

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

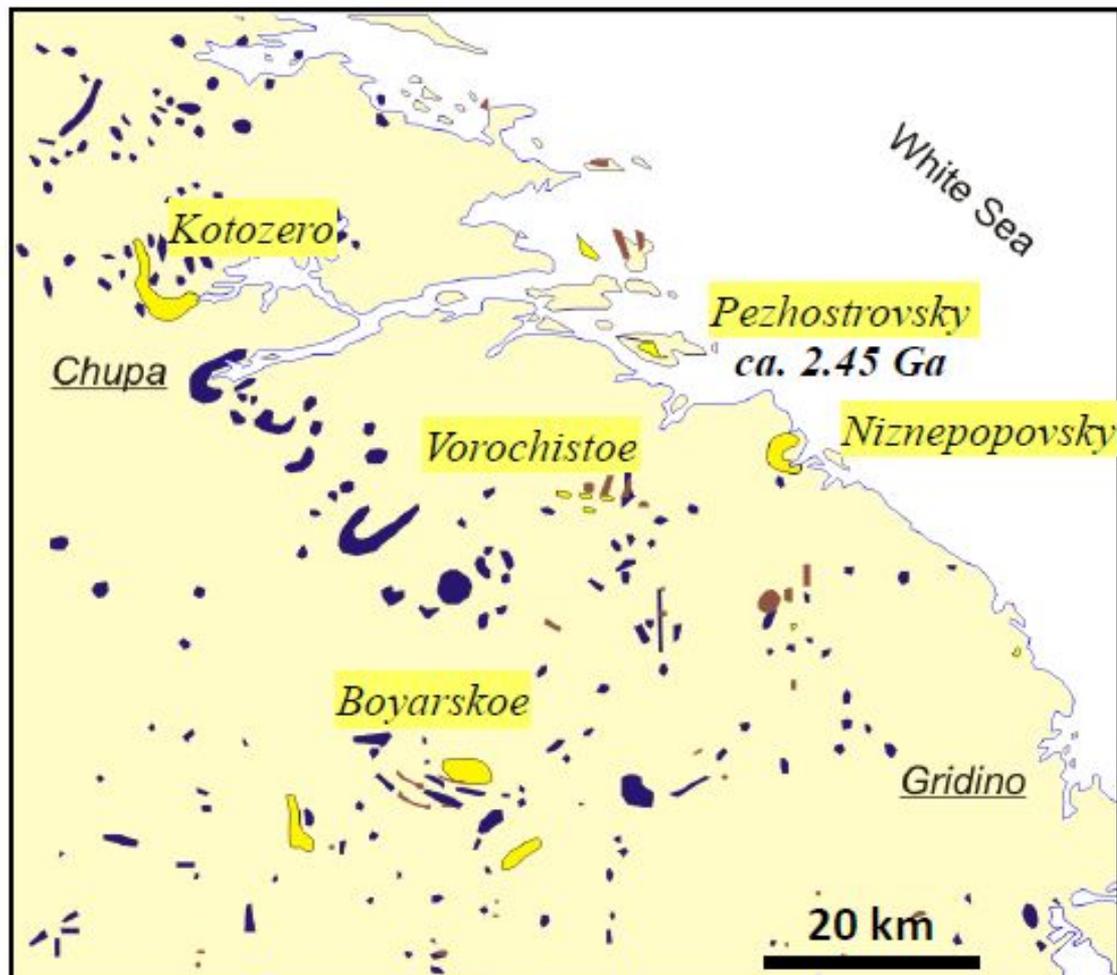
# палеопротерозойский интрузивный мафический магматизм Беломорского подвижного пояса

**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, 1997, 1981)**

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



- 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)
- РТ-условия метаморических преобразований достигают  **$P=12$  кбар  $T=700^{\circ}\text{C}$**  (Stepanova et.al.,2013)

Дискуссионным на сегодняшний день остается возраст Северо-Пезжостровского массива: по одним данным предполагается неогархейский, 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 ( $2460 \pm 11$  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-габброноритов (Степанов, 1990).

