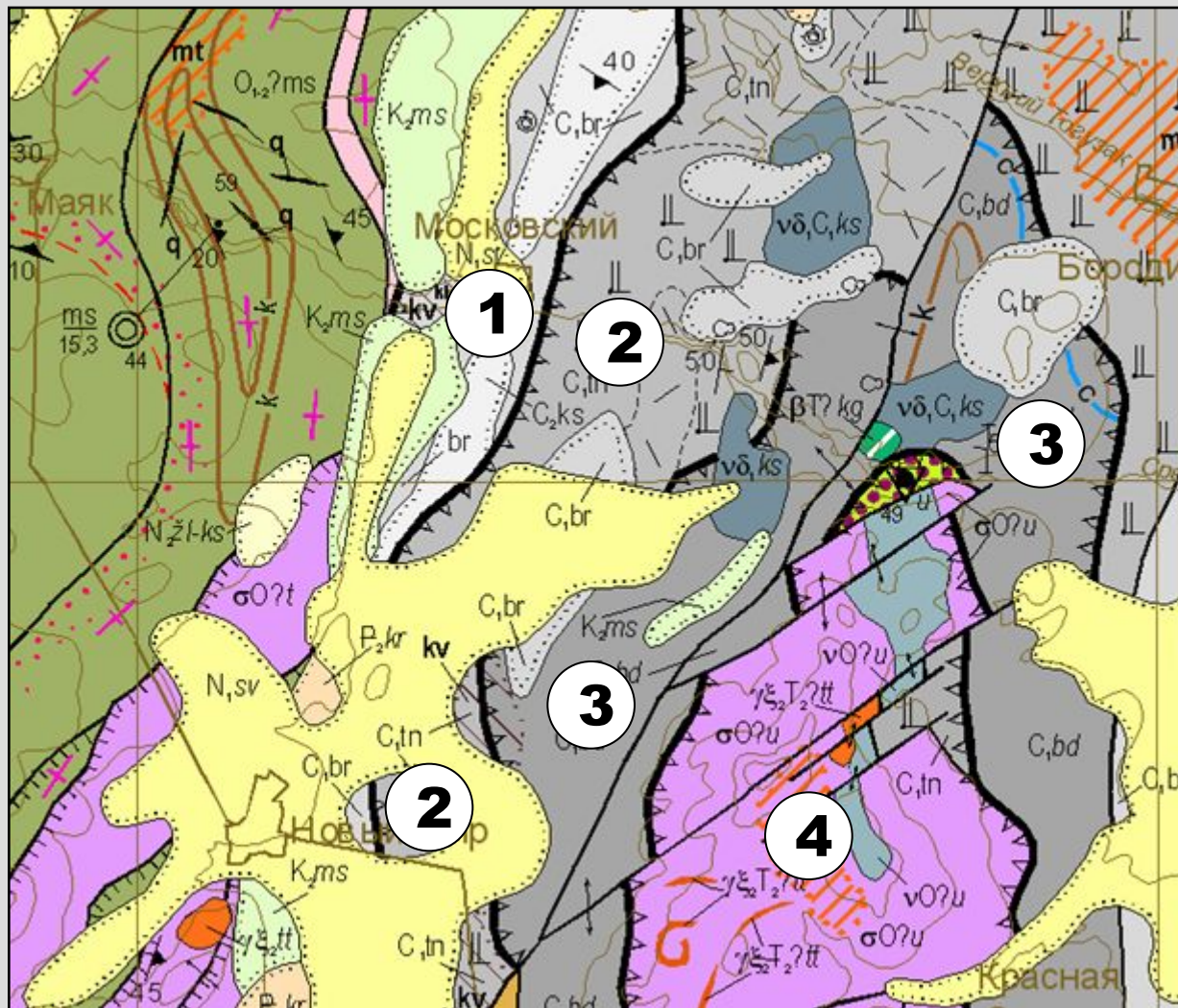
Фрагмент геологической карты Казахстана. По В.Ф. Беспалову, 1968



Фрагмент геологической карты Верхнеуральского плутона. Ю. Урала. По В.М. Мосейчуку, 2000

Наиболее удобны для определения смещения по сдвигам интрузивные тела с крутыми контактами

На геологических картах надвиги часто распознаются по обратной последовательности комплексов в складчатых структурах. Как правило, более древние комплексы бывают надвинуты на более молодые, поэтому **в ядрах синформных** тектонических пакетов могут залегать самые **древние породы**, а в ядрах **антиформных** пакетов – самые **молодые**.

