

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ



КАРТИРОВАНИЕ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ

Основным региональным петрографическим подразделением для метаморфических пород, так же как и для магматических, является **комплекс** —

ассоциация метаморфических пород, которые слагают геологические тела, сформированные в определенном геологическом пространстве и времени, и обладают устойчивыми признаками состава, текстуры, структуры и соотношения с окружающей средой.

Различаются комплексы метаморфизованных пород и собственно метаморфические комплексы.

Метаморфизованные ***комплексы***
сложены осадочными или магматическими породами, только частично утратившими при метаморфизме свои первичные признаки, вследствие чего достаточно уверенно устанавливается их первоначальная природа.

Различаются комплексы метаморфизованных пород и собственно метаморфические комплексы.

Метаморфические комплексы сложены породами, утратившими при метаморфизме свои первичные признаки, вследствие чего их первоначальная осадочная или магматическая природа не устанавливается.

Первично **осадочные и вулканогенные** образования, **сохранившие первичную стратификацию**, расчленяются на **местные и вспомогательные стратиграфические подразделения.**

Метаморфизованные **интрузивные образования**, первичная природа которых надежно устанавливается, расчленяются на **интрузивные комплексы и фазы.**

Изучение метаморфических пород

Метаморфические породы составляют наиболее разнообразную и сложную для изучения группу горных пород.

Полевые описания должны включать подробную характеристику структурных и текстурных особенностей пород.

Изучение метаморфических пород

Для лабораторных исследований отбирают:

- сколки для изготовления петрографических шлифов;
- пробы на химический (силикатный) анализ – для слабо измененных первично-магматических пород;
- пробы на минералогический анализ;
- пробы для определения возраста радиологическими методами.

Изучение метаморфических пород

В состав партии, как и при изучении магматических пород, должны включаться специализированный петрографический отряд или отдельные специалисты-петрографы и петрологи.

Стратиграфическое расчленение

Для расчленения стратифицированных метаморфизованных пород используются те же методы, что и для осадочных и вулканогенных пород.

Однако относительная роль каждого из методов иная.

Однако относительная роль каждого из методов иная.

Стратиграфическое расчленение

Роль **биостратиграфического** метода резко ограничена в связи с редкостью и плохой сохранностью ископаемых.

В то же время резко возрастает значение радиологических методов.

Стратиграфическое расчленение

Наибольший успех достигается при применении **совокупности методов**:

- радиологического (“абсолютный” возраст);
- палеонтологического, в особенности палеофитологического и палеопалинологического;
- литолого-стратиграфического и др.

Стратиграфическое расчленение

Выделение дробных подразделений общей стратиграфической шкалы затруднительно.

Основными картируемыми подразделениями являются подразделения местной стратиграфической шкалы: **свита** и **подсвита**.

Используются и более крупные местные стратоны: **серия** и **комплекс**, а также вспомогательные стратоны - **толща** и **пачка**.

Стратиграфическое расчленение

Главнейшими критериями для расчленения являются литолого-стратиграфические (петрографо-стратиграфические) и структурные, а также критерии метаморфизма и магматизма.

Весьма важную роль играют методы структурно-тектонического анализа.

Стратиграфическое расчленение

Литолого-стратиграфические (петрографо-стратиграфические) критерии

Используются весьма широко.

Основаны на предположении о *совпадении*
вторичных *плоскостных* *текстур*
(кристаллизационной *сланцеватости,*
метаморфической *полосчатости,*
гнейсовидности) *с* *первичными*
поверхностями наложения.

Стратиграфическое расчленение

Структурные критерии

Основаны на выделении *структурных комплексов* (этажей, подэтажей).

Оно производится так же, как и для неметаморфизованных слоистых толщ.

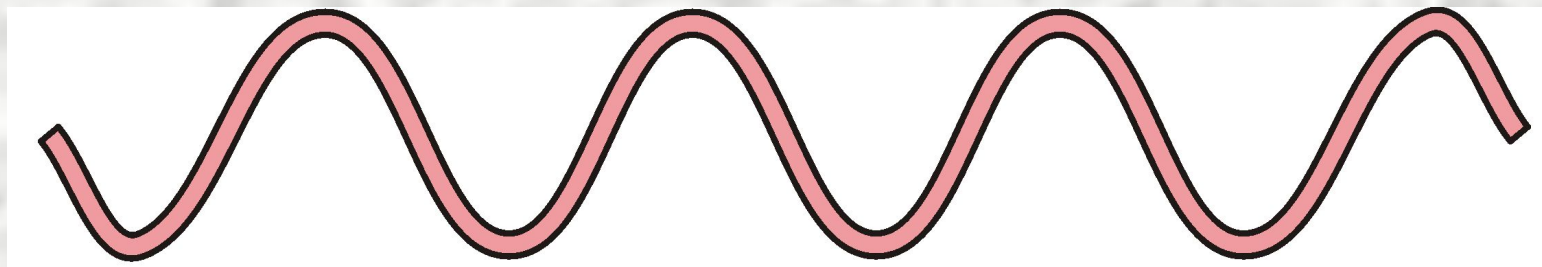
Эти комплексы могут различаться по *степени метаморфизма* пород.

Они ограничены *резкой сменой формаций* и *разделены несогласиями*.

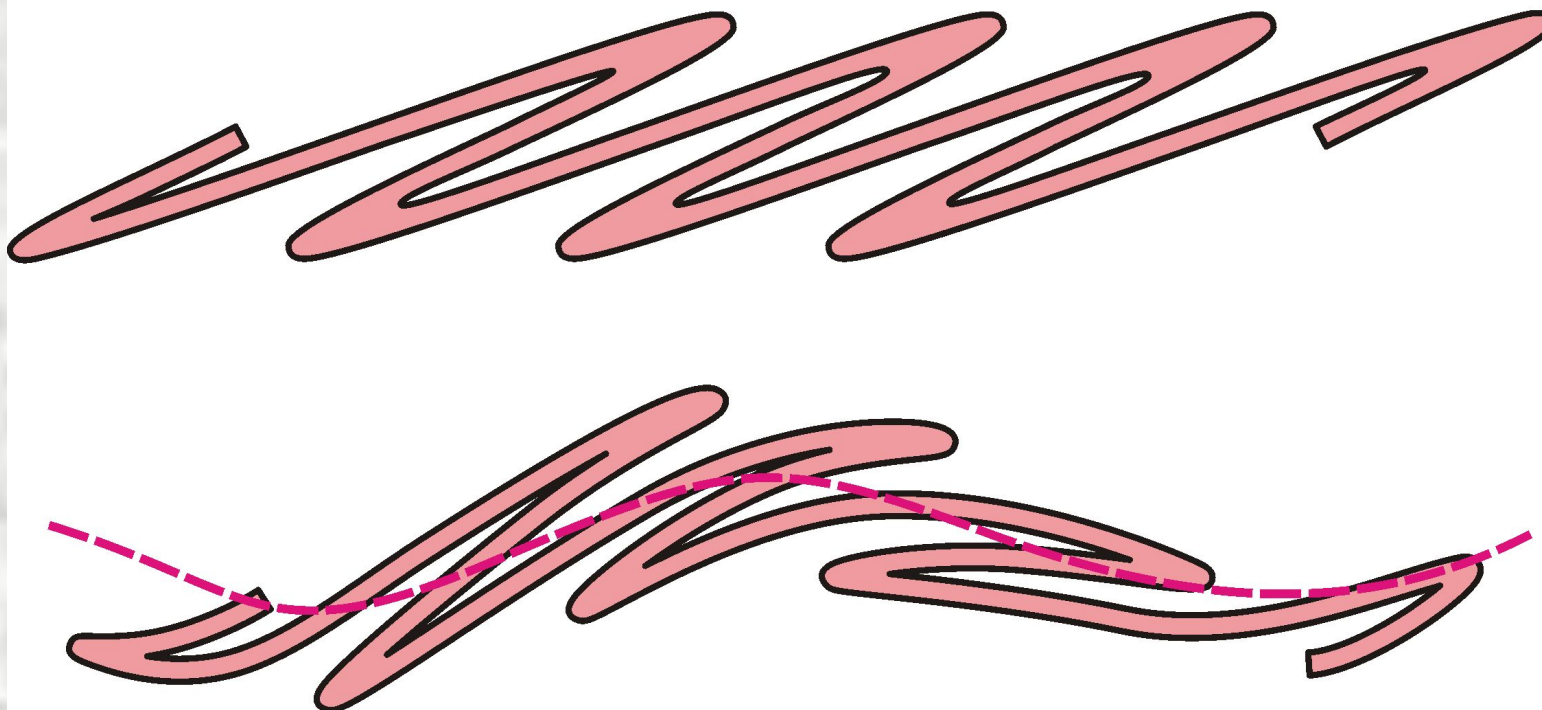
Важнейшее значение приобретает *выделение складок различных генераций*.