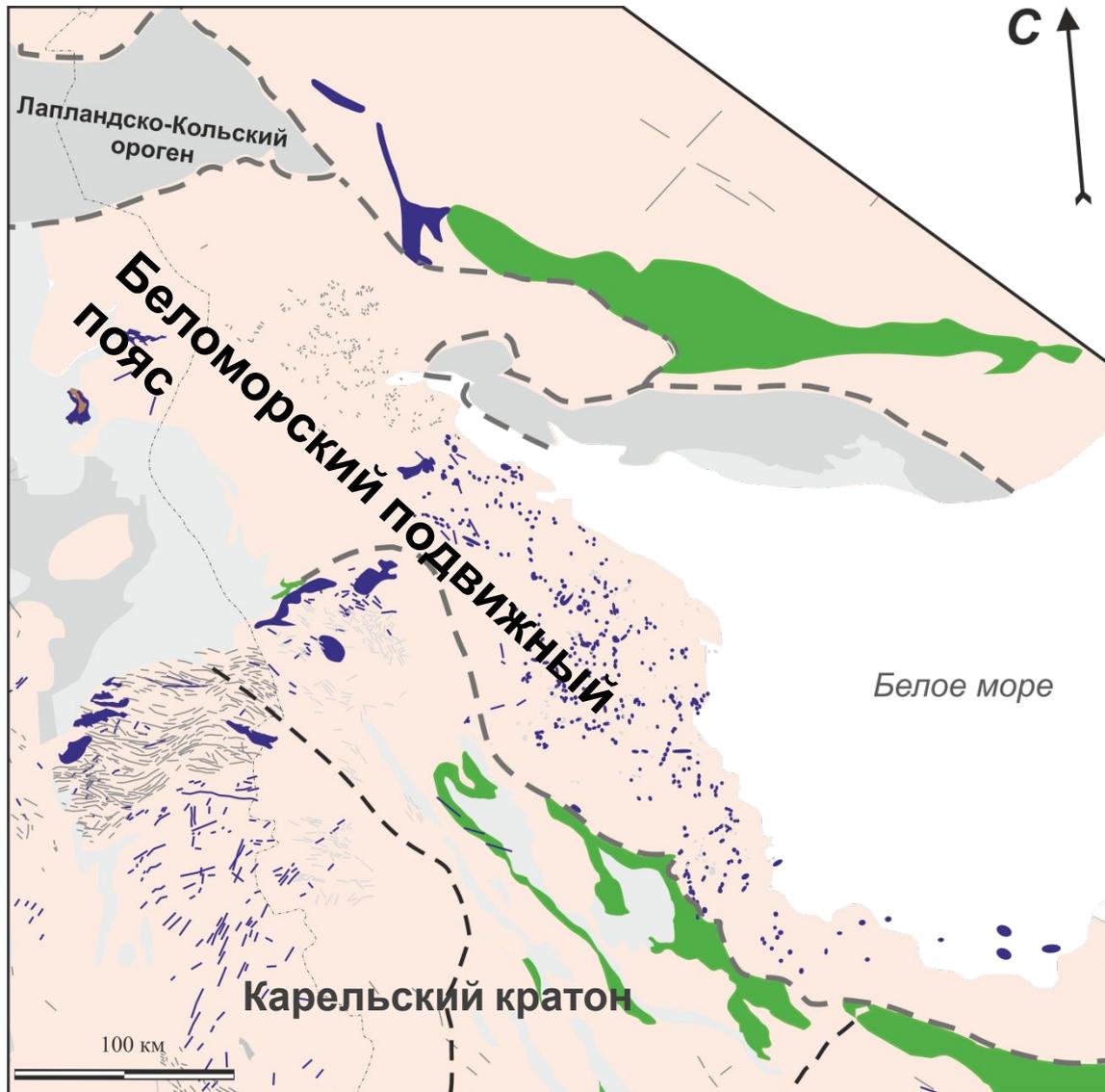
Широко распространены в пределах Гридинского дайкового поля, формируют рой, общее простирание которого близко к широтному (Степанов, Степанова, 2006).

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

**Возраст** метагаббро 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**

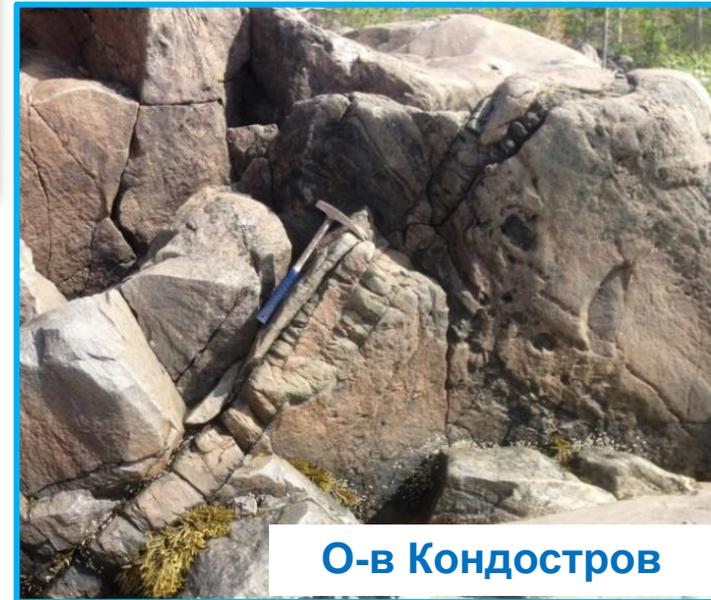
(Слабунов и др., 2011; Мельник, 2015 и др.)

