

Структурная геология и геологическое картирование

Лекция № 9

«Строение зон разрывов»

Общие соображения

«Разрыв – поверхность или зона в горных породах, по которой произошло смещение разделяемых этой поверхностью блоков»,

то есть разрывы не всегда имеют вид одной поверхности, часто они представляют собой зоны различной мощности, имеющие сложное строение.

Поскольку при смещении блоков друг относительно друга требуется преодолеть силу трения, в зоне сместителя возникают разнообразные структурные элементы и породы, связанные с этим процессом:

- зоны дробления (тектонические брекчии);
- зеркала скольжения;
- зоны рассланцевания;
- зоны истирания (милониты).

Тектоническая брекчия

[fault breccia]



Слабо сцементированная тектоническая брекчия.
В матрице – лимонитизированная глина

Тектонические брекчии образуются за счет разрушения пород, соприкасающихся по разрыву. Обломки имеют угловатую форму, обычно они сцементированы гидротермальными минералами (кварц, кальцит, лимонит)

Среднеобломочная тектоническая брекчия.
Траппы Норильской мульды. Фото А.В. Рудаковой

Крупноглыбовая
тектоническая
брекчия.
Долина Смерти.
Калифорния.
[http://www.portervill
ecollege.edu/.../
Breccia202.JPG](http://www.portervill
ecollege.edu/.../
Breccia202.JPG)



Тектонические брекчии по кварцевым жилам – очень распространенный вид тектонических брекчий. Кварцевые жилы формируются в зонах разрывов, а последующие движения по этим разрывам приводят к разрушению монолитного жильного кварца.

Тектоническая брекчия с лимонитовым цементом. В обломках – жильный кварц. Ю. Урал

Тектоническая брекчия с кварцевым цементом. В обломках – жильный кварц. Ю. Урал

В условиях высокой проницаемости зон разрывов матрикс часто замещается различными гидротермальными минералами, в том числе, и более поздним кварцем





**Мелкообломочная тектоническая
брекчия с лимонитизированным
матриксом по слоистым
алевролитам. Ю. Урал**

**Тектоническая брекчия с
лимонитовым цементом
по кварцевой жиле. Ю. Урал**



При продолжительных деформациях тектонические брекчии могут подвергаться повторной тектонизации, обломки расплющиваются и разворачиваются, появляется ориентировка раздавленных обломков, параллельная сместителю.



**Тектонические брекчии с кварцевым цементом
и линейной текстурой по кварцитам. Ю. Урал**



Зеркала скольжения [slickenside]

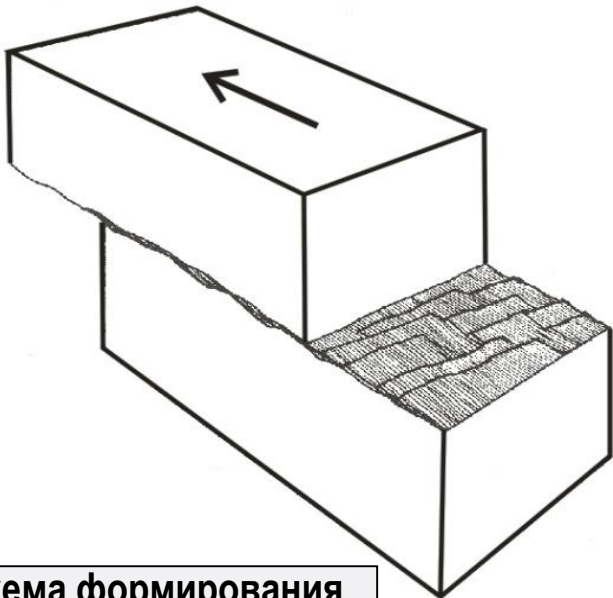
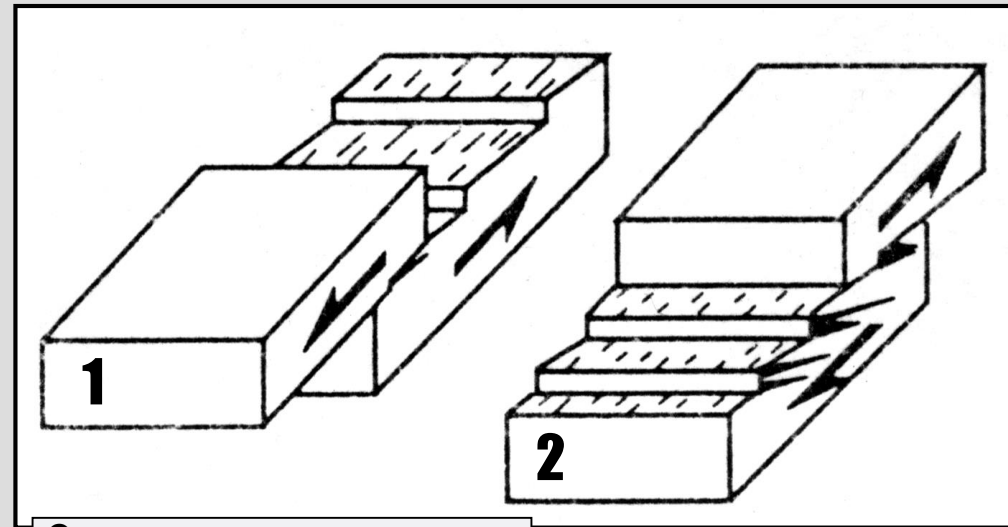