Наложение складок

а



б



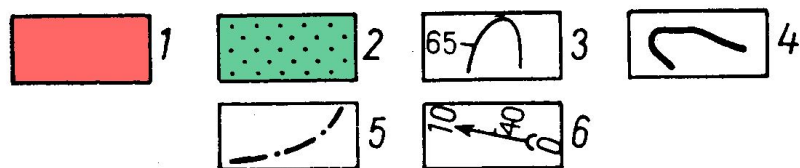
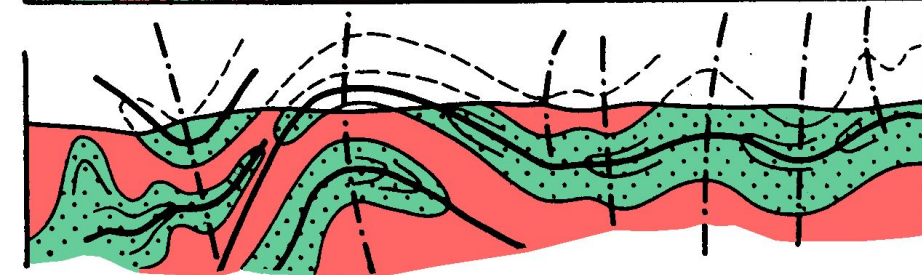
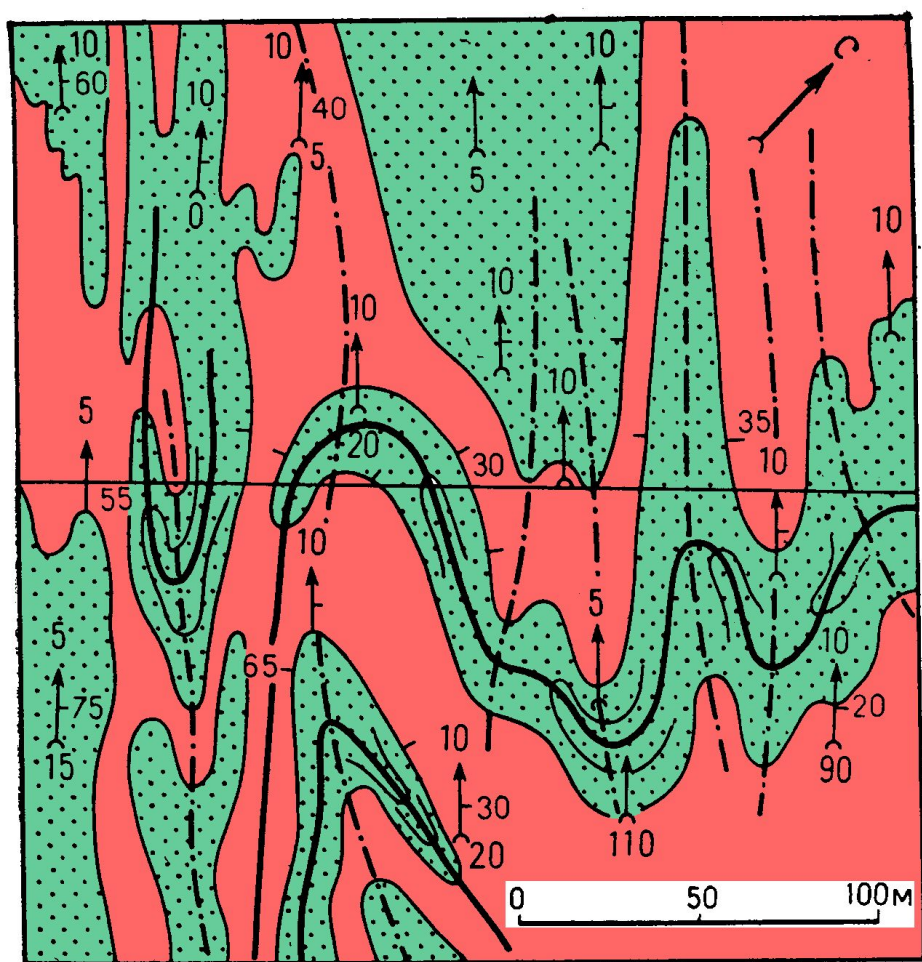
а – образование опрокинутых складок

б - наложение складок второй генерации

Наложение прямых складок на лежащие изоклинальные складки в Северном Беломорье

(по Б. И. Кузнецову)

1 — гнейсы; 2 — амфиболиты;
3 — границы разных пород и углы их падения; 4 — осевые поверхности ранних складок;
5 — осевые поверхности наложенных складок; 6 — направление и углы погружения шарниров складок



Стратиграфическое расчленение

Критерии метаморфизма

Составляют основу методов изучения метаморфических процессов.

Ведущим методом служит **выявление метаморфической зональности** в результате выделения зон, а затем и фаций метаморфизма.

Стратиграфическое расчленение

Критерии метаморфизма

Установление соотношений метаморфической зональности со стратиграфическими горизонтами и со складчатыми структурами позволяет судить о месте метаморфизма в геологической истории района.

Стратиграфическое расчленение

Критерии метаморфизма

Существует взаимосвязь между отдельными этапами цикла регионального метаморфизма и цикла складчатости, что позволяет объединять их в **тектоно-метаморфический цикл**, выделение которого помогает решать задачи расчленения метаморфических толщ.

Стратиграфическое расчленение

Критерии магматизма

Плутонические комплексы в пределах определенных структурно-фациальных зон характеризуются устойчивой **общностью петрографических признаков** и **сходством ассоциаций пород**, что дает возможности для расчленения и корреляции вмещающих толщ.

