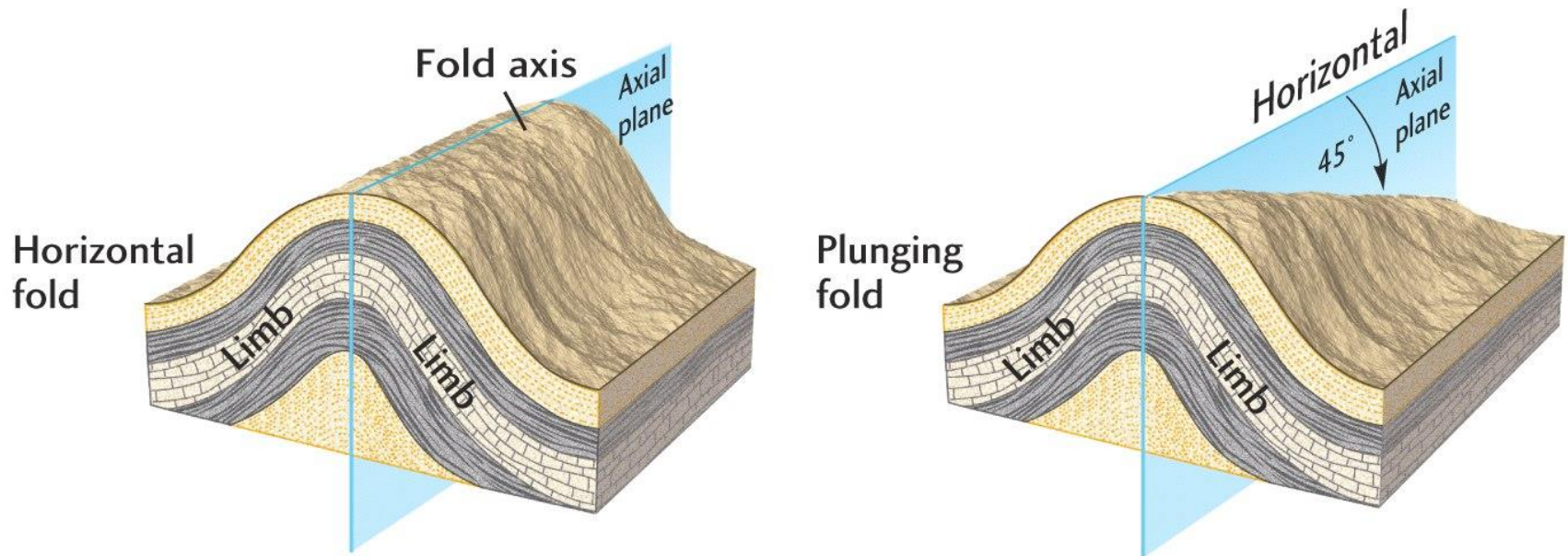
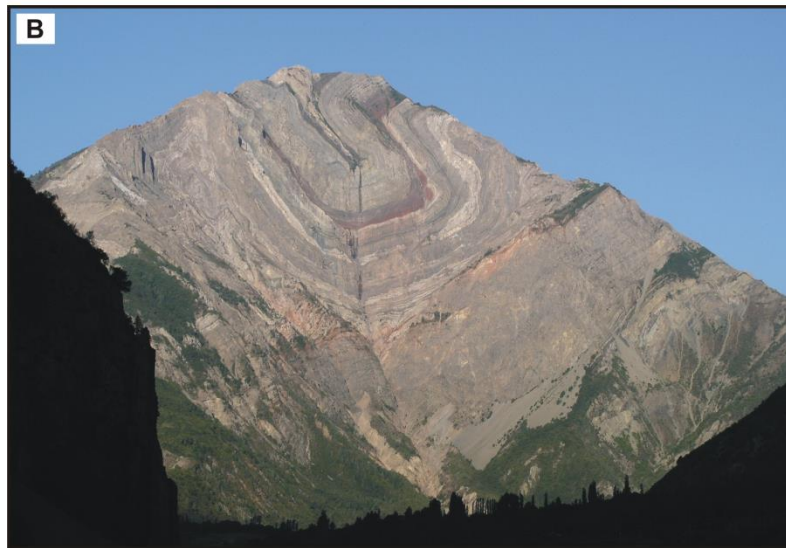
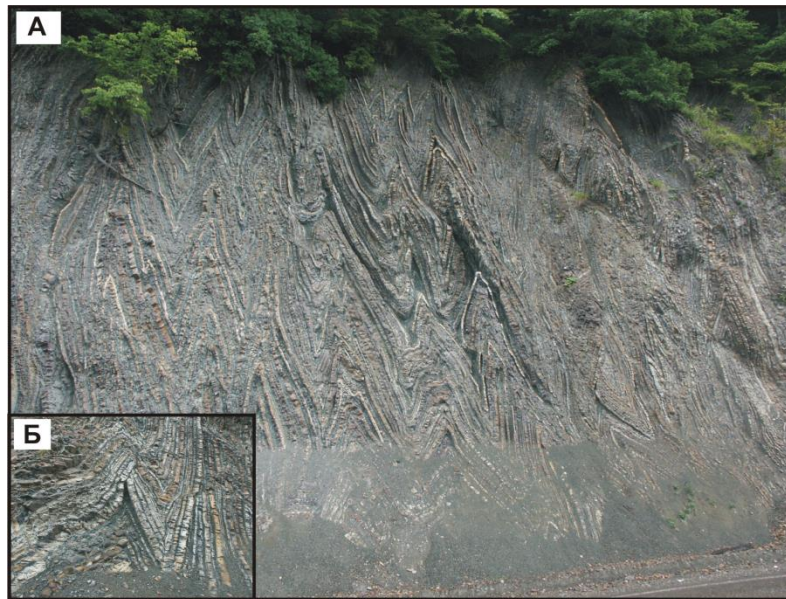


А.М. НИКИШИН

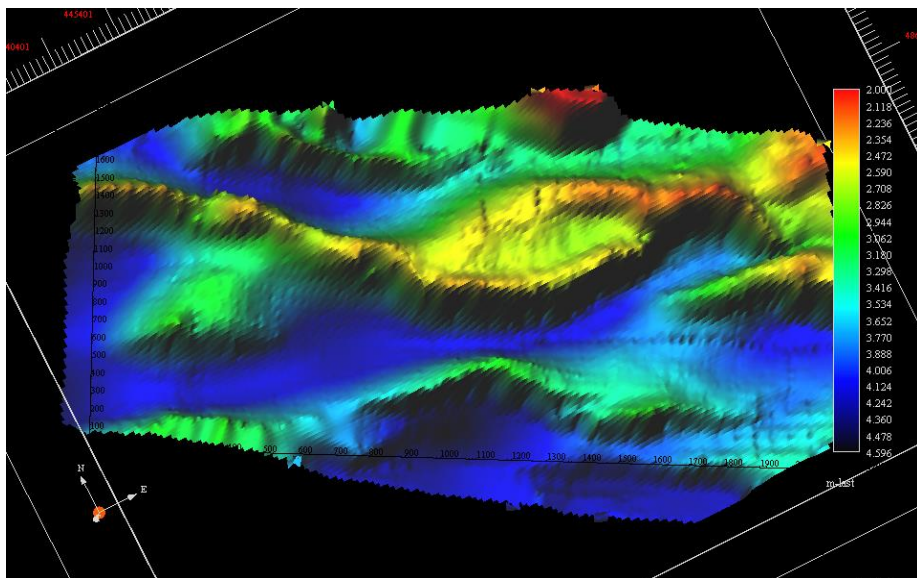
СКЛАДКИ

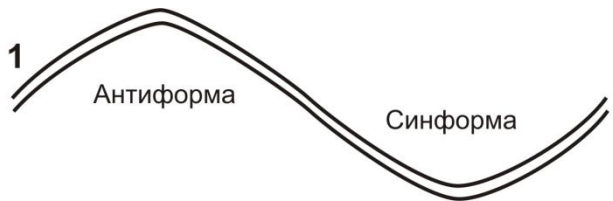




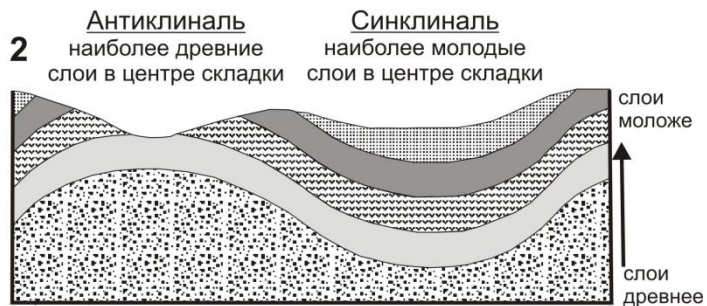
Фотографии складок. А и Б, шевронные складки в отложениях палеоцена Западного Кавказа (А – общий вид, Б – деталь, фото А.М. Никишина).
В – коробчатая синклиальная складка в отложениях мезо-кайнозоя Северного Памира. Фото Дронова.



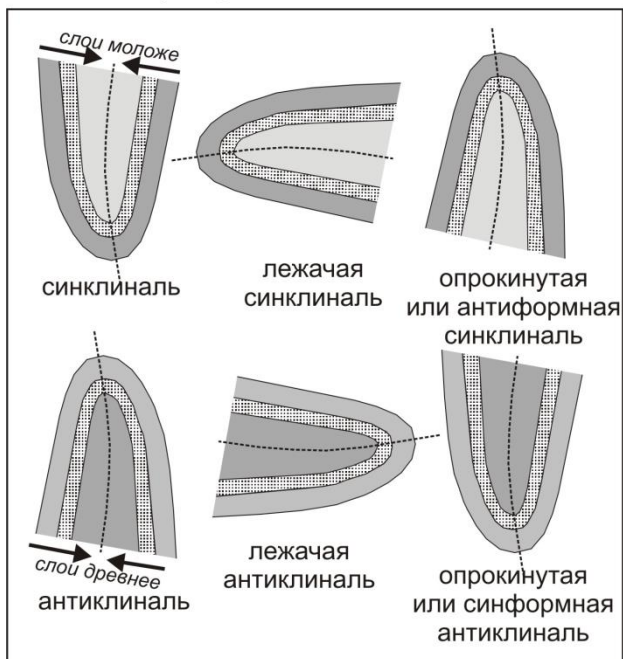


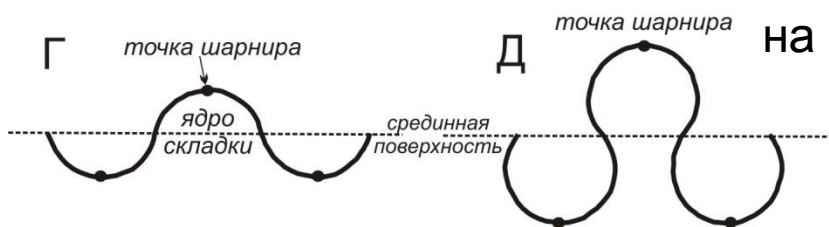
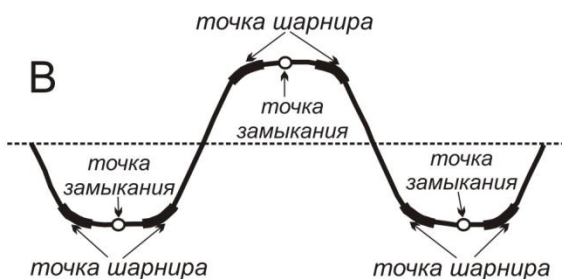
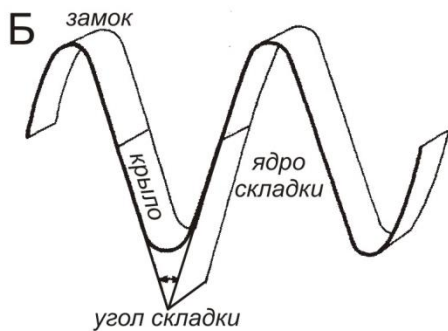
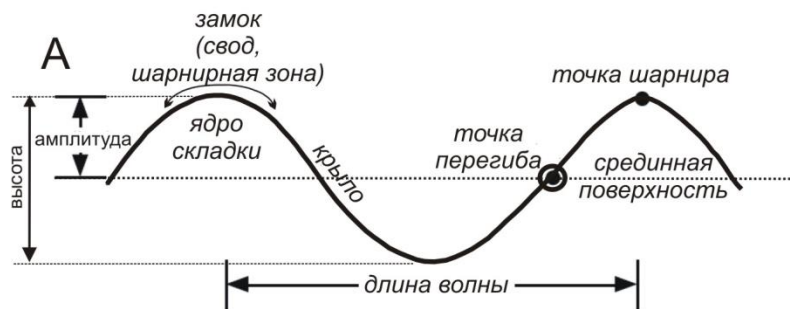


Графическое изображение антиформы и синформы (1), антиклинали и синклинали (2), лежачих и опрокинутых складок (3).