Схема формирования
зеркал скольжения.
По Ramsay, Huber, 1983

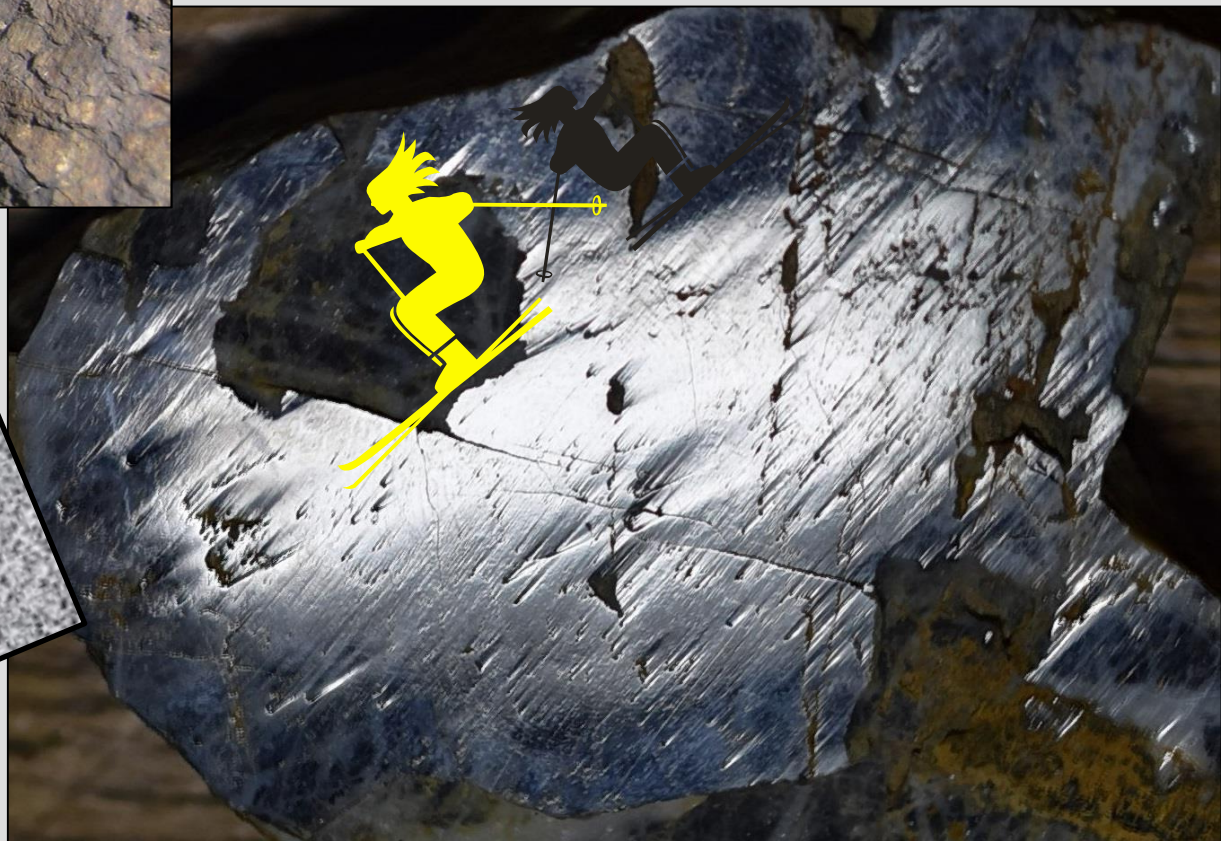
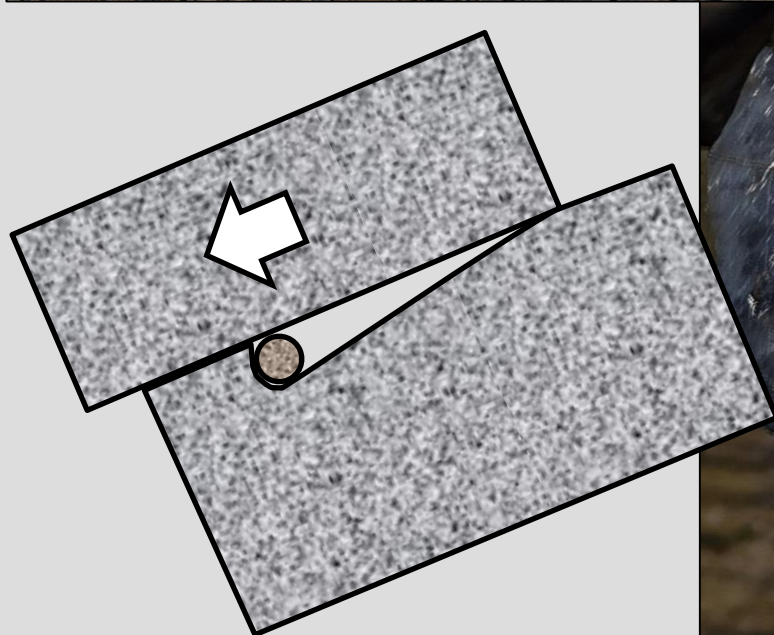
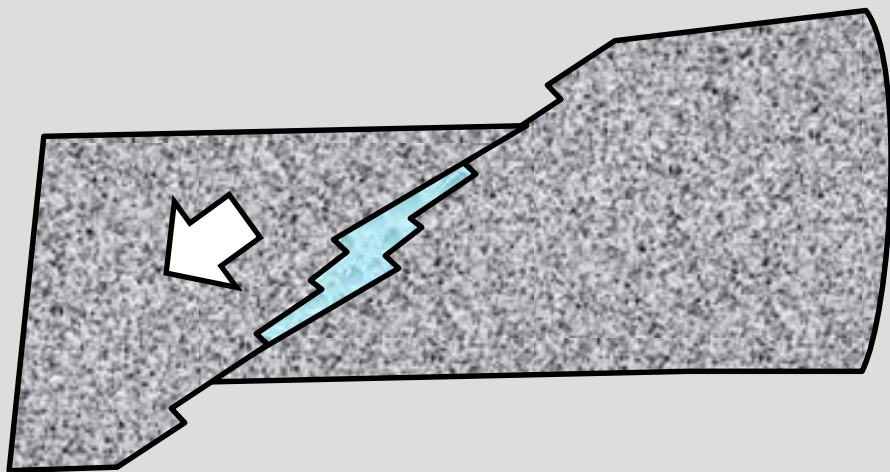
Зеркала скольжения представляют собой субпараллельные борозды на поверхности сместителя. Они образуются за счет трения между перемещаемыми блоками пород и трассируют направление смещения. По положению зеркала в пространстве и характеру борозд можно определить тип разлома и направление смещения по нему.