Стратиграфическое расчленение

Критерии магматизма

Чрезвычайно важно *установление абсолютного возраста* магматических пород, особенно когда вмещающие метаморфические породы мало пригодны для определения абсолютного возраста.

Изучение взаимоотношений метаморфических толщ

Составление геологических разрезов (метод пересечений)

Один из наиболее употребляемых методов геологической съемки.

Однако при съемке сложноскладчатых метаморфических толщ только на нем базироваться нельзя.

Необходимо также *прослеживание границ*.

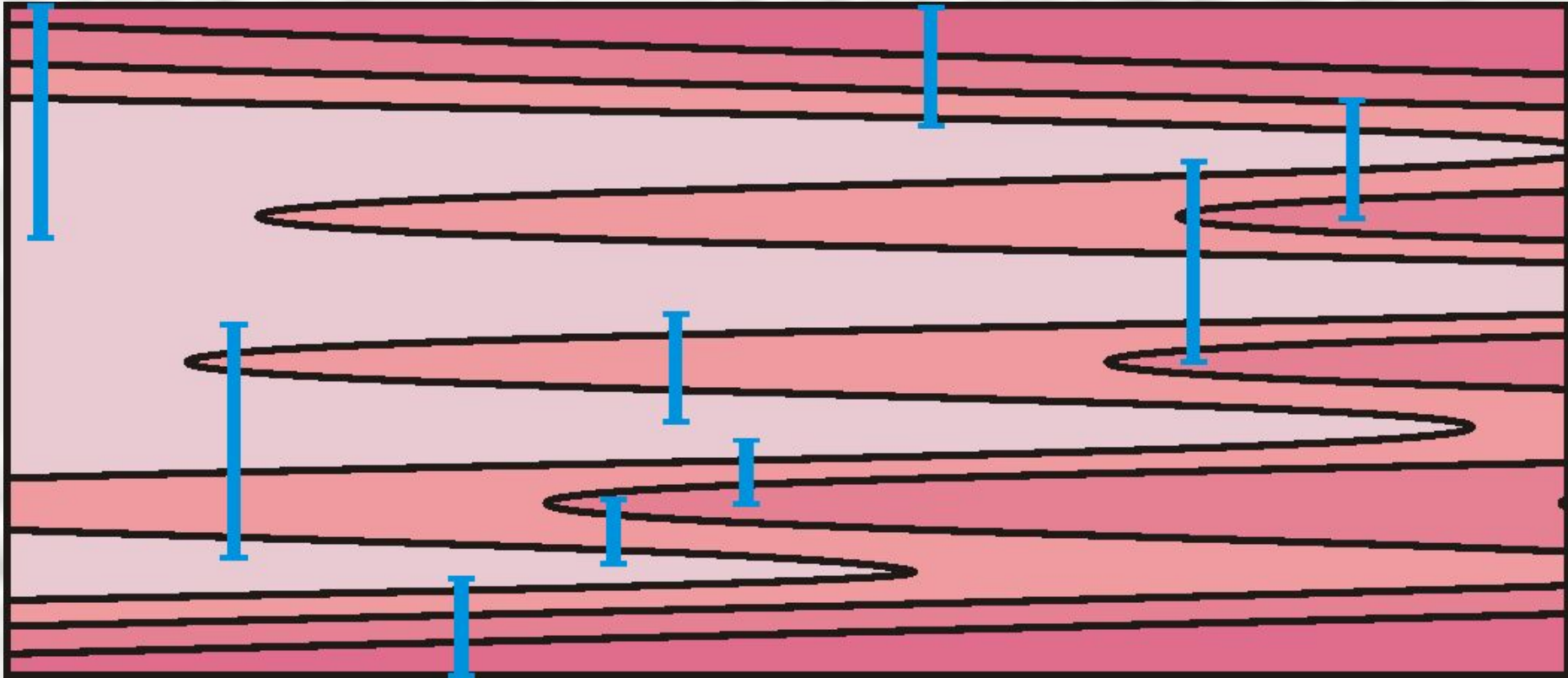
Изучение взаимоотношений метаморфических толщ

Составление геологических разрезов (метод пересечений)

Очень полезен метод *кулисообразного профилирования*.

Разрез пролагается не по одной линии, а прерывисто и на сравнительно коротких расстояниях, причем линии отдельных участков разреза располагаются кулисообразно.

Пример кулисообразного профилирования



Изучение взаимоотношений метаморфических толщ

Составление геологических разрезов (метод пересечений)

Во многих случаях стратиграфическую последовательность толщ метаморфических пород легче и точнее можно установить в пересечениях по простиранию складок на замыканиях складчатых структур.

Пример профилирования по простиранию складчатой структуры



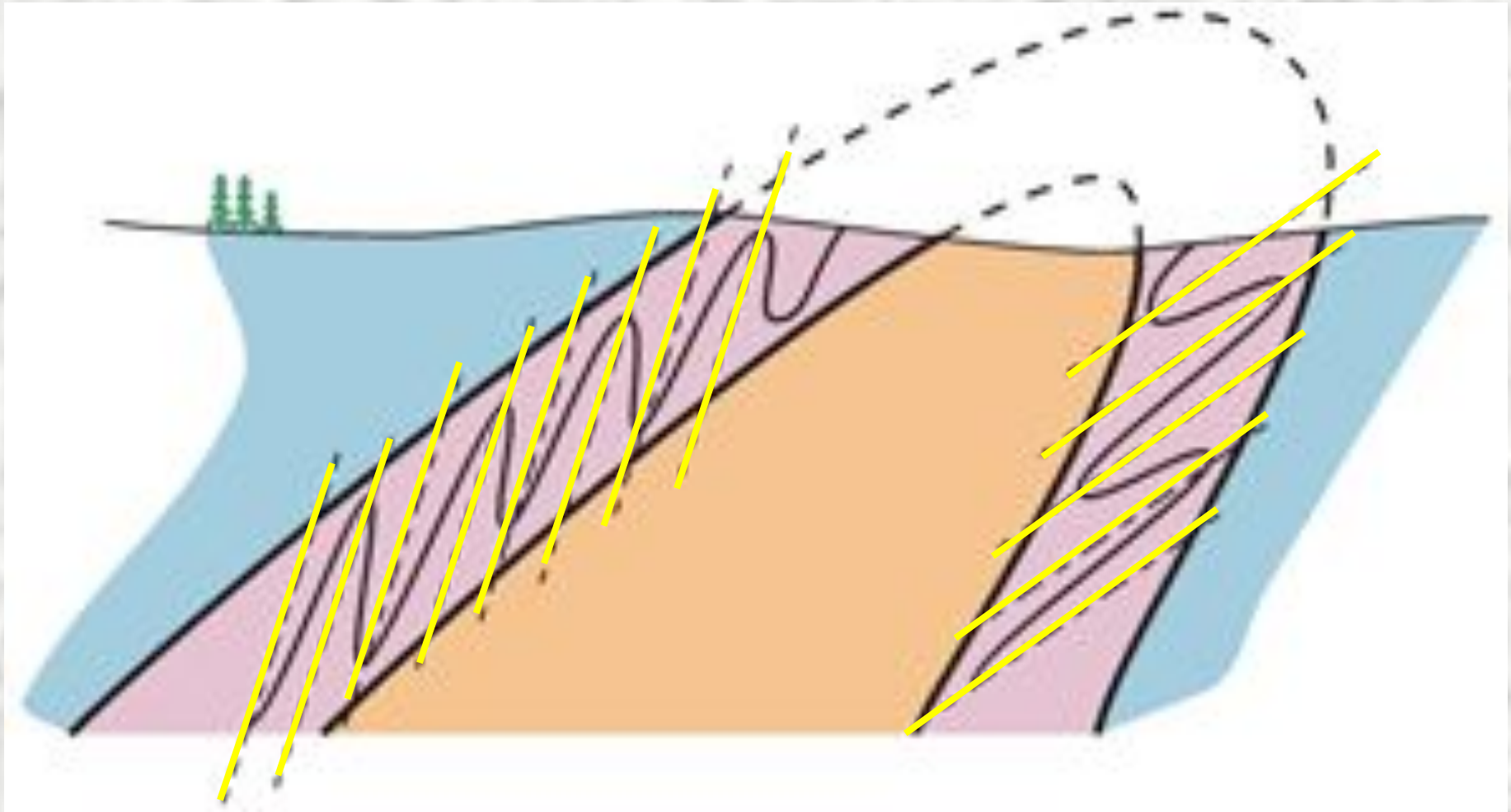
Это помогает избежать *повторов* и *выпадений* частей разреза из-за разломов и мелких складок