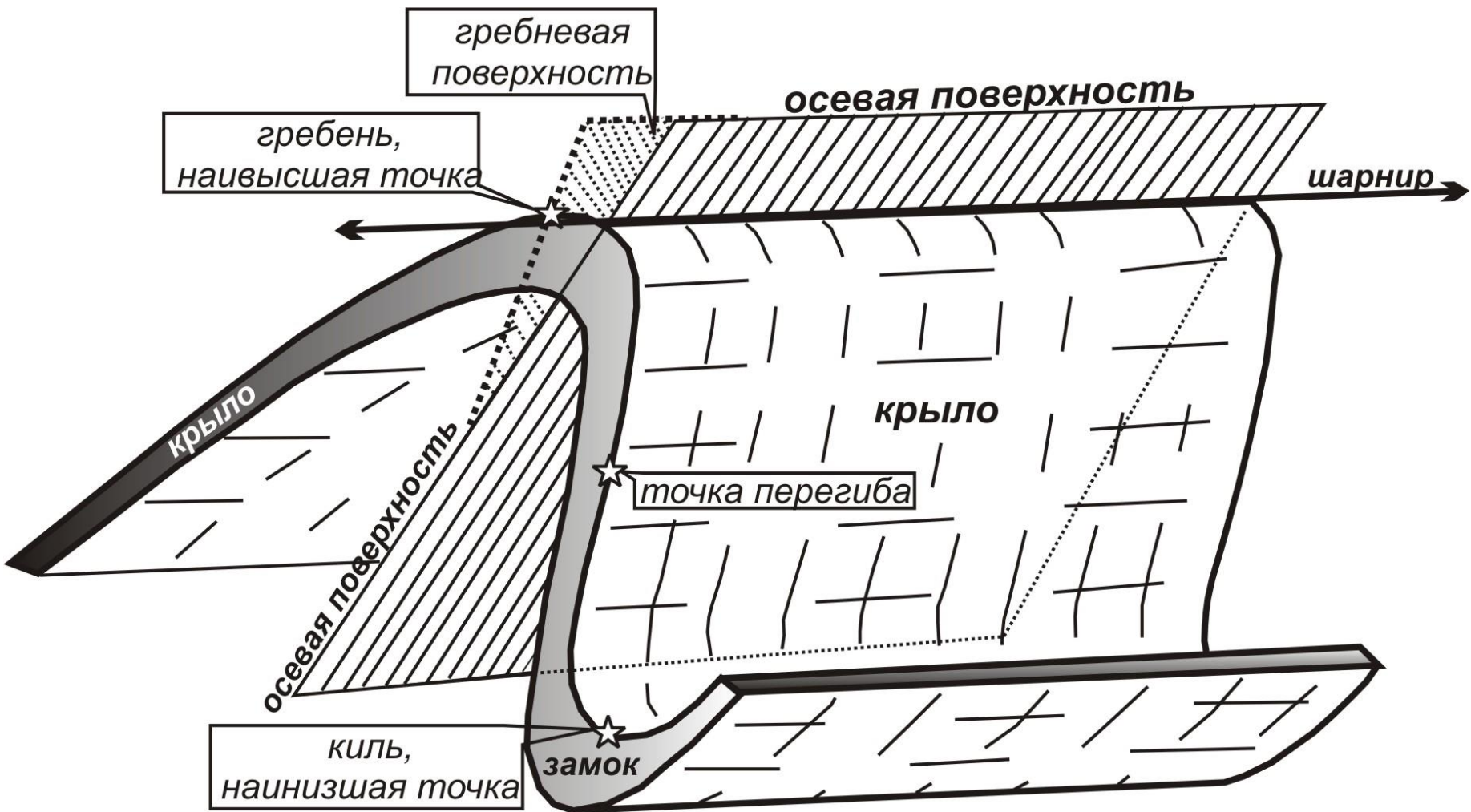


3 Опрокинутые синклинали и антиклинали





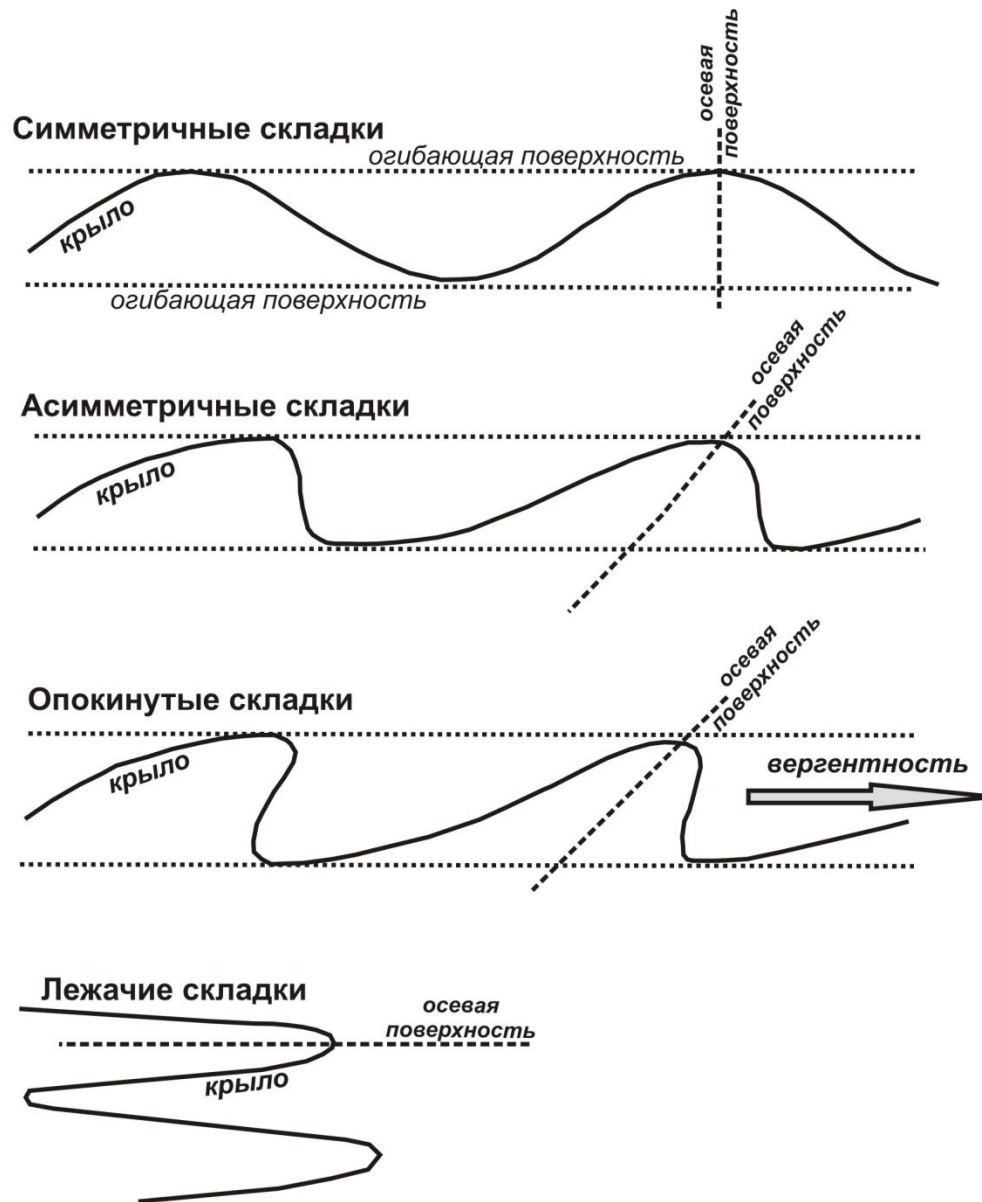
Графическое определение понятий основных геометрических характеристик складок. А, Б. Определение основных терминов, характеризующих складку, для простого случая. В. Случай складки с двумя шарнирами; в этом варианте вводится понятие «точка замыкания складки» – точки с минимальной кривизной в зоне между двумя шарнирами. С, Д. Случаи с постоянной кривизной поверхности складок (например, концентрические складки); шарнирными точками считаются точки на середине дуг складок.



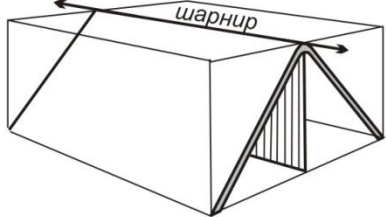
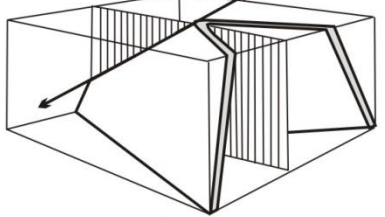
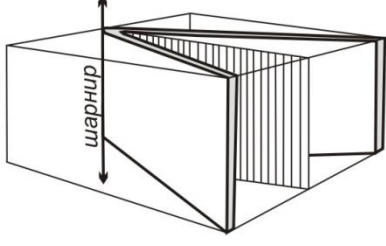
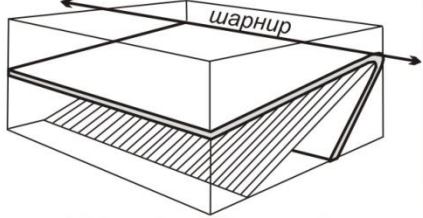
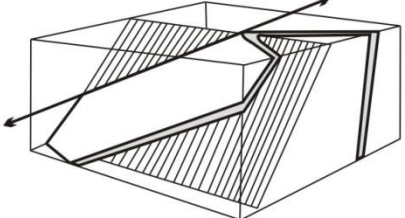
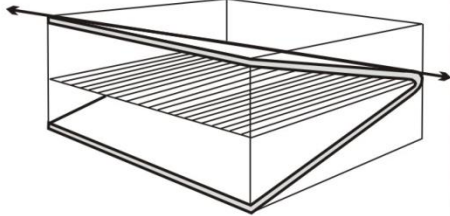
Графическое изображение основных элементов складок



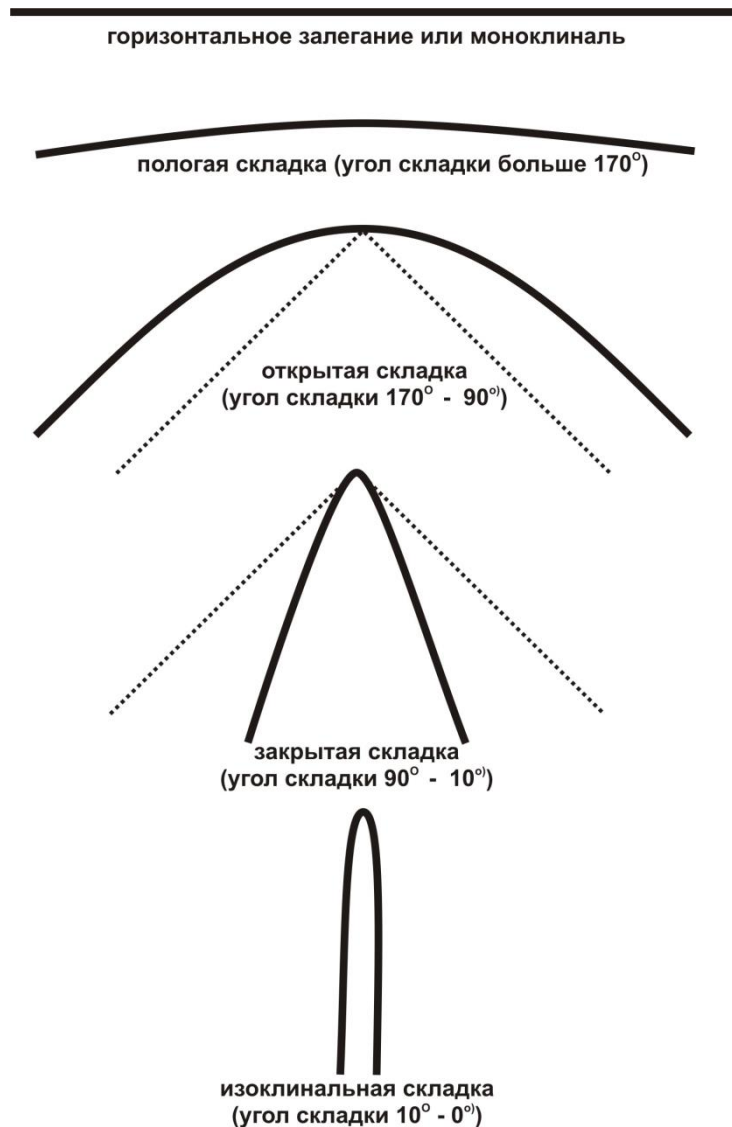
Графическое изображение кульминации и депрессии на антиклинали, они расположены на гребневой линии.



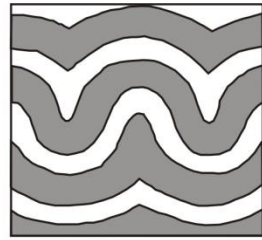
Графическое изображение симметричных, асимметричных, опрокинутых и лежащих складок.

	горизонтальный шарнир	наклоненный шарнир	вертикальный шарнир
субвертикальная осевая поверхность	 <p>горизонтальная</p>	 <p>наклонная и погружающаяся</p>	 <p>вертикальная</p>
наклоненная осевая поверхность	 <p>горизонтальная и наклонная</p>	 <p>наклонная и погружающаяся</p>	
лежащая осевая поверхность	 <p>лежащая и горизонтальная</p>		

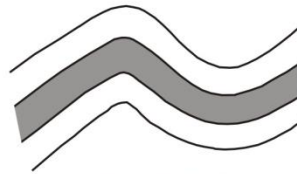
Классическая классификация складок по ориентации шарнира и наклона осевой поверхности.



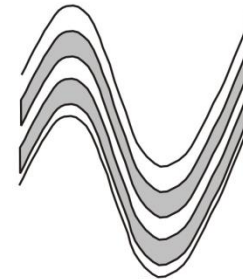
Классическая **классификация складок по углу между их крыльями** (углу складки).
В некоторых руководствах предлагается другой вариант классификации по углу складки: больше 120° – пологие, $70^\circ-120^\circ$ – открытые, $30^\circ-70^\circ$ – закрытые, $0^\circ-30^\circ$ – сжатые (tight), 0° – изоклиральные.



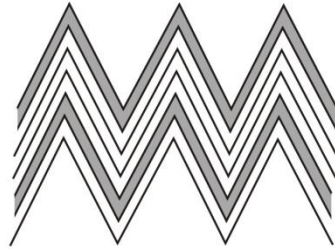
параллельно-концентрические



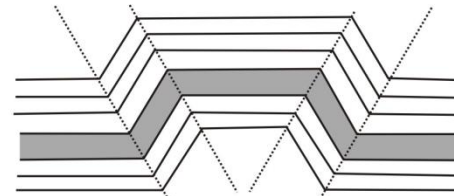
параллельные



подобные



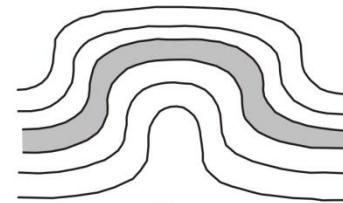
шеvronные



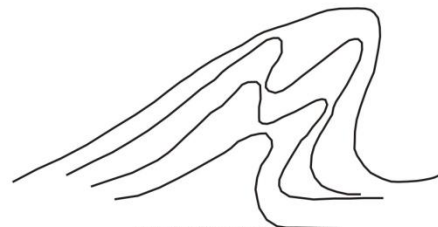
кинк-банды



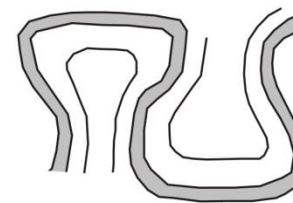
гребневидные



коробчатые

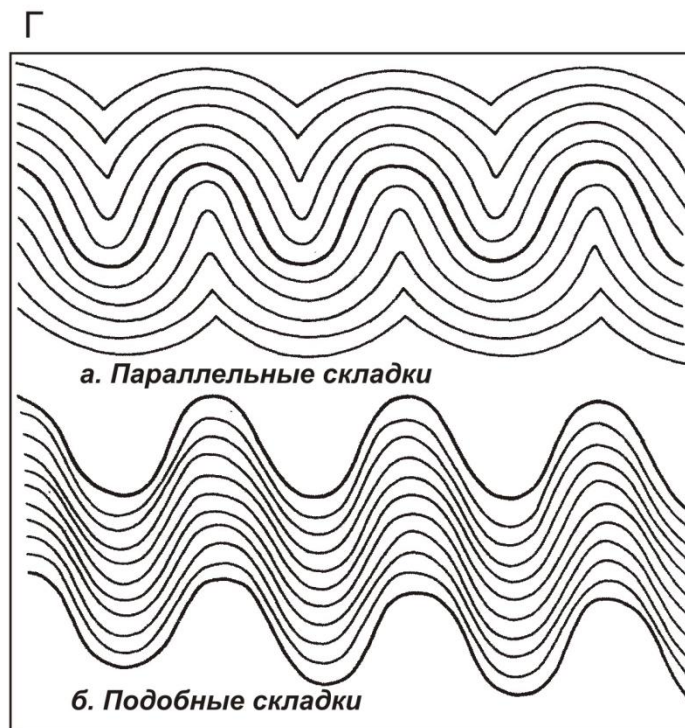
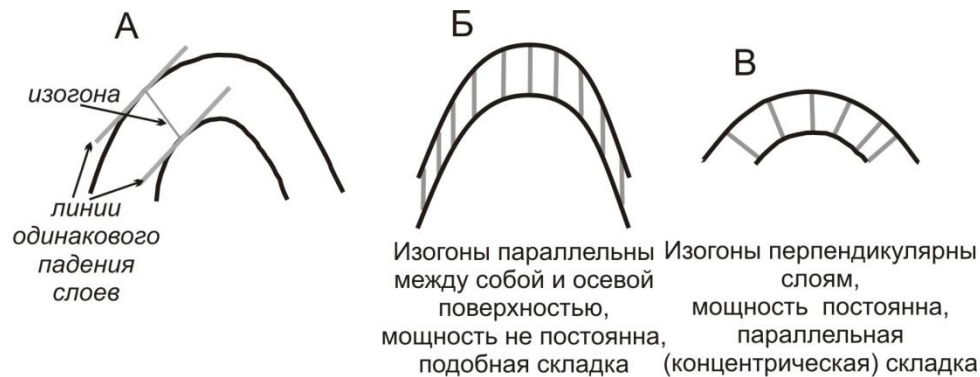


дисгармоничные



веерообразные

Морфологические типы складок (основные примеры).

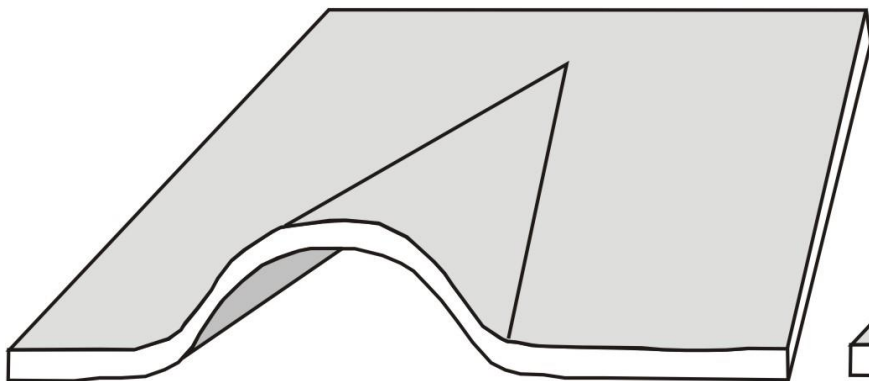


А. Графическая иллюстрация понятия изогона (линии, соединяющей точки с одинаковым углом падения на подошве и кровле слоя).

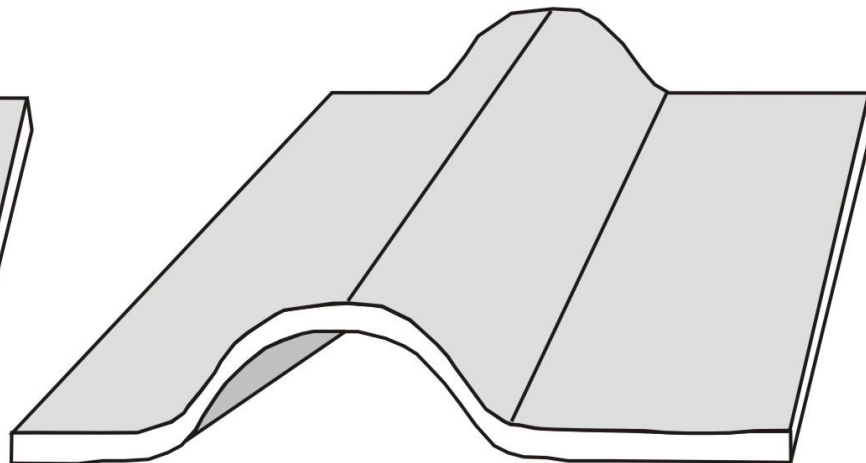
Б и В. Характеристики изогон для подобной и параллельной складок, по ориентировке изогон они строго различаются.

В. Параллельные и подобные складки; схема предложена Ван Хайзом в 1894 году.

Коническая складка

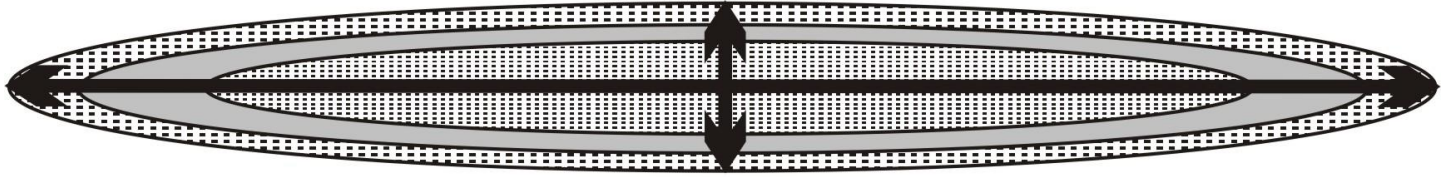


Цилиндрическая складка

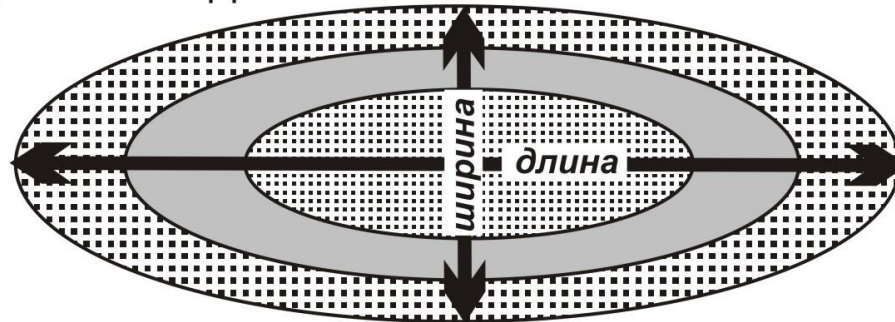


Графическое изображение конической и цилиндрической складок.

