# *Аналитический обзор геологической, петрологической и геохронологической изученности роев палеопротерозойских даек и малых интрузий в Беломорском подвижном поясе*

# палеопротерозойский интрузивный мафический магматизм Беломорского подвижного пояса

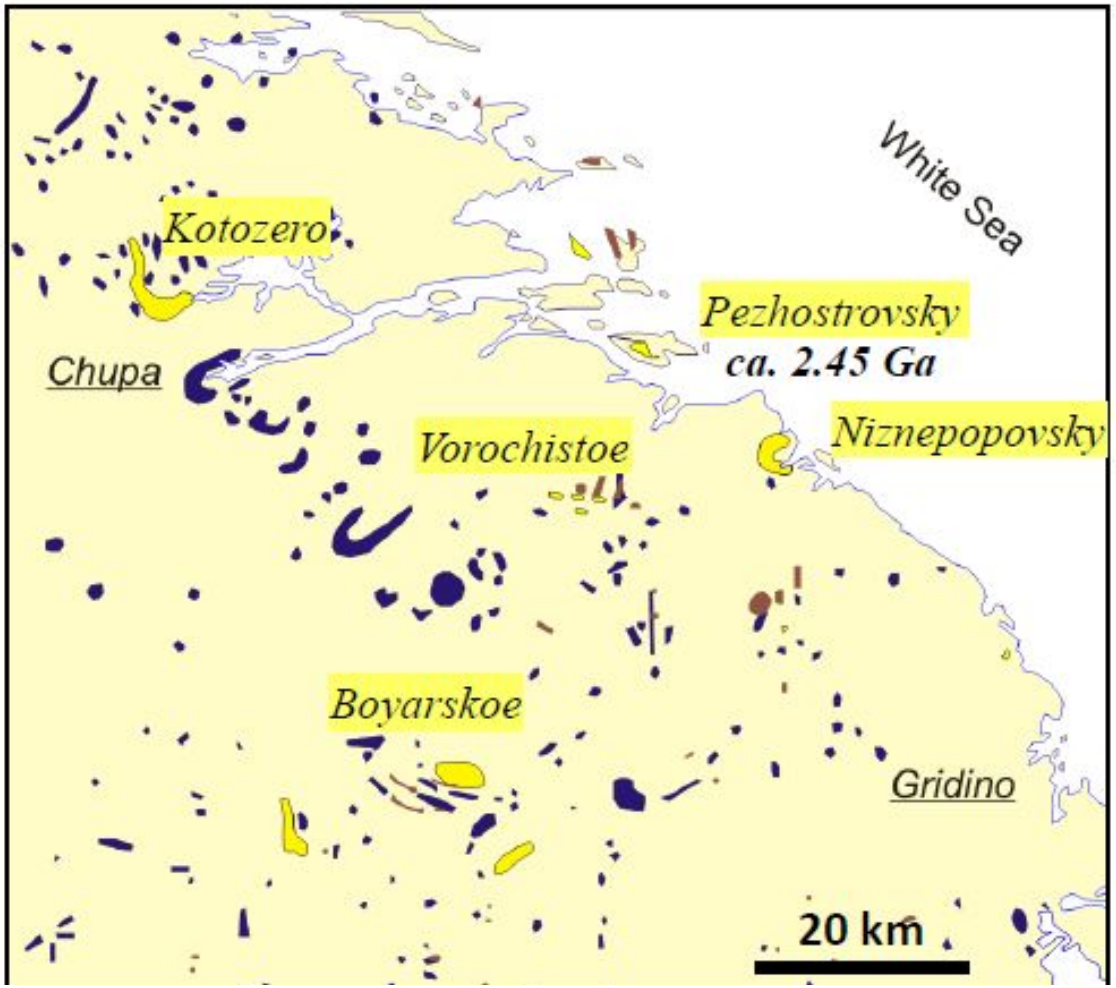
**выделяется несколько разновозрастных групп :**

(раннеорогенные и позднеорогенные по К.А. Шуркину, (Шуркин, 1962); три возрастные генерации даек выделяется в районе с. Гридино по О.И. Володичеву (Володичев и др. 2008); три возрастные группы базитов выделяют В.В. Балаганский с соавторами (Балаганский и др., 1986) и др)

**По В.С. Степанову (Степанов, 1197, 1981)**

- **габбро-анортозиты с возрастом >2.45 млрд лет**
- **лерцолитов-габбронoритов с возрастом 2.4-2.45 млрд лет**
- **коронитовых габбро (гранатовые габбро) с возрастом 2.115 млрд лет (Степанова и др. 2004)**

# КОМПЛЕКС ГАББРО-АНОРТОЗИТОВ




- Редко встречаются в пределах Беломорского подвижного пояса
- Размеры тел варьируют в широких пределах
- Время **кристаллизации** оценивается в **2505 млн лет** (оз. Ворочистое) (Stepanova et.al.,2013)
- Время **метаморфизма** составляет **1833 млн лет** (Stepanova et.al.,2013)
- PT-условия метаморических преобразований достигают **P=12 кбар T=700$^0$C** (Stepanova et.al.,2013)

Дискуссионным на сегодняшний день остается возраст Северо-Пежостровского массива: по одним данным предполагается неоархейский, около 2.57 млрд лет возраст (Сергеев et al. 1999), по другим - палеопротерозойский около 2.45 млрд лет (Alexejev et al. 2000). Возраст габбро-анортозитов Колвиц оценивается в 2.45 млрд лет (Фриш et al. 1995; Митрофанов et al. 1993). Близкий возраст (2460 ± 11 млн лет) кристаллизации установлен U-Pb методом по магматическому циркону и для друзитов о-ва Вороний (Суханов и др., 2016).

# ДАЙКИ МЕТАГАББРО С ВОЗРАСТОМ >2.45 МЛРД ЛЕТ

(Степанов, Степанова, 2006) или ранние Mg-толеиты по (Степанова и др., 2011)

Ранее рассматривались в составе комплекса лерцолитов-габбронноритов (Степанов, 1990).