Определение направления
смещения.
По Хоку и Миллеру, 1993

На поверхности зеркал скольжения часто присутствуют мелкие уступчики, поперечные к бороздкам, и ямки. Они могут образовываться:

- 1) за счет образования мелких отрывов, не мешающих скольжению;
- 2) за счет формирования мелких упоров, препятствующих скольжению и сопровождающихся вследствие этого мелкими трещинами скола.

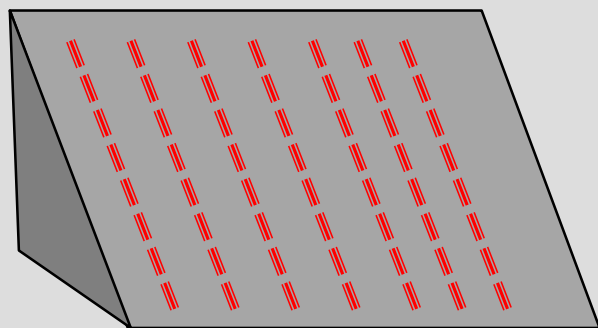


Поскольку зеркало скольжения представляет собой поверхность, ее ориентировка в пространстве определяется элементами залегания – азимутом и углом падения этой поверхности.

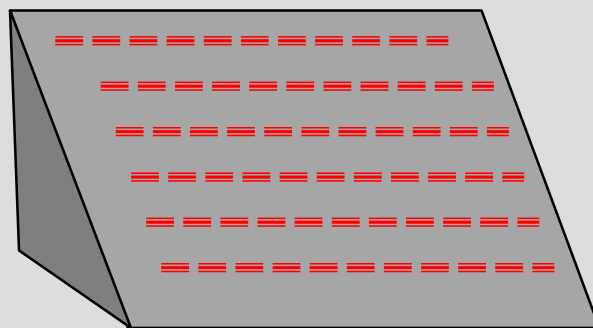
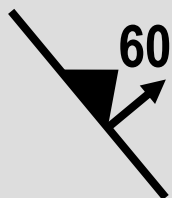
Борозды на поверхности сместителя (штриховка) представляют собой линии, которые обычно ориентированы косо к поверхности зеркала, а поэтому имеют свои собственные элементы залегания.

Азимут падения штриховки отличается от азимута падения поверхности зеркала на $\pm 90^\circ$, а **угол падения** штриховки колеблется от 0° до собственного угла падения поверхности зеркала.

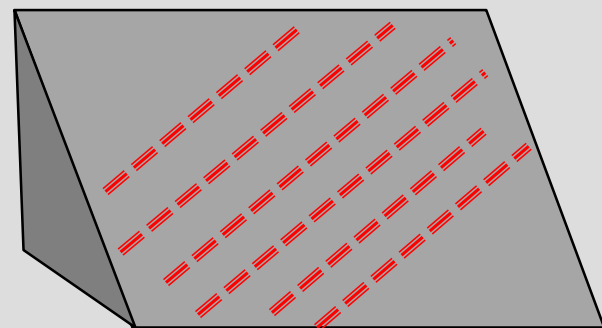
По положению зеркала в пространстве и характеру борозд можно определить тип разлома и направление смещения по нему.



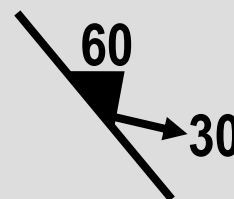
Штриховка на зеркале при сбросе или взбросе




Штриховка на зеркале при сдвиге

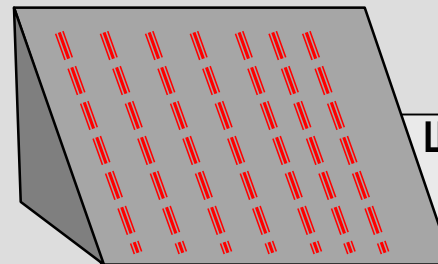


Штриховка на зеркале при разрыве комбинированной кинематики






Зеркало скольжения **взброса**,
штрихи направлены по падению
наклонного сместителя. Ю. Урал