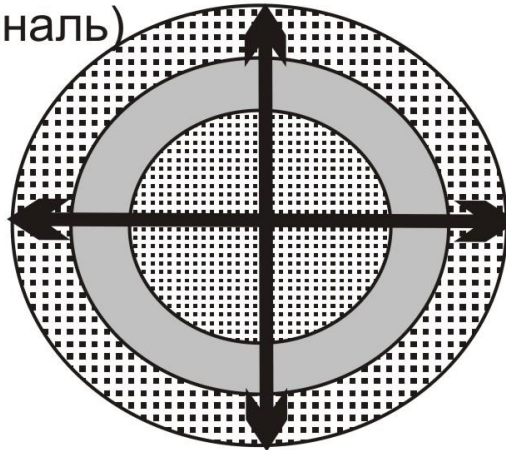
Линейная складка



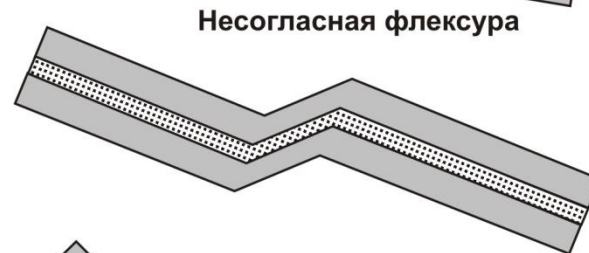
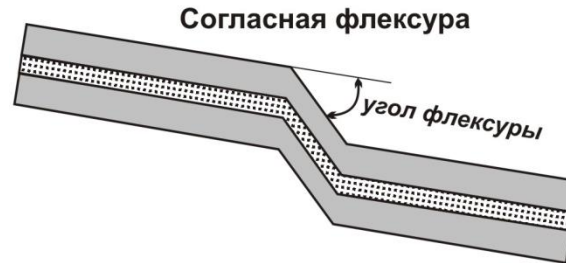
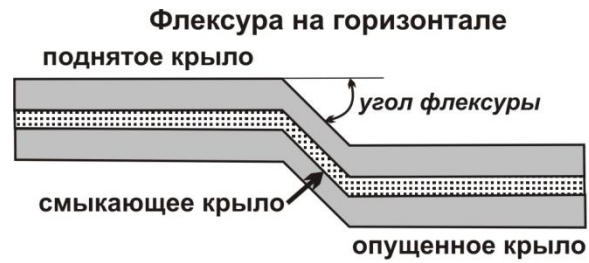
Брахиморфная складка



Купол (антиклиналь)
или мульда (синклиналь)

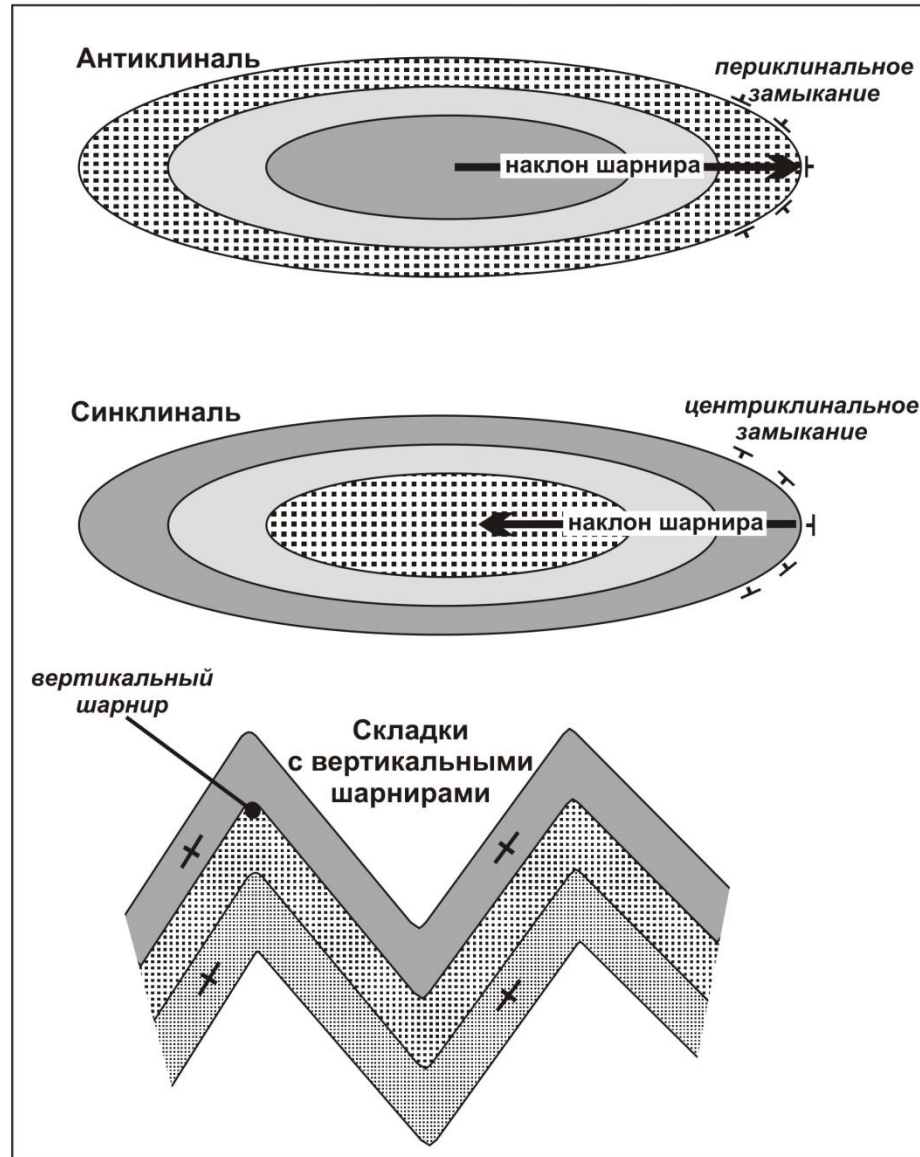


Классификация складок по соотношению длины и ширины.

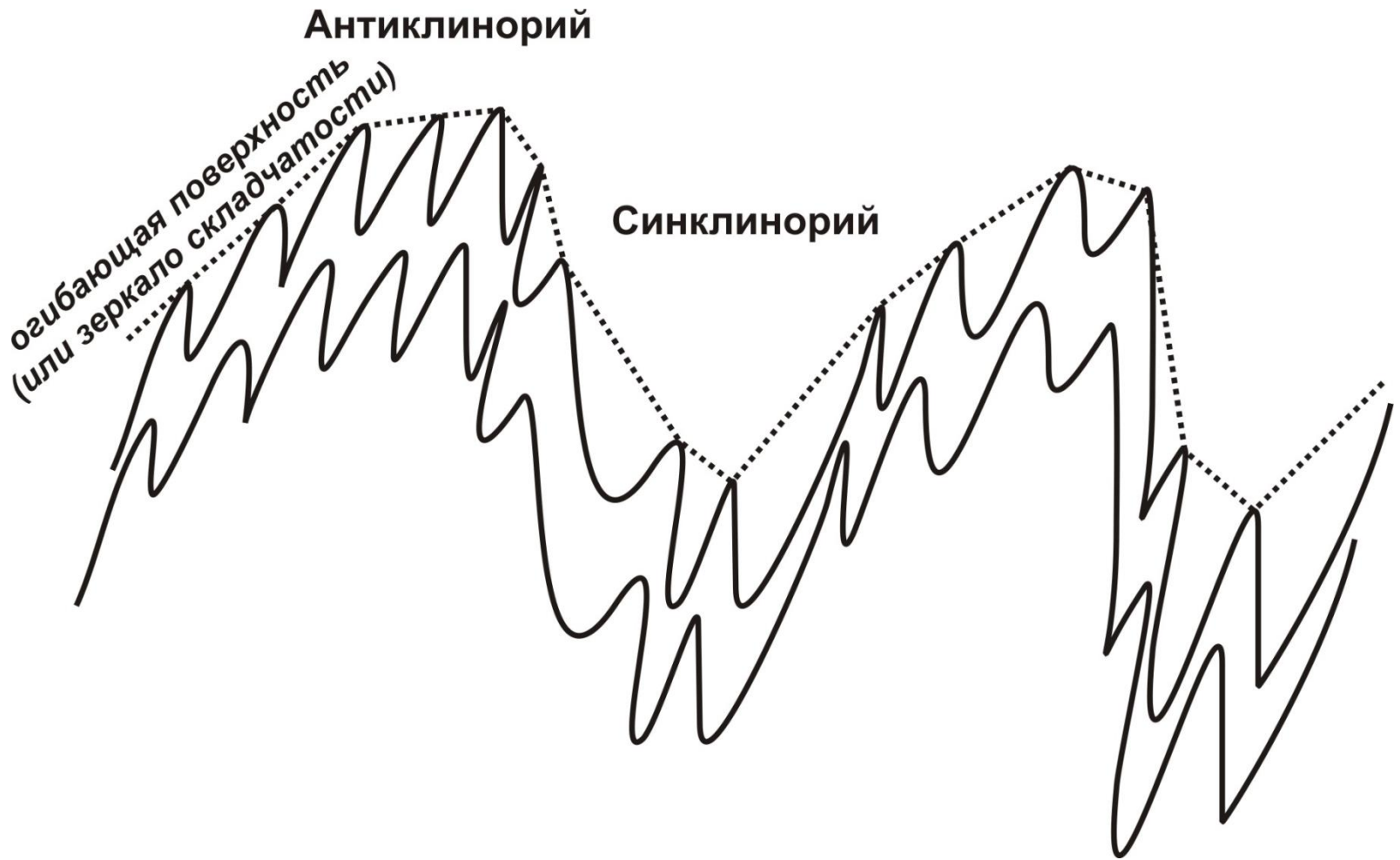


Основные характеристики и типы флексур.

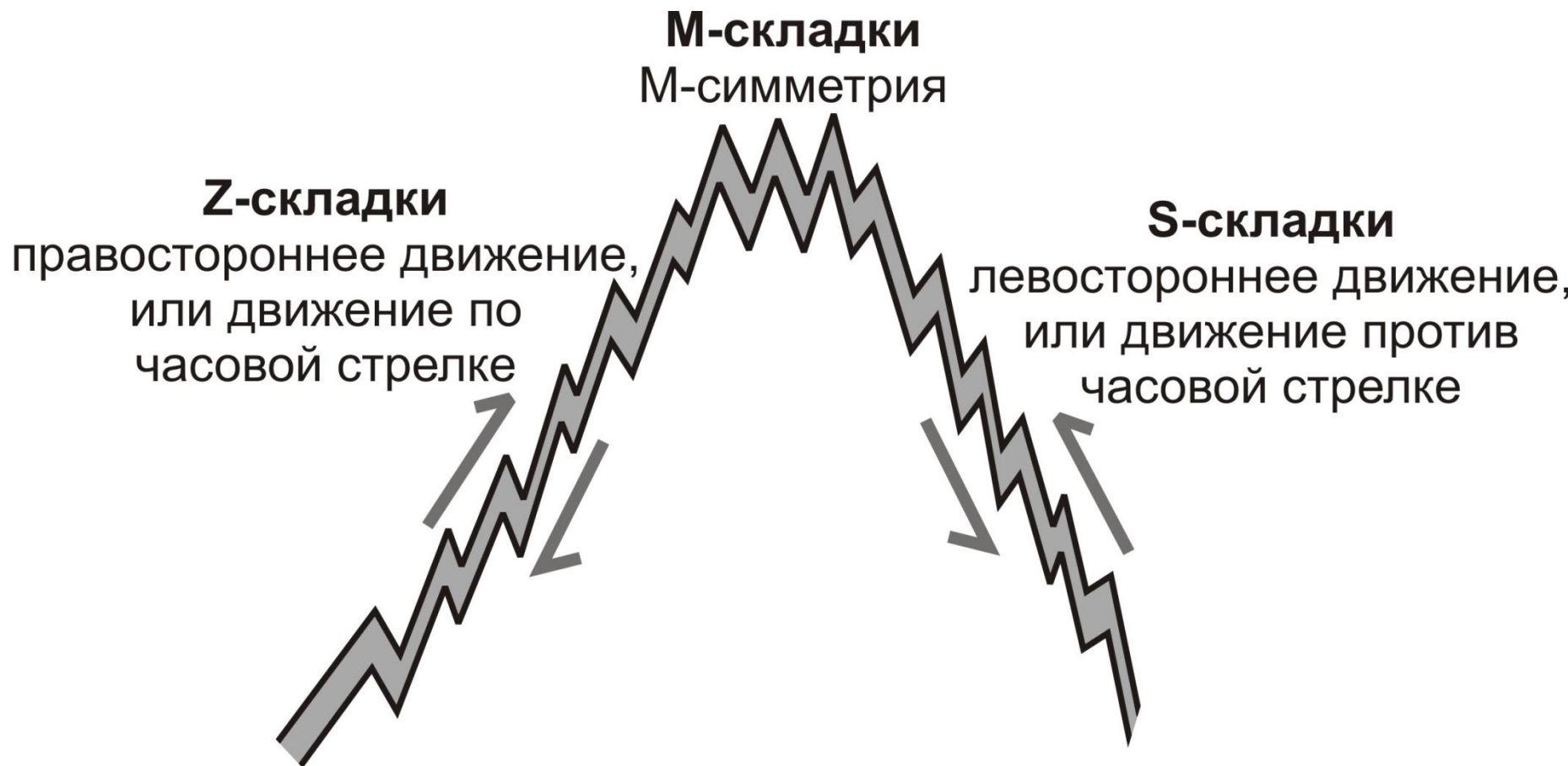
Вид в плане (на карте)



Характеры замыкания складок в плане.

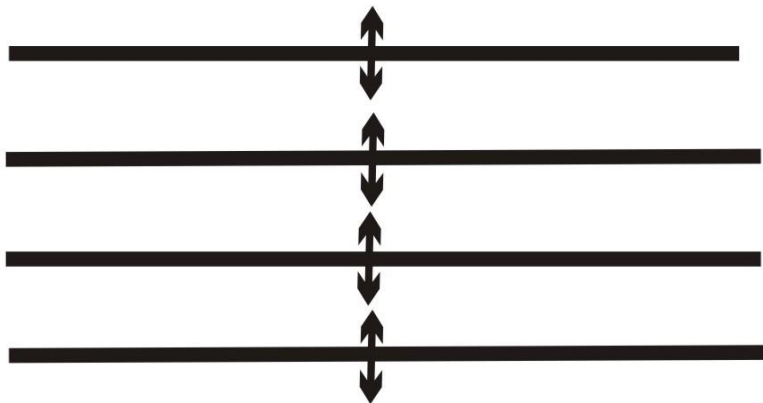


Графическое изображение антиклинория и синклинория.

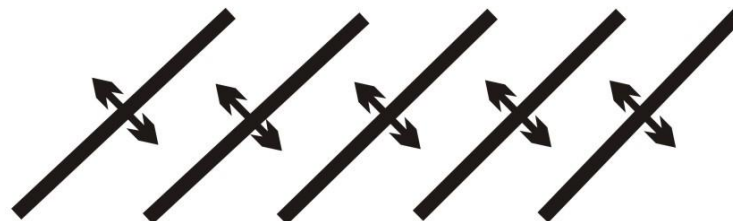


Три типа паразитических складок

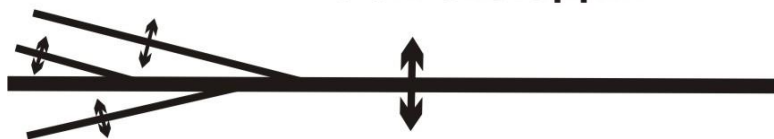
параллельное расположение



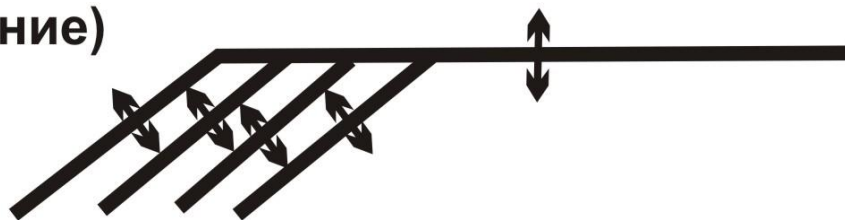
кулисообразной расположение



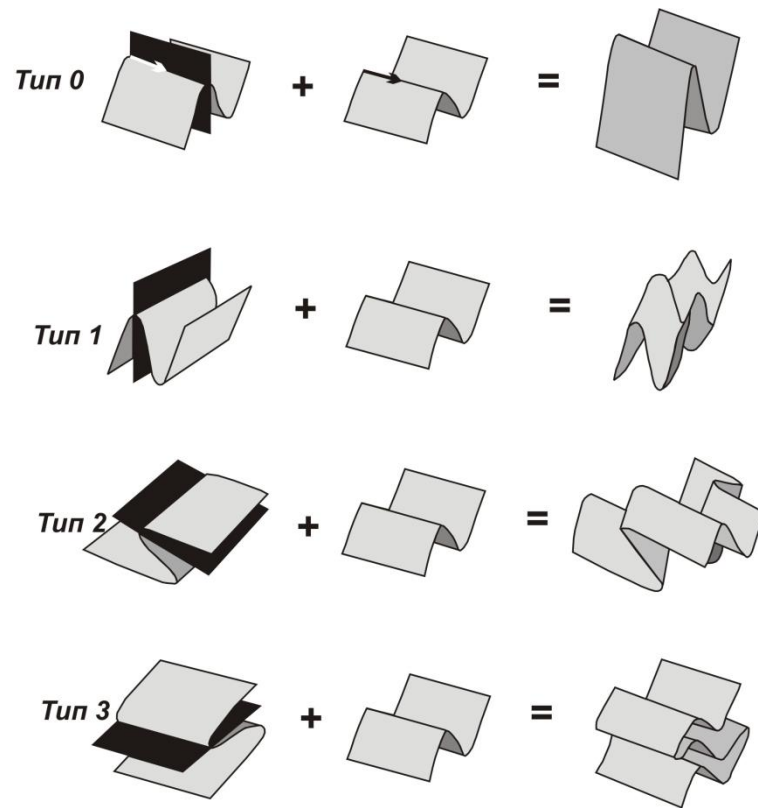
**виргация (расщепление, ветвление)
оси складки**



**соотношение типа
"конский хвост"**



Примеры типов взаимного расположения складок по характеру их осей (в плане).