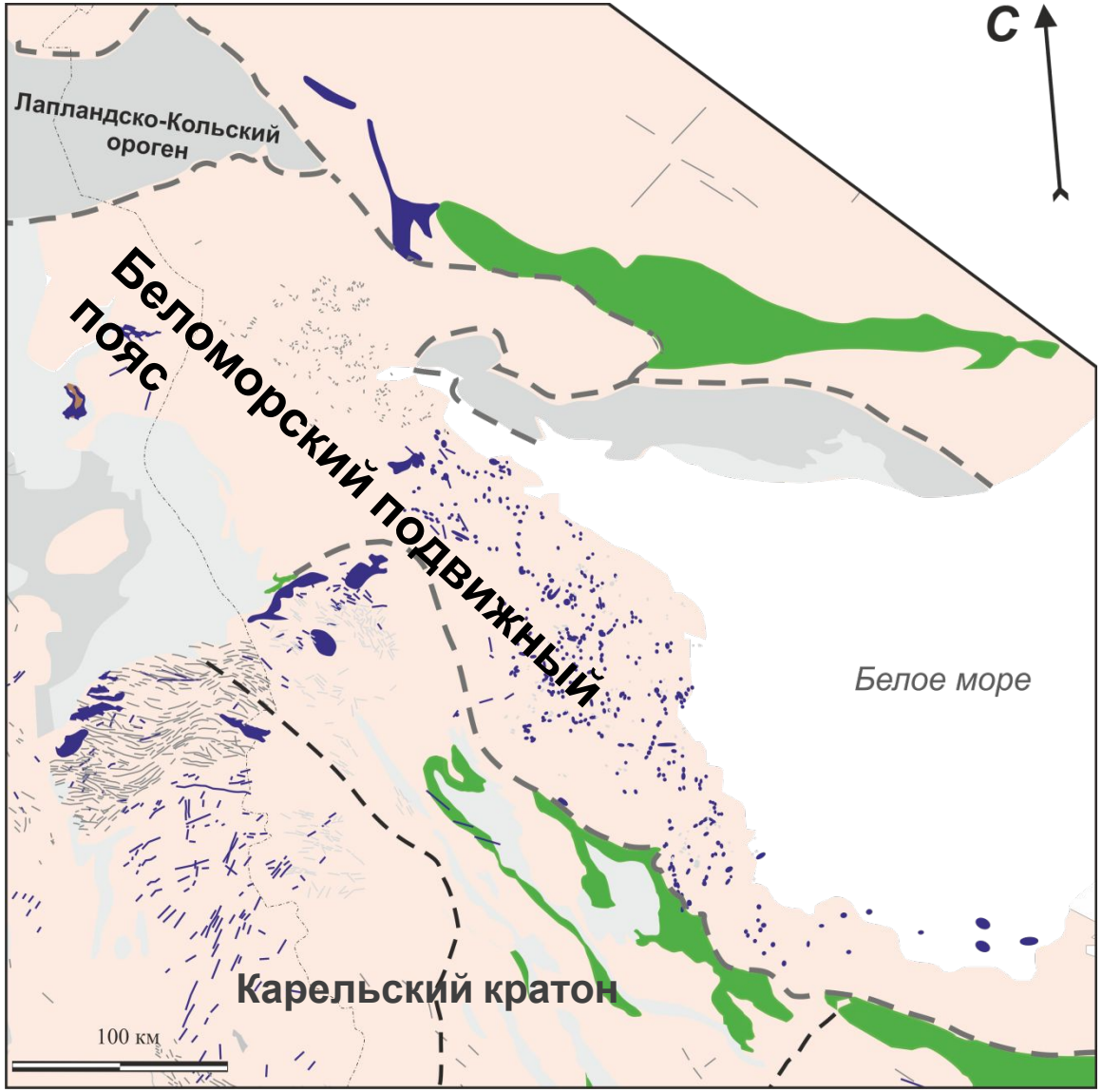
Широко распространены в пределах Гридинского дайкового поля, формируют рой, общее простирание которого близко к широтному (Степанов, Степанова, 2006).

Мощность тел обычно менее метра, редко достигает 10-12 м (Степанов, Степанова, 2006).

**Возраст** метагабрро оценивается на основании прямых геологических контактов (**моложе 2.5 и древнее 2.43 млрд. лет** (Степанов, Степанова, 2006)).

# КОМПЛЕКС ЛЕРЦОЛИТОВ-ГАББРОНОРИТОВ

# РАСПРОСТРАНЕН ИЕИНТРУЗИЙ КОМПЛЕКСА ЛЕРЦОЛИТОВ-ГАББРОНОРИТОВ В ПРЕДЕЛАХ БПП




- **Крупные интрузивы**

***2.44 млрд лет***

*(Ефимов, Каулина, 1997; Слабунов и др., 2006)*

- **Дайки габброноритов и малые интрузии,**

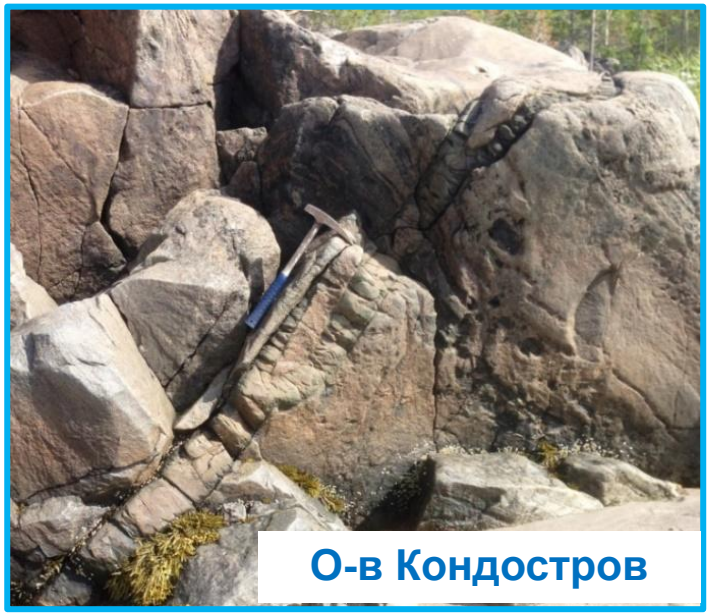
комплекса лерцолитов-габброноритов (Степанов, 1981)

***2.39-2.44 млрд лет***

*(Слабунов и др., 2011; Мельник, 2015 и др.)*

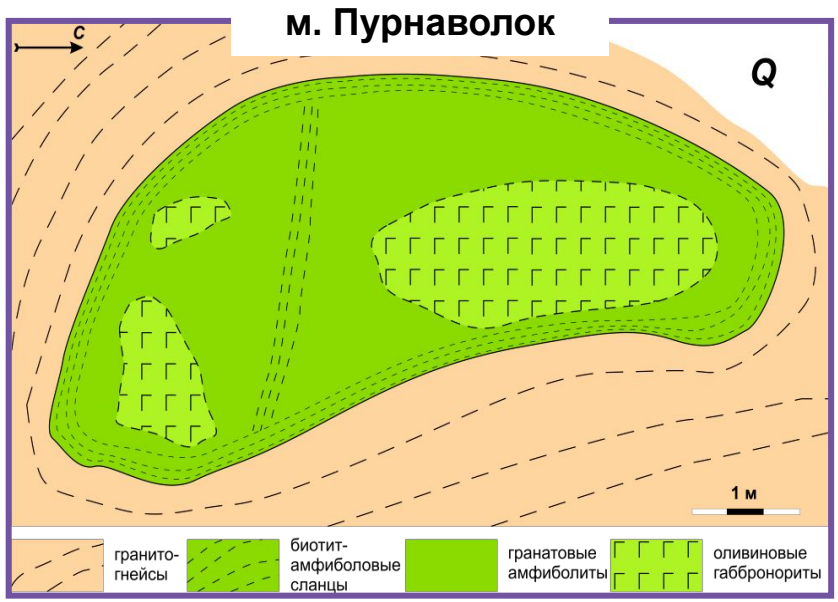
*Общее количество даек и интрузий габброноритов достигает несколько (?) тысяч (Малов, Шарков,1978, Шарков и др., 2004).*