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

## ДАЙКИ



О-в Кондостров



О-в Кондостров

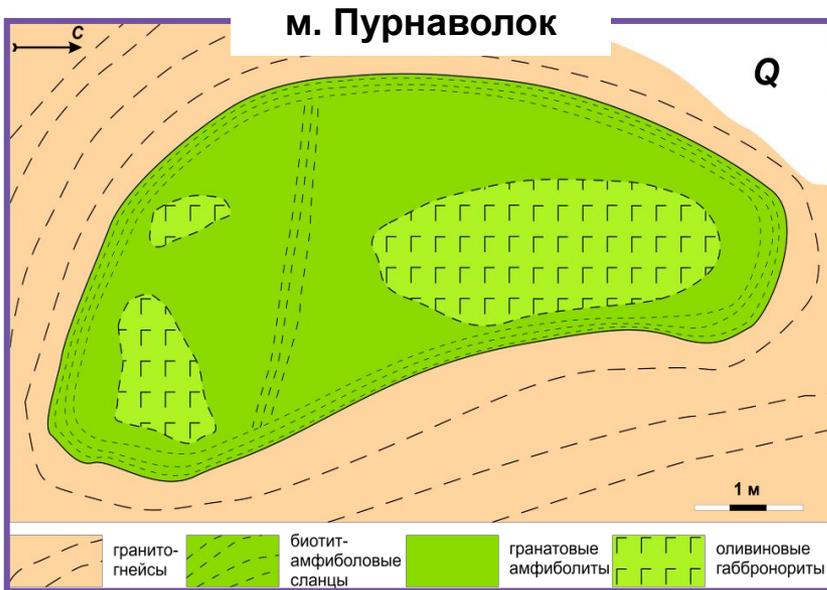
Фото В.С. Степанова



О-в Воротная Луда

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

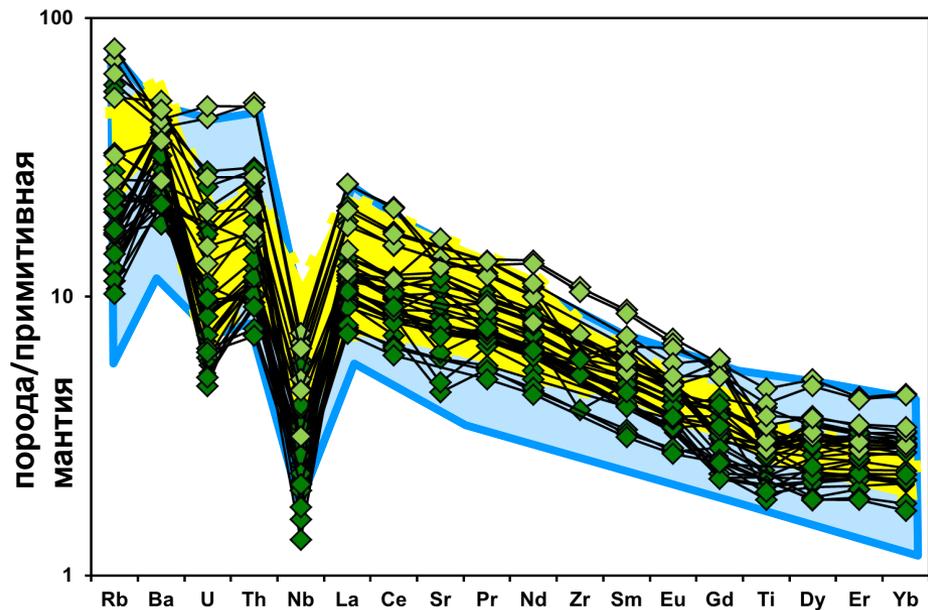
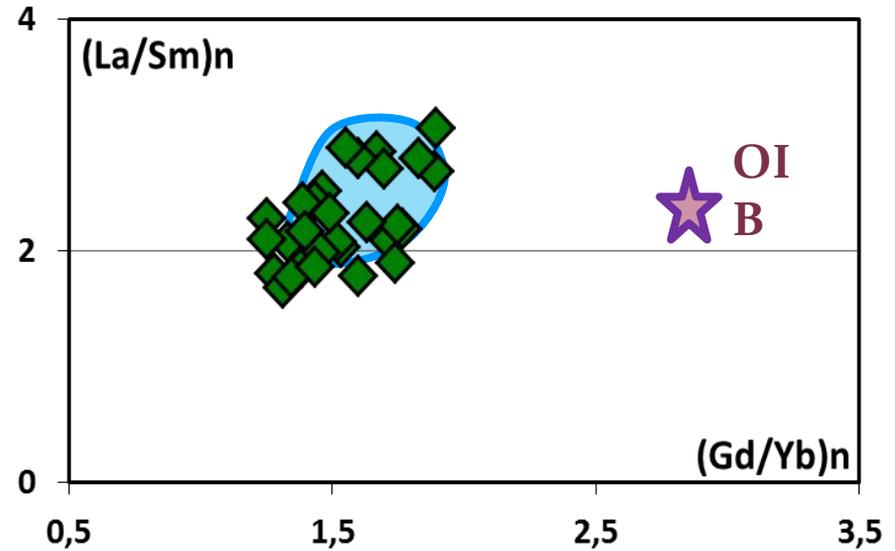
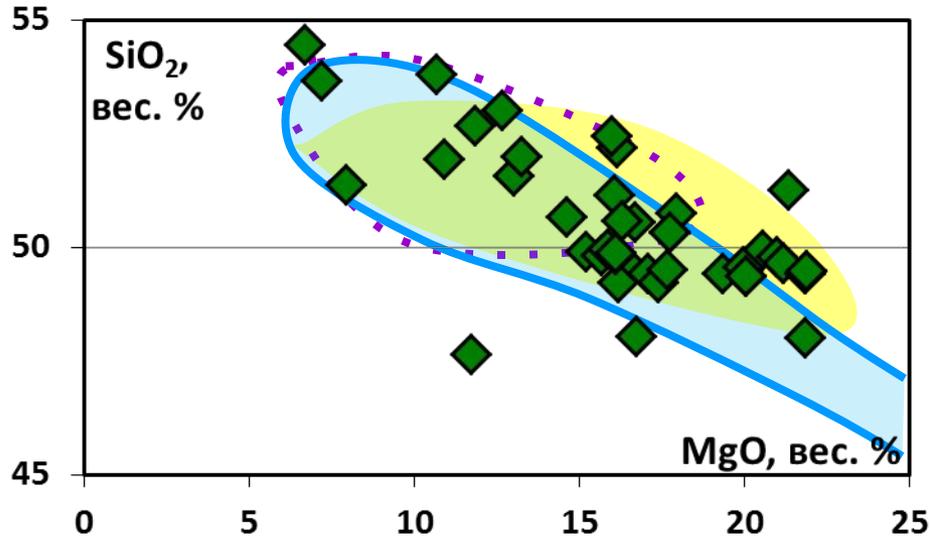
## ДЕФОРМИРОВАННЫЕ ТЕЛА