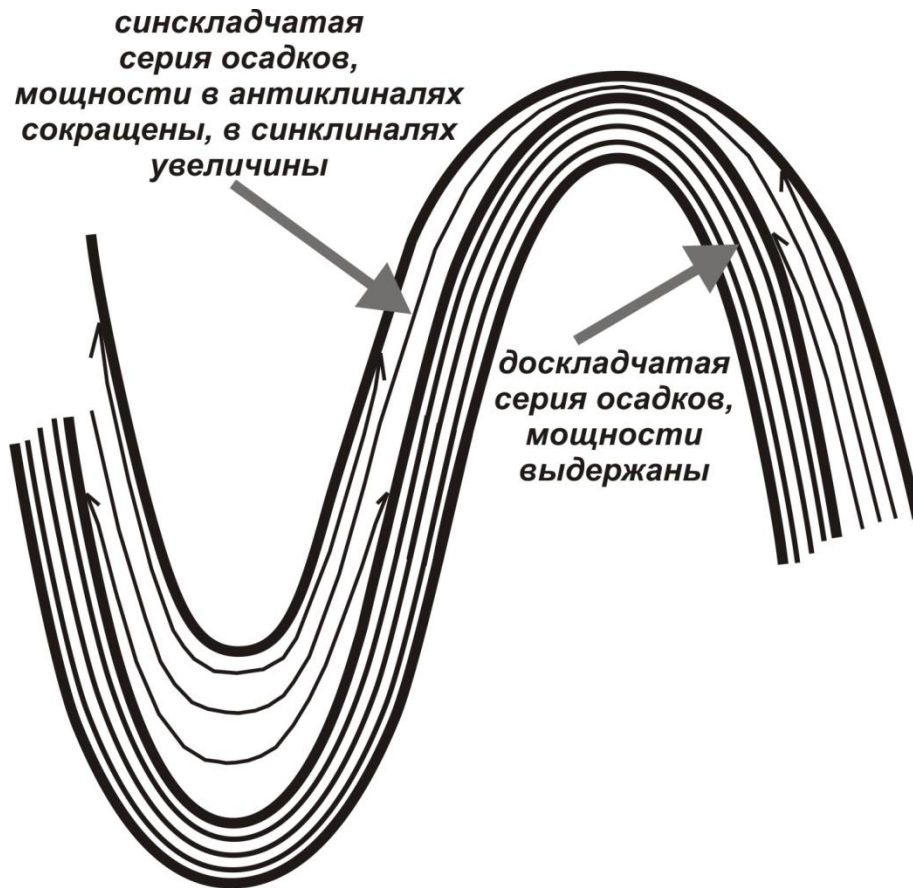
Характер и некоторые типы наложенных складок. Складки образованы в два этапа деформаций. При наложении двух морфологических типов складок получается результирующая структура. Черным показана осевая поверхность первоначальной складки. Стрелки показывают шарниры.

Тип 0; совмещаются складки с одинаковыми характеристиками.

Тип 1; ортогонально пересекаются складки с вертикальными осевыми поверхностями, в результате образуется структура «куполов и мульд (бассейнов)» или так называемая структура «картонной упаковки для яиц».

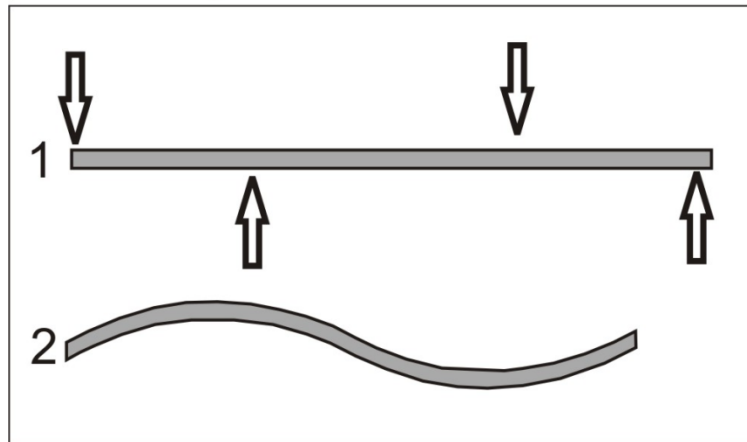
Тип 2; лежащие складки пересекается ортогонально складками с вертикальной осевой поверхностью.

Тип 3; лежащие складки пересекаются складками с вертикальными осевыми поверхностями с тем же простирием.

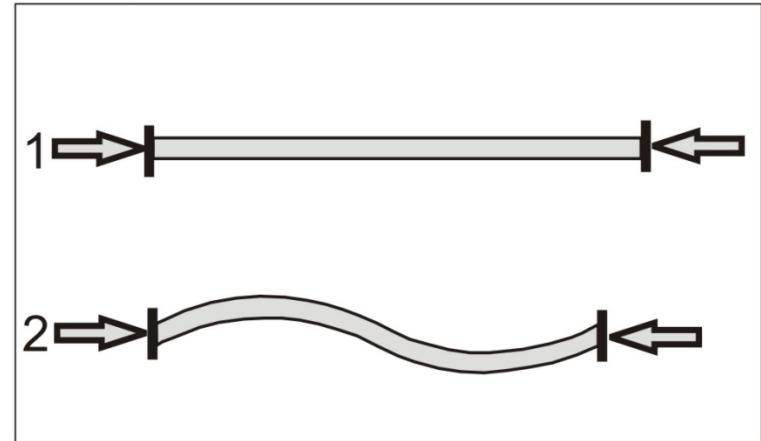


Идеализированный разрез складок с доскладчатой и соскладчатой сериями осадков. Конседиментационная складчатость характеризуется изменениями мощностей и фаций на крыльях и в призамковых частях складок.

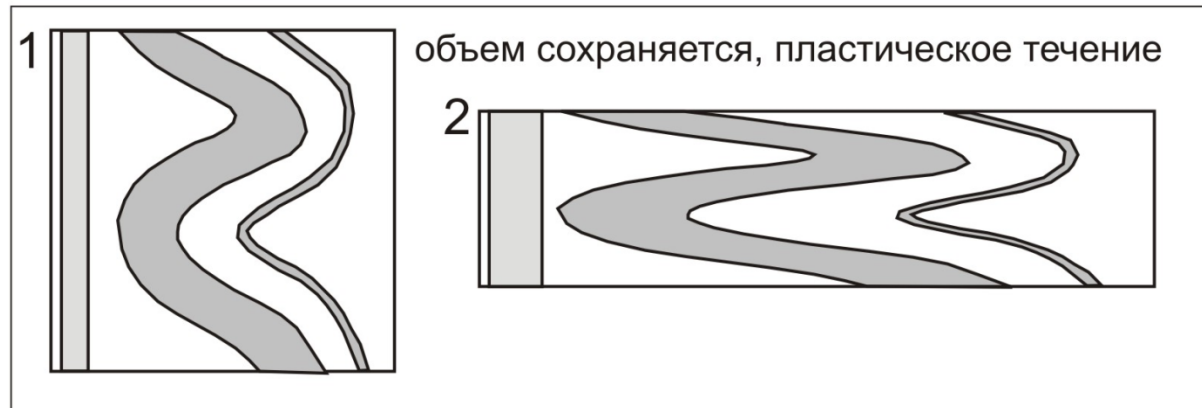
А. Поперечный изгиб



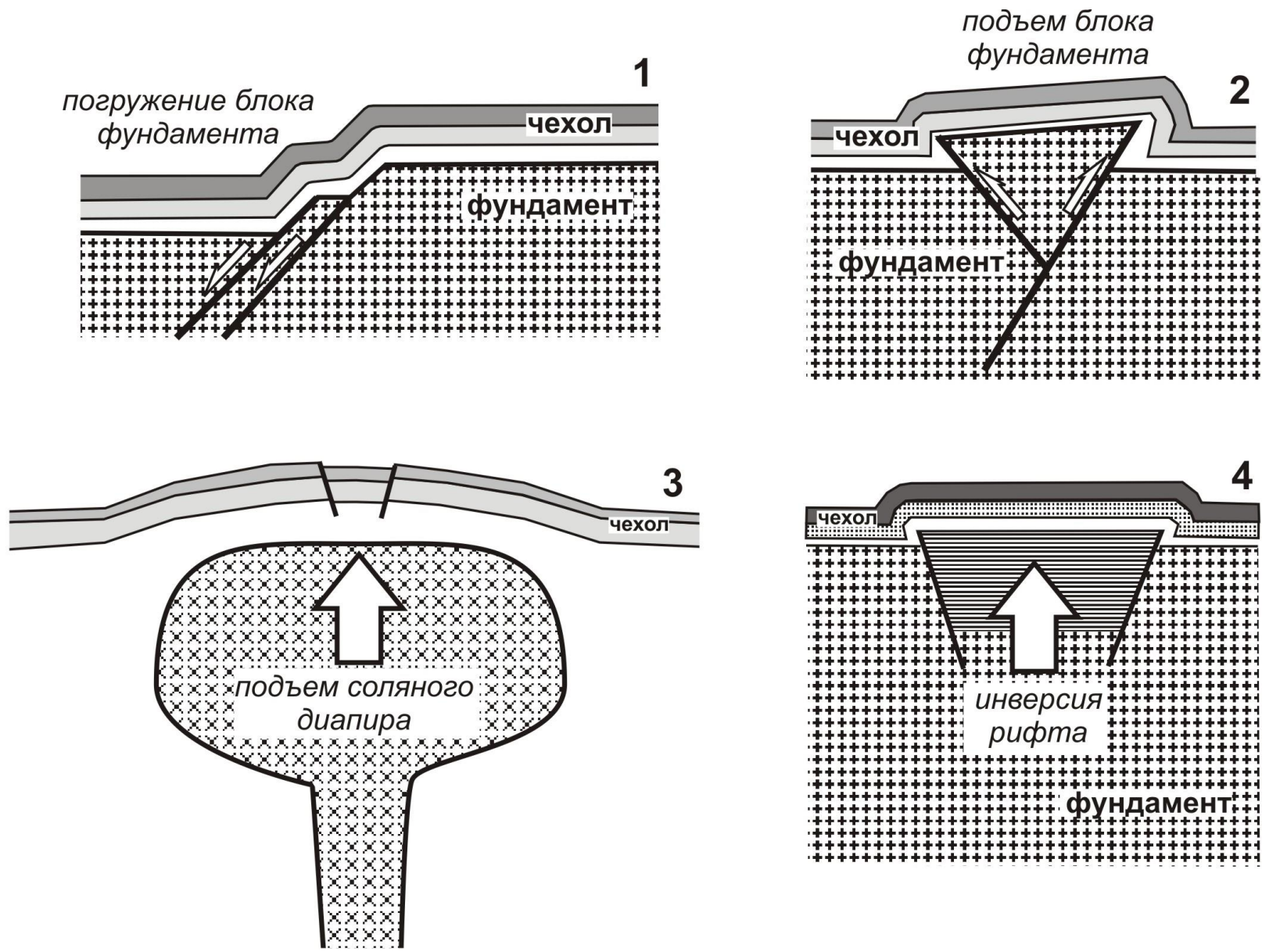
Б. Продольный изгиб



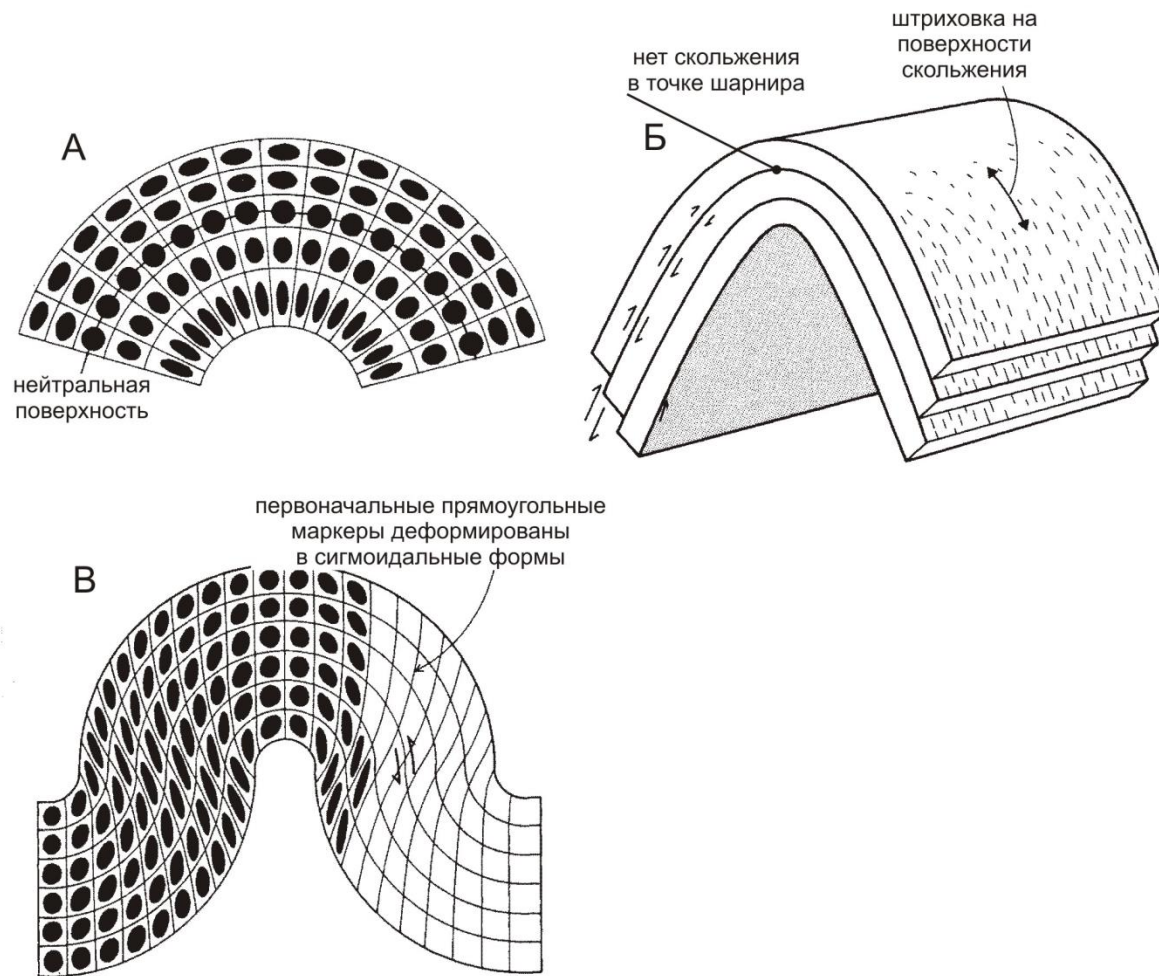
В. Течение



Складки поперечного изгиба, продольного изгиба и складки течения.
Стрелками показаны направления деформаций. 1 и 2 – стадии процессов.



Примеры складок поперечного изгиба (1-4).



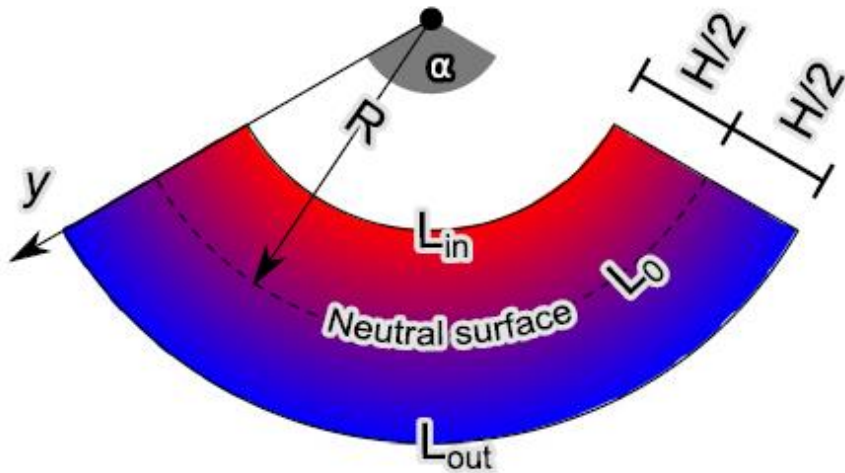
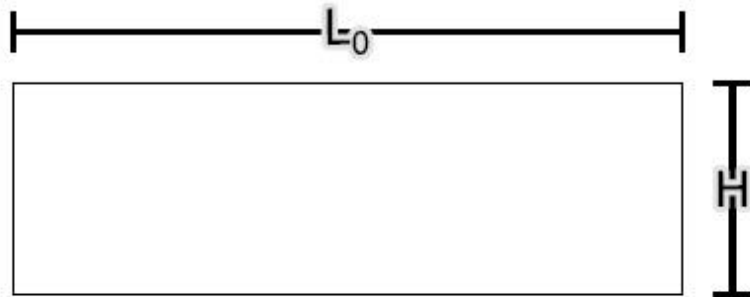
Примеры механизмов формирования складок продольного изгиба.