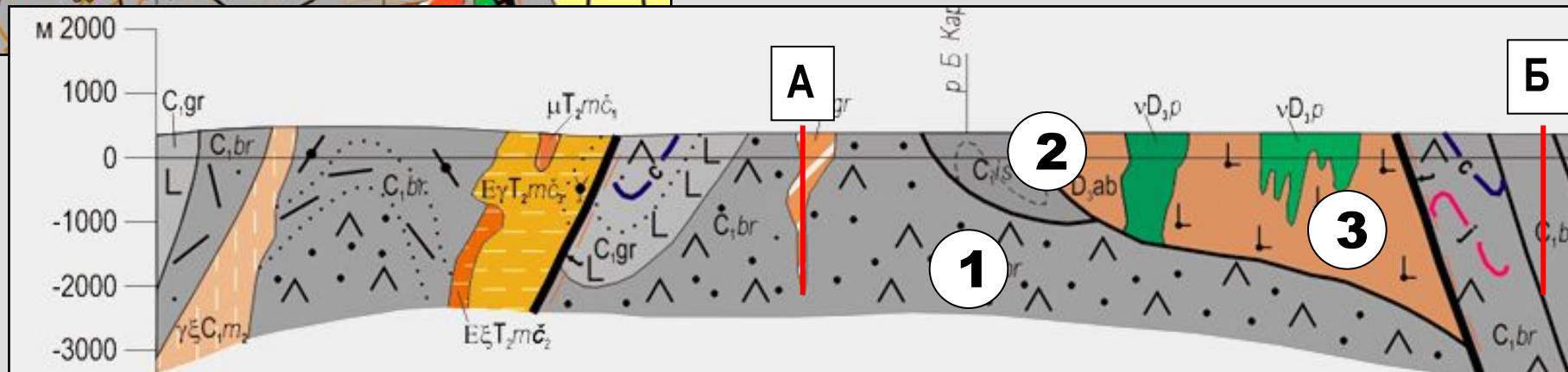


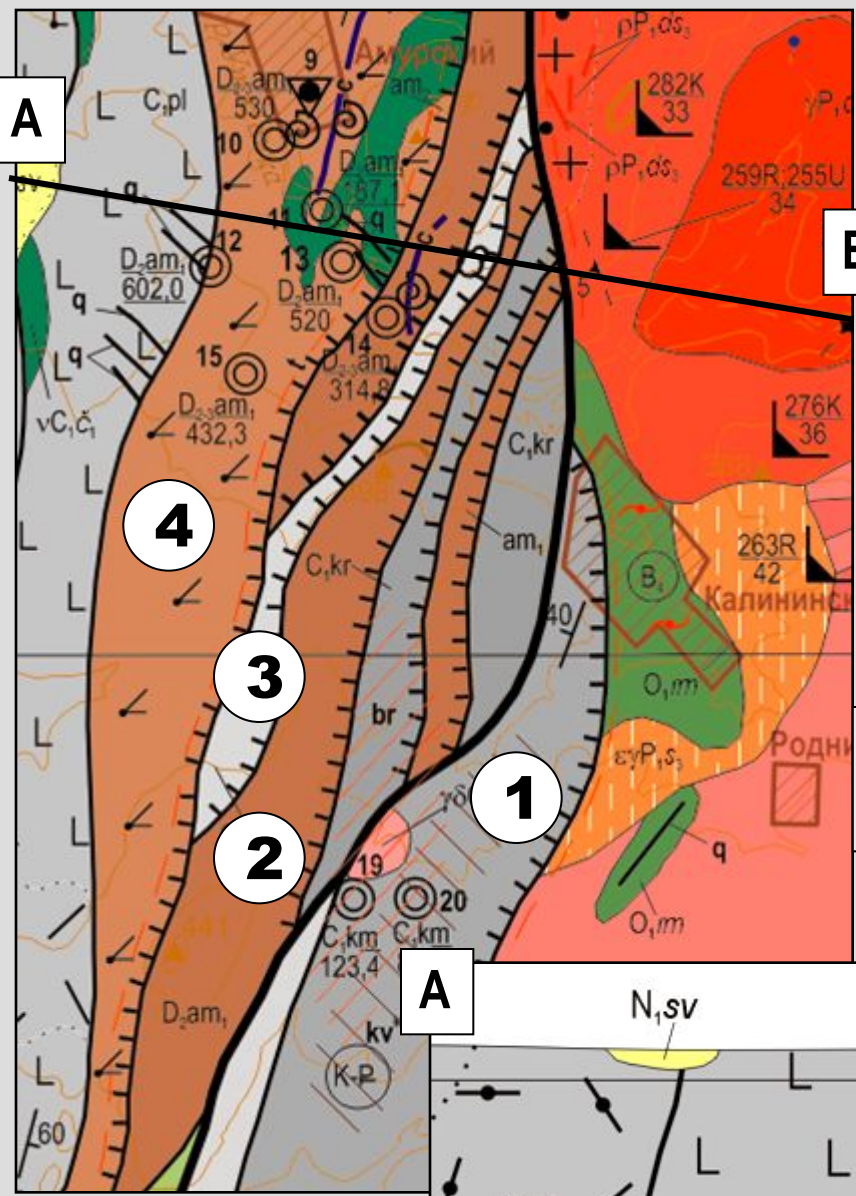
В Успенковском пакете надвигов нижние тектонические пластины сложены известняками среднего карбона (1), на них залегают вулканиты визейского яруса (2), затем – угленосные толщи турнейского яруса нижнего карбона (3), а в ядре синформы – серпентинитовый массив ордовикского возраста (4). Контакты тектонические.