Изучение взаимоотношений метаморфических толщ

Составление геологических разрезов (метод пересечений)

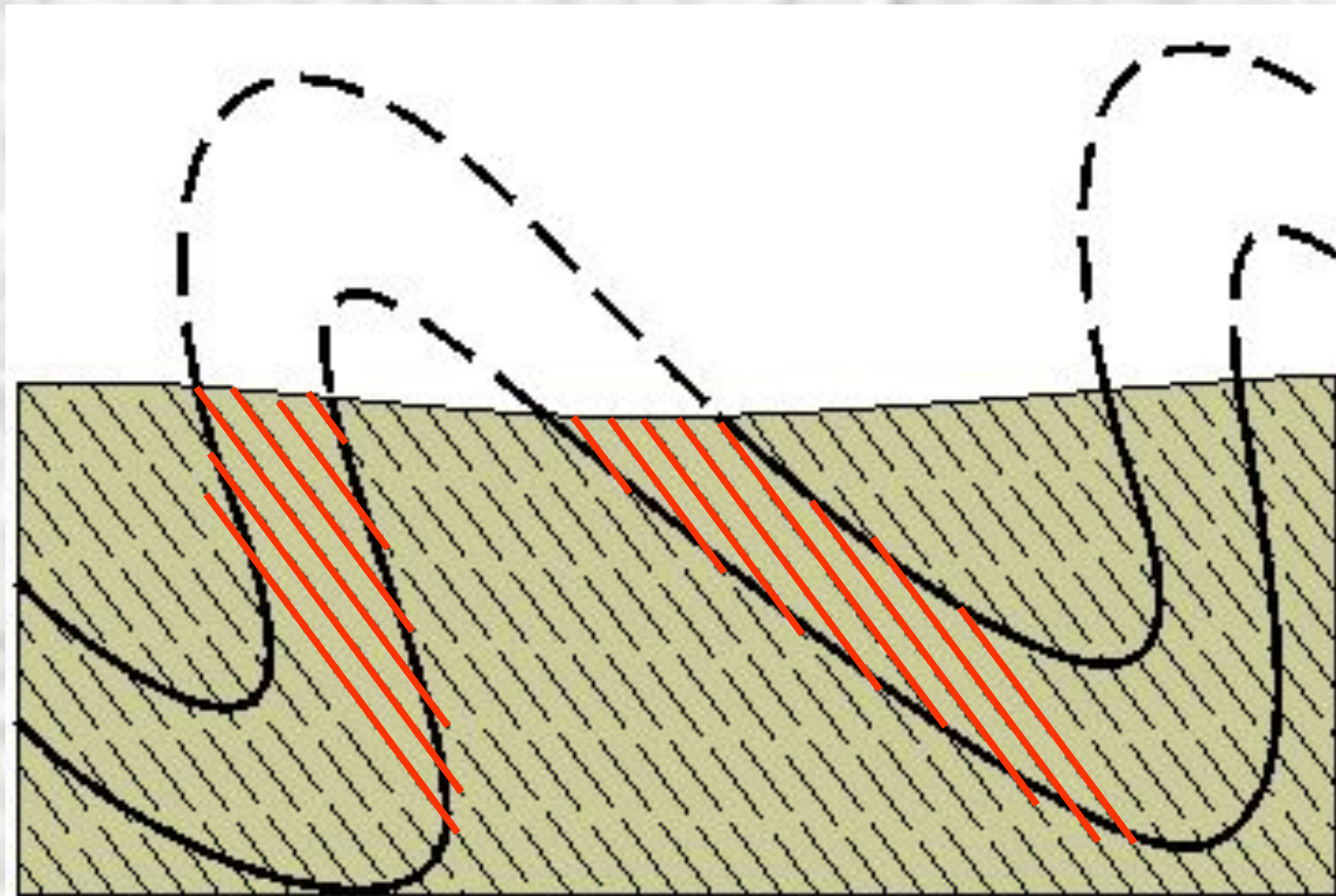
При составлении разреза пристальное внимание следует обращать на особенности структуры метаморфической толщи, характер и порядок складок, на признаки, свидетельствующие о **нормальном** или **опрокинутом** залегании слоев.

Складки волочения



В нормальном крыле осевые поверхности складок волочения круче, а в опрокинутом - положе поверхностей наслоения ограничивающих их слоев

Кливаж



В **опрокинутых** крыльях складок кливаж залегает **положе слоистости**,

а в **нормальных** крыльях - **круче слоистости**

Подошвенные знаки - гиероглифы

представляют собой слепки выемок и борозд размыва, следов волочения по дну различных предметов.

Текстуры внедрения

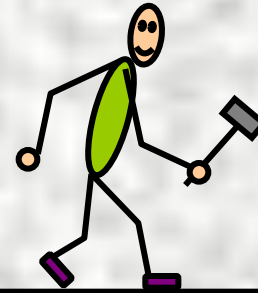
представляют собой округлые выступы на подошвах слоев песчаников, образующиеся в результате погружения песчаного осадка в полужидкий илистый осадок.

Изучение взаимоотношений метаморфических толщ

*Составление геологических разрезов
(метод пересечений)*

Весьма важно выявление *изоклиальной
складчатости*.

Схема изоклиналильной складчатости



Пропустив изоклиналильные складки, можно многократно преувеличить истинную мощность.