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



# ПЕТРОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА



## Условные обозначения:

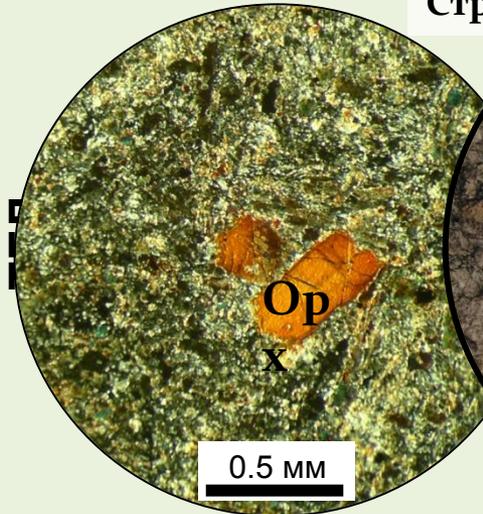
-  Габбронориты Карельского кратона
-  Габбронориты Беломорского подвижного пояса
-  Вулканисты Ветреного пояса (Puchtel et al., 1998)
-  Расслоенные интрузии Карельского кратона (Лавров, 1979)

## СОХРАНЯЮТ РЕЛИКТЫ МАГМАТИЧЕСКИХ СТРУКТУР И МИНЕРАЛОВ

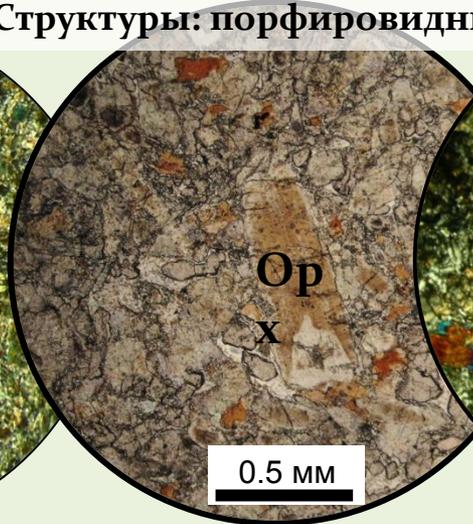
ЗОНЫ ЗАКАЛКИ  
И КРАЕВЫЕ ЧАСТИ

Структуры: порфировидные

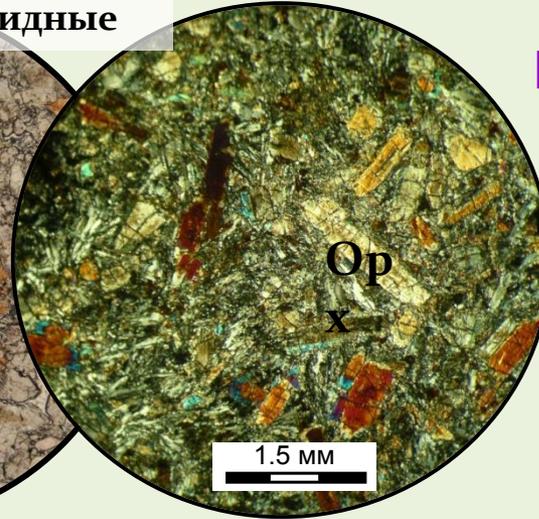
СТРУКТУР  
И МИНЕРАЛОВ



Дайка О-в Кондостров

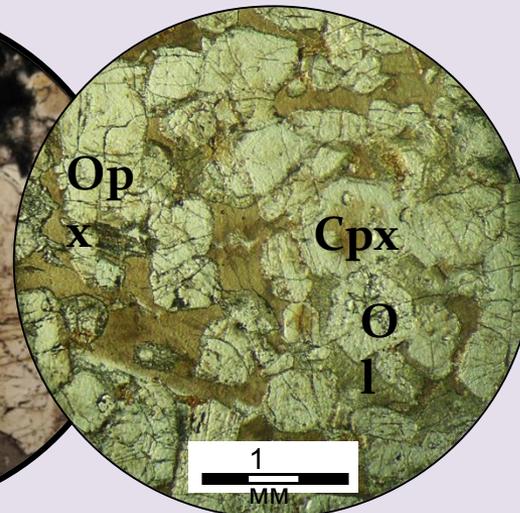
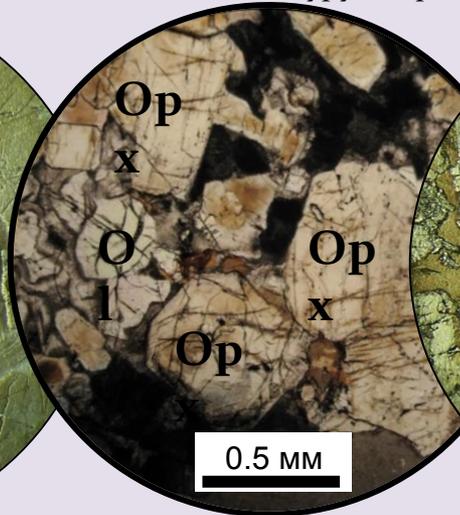
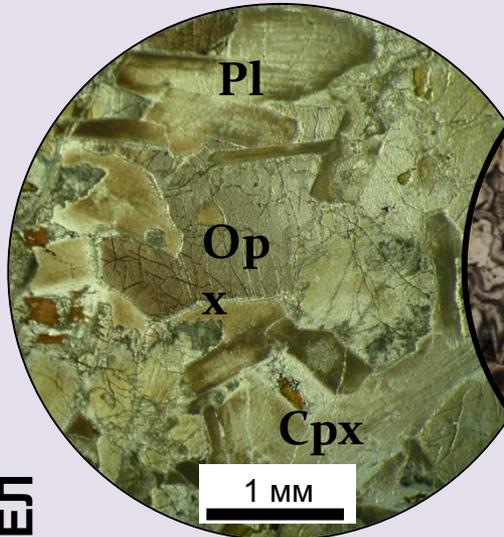