Фрагмент геологической карты Южного Урала

В Ждановском пакете надвигов нижние тектонические пластины сложены вулканитами визейского яруса (1), выше расположены угленосные толщи турнейского яруса (2), а верхние пластины представлены субщелочными базальтами франского яруса верхнего девона (3)

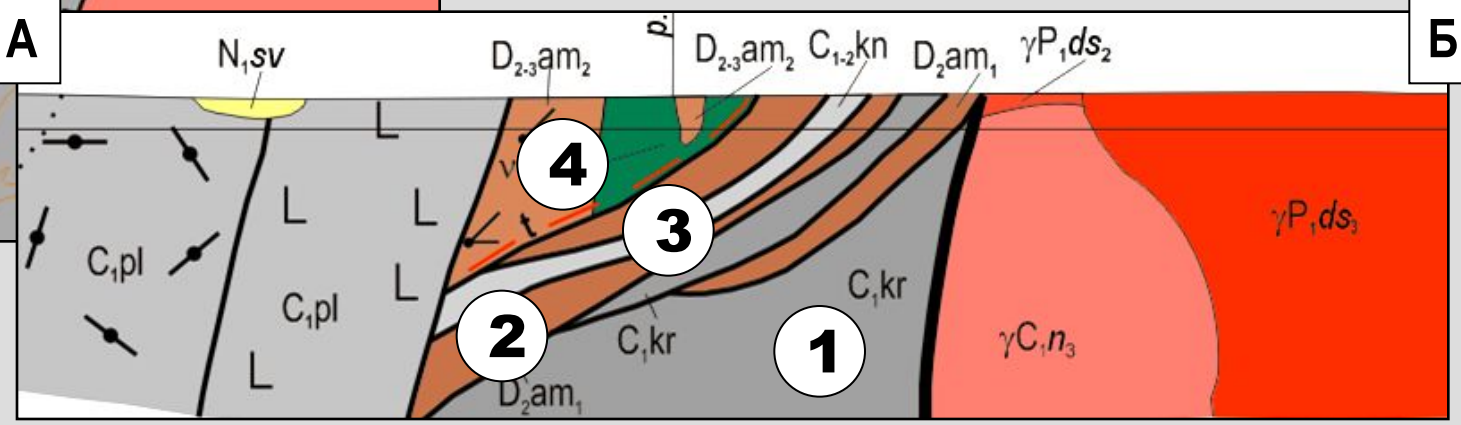
Фрагмент геологической карты Южного Урала и разрез А–Б