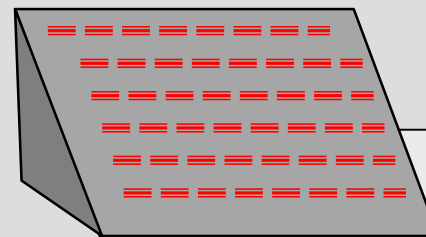
Штриховка на
зеркале при
сбросе или
взбросе



Зеркало скольжения **надвига**,
штрихи направлены по падению
пологого сместителя. Ю. Урал



Зеркало скольжения **сдвига** с вертикальным сместителем, штрихи расположены на сместителе горизонтально. Ю. Урал



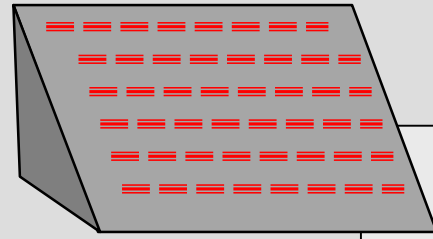
Штриховка на зеркале при сдвиге



Зеркало скольжения **сдвига** с вертикальным сместителем, штрихи расположены на сместителе горизонтально. Ю. Урал



Зеркало скольжения **полого сдвига**, штрихи ориентированы горизонтально на наклонном сместителе. Ю. Урал



Штриховка на зеркале при сдвиге



Зеркало скольжения горизонтального **надвига**, штрихи показывают направление смещения на горизонтальном сместителе. Ю. Урал

Зеркало скольжения **горизонтального** надвига, штрихи показывают направление смещения на почти горизонтальном сместителе. Ю. Урал

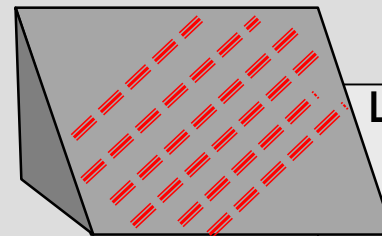


Зеркало скольжения **горизонтального** надвига, штрихи показывают направление смещения на почти горизонтальном сместителе. Ю. Урал



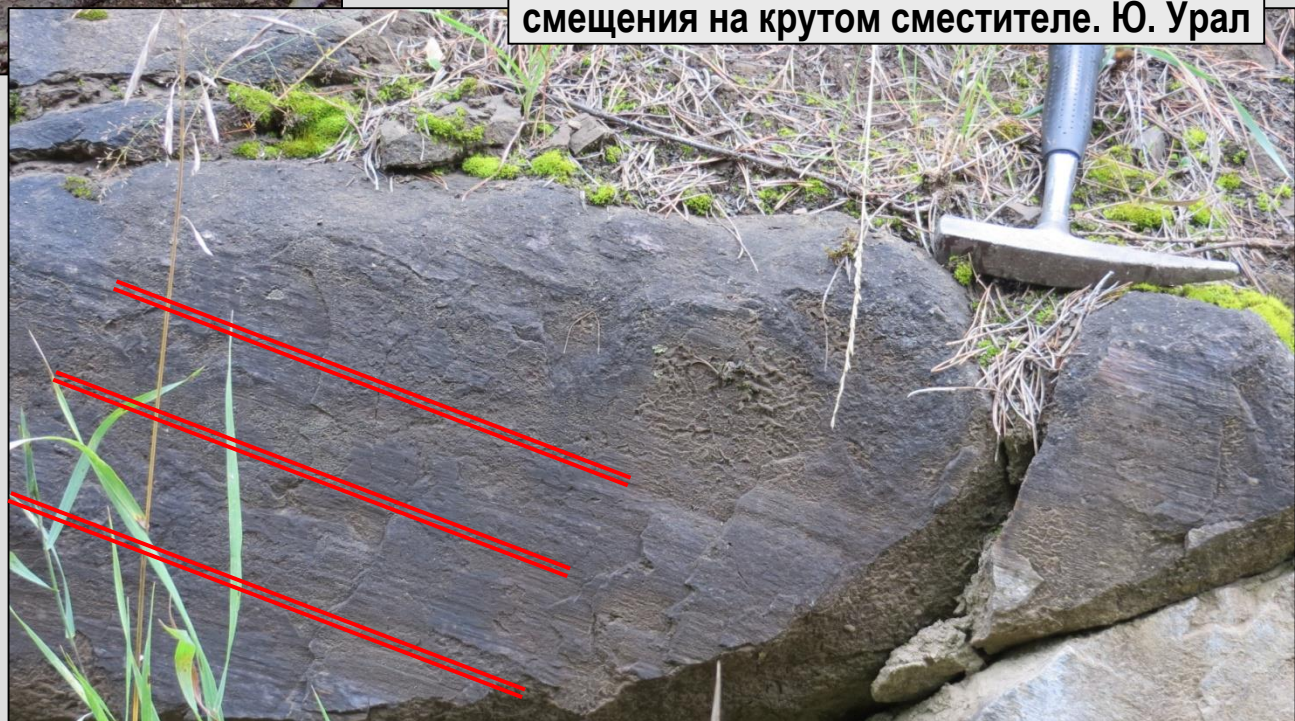


Зеркало скольжения **взбросо-сдвига**,
штрихи показывают направление
смещения на крутом сместителе. Ю. Урал.
Фото из архива ОАО Челябинскгеосъемка