Деформированная  
дайка к. Куру-Ваара



Дайка О-в Бережной

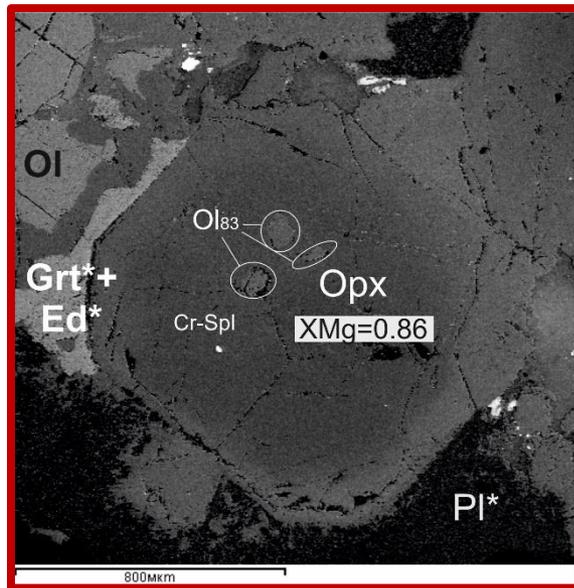
ЦЕНТРАЛЬНЫЕ ЧАСТИ  
ТЕЛ



Породообразующие  
магматические  
минералы: Орх,  
Срх, Pl, Ol

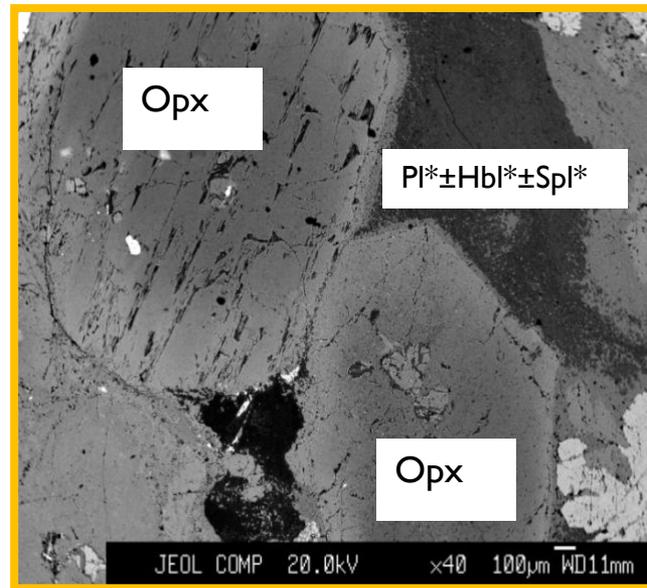
# УСЛОВИЯ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

## МАГМАТИЧЕСКИЙ ЭТАП



включения  
оливина и  
хромшпинели в  
ортопироксене:

$T=1240-1270^{\circ}\text{C}$



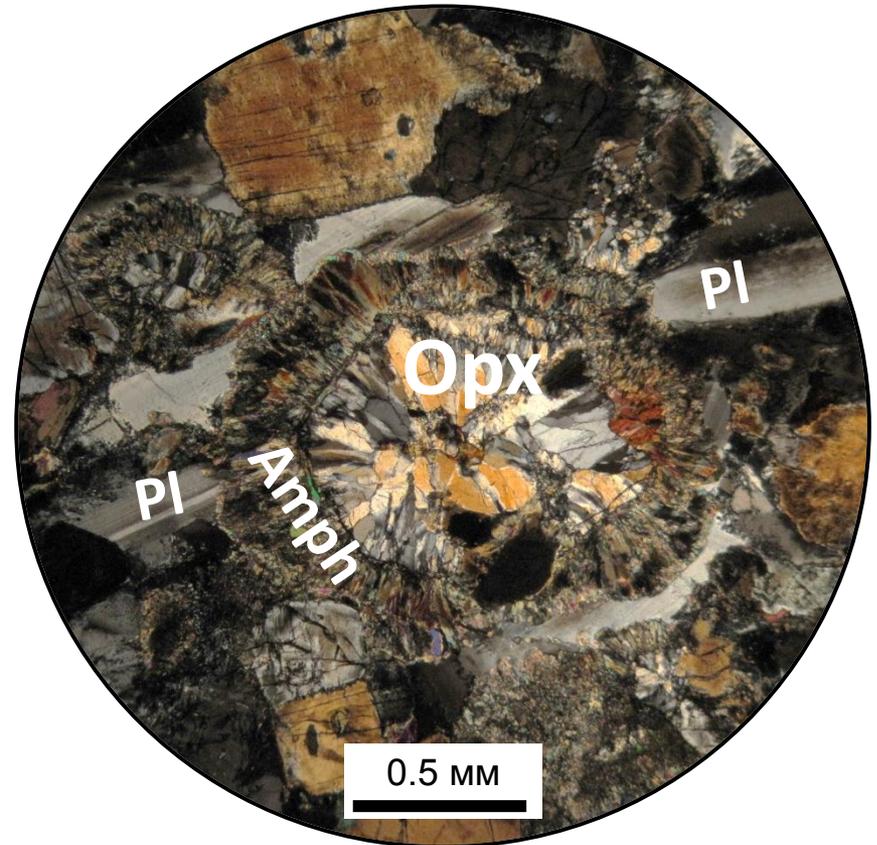
клино- и ортопироксены  
(центральные части зерен,  
 $\text{XMg}=0.81-0.85$ )