Изучение взаимоотношений метаморфических толщ

Выявление несогласий

Трудность выявления несогласий в метаморфических толщах усугубляется тем, что *первоначальные взаимоотношения пород маскируются процессами метаморфизма.*

Изучение взаимоотношений метаморфических толщ

Выявление несогласий

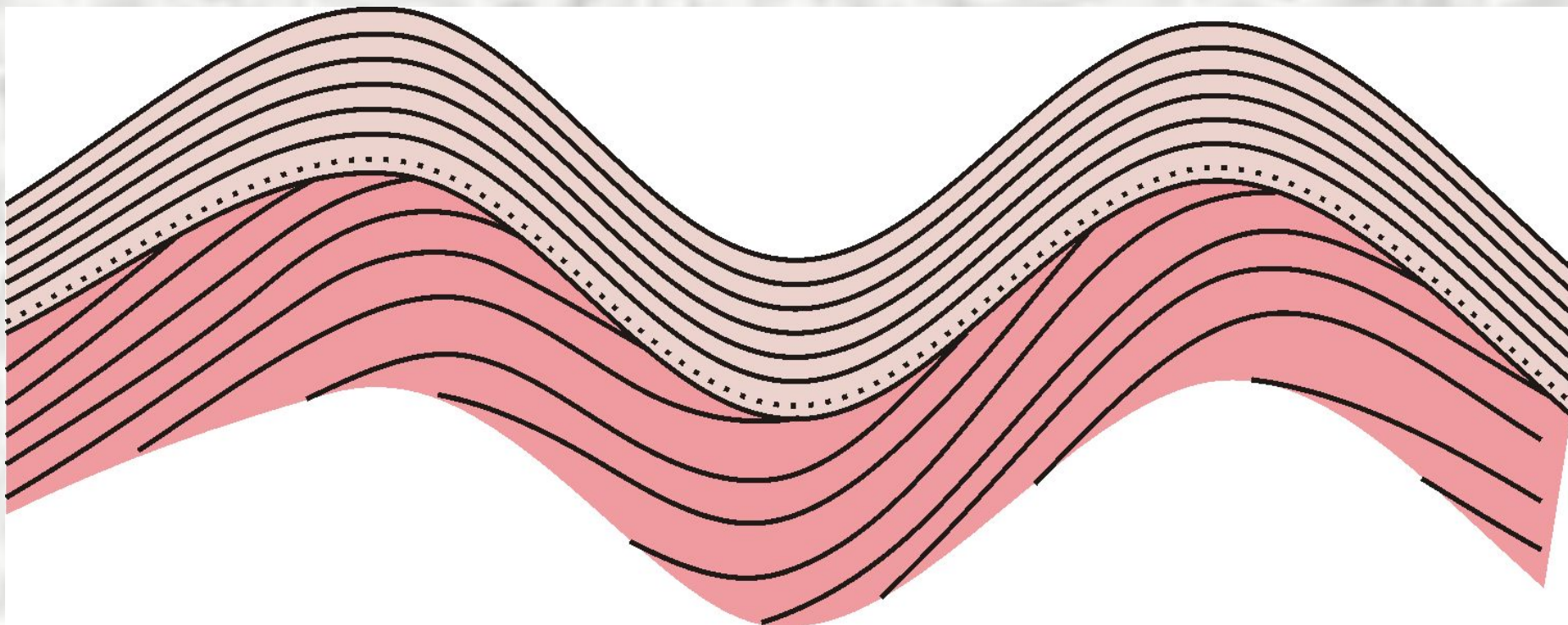
Это касается не только *параллельных*, но и *угловых* несогласий.

Поверхность углового несогласия при проявлении первых фаз деформации сама сминается в складки вместе с разделяемыми ею комплексами.

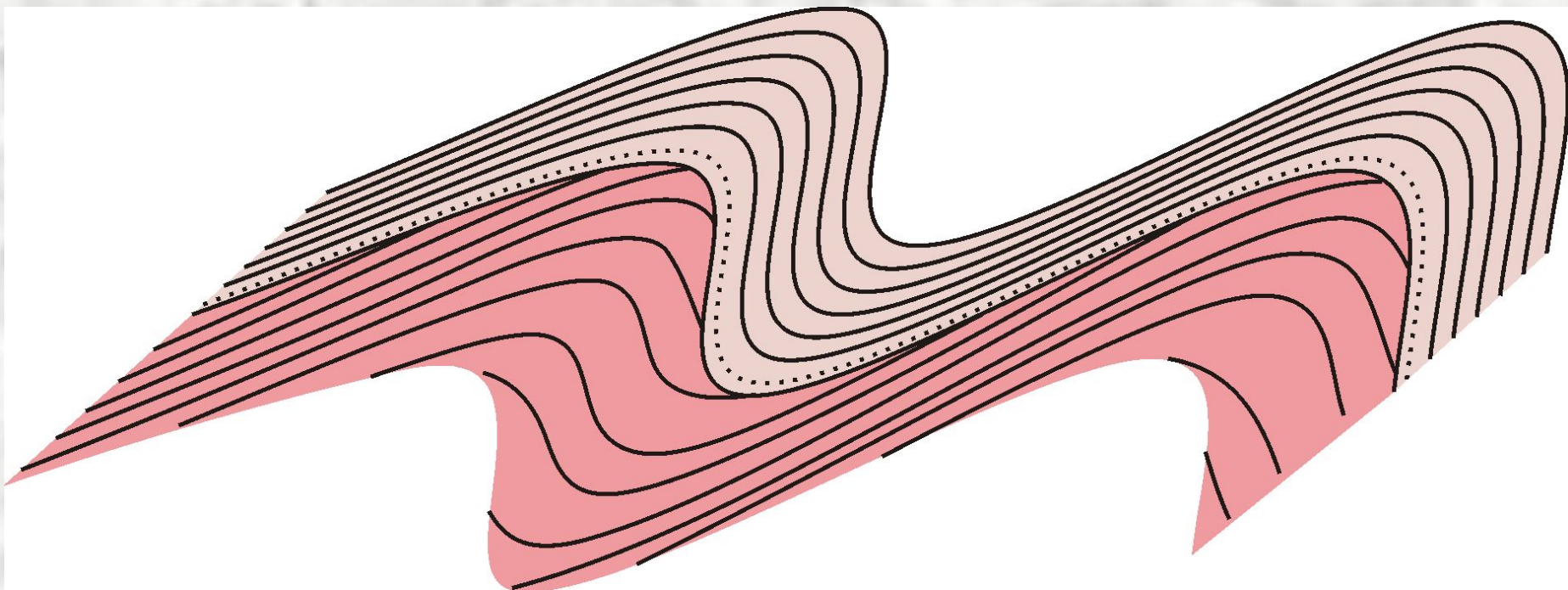
При повторных деформациях форма поверхности несогласия может сближаться со структурой нижележащих пород.