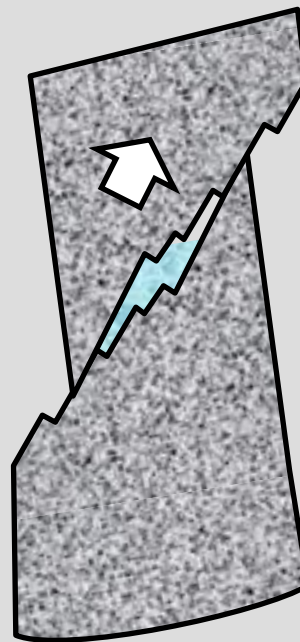


Штриховка на зеркале
при разрыве
комбинированной
кинематики

Зеркало скольжения **взбросо-сдвига**,
штрихи показывают направление
смещения на крутом сместителе. Ю. Урал



ВВ! В названии разрыва
на последнем месте –
компонента с большей
амплитудой!



Серия зеркал скольжения
взброса, штрихи параллельны
линии падения поверхности
зеркала, поэтому отрывы с
жилами кальцита
перпендикулярны линии
падения поверхности зеркала.
Ю. Урал



Зоны рассланцевания

Сланцеватость [*foliation, fissility*] – плоскостная текстура горных пород, образованная планпараллельным расположением пластинчатых или листоватых минералов. Как правило, сланцеватость параллельна поверхности сместителя, что позволяет использовать ее для определения морфологии разрыва даже в том случае, когда он непосредственно не наблюдается. При этом зоны рассланцевания не имеют резких границ.



Приразломная зона
рассланцевания
алевролитов. Ю. Урал.
Фото Б.В. Георгиевского



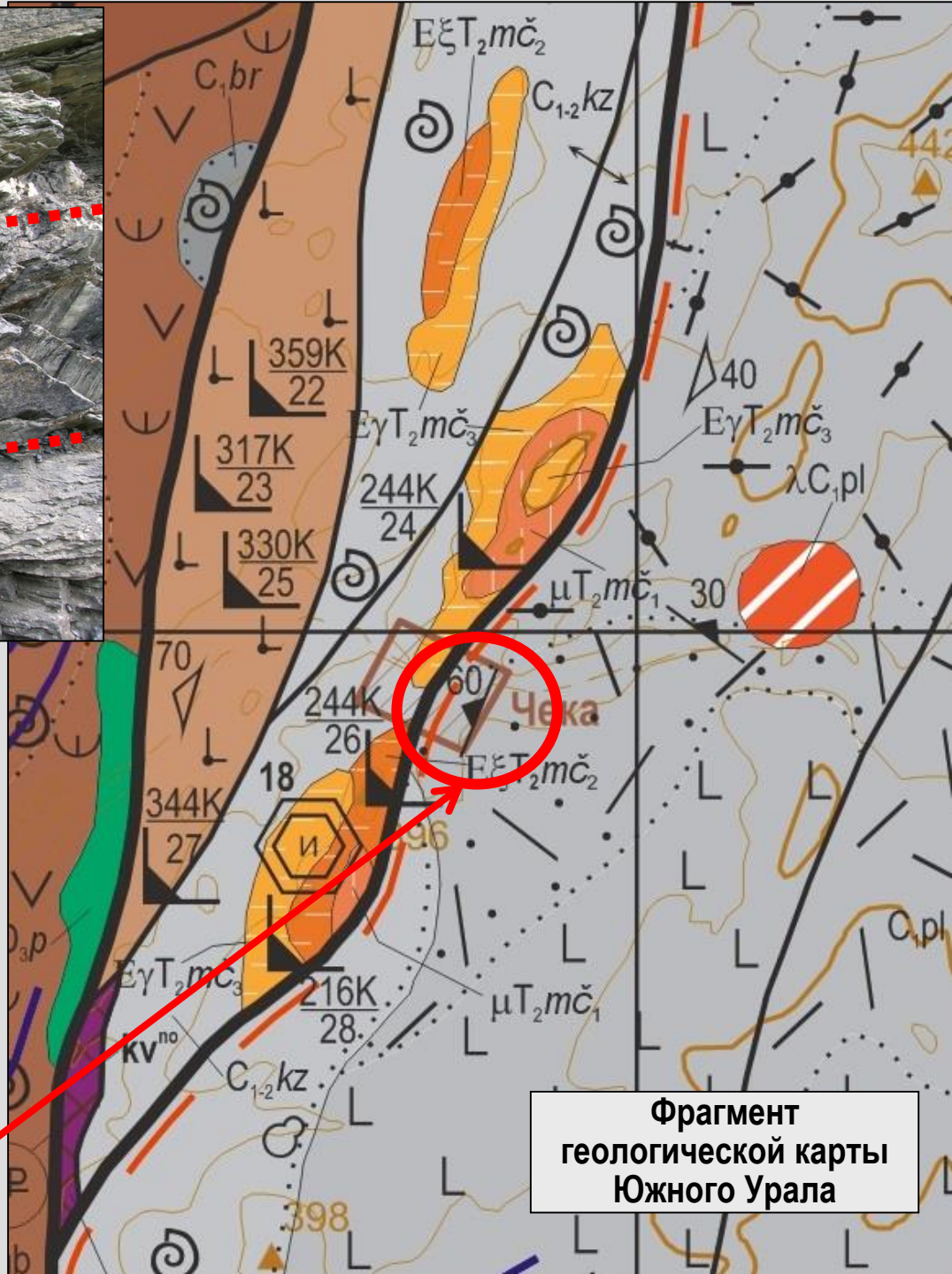
Приразломная зона
рассланцевания
известняков. Ю. Урал



Принадвиговые зоны
рассланцевания
метапесчаников. Ю. Урал.