А. Деформация флексурного течения с продольным тангенциальным сжатием; оси максимального сжатия и растяжения ориентированы ортогонально слоистости, выделяется нейтральная поверхность без сжатия или растяжения.

Б. Деформация с межслоевым скольжением (со сдвигами параллельными слоистости) (сравните с изгибом страниц книги).

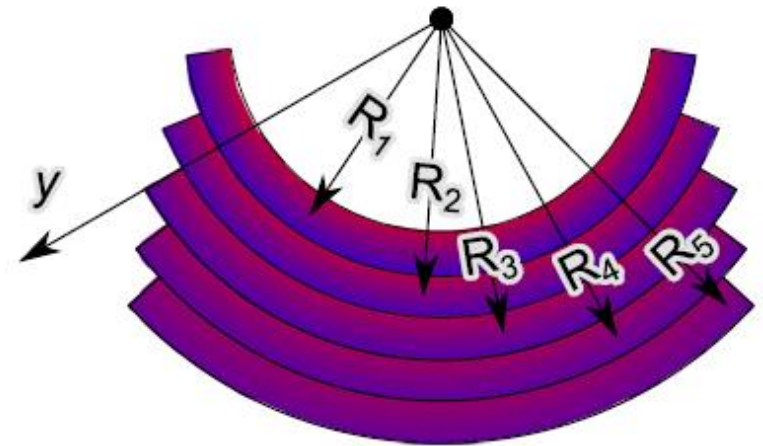
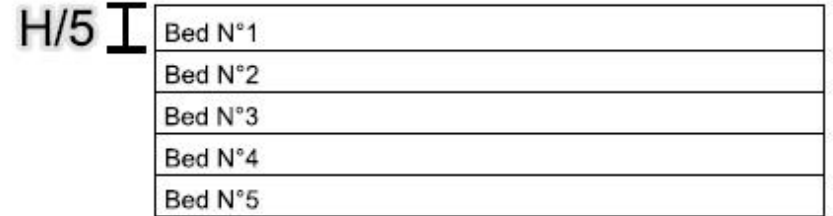
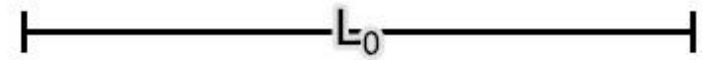
В. Деформация флексурного изгиба с искаженной формой деформационной ячейки в ходе деформаций.

A

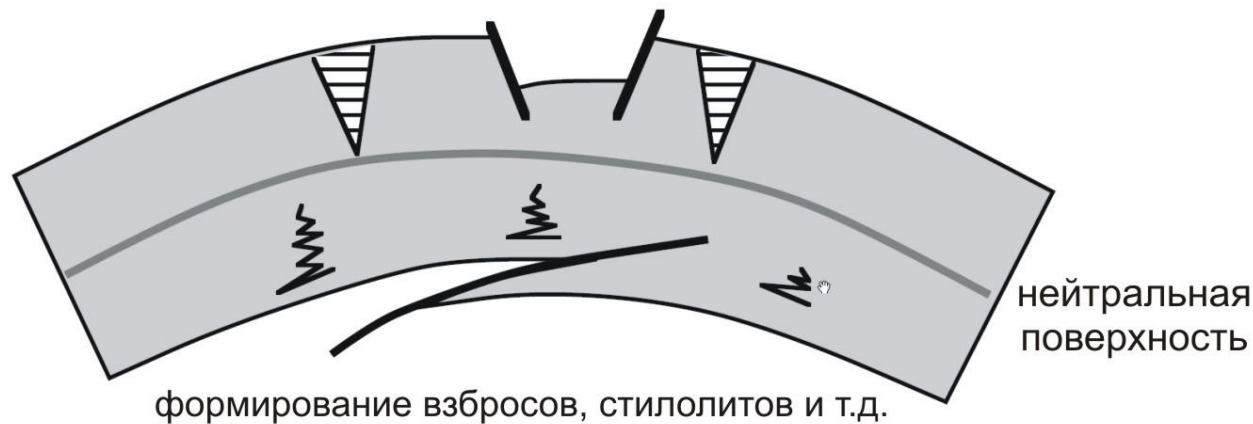


$$\epsilon_{in} = \frac{L_0 - L_{in}}{L_0} = \frac{[R^* \alpha - (R - H/2) \alpha]}{R^* \alpha} = \frac{H/2R}{L_0} \quad \epsilon_{out} = \frac{L_0 - L_{out}}{L_0} = \frac{[R^* \alpha - (R + H/2) \alpha]}{R^* \alpha} = -\frac{H/2R}{L_0}$$

B

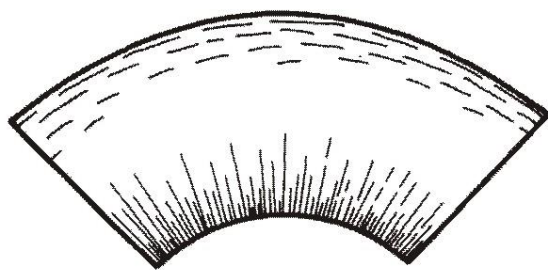


формирование сбросов, жил, будин и т.д.

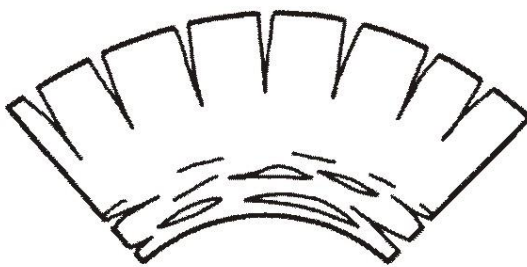


формирование взбросов, стилолитов и т.д.

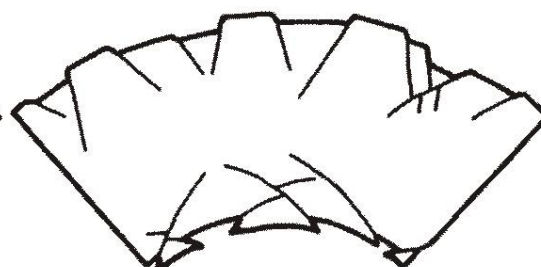
нейтральная
поверхность



формирование
кливажа



формирование
трещин отрыва



формирование
сбросов и взбросов

Примеры типов структур, возникающих в складках поперечного изгиба с нейтральной деформационной поверхностью.

Верхняя часть слоя находится в обстановке растяжения, а нижняя – сжатия.

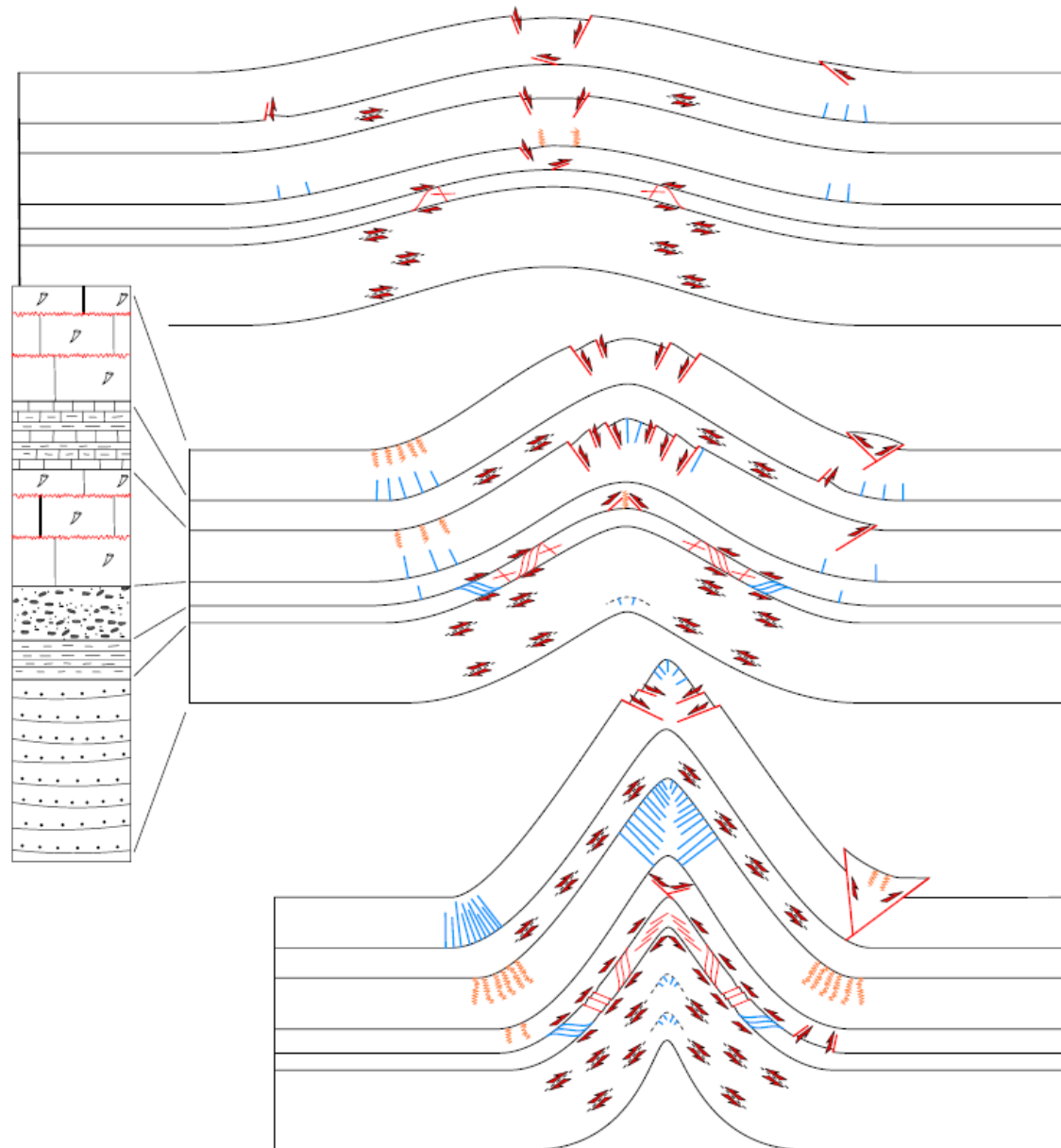
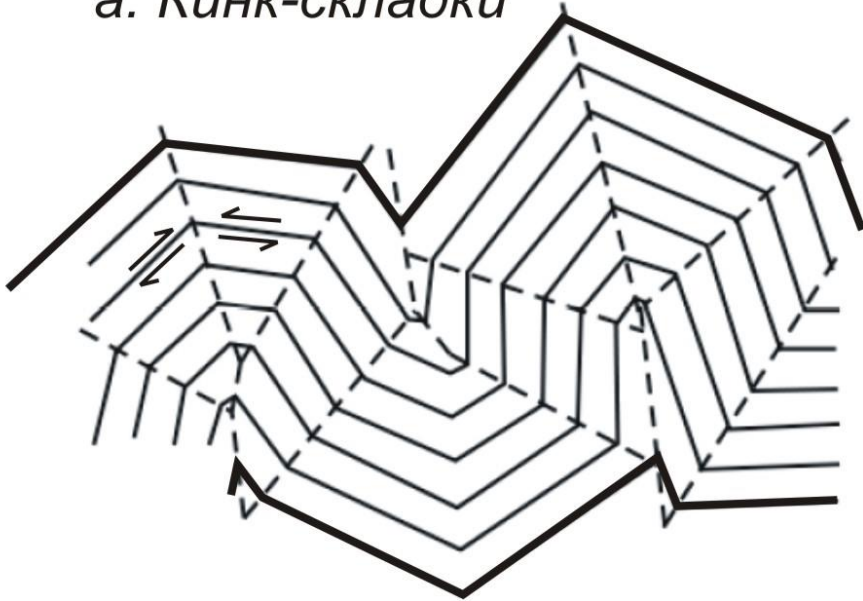
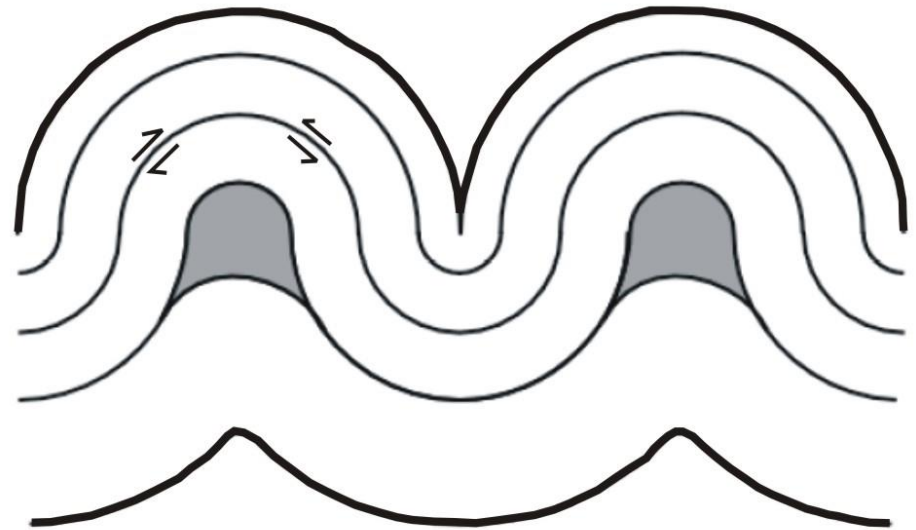


Fig. 10. Progressive evolution of the deformation pattern in a multilayer deformed by fixed-hinge folding, where tangential-longitudinal strain accumulates in the fixed hinge regions, whilst flexural-slip and flexural-flow related deformation occurs in the limbs of the fold.

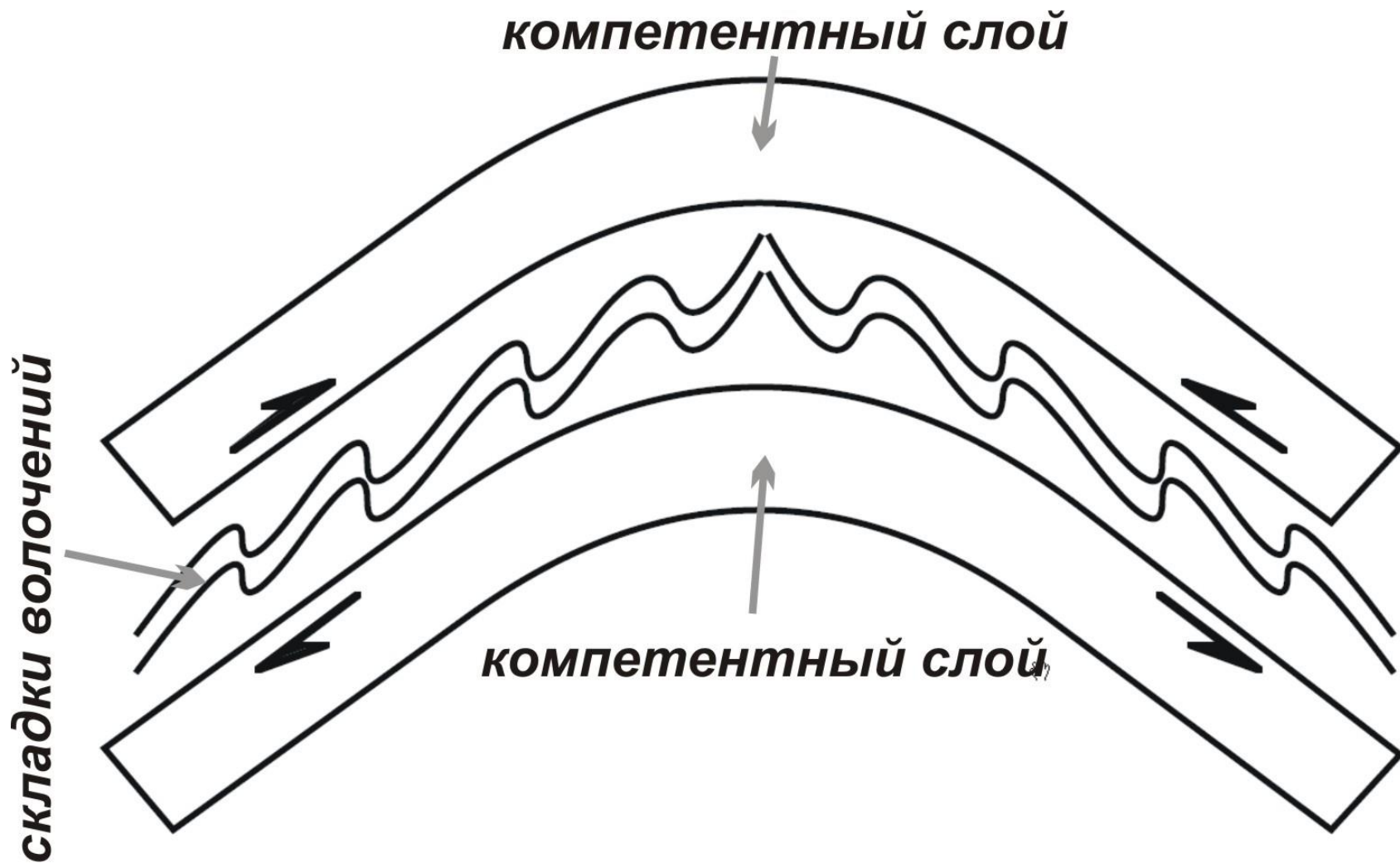
а. Кинк-складки



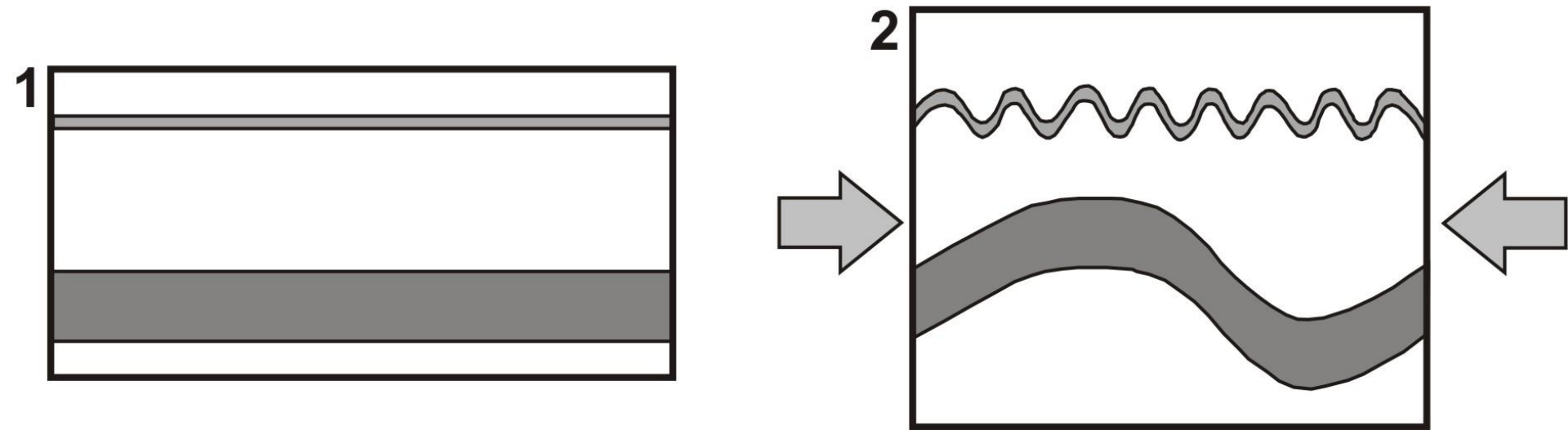
б. Концентрические складки



**Примеры складок с межслоевым скольжением.
В ядре концентрической складки может возникнуть пустота
(показана серым цветом)**