# ДАЙКИ



- ***Мощность тел варьирует от 10 см до ≈ 200 (250) м***
- ***Секущие крутопадающие контакты***
- ***Наличие зон закалок***

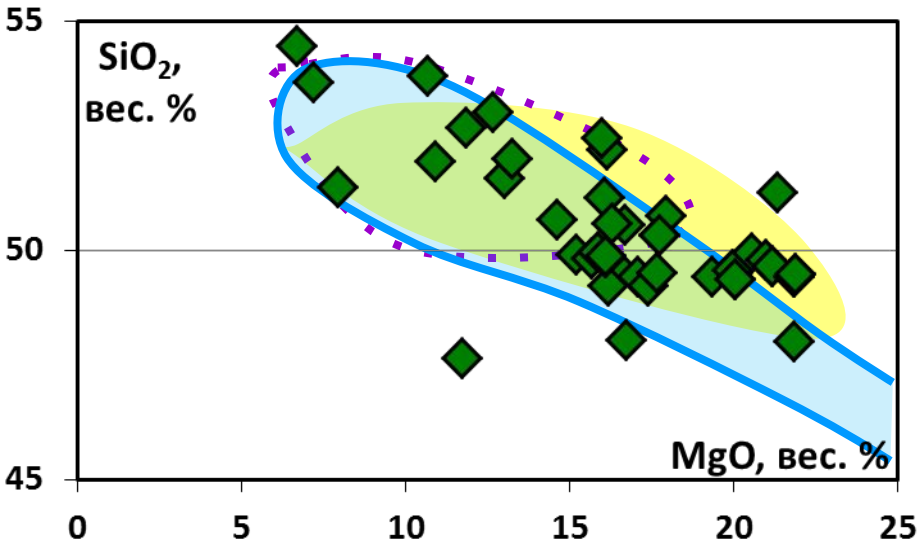
# ДЕФОРМИРОВАННЫЕ ТЕЛА

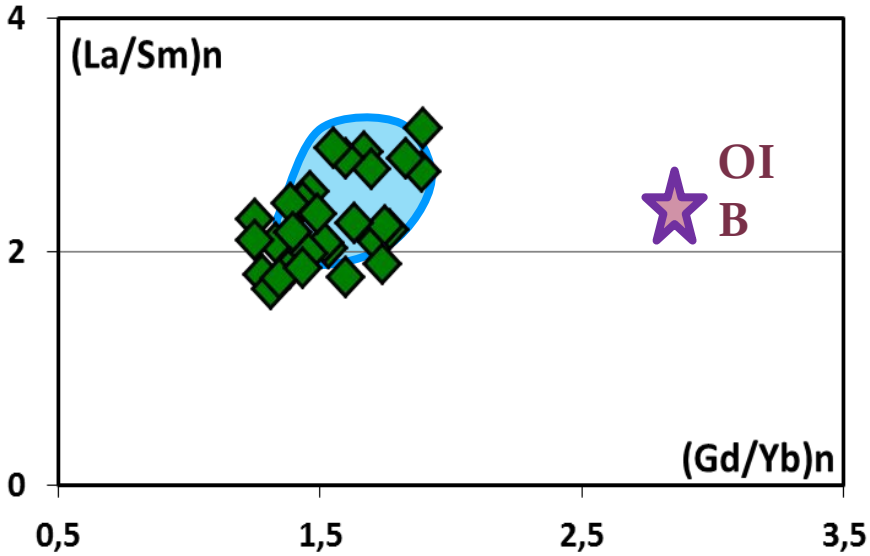


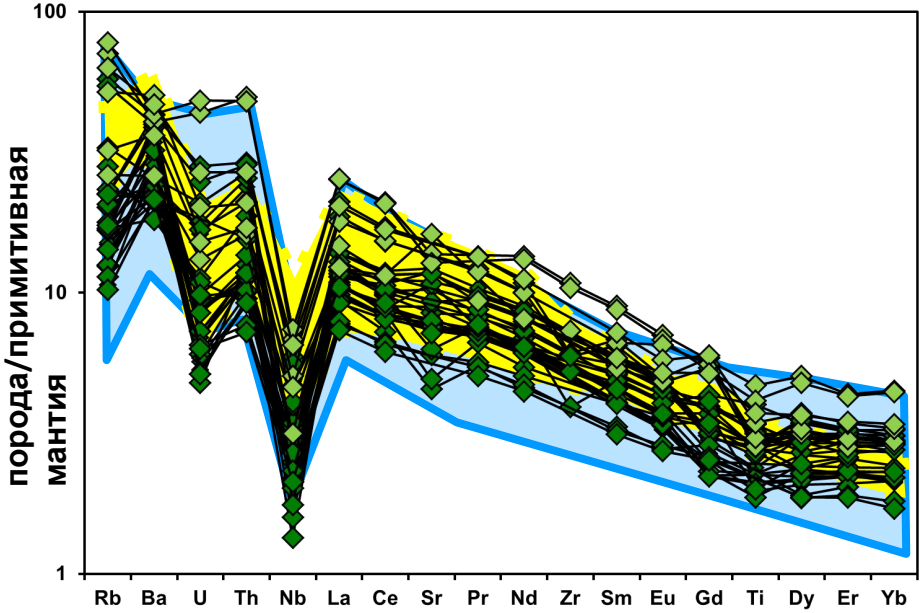

- ***Мощность тел варьирует от нескольких метров до ≈ 400 м***
- ***Контакты с вмещающими тектонизированы, краевые части тел часто интенсивно метаморфизованы***

Оливиновые габбронориты, центральное Беломорье

# ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА




**Условные обозначения:**

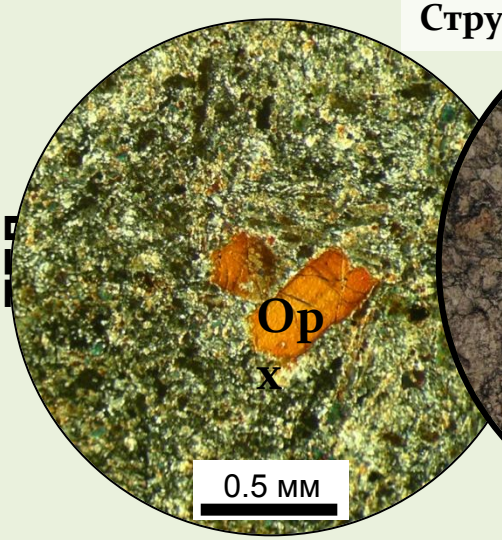
- Габбронориты Карельского кратона
- Габбронориты Беломорского подвижного пояса
- Вулканиты Ветреного пояса (Puchtel et al.,1998)
- Расслоенные интрузии Карельского кратона (Лавров, 1979)

# ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТРЕИСТИКА

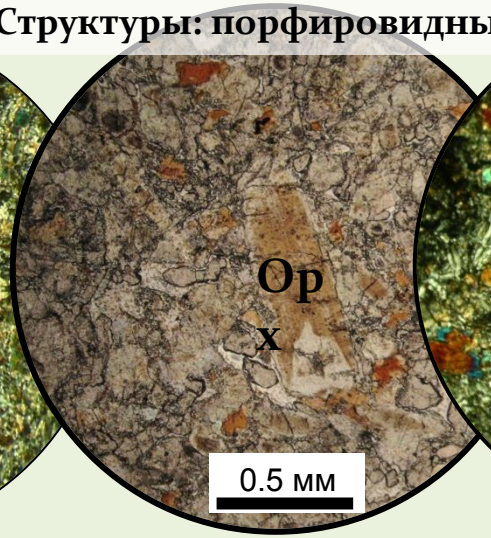
## СОХРАНЯЮТ РЕЛИКТЫ МАГМАТИЧЕСКИХ СТРУКТУР И МИНЕРАЛОВ

**Структуры: порфировидные**

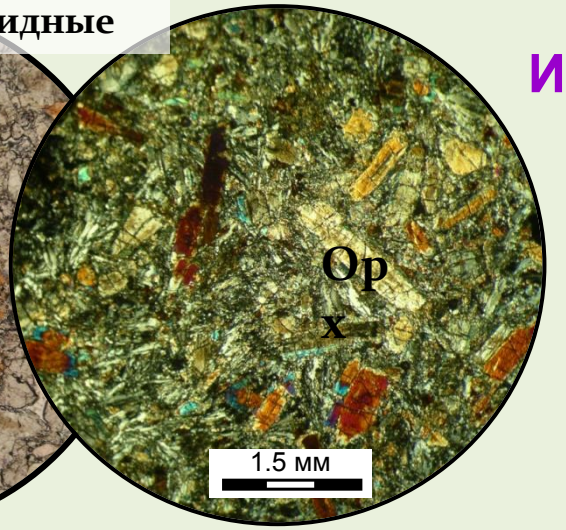
ЗОНЫ ЗАКАЛКИ И КРАЕВЫЕ ЧАСТИ ТЕЛ




Дайка О-в Кондостров

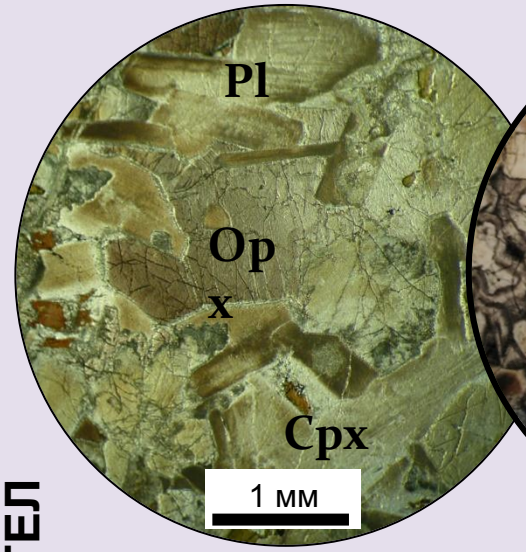


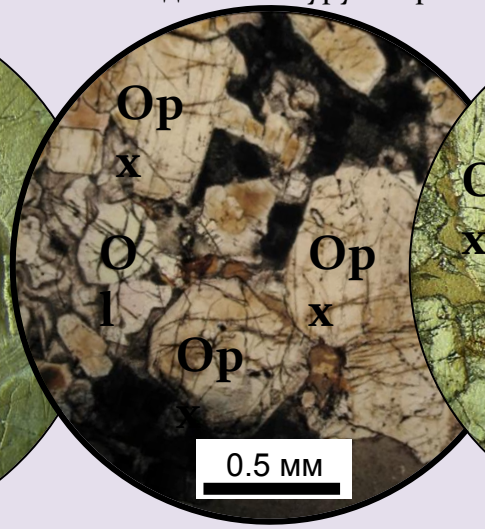

Деформированная дайка к. Куру-Ваара

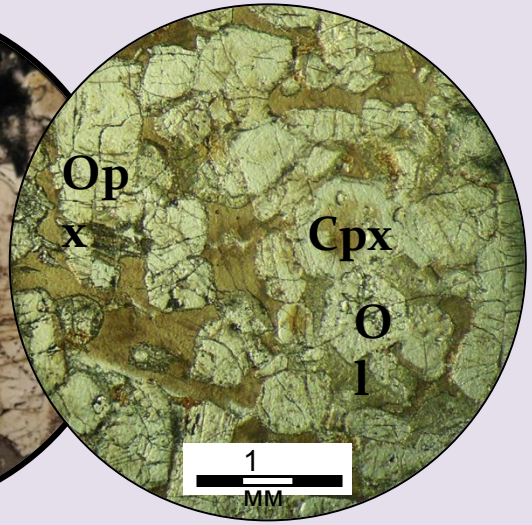



Дайка О-в Бережной

ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ЧАСТИ ТЕЛ



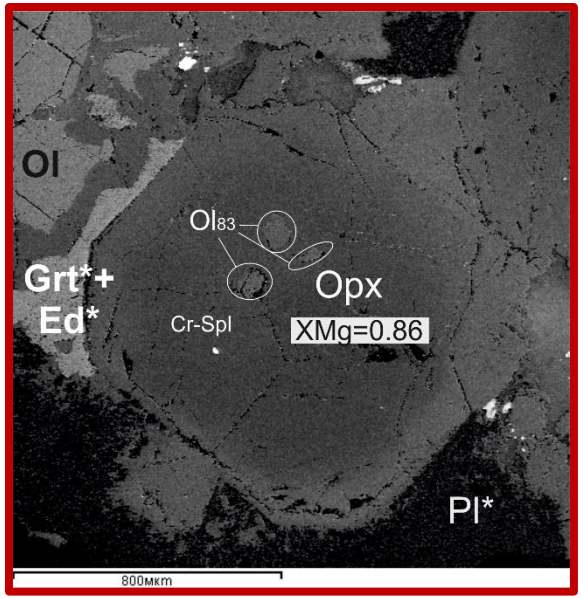



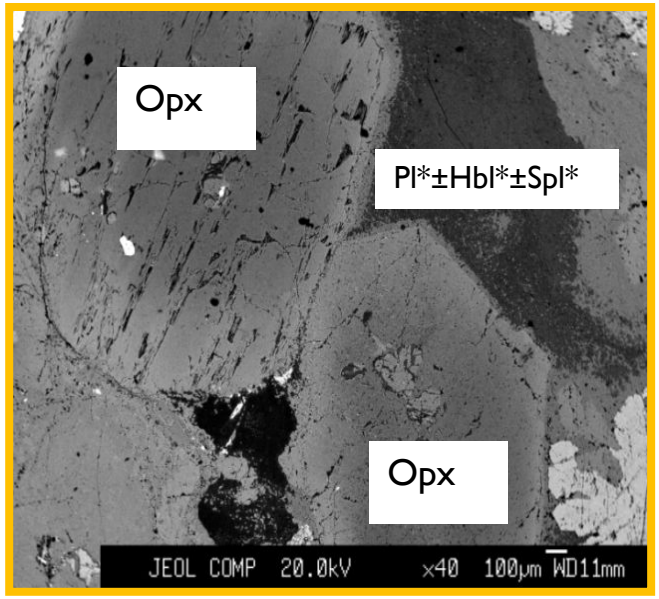