Обычно сланцеватость
параллельна поверхности
сместителя, что позволяет
использовать ее для определения
морфологии разрыва даже в том
случае, когда он непосредственно
не наблюдается:

СЗ-300 \angle 60



Фрагмент
геологической карты
Южного Урала



Милониты раннего протерозоя по архейским гнейсам и кристаллическим сланцам. Ю. Урал. Керн с глубины 128 м.

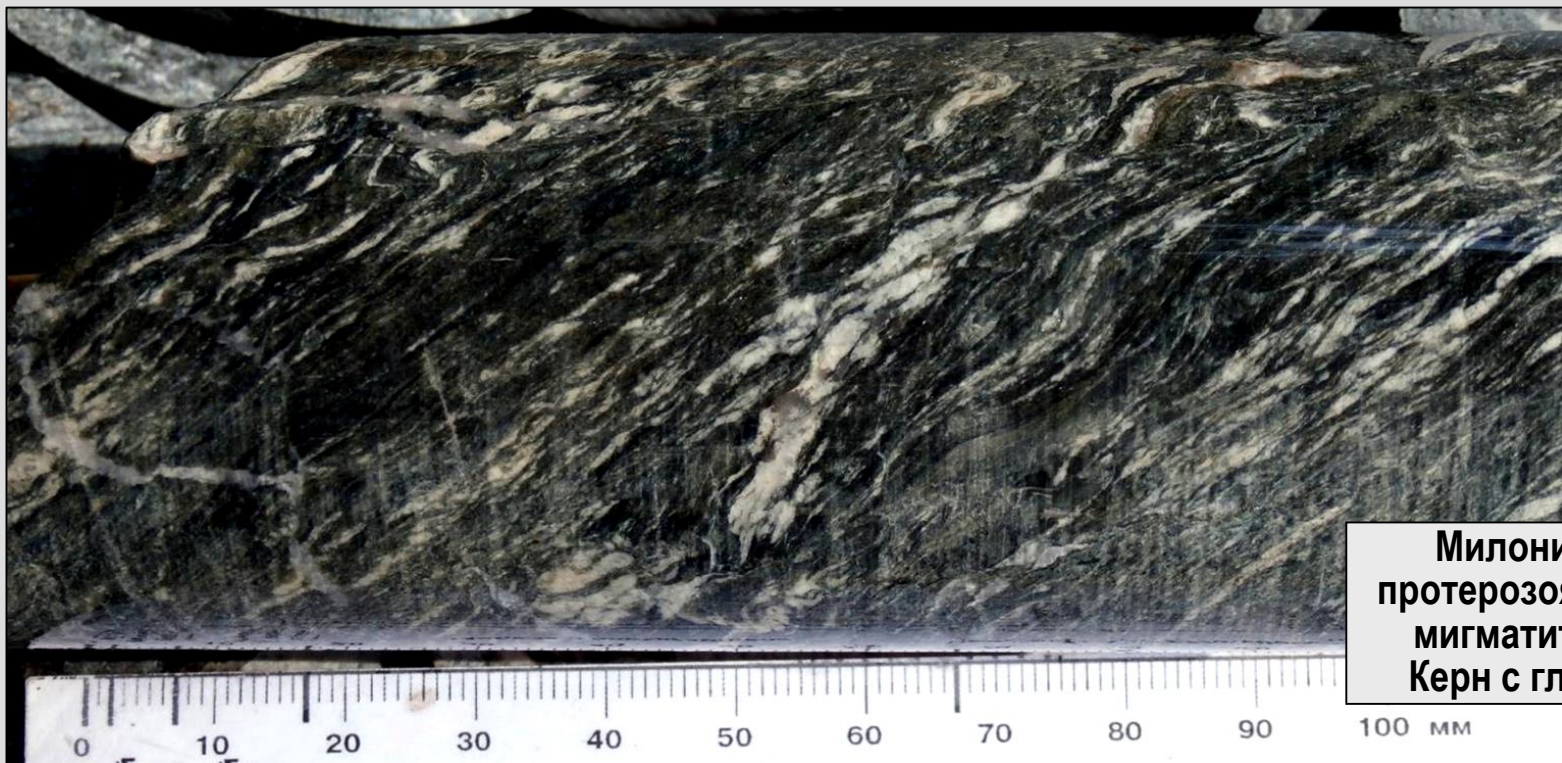
Милониты [*mylonite*] представлены агрегатом тонкоперетертых зерен, частично перекристаллизованных.

Милониты образуются при фрикционном скольжении между плоскостями, они могут проникать в трещины вмещающей породы.