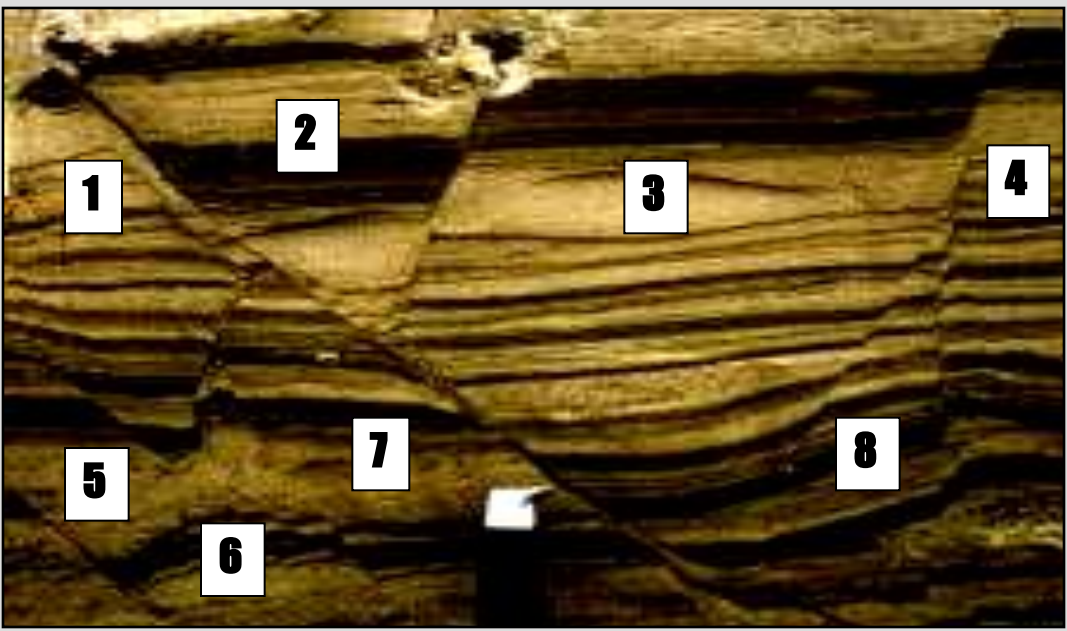


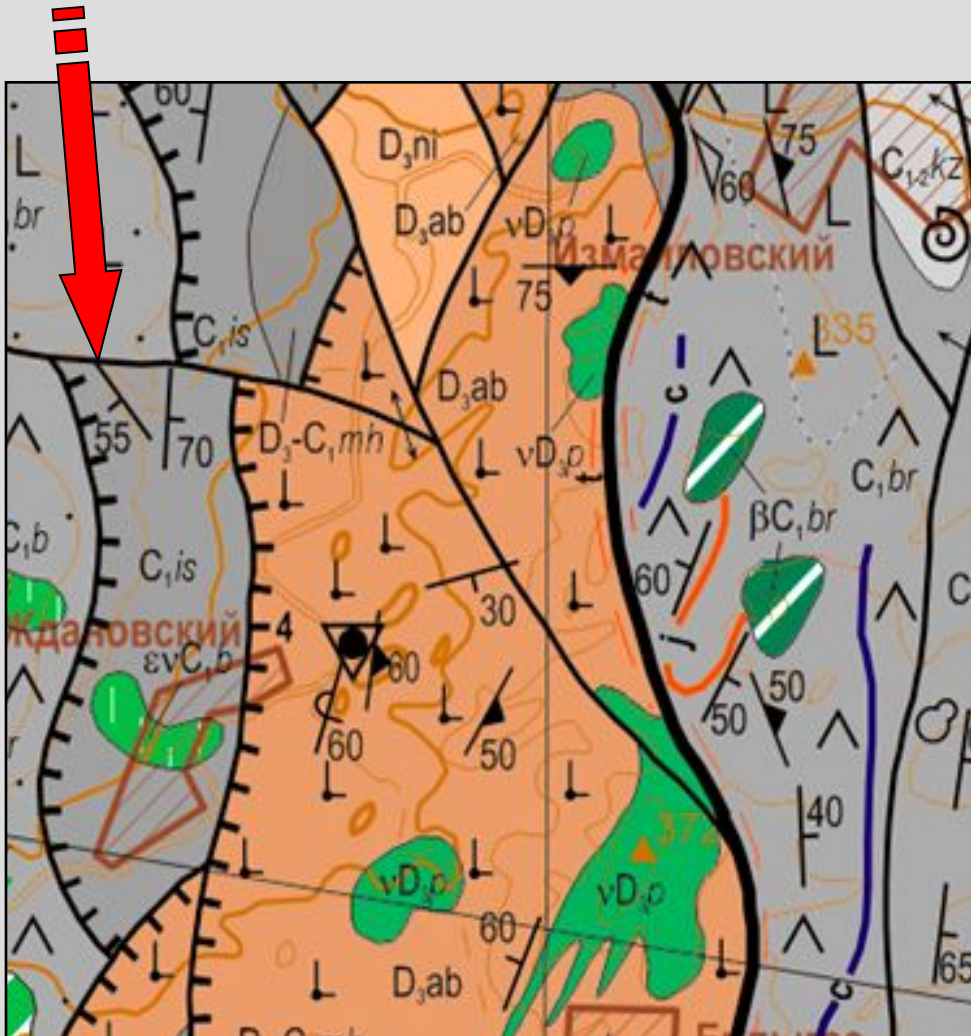


В Амурском пакете надвигов нижние тектонические пластины представлены терригенно-карбонатными породами нижнего карбона (**1**), а выше