$T=1150-1220^{\circ}\text{C}$ ,  
 $P=5.5-7.5$  кбар

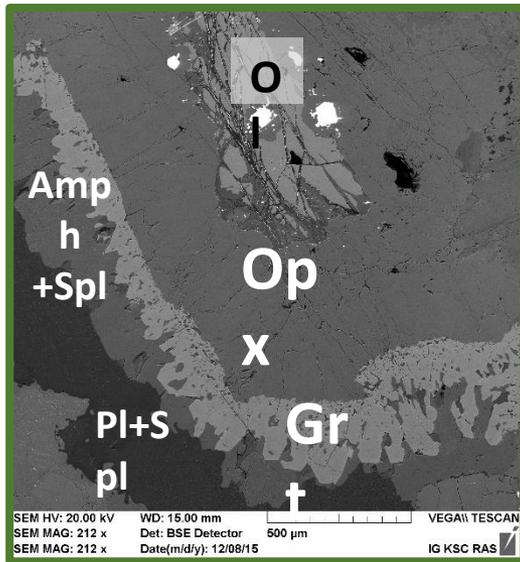
## ПРОИСХОЖДЕНИЕ:

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

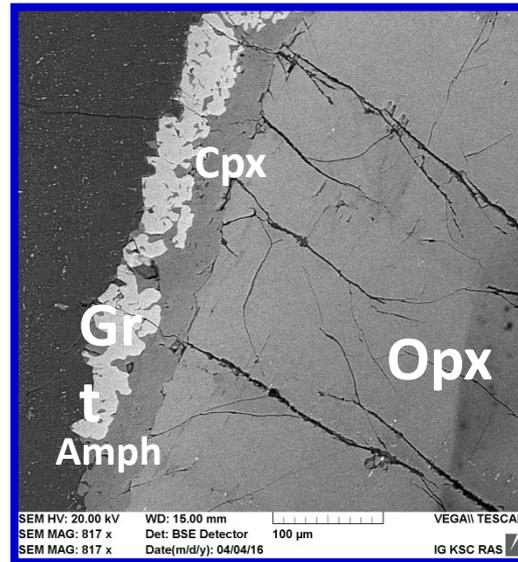
Формирование друзитовых структур происходит на проградном этапе метаморфизма при  $T=660-690^{\circ}\text{C}$  и  $P=6-8$  кбар (Ларикова, 2002)



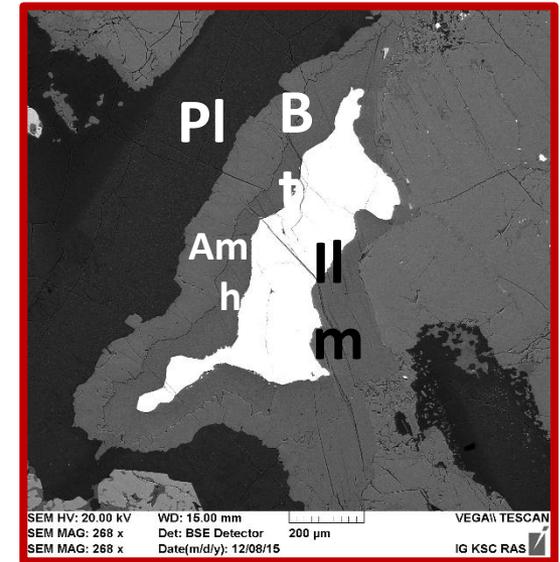
Ортопироксен-амфиболовая кайма границе оливина с плагиоклазом (оз. Каложное)



**Коронарные  
структуры вокруг  
оливина**

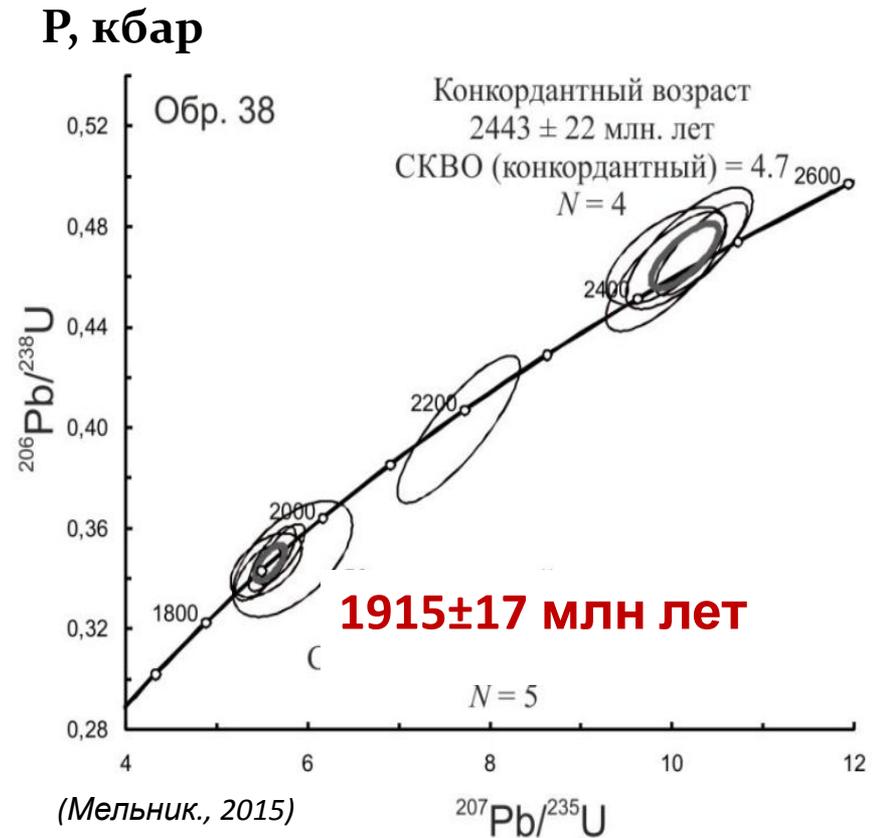
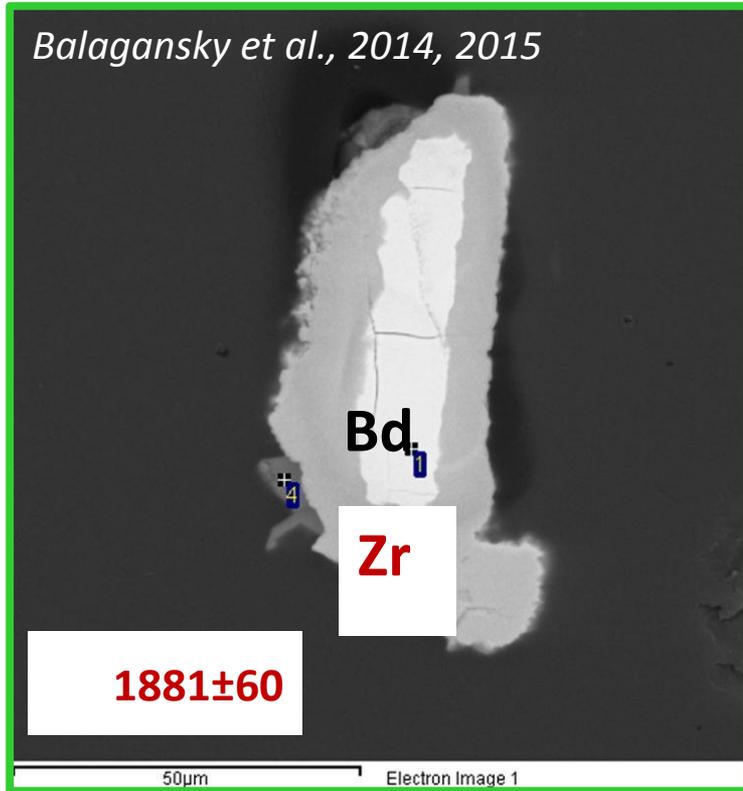