**Породообразующие магматические минералы: Opx, Cpx, Pl, Ol**

# УСЛОВИЯ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

## МАГМАТИЧЕСКИЙ ЭТАП




**включения оливина и хромшпинели в ортопироксене:**

**клино- и ортопироксены (центральные части зерен, XMg=0.81-0.85)**

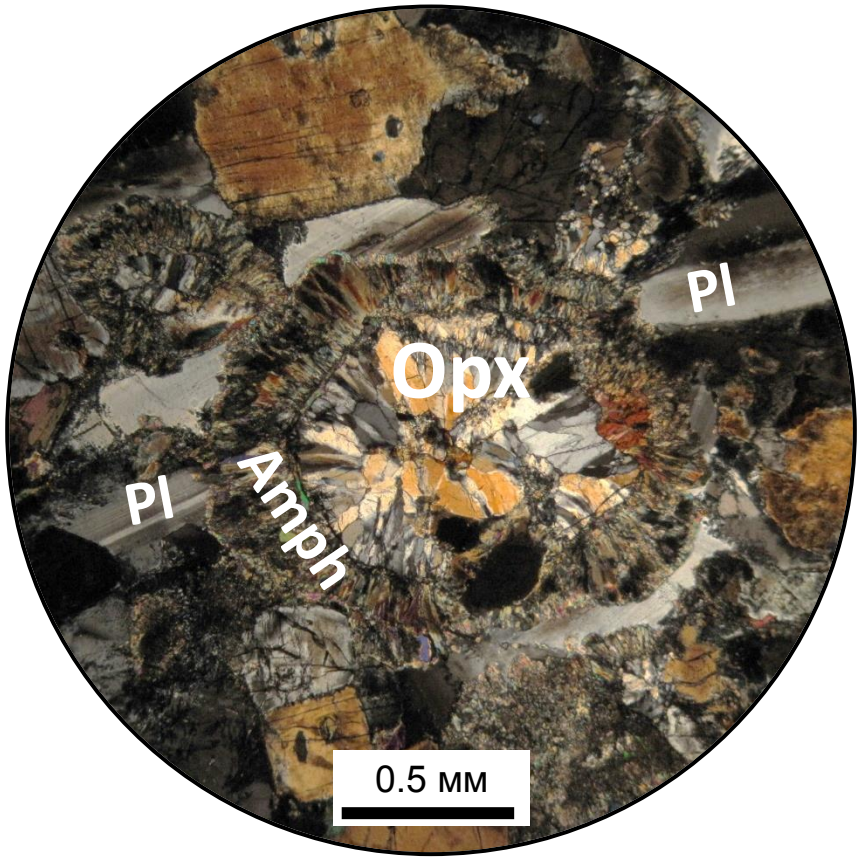
**T=1240-1270$^0$C**

**T=1150-1220$^0$C, P=5.5-7.5 кбар**

***ПРОИСХОЖДЕНИЕ:***

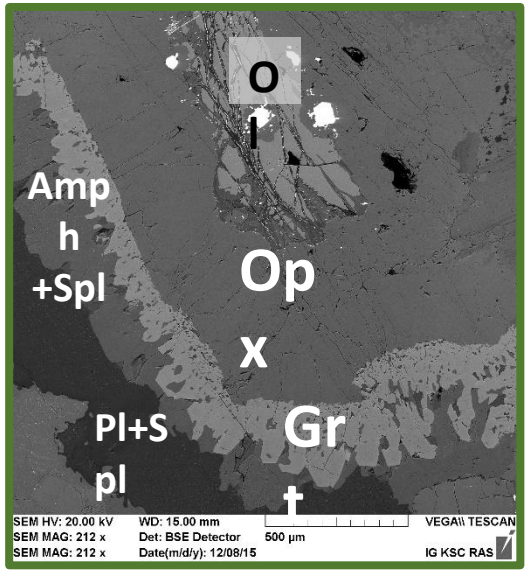
- ***МАГМАТИЧЕСКОЕ*** *(Федоров, 1896) и др.*
- ***МЕТАМОРФИЧЕСКОЕ*** *(Машковцев, 1927) и др.*
- ***КОМБИНИРОВАННОЕ*** *(Сторона, 1929) и др.*

***Формирование друзитовых структур происходит на проградном этапе метаморфизма при T=660–690°C и P=6–8 кбар (Ларикова, 2002)***

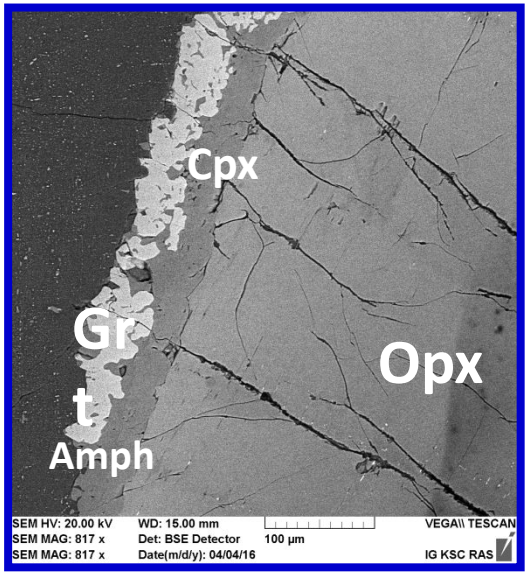



Ортопироксен-амфиболовая кайма границе оливина с плагиоклазом (оз. Каложное)