чередуются тектонические пластины, сложенные средним девоном (**2**), средним карбоном (**3**) и верхним девоном (**4**)

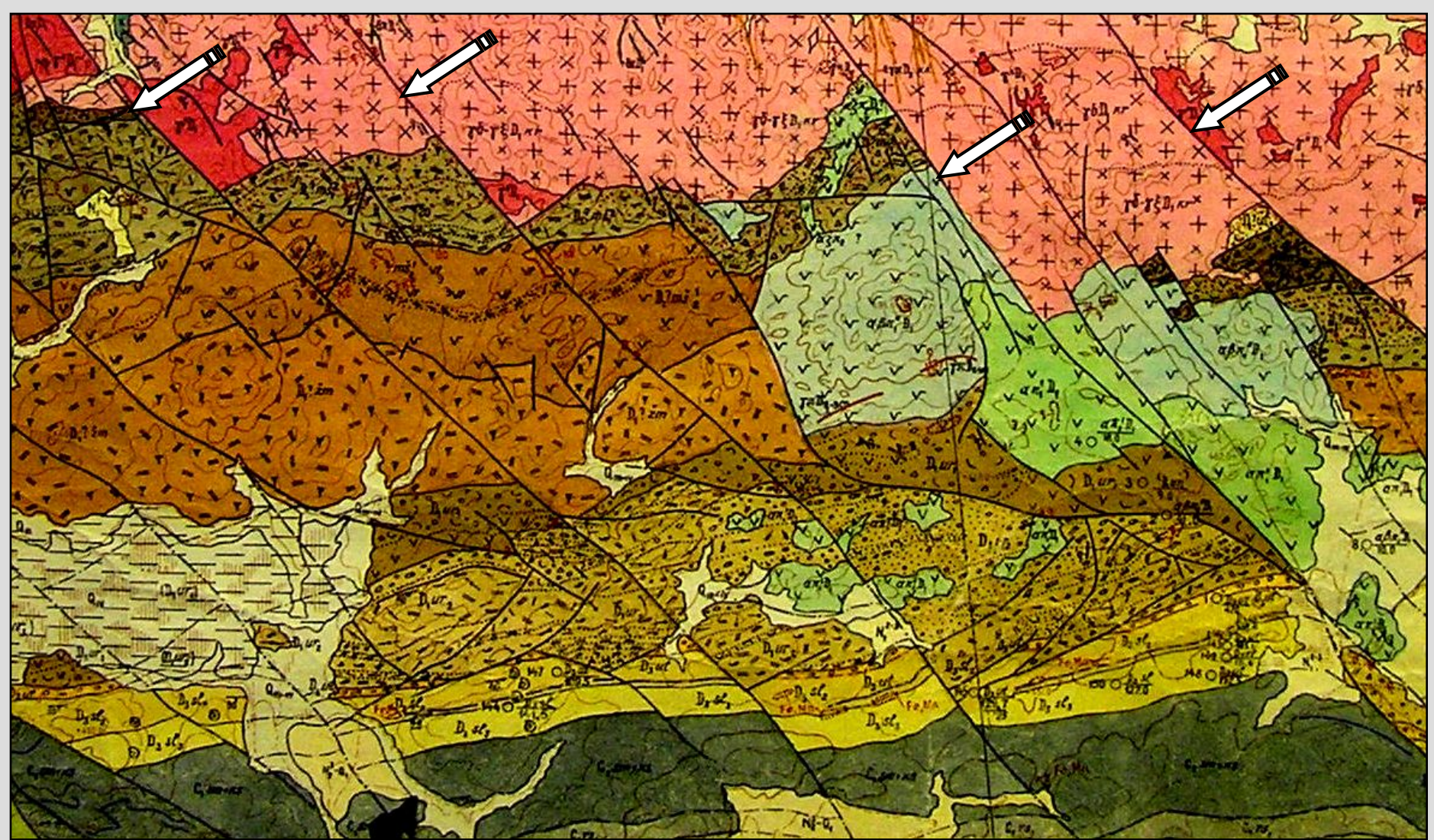
Фрагмент геологической карты Южного Урала и разрез А-Б