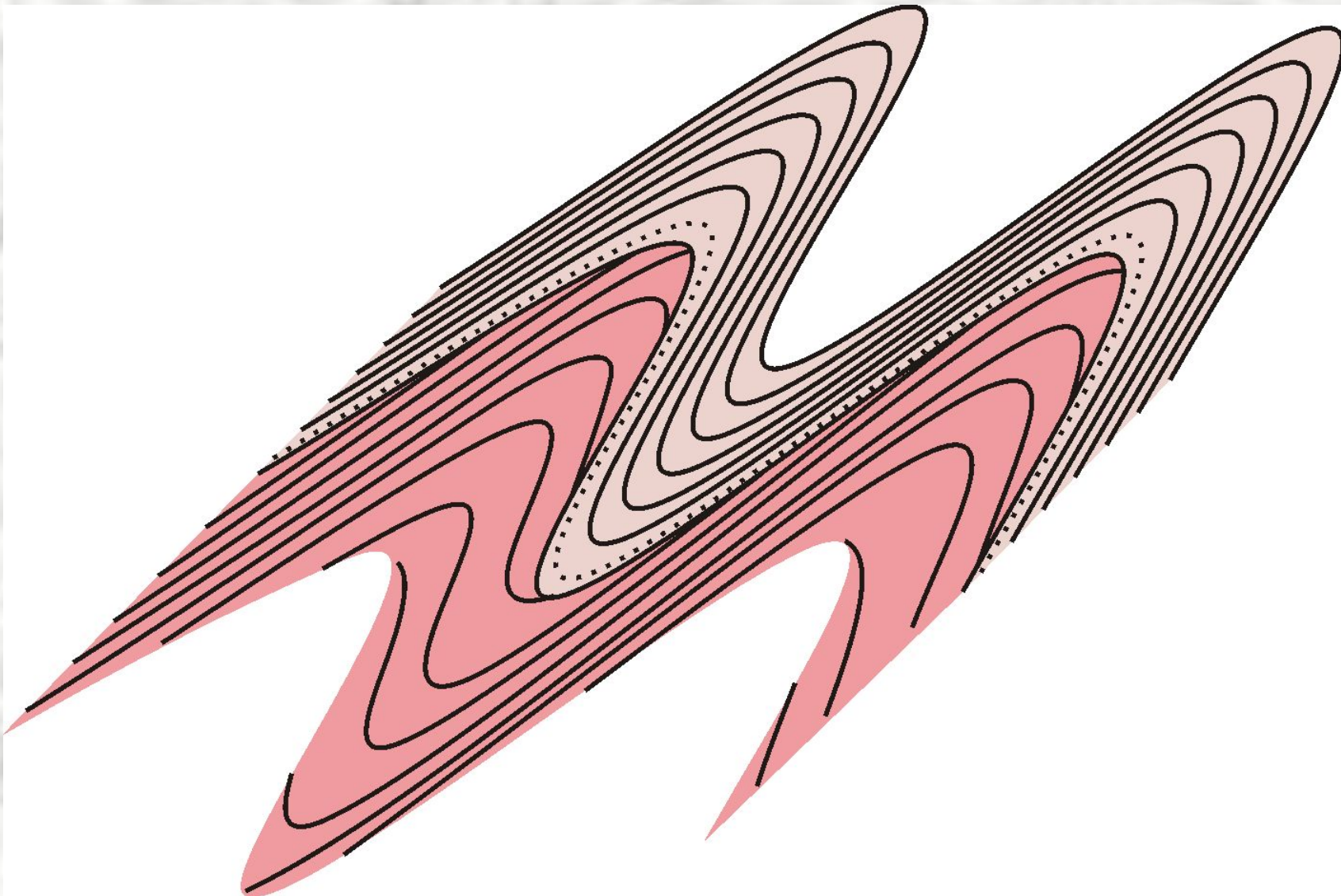
Угловое несогласие до деформации



Угловое несогласие, 1-я стадия деформации



Угловое несогласие, 2-я стадия деформации



Угловое несогласие, 3-я стадия деформации

Картирование метаморфических комплексов.

Метаморфические образования, которые в процессе метаморфизма значительно или полностью **утратили признаки исходных пород**, и природа их субстрата не устанавливается по прямым визуальным признакам, **расчленяются на метаморфические комплексы и подкомплексы.**

Картирование метаморфических комплексов.

Расчленение проводят исходя из *устойчивого парагенеза* главных видов горных пород, учитываются также однотипность *морфологии* и *строения* геологических тел и *фациальных условий* их образования.

Картирование метаморфических комплексов.

Критериями выделения метаморфических комплексов являются:

- ***минеральный состав*** горных пород (определяющий фацию метаморфизма);

Картирование метаморфических комплексов.

Критериями выделения метаморфических комплексов являются:

- *структура* (гранобластическая, мозаичная и др.);

Картирование метаморфических комплексов.

Критериями выделения метаморфических комплексов являются:

- *время образования* субстрата и *время метаморфизма*;

Картирование метаморфических комплексов.

Критериями выделения метаморфических комплексов являются:

- *взаимоотношение со средой*
(нахождение в автохтонном залегании в связи с преобразованием субстрата без изменения его твердофазового состояния).

Картирование метаморфических комплексов.

Выделение и картирование метаморфических комплексов следует производить с использованием **реально наблюдаемых структурно-вещественных признаков.**

Картирование метаморфических комплексов.

На геологических картах должны изображаться выделяемые по этим признакам комплексы метаморфических пород, которые отражают развитие метаморфизма во времени и в пространстве и характеризуют определенный уровень метаморфических преобразований.

Картирование метаморфических комплексов.

Если состав субстрата для пород метаморфического комплекса будет установлен только при аналитической обработке полевого материала, то данный комплекс все же рекомендуется считать не метаморфизованным, а метаморфическим, так как иначе он не будет надежно диагностирован в поле другими исследователями.

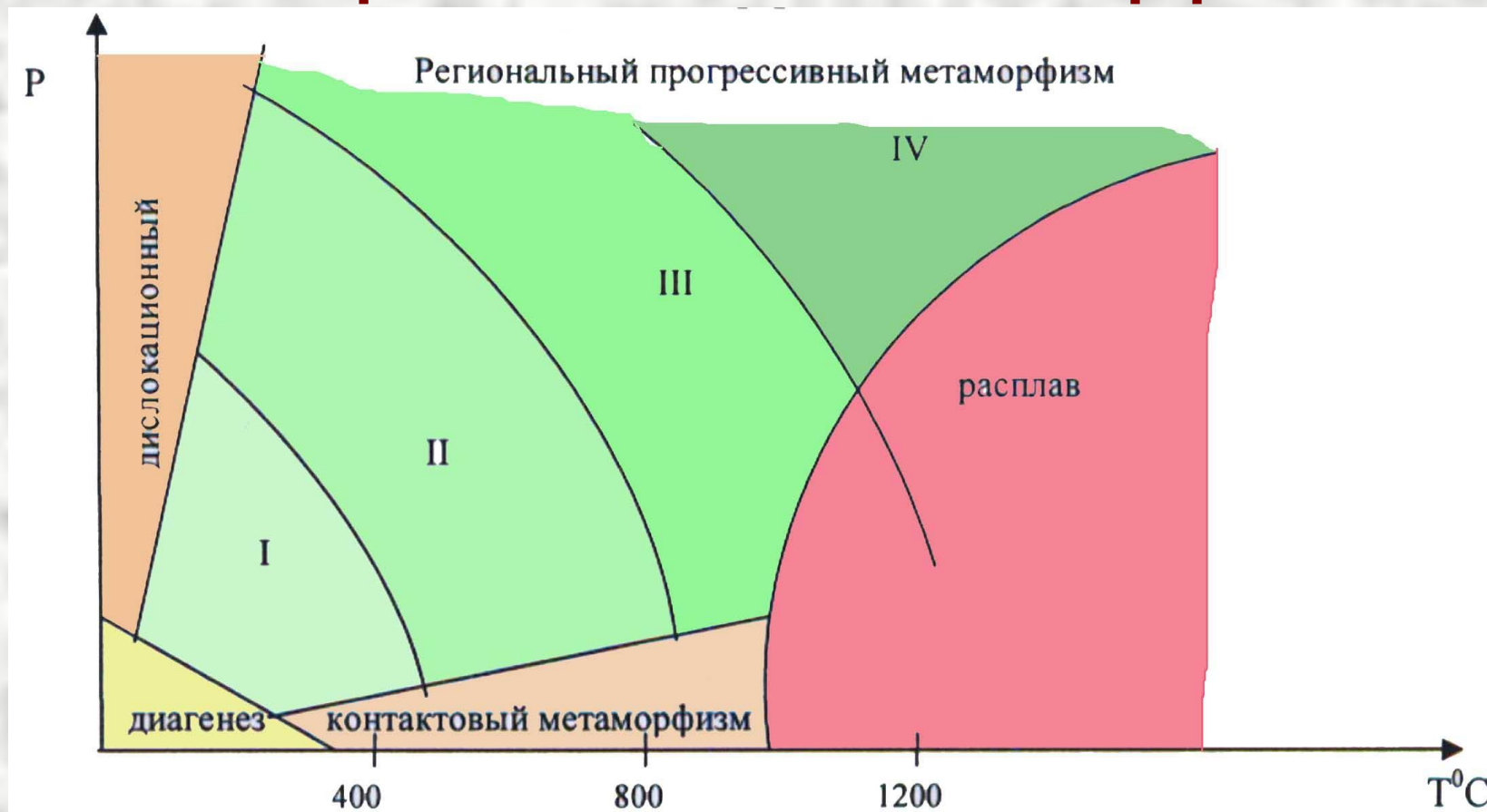
Реставрация субстрата в этом случае на карте не показывается.