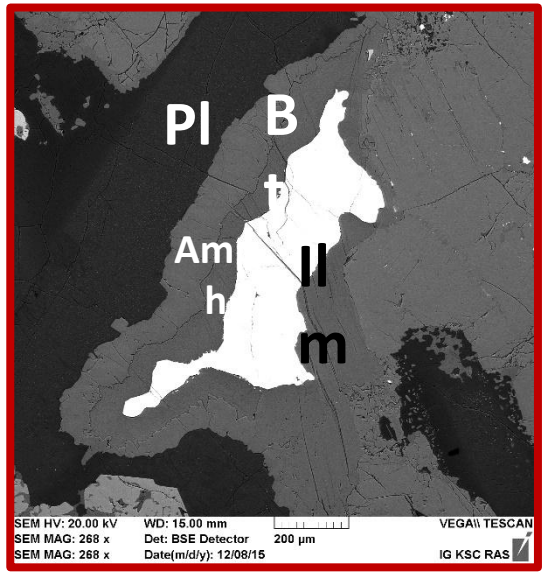
# СТРОЕНИЕ КОРОНАРНЫХ СТРУКТУР




**Коронарные структуры вокруг оливина**

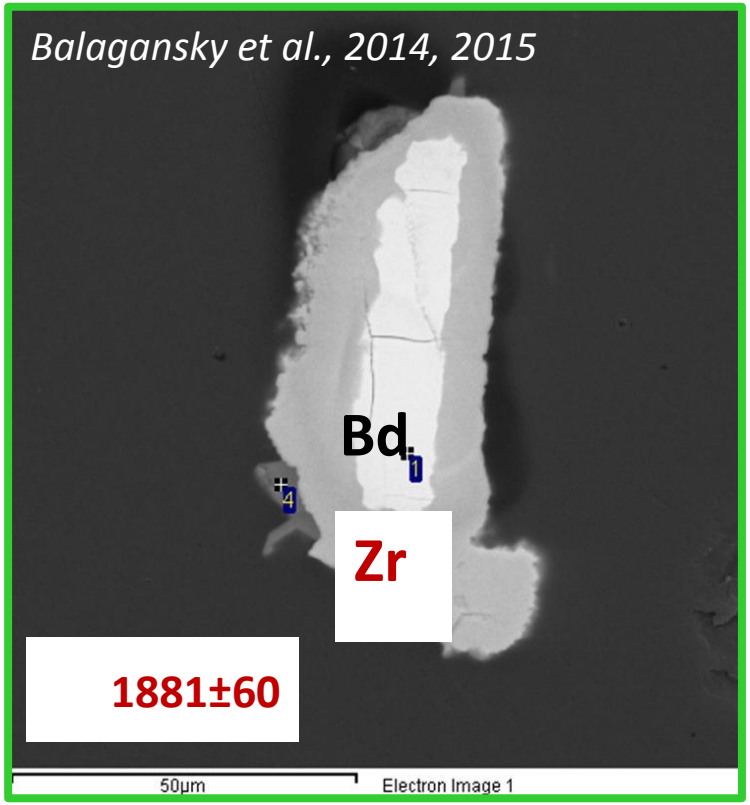


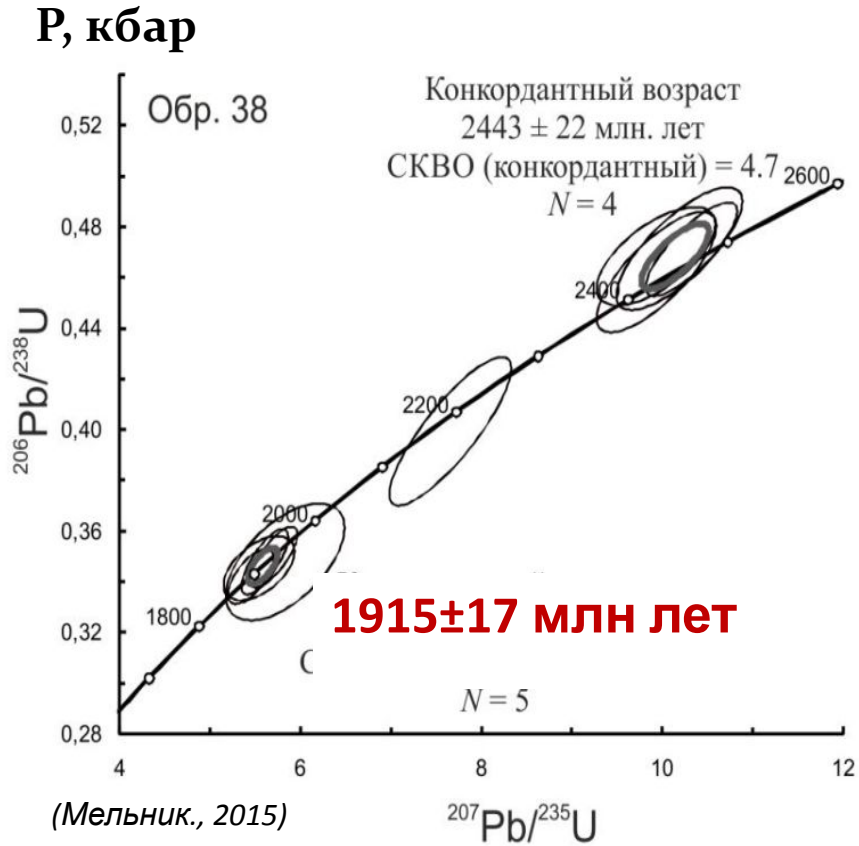

**Коронарные структуры вокруг ортопироксена**




**Коронарные структуры вокруг ильменита**

**Минералы кайм:**
**Opx, Cpx, Amph, Grt, ±Spl, Bt**




(Мельник., 2015)

Оценка PT-параметров условий метаморфизма габброноритов БПП, с которым связано формирование гранат-содержащих коронарных структур, показало наличие латеральной зональности, выраженной в увеличении давления от 7 кбар в западной части до 13 кбар в центральной части БПП.