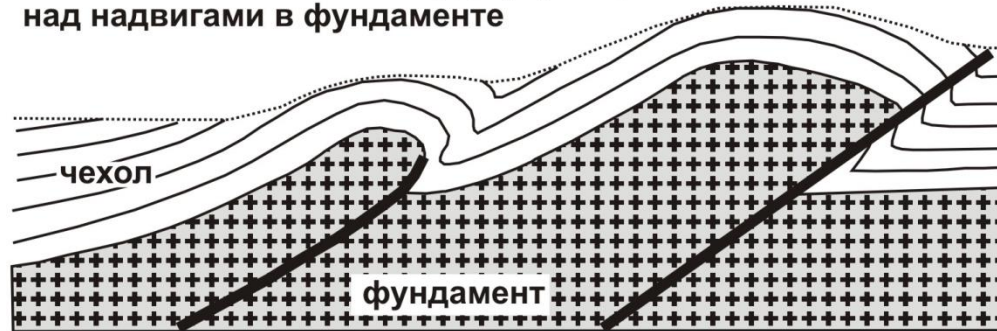


Механизм формирования складок волоочения

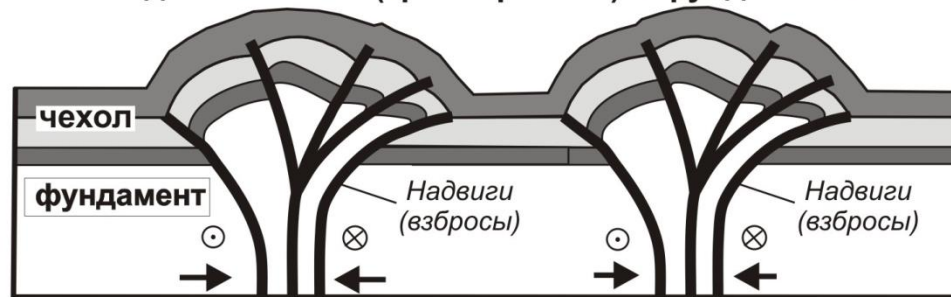


Доминантные складки. Длина волны первоначально возникающей складки при продольном изгибе прямо зависит от толщины деформируемого слоя. 1 и 2 - стадии процесса.

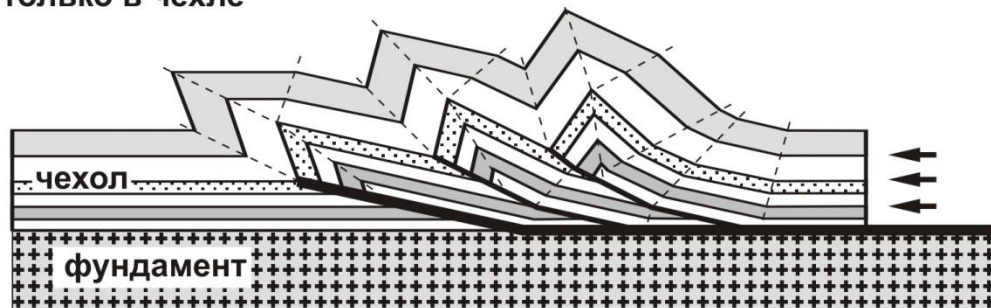
1. Толстокожая тектоника, деформации в чехле над надвигами в фундаменте



2. Толстокожая тектоника, деформации в чехле над зонами сдвига-сжатия (транспрессии) в фундаменте

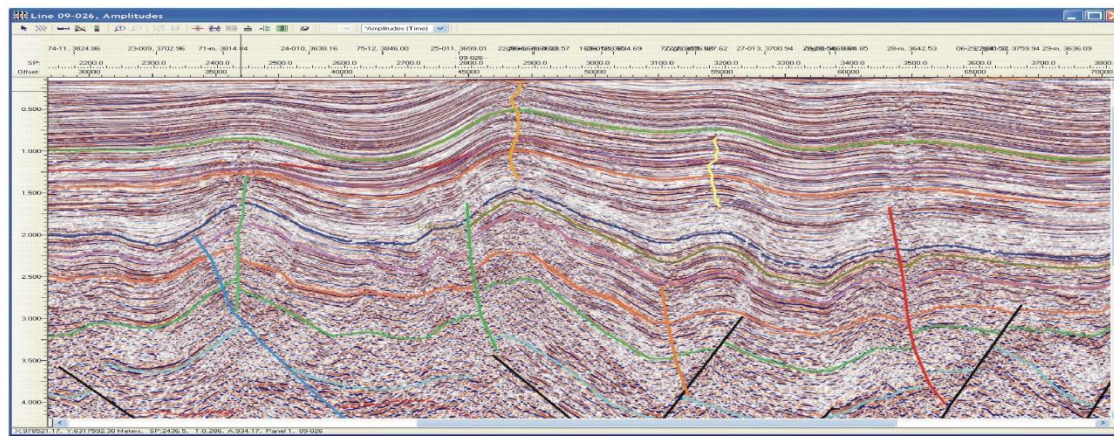
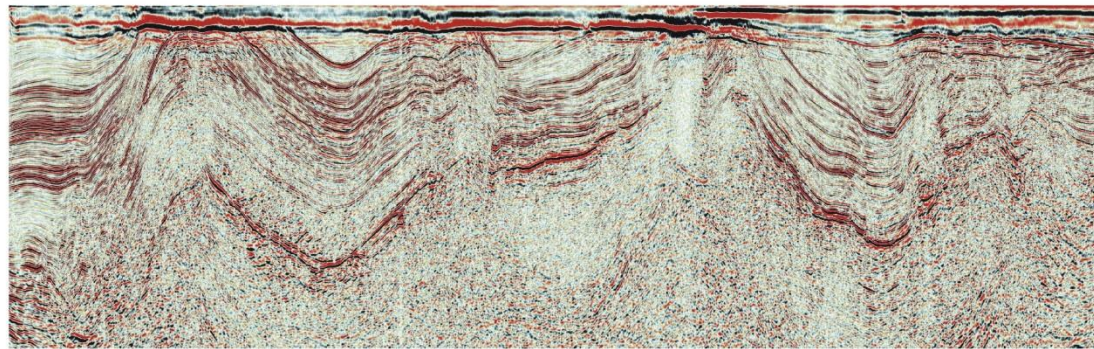
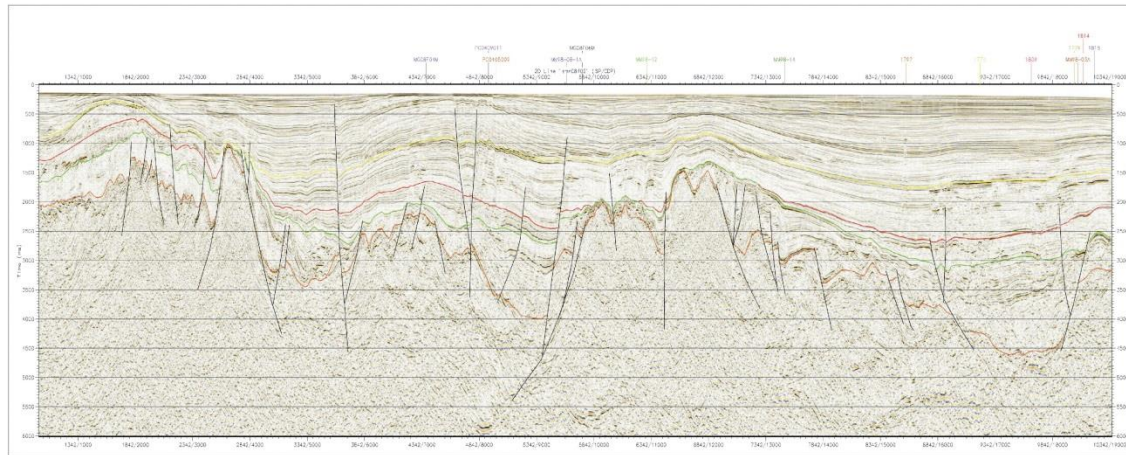


3. Тонкокожая тектоника; срыв чехла, деформации только в чехле

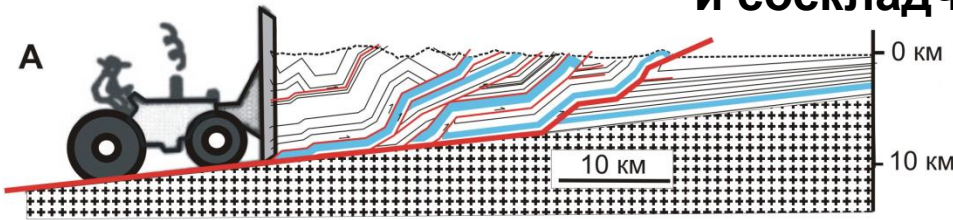


Примеры складок толстокожной и тонкокожной тектоники (1-3)

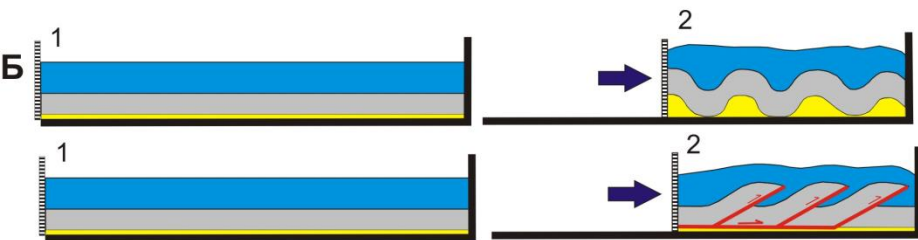
Примеры зон со складками, фундамент деформирован вместе с чехлом (толстокожая тектоника)



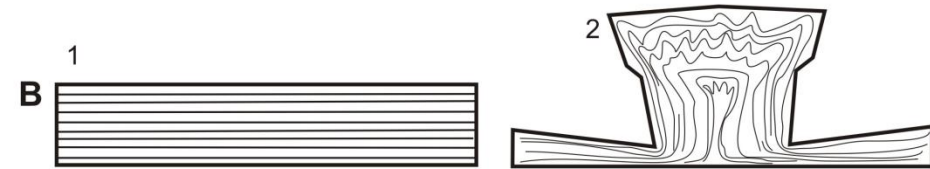
Некоторые механизмы формирования складчатости и соскладчатых разломов.



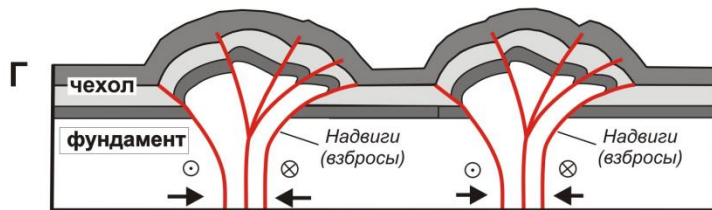
А. Механизм деформации тектонического клина со срывом осадочного чехла с фундамента и имбрикацией осадочного комплекса.



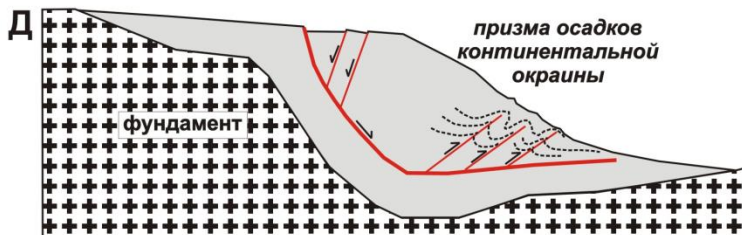
Б. Механизм тектонического сжатия и укорочения с формированием складчатой или имбрикационной структуры.



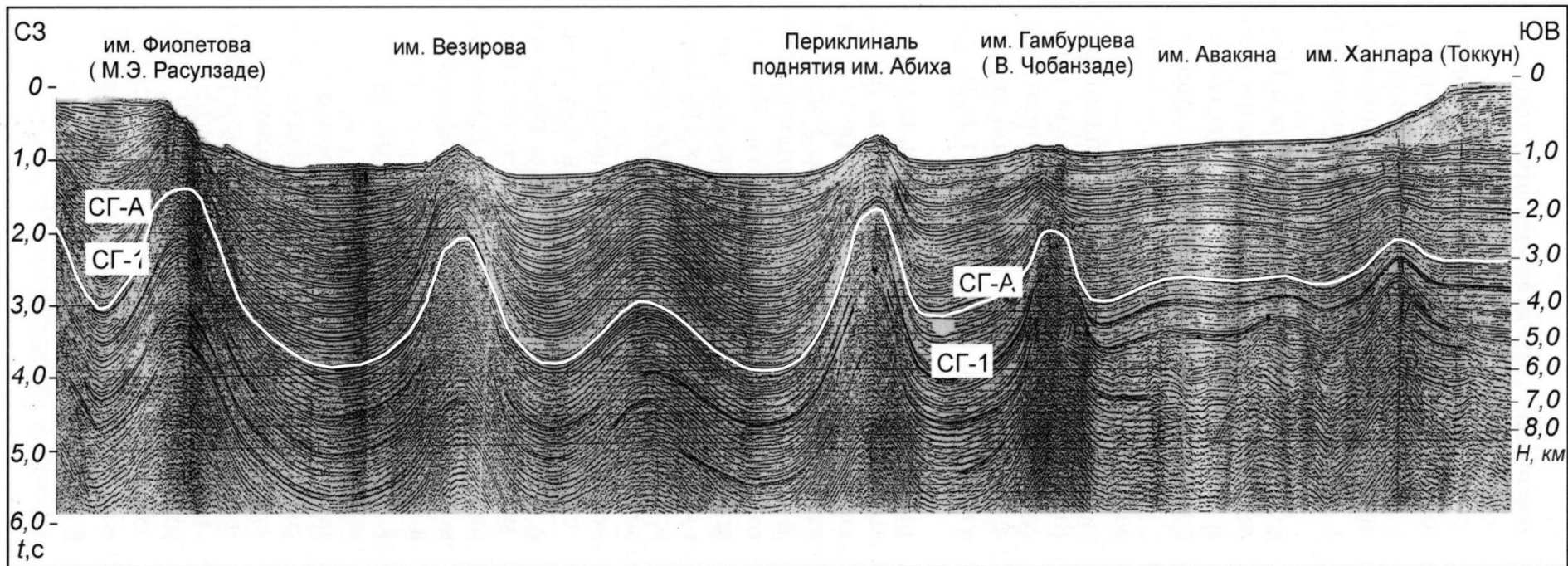
В. Механизм складчатости пассивного течения на примере диапирового тела (1 и 2 – стадии процесса).