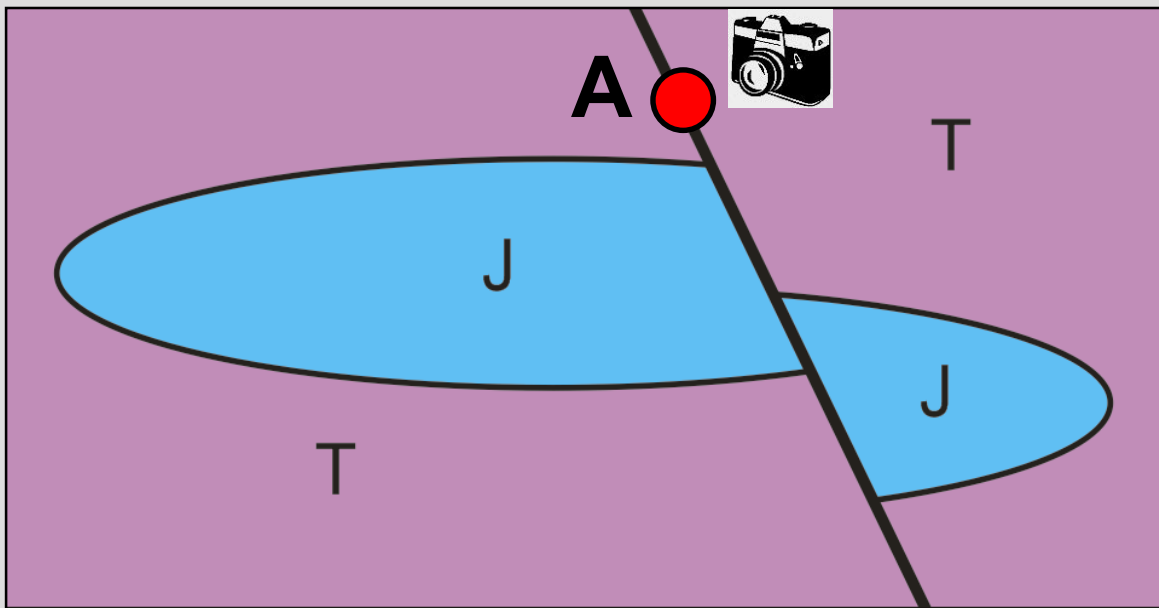
Смятые в складки милониты по долеритам. Фото А.Б. Кирмасова