Время эклогитизации оценивается в ≈1.9 млрд лет

# КОМПЛЕКС КОРОНИТОВЫХ ГАББРО

# ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

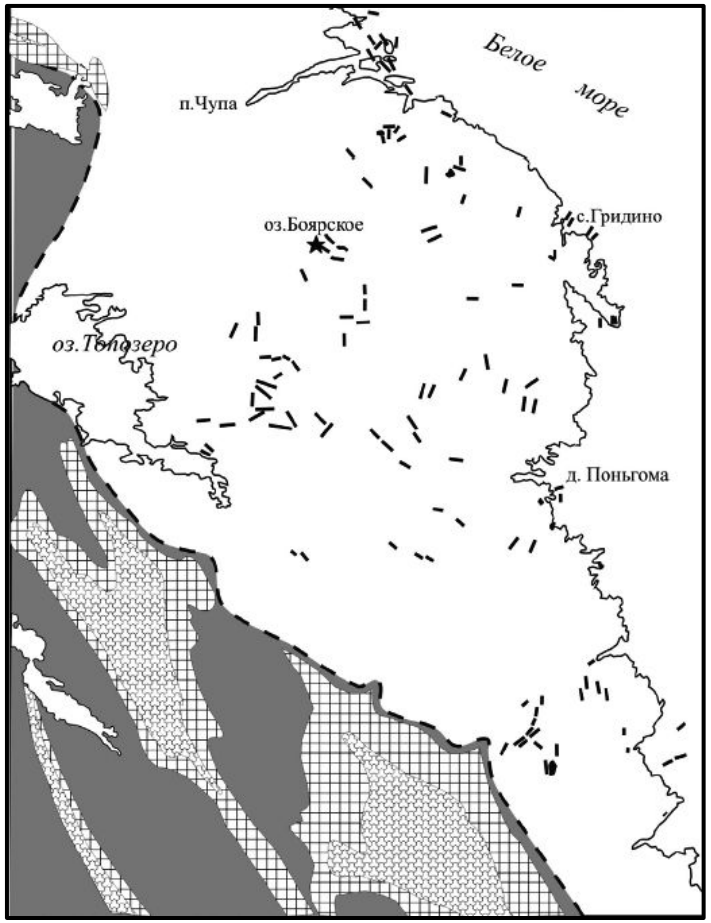


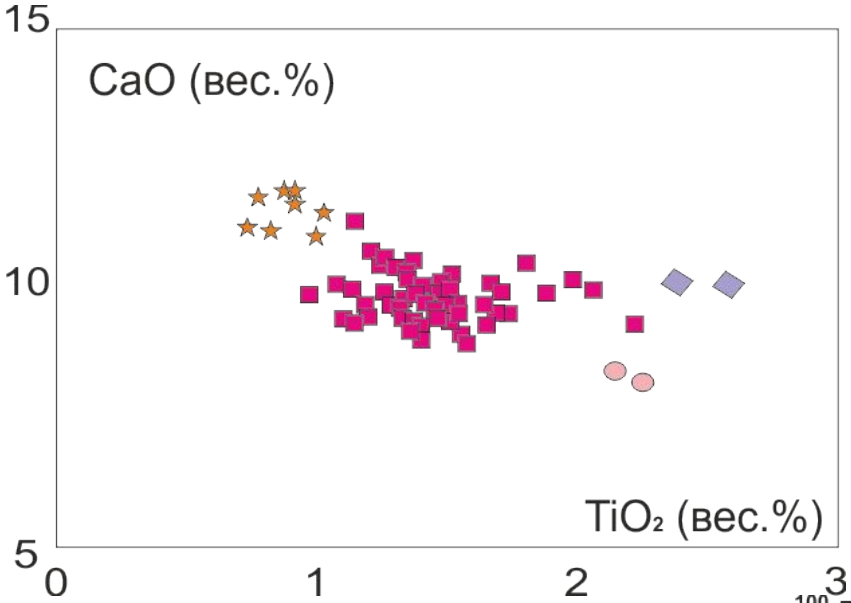

Схема распространения коронитовых габбро на территории Беломорского подвижного пояса (Степанова, Степанов, 2009)

**Волнистый контакт дайки коронитовых габбро с вмещающим эклогитсодержащим комплексом (о-в Воротная Луда)**

**Прямолинейный контакт дайки коронитовых габбро с вмещающими комплексами (оз. Боярское)**

**Коронитовые габбро (оз. Боярское)**

# ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА




В составе комплекса выделяют минимум 3 геохимически различных групп пород (Степанова, Степанов, 2009):

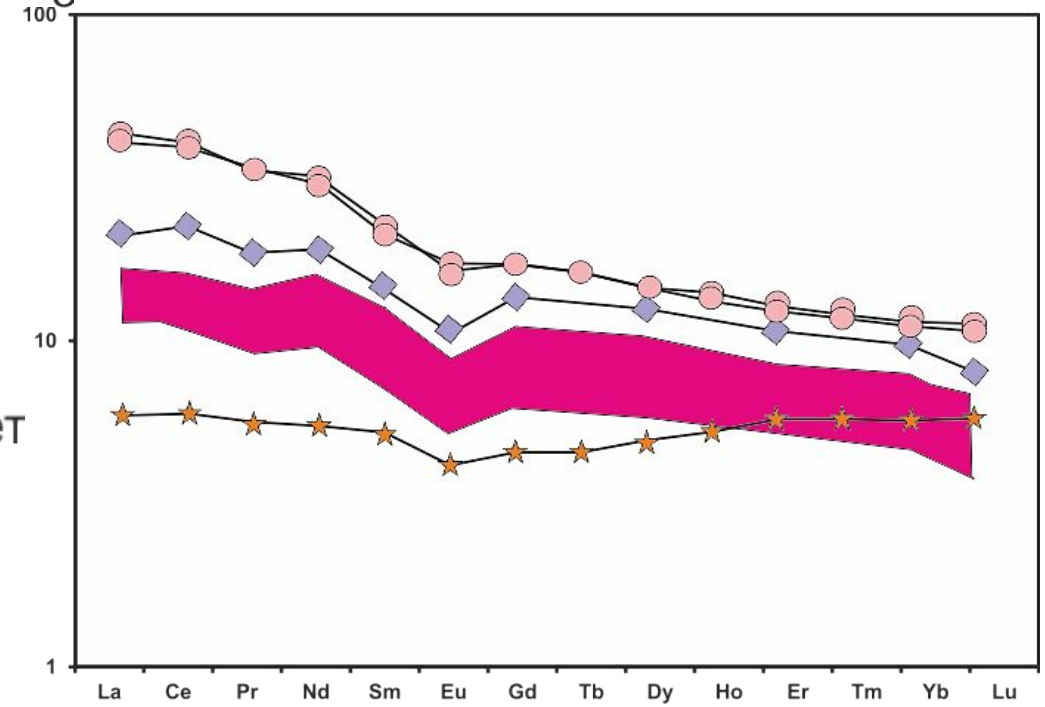
- **высокожелезистые толеиты**
- **низко-Ti толеиты MORB типа**
- **высоко-Ti толеиты**