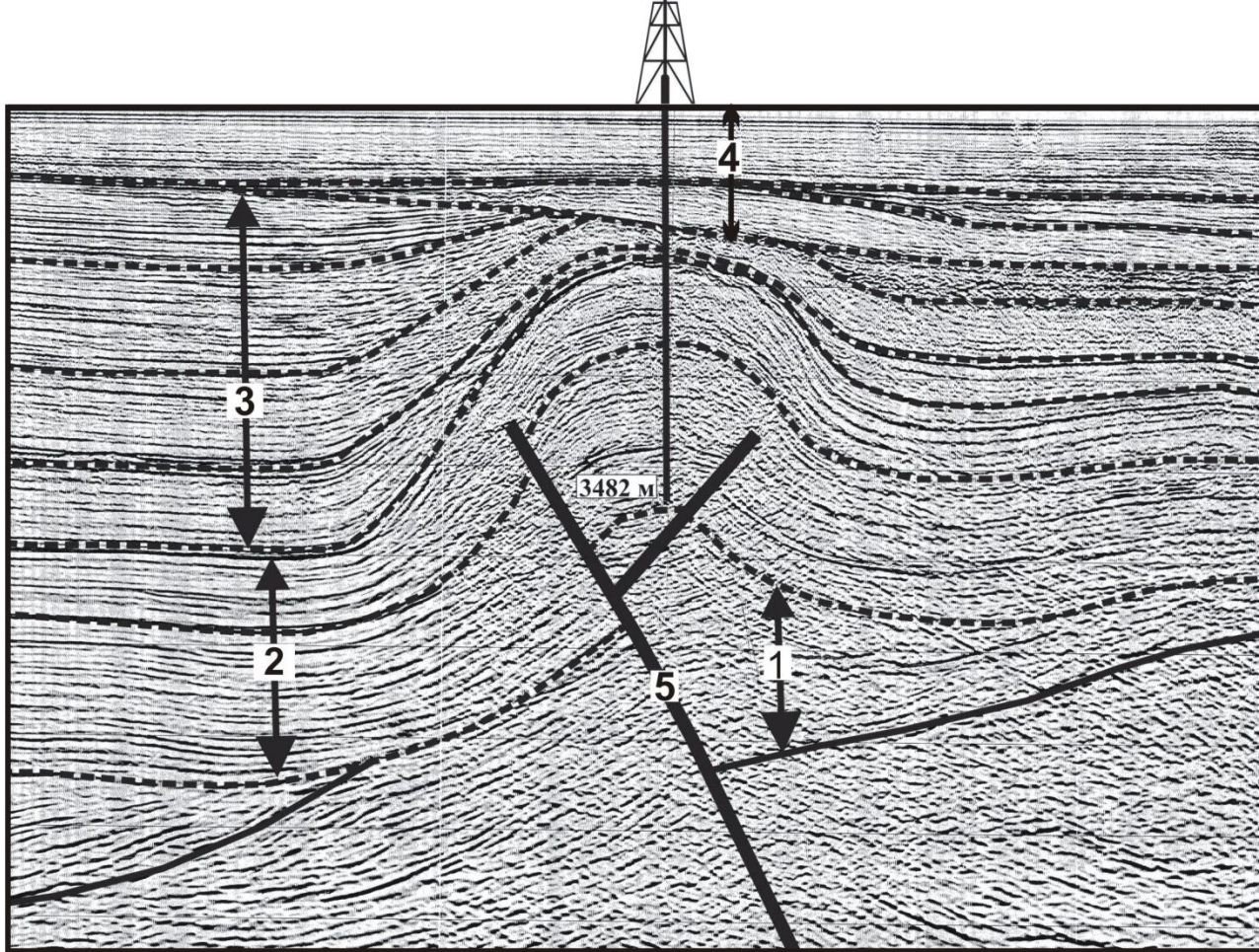
Г. Механизм транспрессии (сдвиго-сжатия); складки возникают при поперечном изгибе за счет выталкивания вверх блоков фундамента.



Д. Механизм гравитационных процессов формирования структур растяжения и сжатия (механизм оползня).



Фрагмент сейсмического профиля для **Южно-Каспийского бассейна** (Глумов и др., 2004). Хорошо видна складчатая структура в неоген-четвертичных отложениях. Складчатость несколько усилена глиняным диапиризмом майкопских (олигоцен-раннемиоценовых) глин.



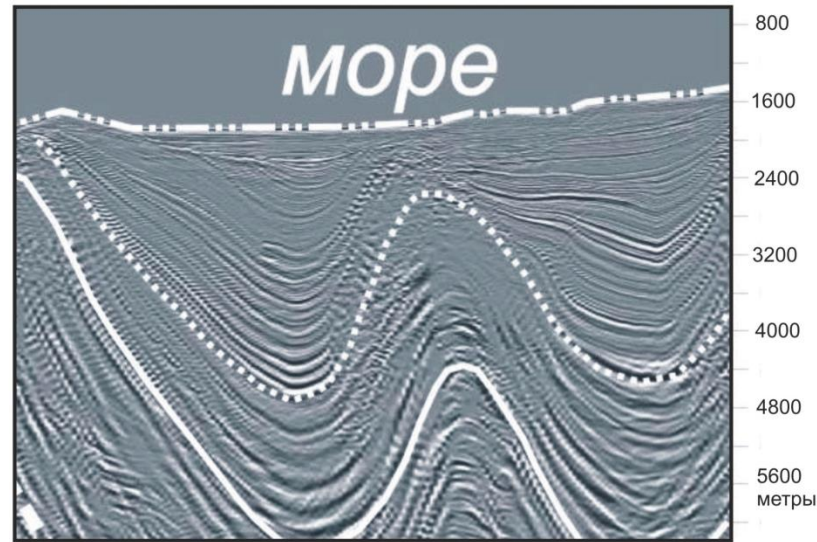
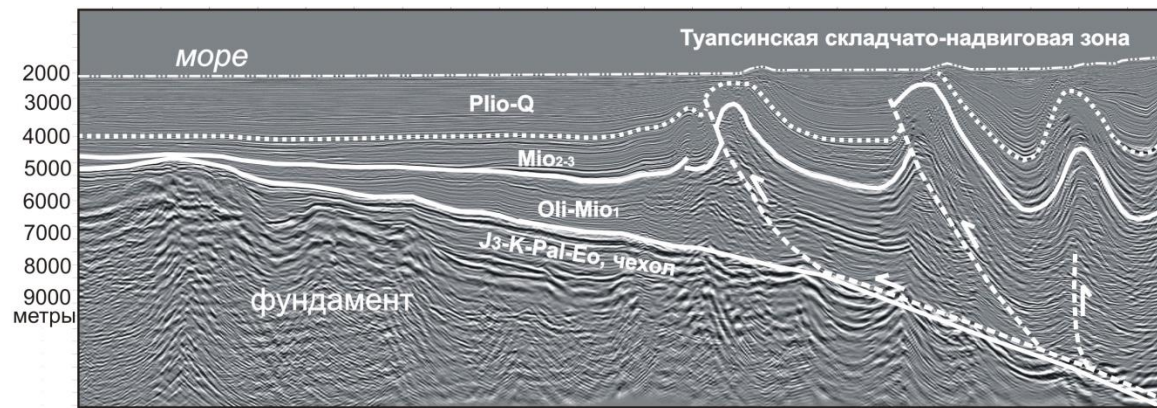
Сейсмический разрез через структуру Гамбурцева на Одесском шельфе Черного моря.

Составлено по данным в (Стобва и др., 2006). Интерпретируется антиклинальная складка.

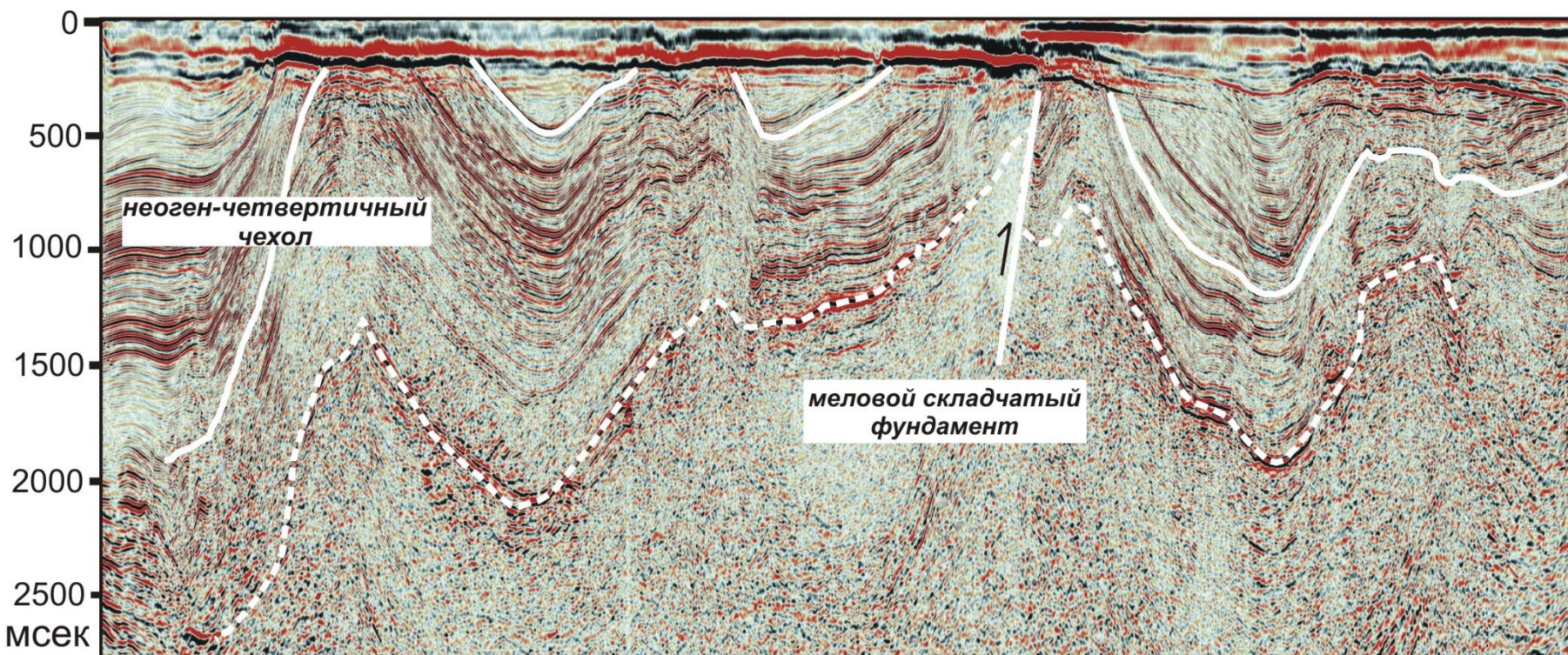
1 – апт-альбский комплекс выполнения полуграбена; 2 – пострифтовый чехол сеномана-эоцена, образует постседиментационную антиклиналь концентрического типа;

3 – синдеформационный комплекс олигоцена-нижнего миоцена, мощности к замковой части сокращаются; комплекс формировался на фоне роста складки;

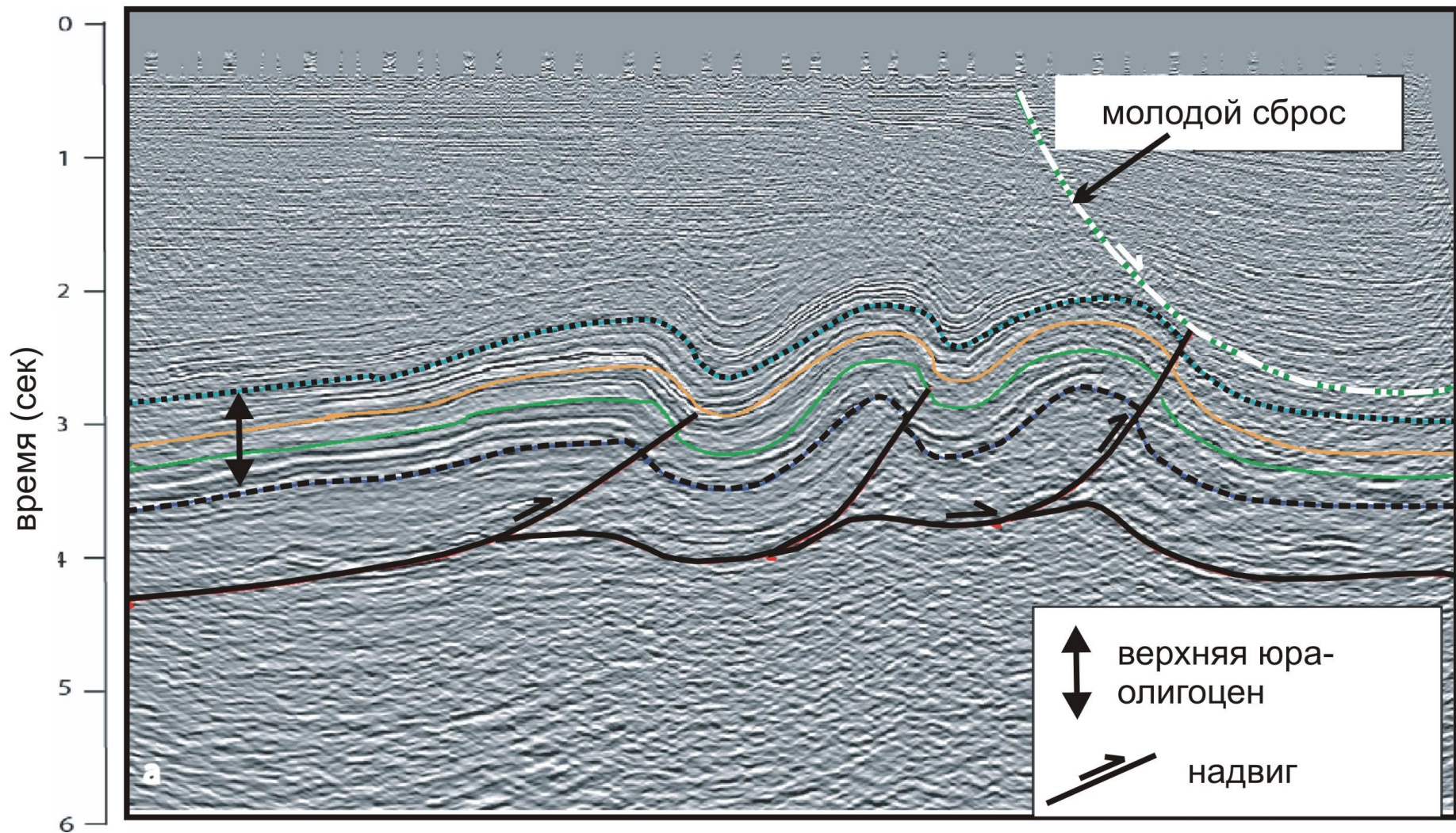
4 – неоген-четвертичный комплекс, залегает с угловым несогласием в основании на складке и формировался после завершения деформаций; 5 – разлом, в апте-альбе был сбросом, в олигоцене по нему были обратные (взбросовые) движения; при инверсии полуграбена формировалась инверсионная антиклинальная структура.



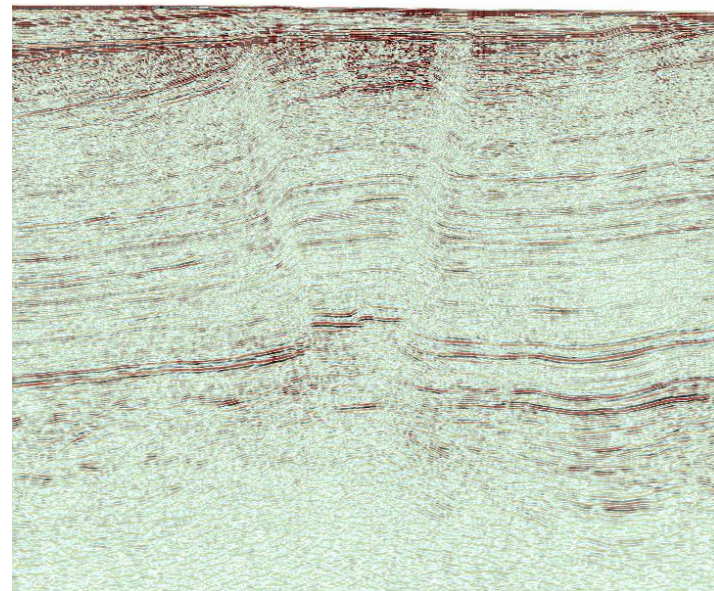
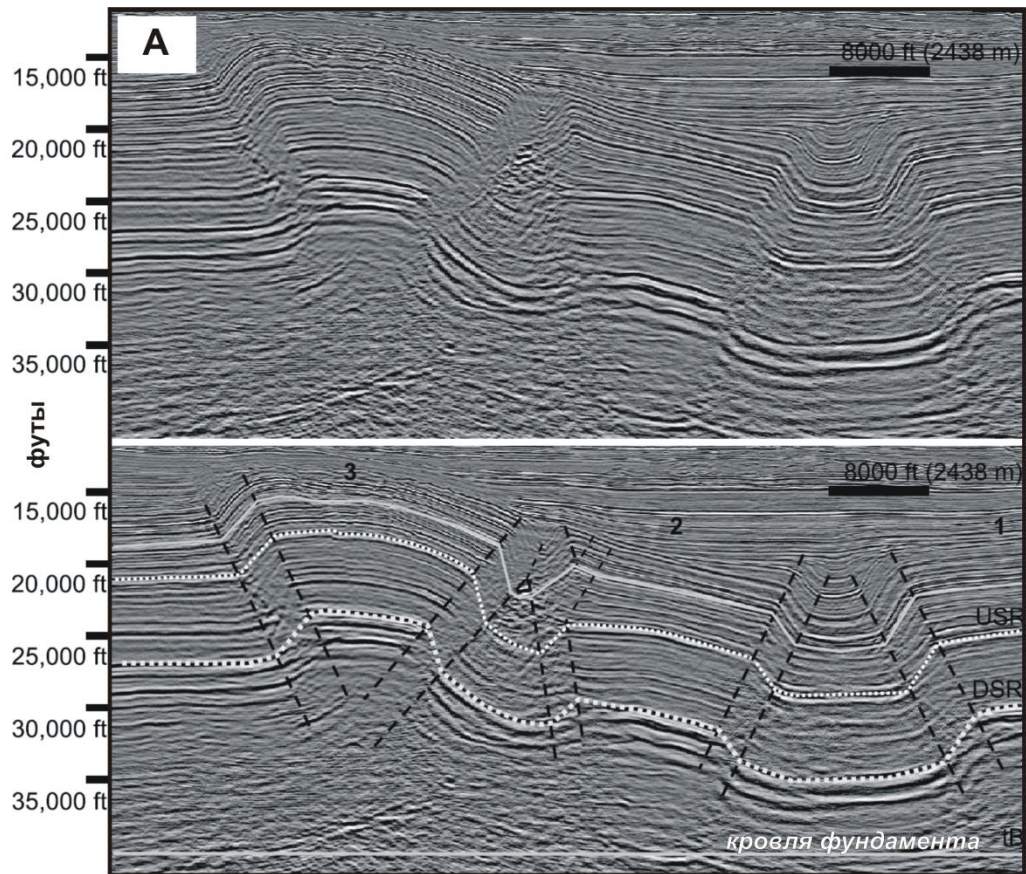
Вверху показана интерпретация фрагмента сейсмического профиля через Туапсинский прогиб в Черном море, Кавказ справа, восточнее профиля (составлено на основе данных в Афанасенков и др., 2000). Отложения верхней юры-эоцена формируют осадочный шельфовый чехол. Отложения майкопа (олигоцена-нижнего миоцена) выполняют краевой прогиб и утолщаются в сторону Большого Кавказа. Складчато-надвиговые деформации начались примерно на границе миоцена и плиоцена. Складки осложнены надвигами и в основании майкопских глин находится главный срыв (детачмент). Внизу показан фрагмент разреза (правый угол) с конседиментационными складками.