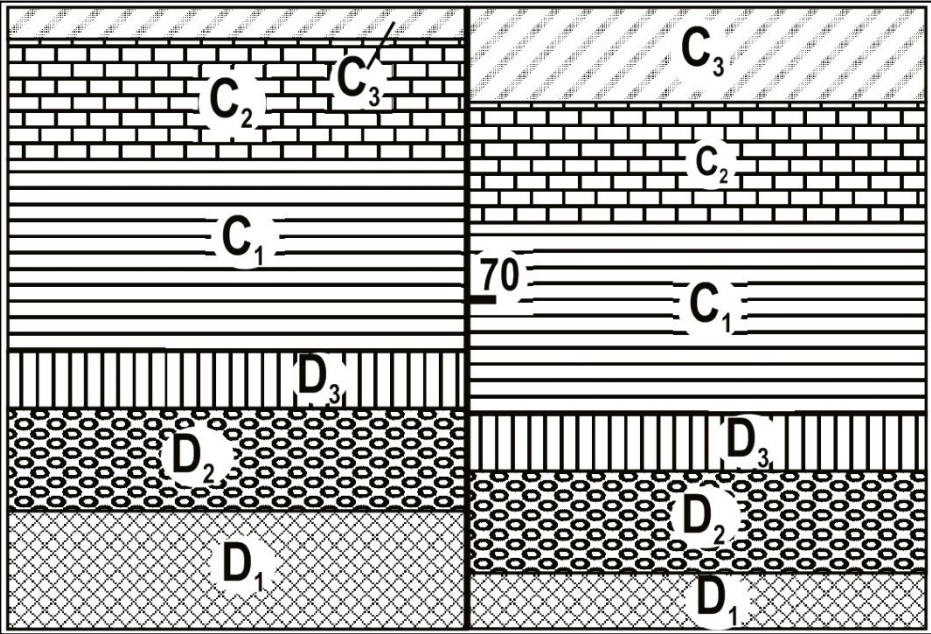




На фрагменте карты пакет надвигов.
А какое крыло поднято у
взброса, помеченного
стрелкой?
В какую сторону он падает?



Вулканогенная толща девона перекрывает массив гранитоидов и прорвана субвулканическими телами. Определите тип разрывов, помеченных стрелками.



На рисунке показан разрыв, смещающий толщу осадочных пород. Берг-штрих показывает направление падения сместителя, а цифра рядом – угол его падения. Интерпретация геологической ситуации зависит от того, что известно о разрыве и толще пород. Рассмотрим пару вариантов.

1. Сброс смещает крыло складки. Определите направление падения и характер залегания слоев.
2. Взброс смещает крыло складки. Определите направление падения и характер залегания слоев.
3. Сдвиг смещает крыло складки. Определите его тип. Как залегают слои?
4. Разрыв смещает моноклираль с нормальным залеганием слоев. К каким морфологическим типам он может относиться?
5. Разрыв смещает перевернутое крыло опрокинутой складки. К каким морфологическим типам он может относиться?
6. Разрыв смещает крыло складки. Породы залегают вертикально. К каким морфологическим типам он может относиться?