Картирование метаморфических комплексов.

Существенным элементом в изучении метаморфических комплексов является выделение метаморфических фаций— совокупностей горных пород изоградного метаморфизма, что фиксируется появлением в горных породах определенных типоморфных парагенетических ассоциаций минералов, образовавшихся на одной ступени метаморфизма.

Картирование метаморфических комплексов.

Фации регионального метаморфизма



I – зеленосланцевая; II – эпидот-амфиболитовая;
III – амфиболитовая; IV – гранулитовая

Картирование метаморфических комплексов.

Соответственно по фациальному составу метаморфических тел различаются два типа комплексов:

Картирование метаморфических комплексов.

1) *монофацциальные стратиформные комплексы*, сложенные минеральными парагенезисами одной фации, образующимися при постоянных термодинамических условиях; границы таких комплексов совпадают с границами стратификации и с фациальными границами;

Картирование метаморфических комплексов.

2) **полифацциальные** **зональные комплексы**, сложенные минеральными ассоциациями различных фаций.

Эти фации возникают синхронно в процессе высокоградиентного регионального метаморфизма.

Минеральные парагенезисы образуют единую зональную метаморфическую структуру, в которой границами зон являются изограды метаморфизма.

Картирование метаморфических комплексов.

Для **монофацальных** комплексов характерна **стратиформность**, что позволяет применять к ним стратиграфическую терминологию (слои, пласты и др.).

Но в этих случаях следует устанавливать, является ли стратиформность **реликтовой стратификацией** исходных пород, или же **возникла в процессе становления** метаморфического комплекса.

Картирование метаморфических комплексов.

Зональные метаморфические комплексы являются благоприятными объектами для изучения закономерностей развития процессов метаморфизма.

Однако в этом случае обычные приемы стратиграфического расчленения оказываются непригодными: выше- и нижележащие стратиформные тела образовались одновременно, и закон суперпозиции неприменим.

Картирование метаморфических комплексов.

Необходимо проводить четкие различия между геологическим возрастом ассоциации горных пород субстрата и возрастом метаморфизма.

Радиологическими методами определяется время метаморфизма, а возраст субстрата устанавливается по комплексу геологических, минералогических, геохимических и других признаков.

Выделение картируемых подразделений

С позиций формационного подхода расчленение и изучение метаморфических образований следует основывать на выделении **метаформаций** (**петроформаций**).

Выделение картируемых подразделений

Метаформации являются *предварительными подразделениями.*

Выделение картируемых подразделений

Метаформация (петроформация) —
реальное геологическое тело, образованное
совокупностью метаморфических пород
определенного состава, связанных
парагенетическим единством.

Выделение картируемых подразделений

Метаформация может составлять часть метаморфического комплекса или соответствовать ему по объему.

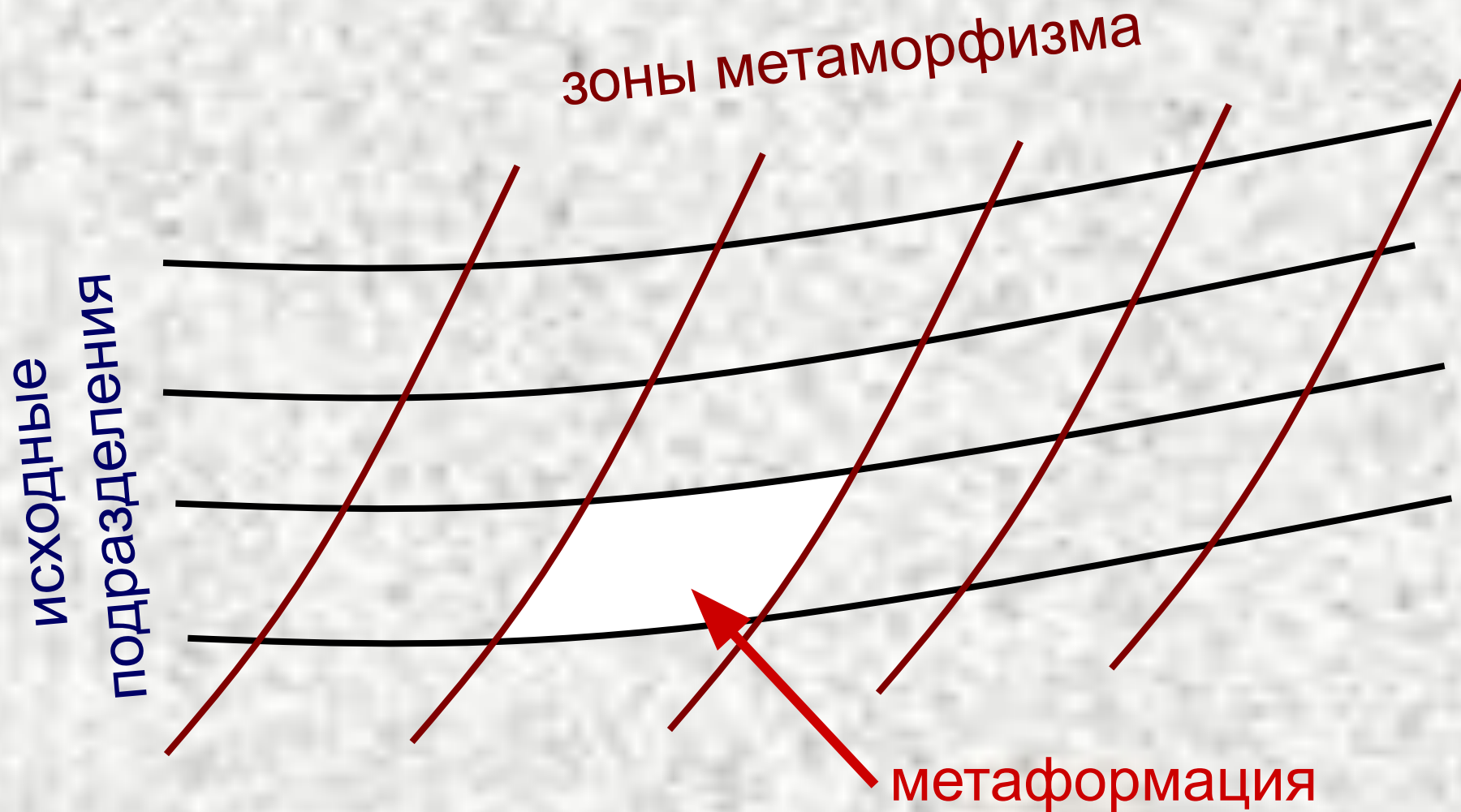
Выделение картируемых подразделений

Метаформация обычно сложена двумя-тремя видами метаморфических пород и чаще всего имеет пласто- или линзообразную форму и прослеживается на значительные расстояния (десятки и иногда сотни километров).