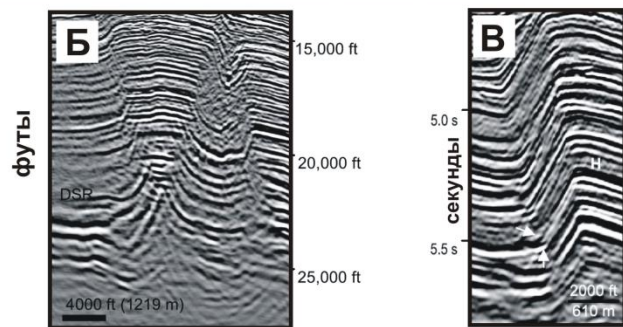
Схематическая интерпретация сейсмического профиля для района Сахалина (представлено НК Газпромнефть). Основная особенность структуры состоит в том, что осадочный чехол деформирован вместе с фундаментом. Наиболее вероятна обстановка транспрессии (сдвига-сжатия) при формировании складок. Рост складок носил конседиментационный характер, поэтому разрезы на разных крыльях складок часто различаются.



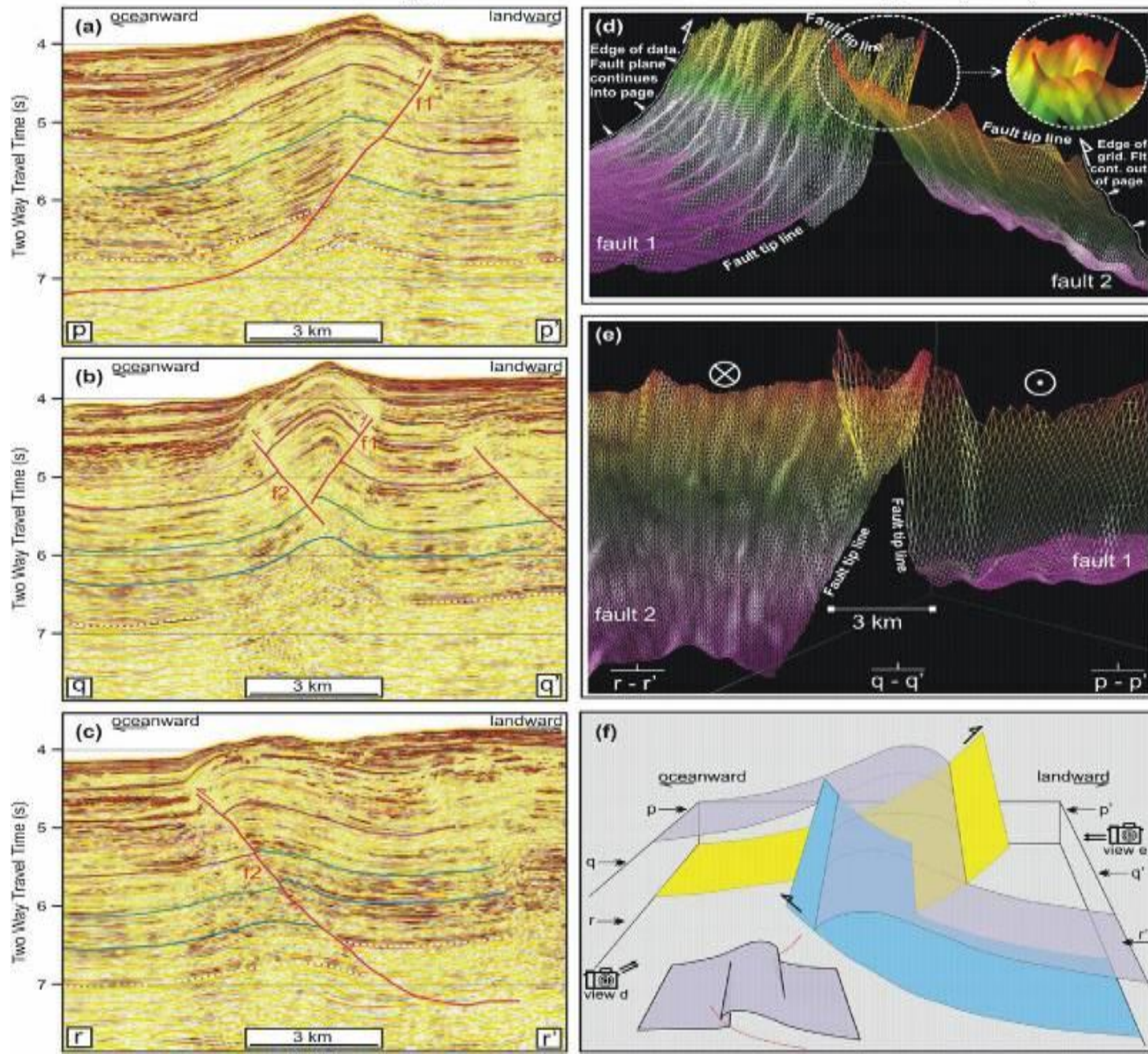
Интерпретация сейсмического профиля со складками и срывом (детачментом) ниже зоны складок (Mitra et al., 2006).

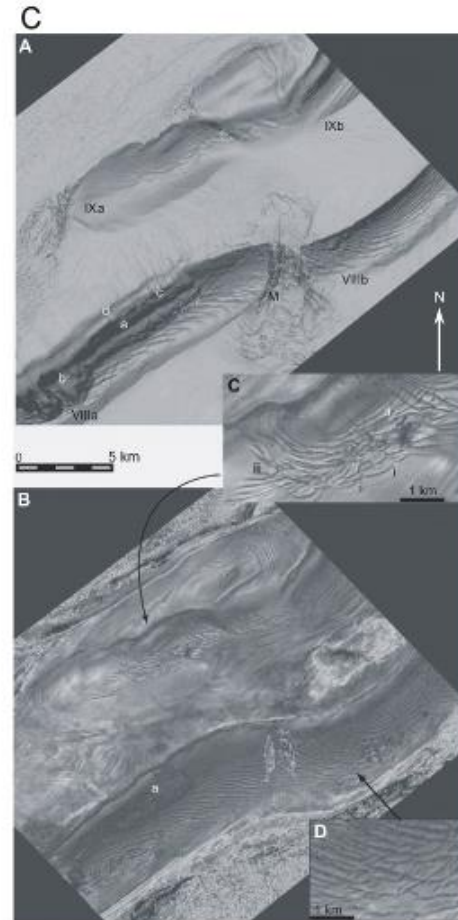
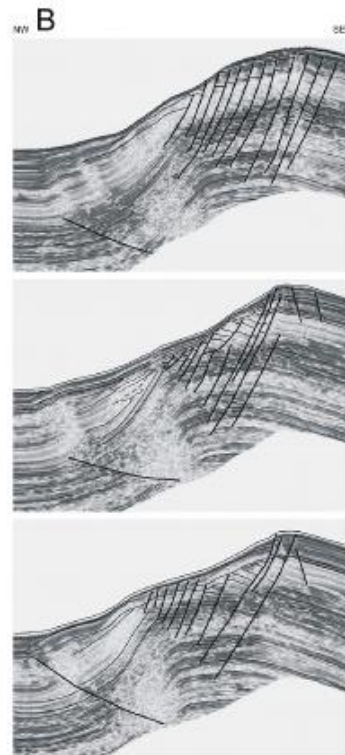
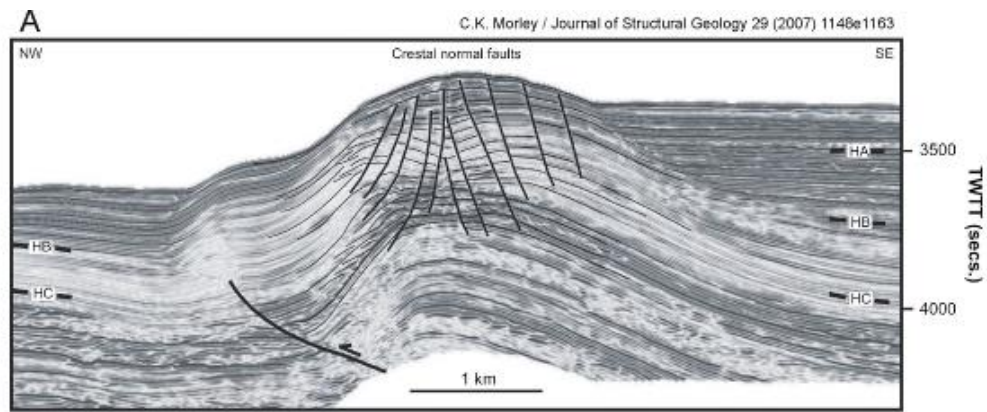


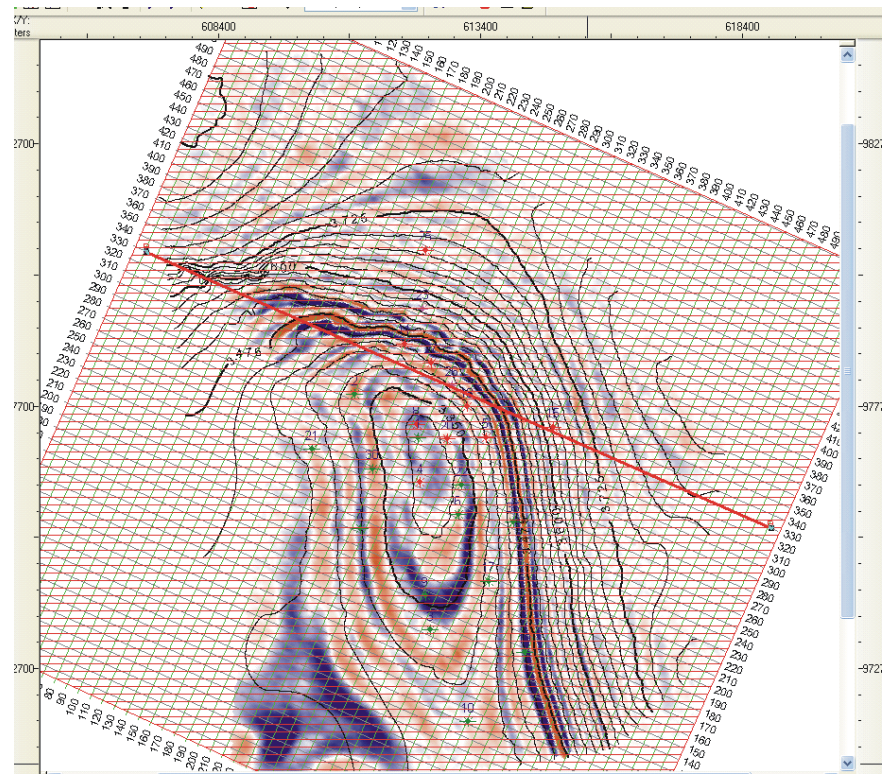
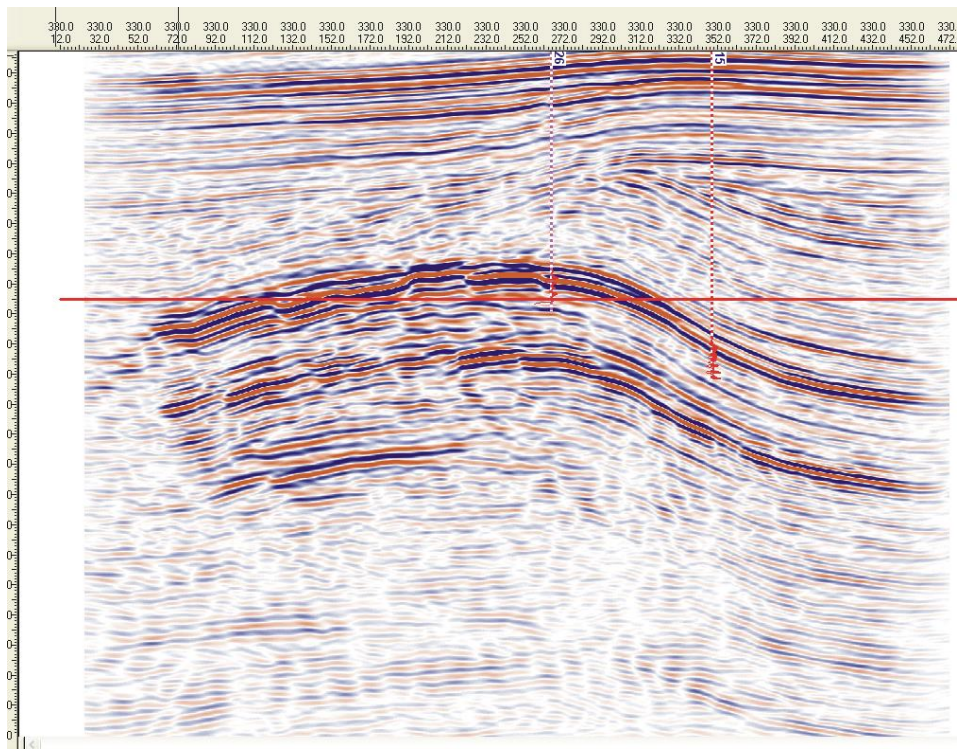
**Кинк-складка, Печорское море.
Роснефть**



**А, Б, В, вид на сейсмических профилях
кинк-складок (Camerlo, Venson, 2006)**







Северный Кавказ

WSW

ENE

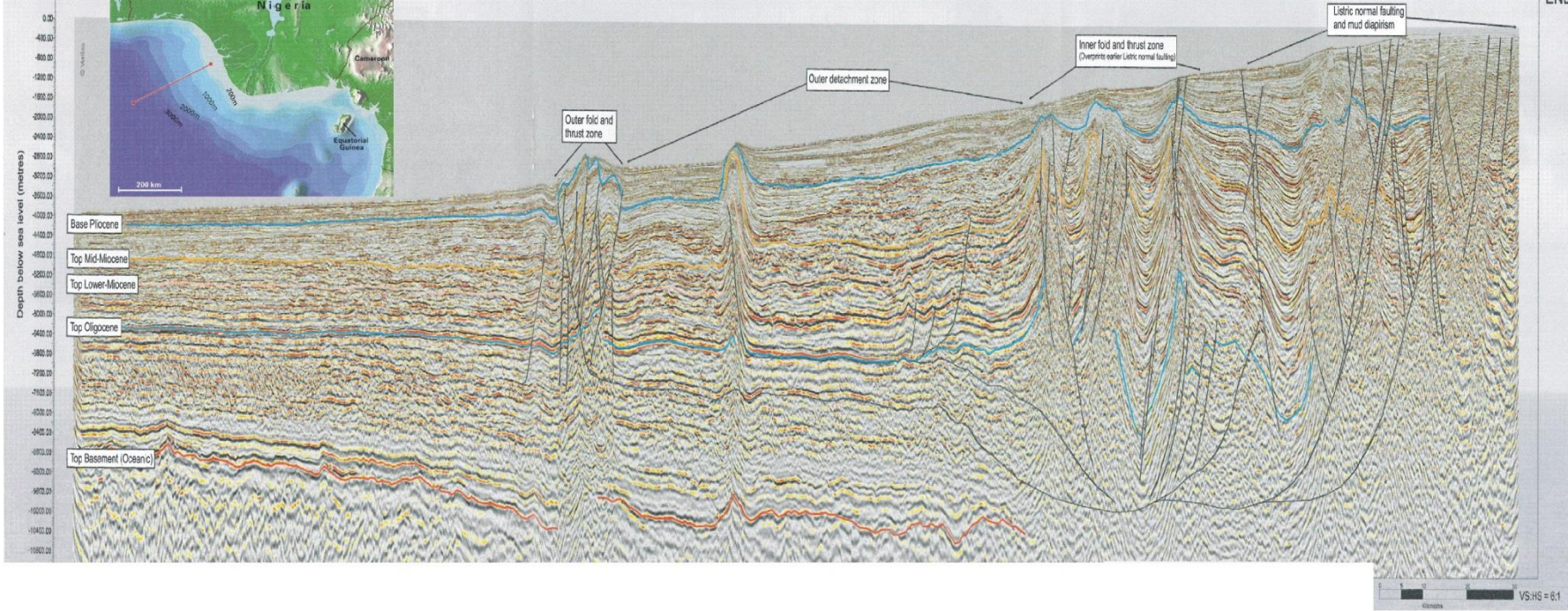


Fig 1: Different tectonic pulses affect different structures differently, resulting in “individualized” formation history for each structure. (seismic samples 2 and : with authorisation from Caspian Geophysical)