**Коронарные  
структуры вокруг  
ортопироксена**



**Коронарные  
структуры вокруг  
ильменита**

**Минералы кайм:  
Opх, Срх, Amph, Grt, ±Spl, Bt**



Оценка P-T-параметров условий метаморфизма габроноритов 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

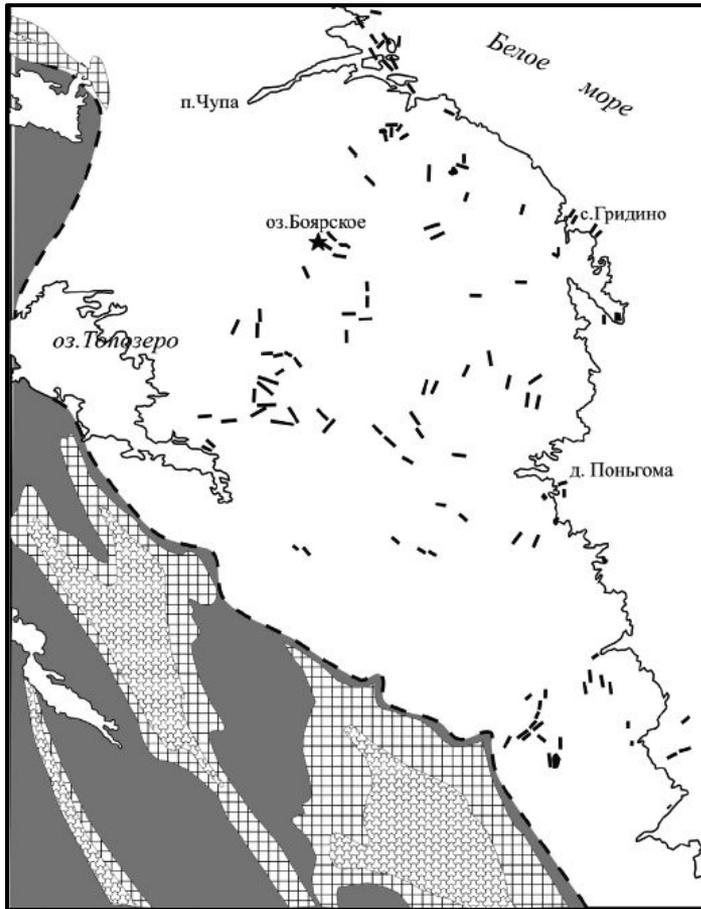
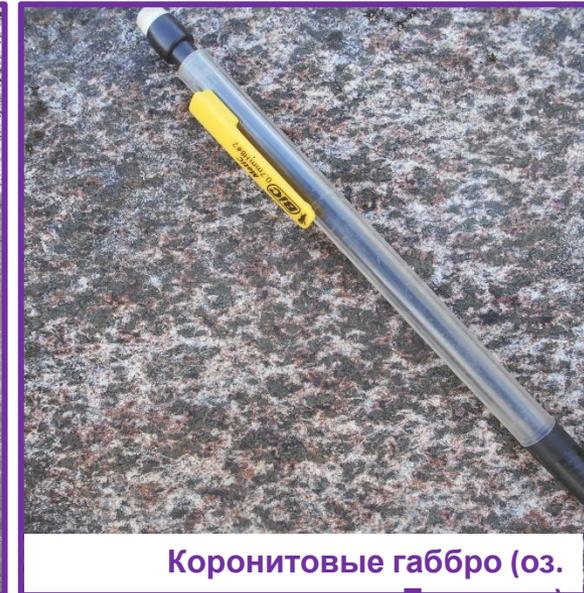


Схема распространения коронитовых габбро на территории Беломорского подвижного пояса (Степанова, Степанов, 2009)