Выделение картируемых подразделений

Метаформация — результат *пересечения подразделений исходных геологических образований с зонами метаморфизма* различной интенсивности и/или типа.

Выделение картируемых подразделений



Выделение картируемых подразделений

Метаформации могут *частично совпадать с первичными геологическими телами,*
частично с наложенными метаморфическими зонами,
а частично с одной или несколькими *ячейками их пересечения.*

Принципы установления и правила наименования магматических и метаморфических комплексов

Полное название магматического или
метаморфического комплекса должно
отражать **петрографический облик**
комплекса и его **географическое**
распространение или местонахождение
его петротипа.

Принципы установления и правила наименования магматических и метаморфических комплексов

Названия региональных петрографических подразделений, как и стратиграфических подразделений, пишутся со строчной буквы.

Принципы установления и правила наименования магматических и метаморфических комплексов

Для обозначения возраста региональных петрографических подразделений следует использовать прилагательные ранний, поздний (а не нижний, верхний) в сочетании с геохронологическими терминами (раннекембрийский, позднемеловой и т. п.).

Принципы установления и правила наименования магматических и метаморфических комплексов

Первой частью полного названия магматического или метаморфического комплекса является прилагательное, образованное от исходного географического названия.

Правильное географическое наименование берется с современных географических и топографических карт.

Принципы установления и правила наименования магматических и метаморфических комплексов

Петрографическое наименование комплекса даётся по названиям преобладающих или наиболее характерных магматических или метаморфических пород (гранитовый, базальтовый, габбро-плагиогранитовый, базальт-андезит-риолитовый, амфиболит-гнейсовый).

Принципы установления и правила наименования магматических и метаморфических комплексов

Возрастной признак комплекса, если его нужно вводить в название, располагается на последнем месте полного названия комплекса.

Принципы установления и правила наименования магматических и метаморфических комплексов

Запись названия магматического или метаморфического комплекса должна иметь строго унифицированную форму, например:

туринский комплекс риолит-базальтовый,

охотский комплекс диорит-гранодиоритовый
позднемеловой,

кейвский комплекс гнейсов и
кристаллосланцев высокоглиноземистых.

Правила описания петротипов

Петротип — петрографический объект, выбранный в качестве типового для конкретного магматического или метаморфического комплекса.

Правила описания петротипов

В качестве петротипов для различных региональных петрографических подразделений могут быть приняты следующие петрографические объекты:

1) для *вулканического* комплекса — типовой (наиболее полный) разрез покровных вулканических образований определенного петрографического и фациального состава, сочетающийся с максимально проявленными экструзивно-жерловыми и субвулканическими образованиями;

Правила описания петротипов

В качестве петротипов для различных региональных петрографических подразделений могут быть приняты следующие петрографические объекты:

2) для *плутонического* комплекса— типичный интрузивный массив или группа интрузивных массивов с наиболее полным развитием интрузивных фаз;

Правила описания петротипов

В качестве петротипов для различных региональных петрографических подразделений могут быть приняты следующие петрографические объекты:

3) для *гипабиссального комплекса малых интрузий* — группа сближенных малых интрузивных тел, обладающих типичными чертами состава и строения;

Правила описания петротипов

В качестве петротипов для различных региональных петрографических подразделений могут быть приняты следующие петрографические объекты:

4) для *метаморфических* комплексов—
типовой разрез толщи или геологического
тела глубоко метаморфизованных
образований.

Обозначение метаморфических образований на геологической карте

Комплексы метаморфизованных пород, сохранивших первичную стратификацию, расчлененные на местные или вспомогательные стратиграфические подразделения, обозначаются по тем же правилам, что и подразделения осадочных и стратифицированных вулканогенных образований.

Обозначение метаморфических образований на геологической карте

Метаморфические комплексы
закрашиваются цветом преобладающей в
его составе группы пород:

Температурные ряды

Низкотемпературный
(зеленосланцевая фация)

Среднетемпературный
(амфиболитовая, эпидот-
амфиболитовая фация)

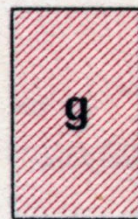
Высокотемпературный
(гранулитовая фация)

ГРУППЫ ПОРОД
(по преобладающему составу)

высокоглино-земистые
мафические
ультра-мафические ("метабазиты") ("метапелиты")
мафические
салические



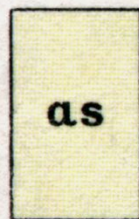
Хлорит-серицитовые и подобные сланцы



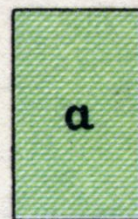
Слюдяные кристаллосланцы и гнейсы



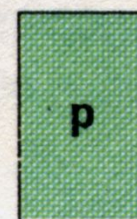
Гранулиты (кислые)



Празиниты, хлорит-эпидот-актинолитовые и подобные сланцы



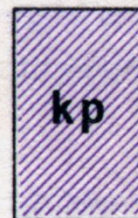
Амфиболиты, амфиболовые кристаллосланцы



Пириболиты, основные гранулиты, ортопироксеновые кристаллосланцы



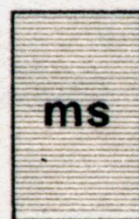
Серпентиниты, серпентиновые (srs) и тальковые (t) сланцы



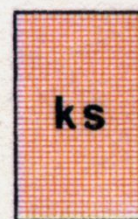
Клинопироксенолиты



Пироксенолиты



Мусковитые, фингитовые и подобные сланцы



Кианитовые и подобные кристаллосланцы



Ортопироксен-силлиманитовые и подобные сланцы

Обозначение метаморфических образований на геологической карте

Состав метаморфических комплексов и обозначается строчными полужирными буквами латинского алфавита.

Например, **g** — гнейсы, **k** — кварциты.

Обозначение метаморфических образований на геологической карте

Символ возраста нестратифицированных пород помещается правее символа вещественного состава.

Например, gPR_2 — гнейсы позднего протерозоя.

Обозначение метаморфических образований на геологической карте

Принадлежность пород к комплексу с собственным названием отражается добавлением справа к символу возраста одной или двух букв латинизированного названия, изображенных светлым курсивом.

Например, **gAR₁*b*** — березовский комплекс гнейсов раннего архея.