Воротная Луда

Избная Луда

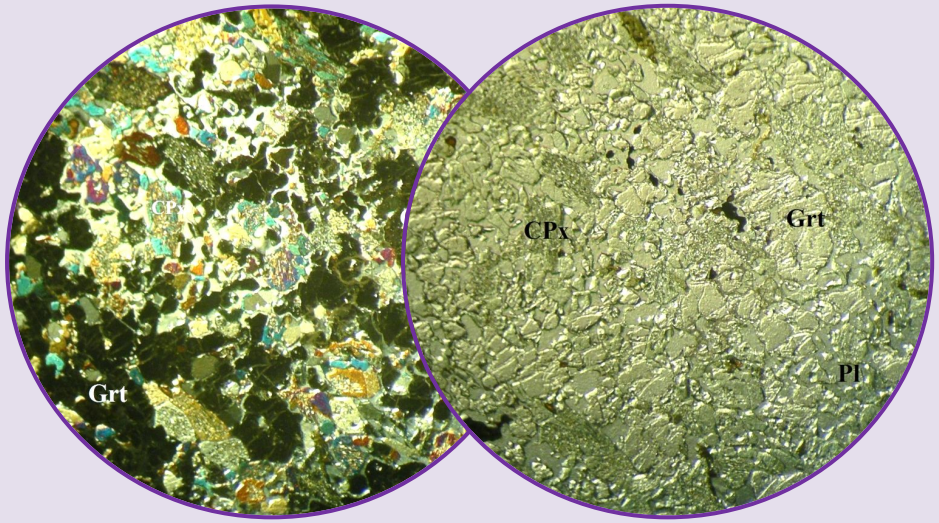
Дайки возраста 2115 млн лет

Дайки оз. Ковдозеро

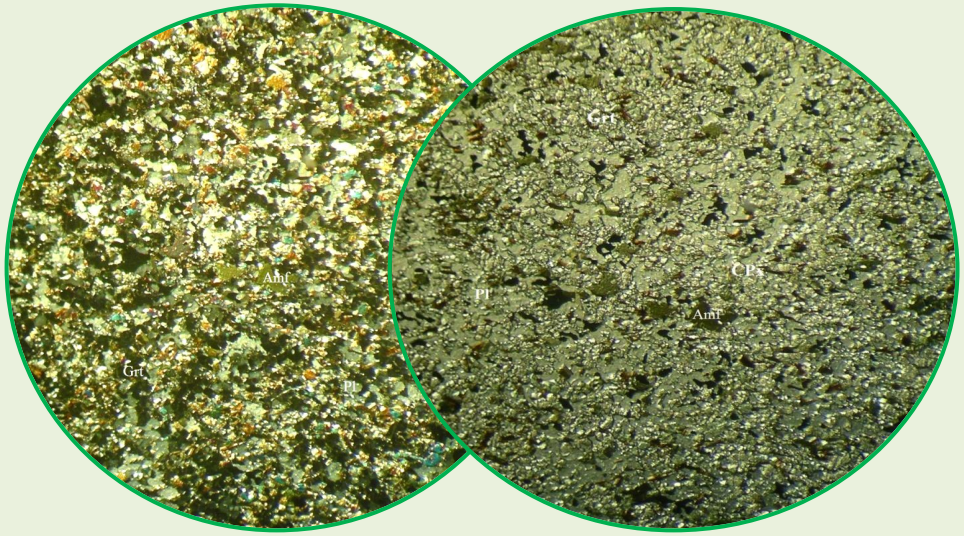


# ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Коронитовые метагаббро о-ва Воротная луда

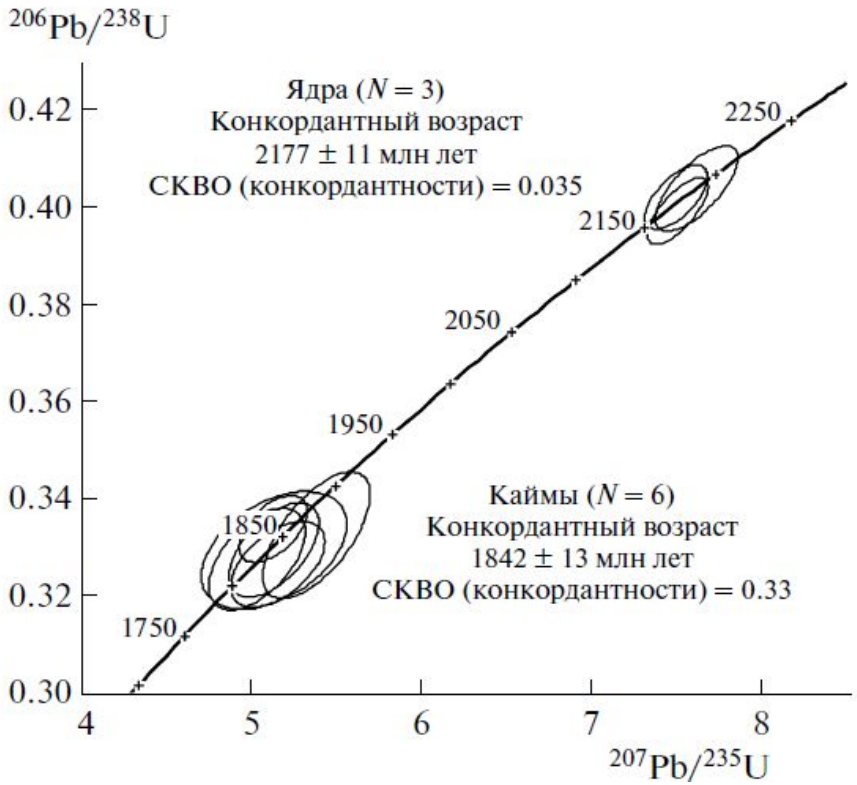



Коронитовые метагаббро о-ва Избная луда.




- ***Характерной особенностью является развитие коронарных структур.***
- ***Иногда сохраняют реликты габбровой и офитовой структур. Магматические минералы не сохраняются.***
- ***Мелкозернистые разновидности полностью перекристаллизованы, имеют равномернозернистые гранобластовые***

# ВОЗРАСТ И МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ




Изотопно-геохимическими методами установлено время формирования только одной геохимической группы коронитовых габбро - **высокожелезистых толеитов**. Время их кристаллизации оценивается в 2.115-2.177 млрд лет (Степанова и др., 2003, Скублов и др., 2013).

**PT-условия метаморфизма достигали значений : P до 13 кбар, T до 800$^0$C**

Время **эклогитизации** коронитовых габбро оценивается разными исследователями **1.85-1.90 млрд лет** (Березин и др., 2012; Скублов и др.,2013 и др.).

## ВЫВОДЫ:

**1. В пределах Беломорского подвижного пояса установлено несколько разновозрастных (с возрастом 2505-2115 млн лет) групп интрузий базитов;**

На настоящий момент достоверно установлен возраст (около 2.45 млрд лет) габбронаритов комплекса лерцолитов-габбронаритов

**2. Все тела претерпели интенсивные метаморфические преобразования (вплоть до эклогитизации) около 1.83-1.9 млрд лет назад;**

**3. Породы неоднократно метаморфизованы (часто полностью перекристаллизованы), что затрудняет определение времени и условий их кристаллизации и последующей перекристаллизации;**