**Мигматизированные архейские гнейсы, пересеченные зоной милонитов. Ю. Урал.
Керн с глубины 214 м.**

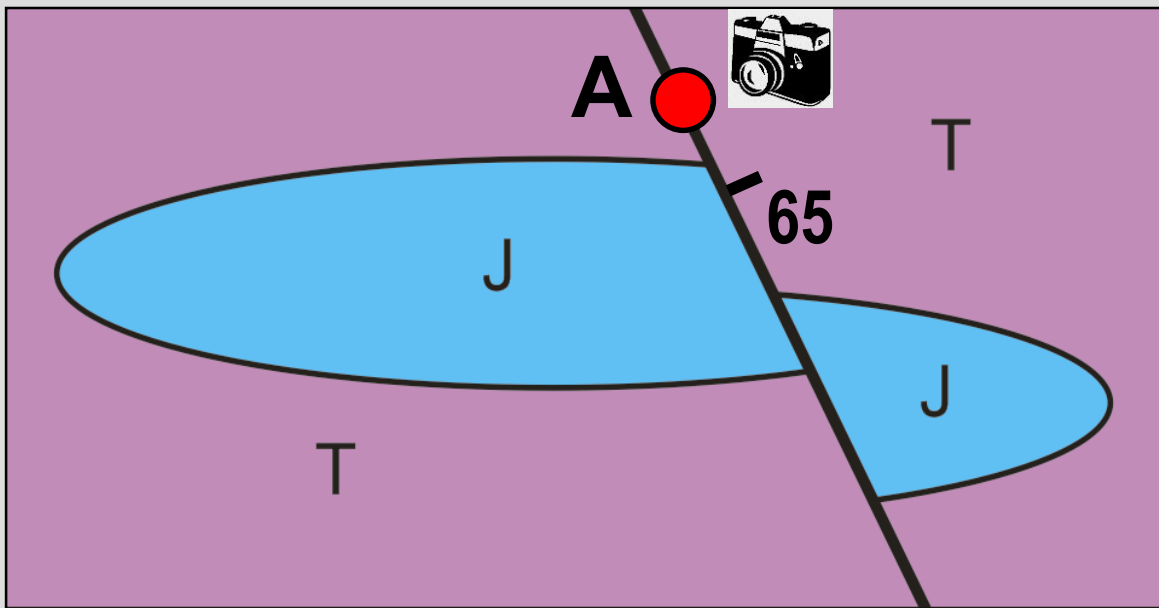


**Милониты раннего протерозоя по архейским мигматитам. Ю. Урал.
Керн с глубины 150 м.**

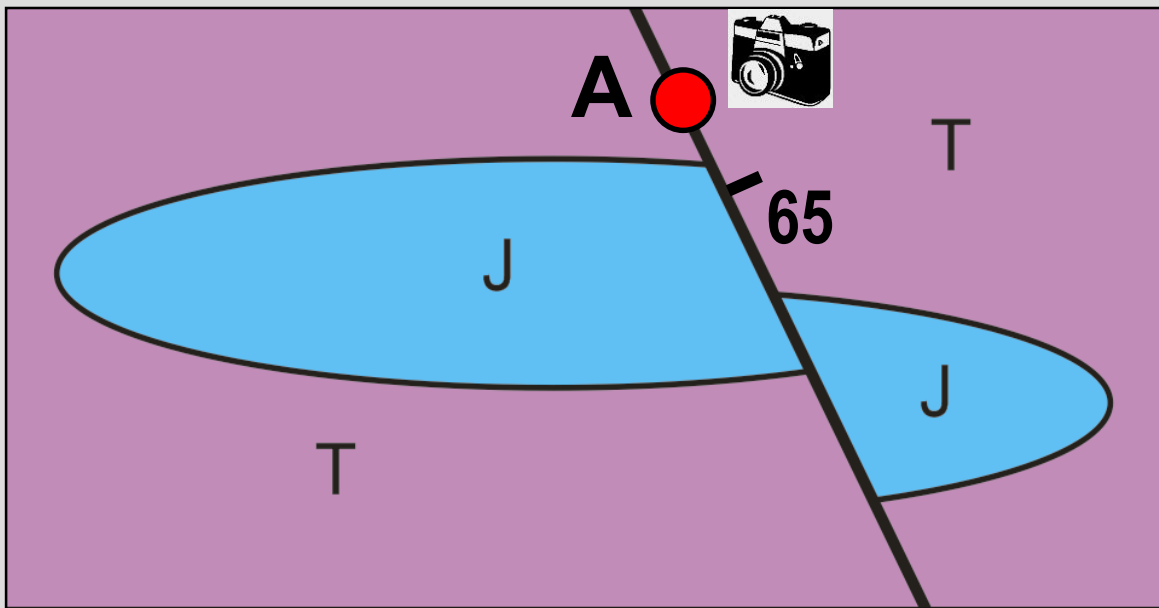
Потестируемся?



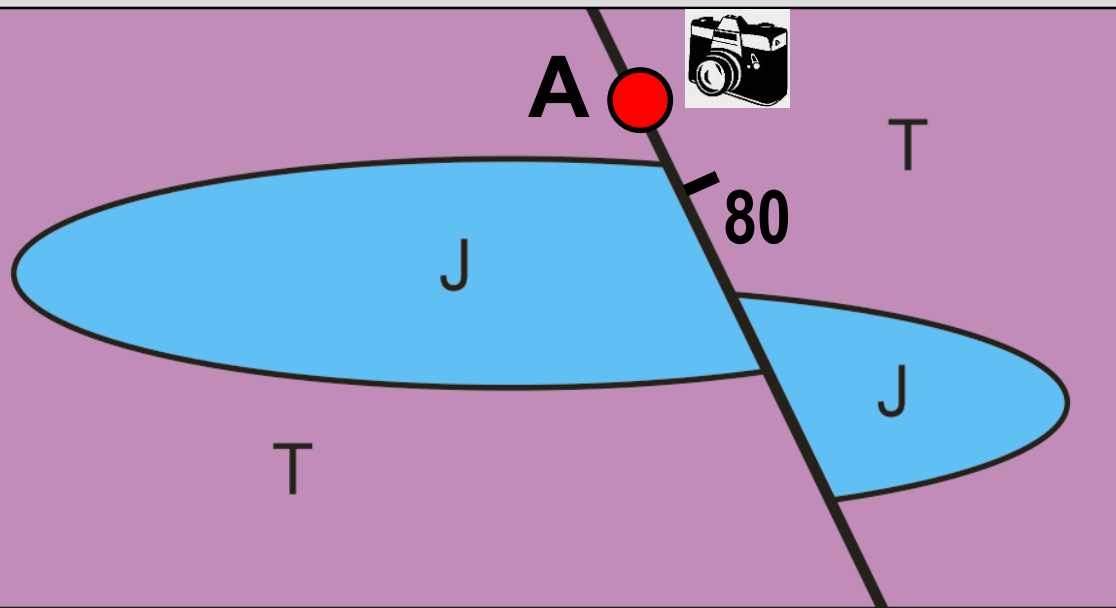
Определите тип разрыва и морфологию складки, если известно, что в точке "А" снято такое зеркало скольжения.



Определите тип разрыва и морфологию складки, если известно, что в точке "А" снято такое зеркало скольжения.



Определите тип разрыва и морфологию складки, если известно, что в точке "А" снято такое зеркало скольжения (уступы открыты вниз).



Определите тип разрыва и морфологию складки, если известно, что в точке "А" снято такое зеркало скольжения (уступы открыты налево).



1. Студент принес из маршрута замер зеркала скольжения:

поверхность – $A_2P_r C-O \angle 90$, штриховка – $A_2P_g C-O \angle 65$.

К какому разрыву относится это зеркало?

Отправит ли начальник студента переделывать маршрут?

2. Студент принес из маршрута замер зеркала скольжения:

поверхность – АзПг С-0 $\angle 90$, штриховка – АзПг СВ-30 $\angle 65$.

К какому разрыву относится это зеркало?

Отправит ли начальник студента переделывать маршрут?

3. Студент принес из маршрута замер зеркала скольжения:

поверхность – АзПг В-90 $\angle 60$, штриховка – АзПг СЗ-340 $\angle 15$.

К какому разрыву относится это зеркало?

Отправит ли начальник студента переделывать маршрут?

4. Студент принес из маршрута замер зеркала скольжения:

поверхность – АзПг 3-270 $\angle 40$, штриховка – АзПг СЗ-340 $\angle 45$.

К какому разрыву относится это зеркало?

Отправит ли начальник студента переделывать маршрут?

5. Студент принес из маршрута замер зеркала скольжения:

поверхность – АзПг Ю-180 $\angle 70$, штриховка – АзПг Ю-180 $\angle 45$.

К какому разрыву относится это зеркало?

Отправит ли начальник студента переделывать маршрут?