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

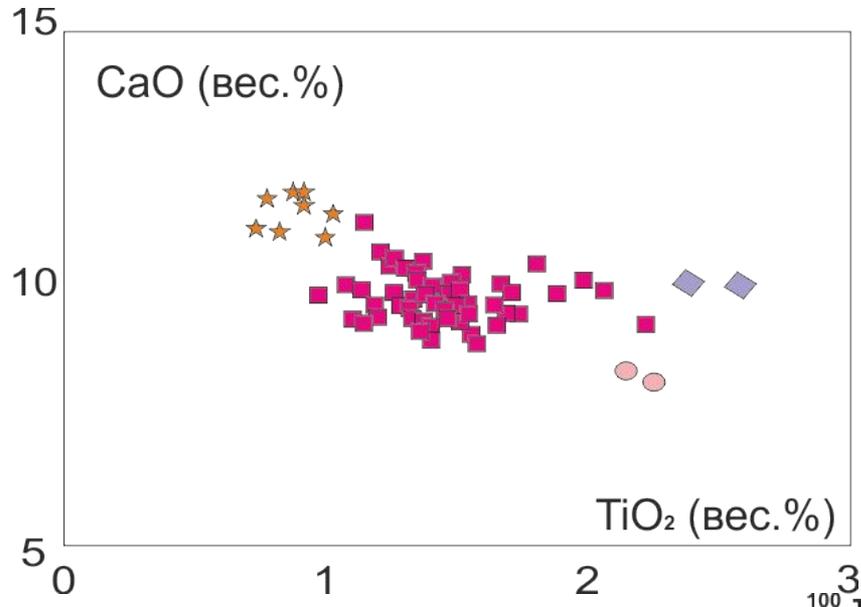


Прямолинейный контакт дайки коронитовых габбро с вмещающими комплексами (оз. Боярское)



Коронитовые габбро (оз. Боярское)

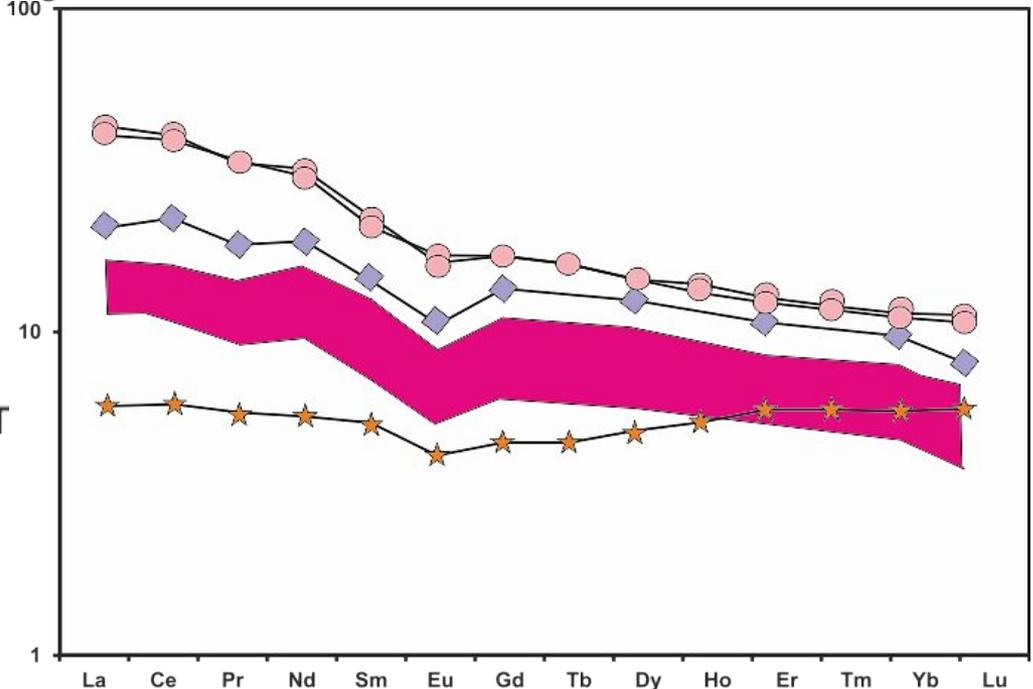
# ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА



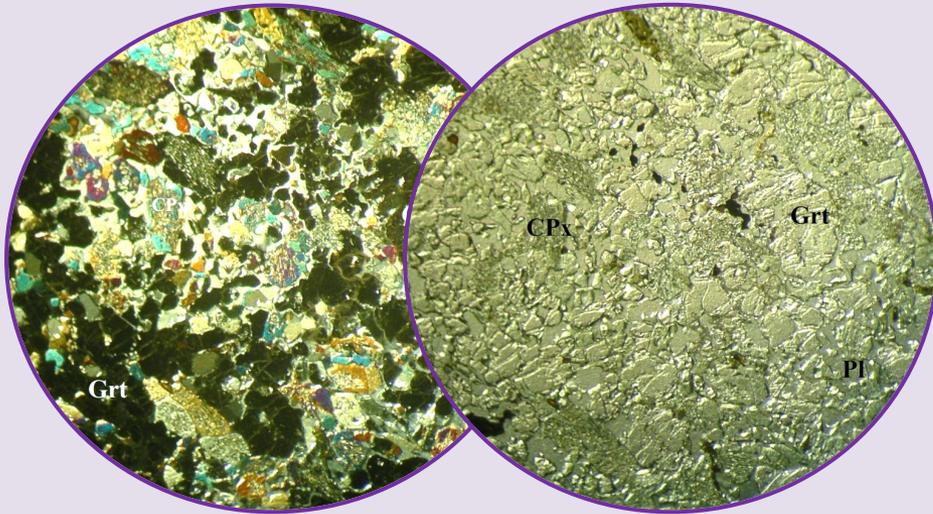
В составе комплекса выделяют минимум 3 геохимически различных групп пород (Степанова, Степанов, 2009):

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

- ★ Воротная Луда
- Избная Луда
- Дайки возраста 2115 млн лет
- ◆ Дайки оз. Ковдозеро



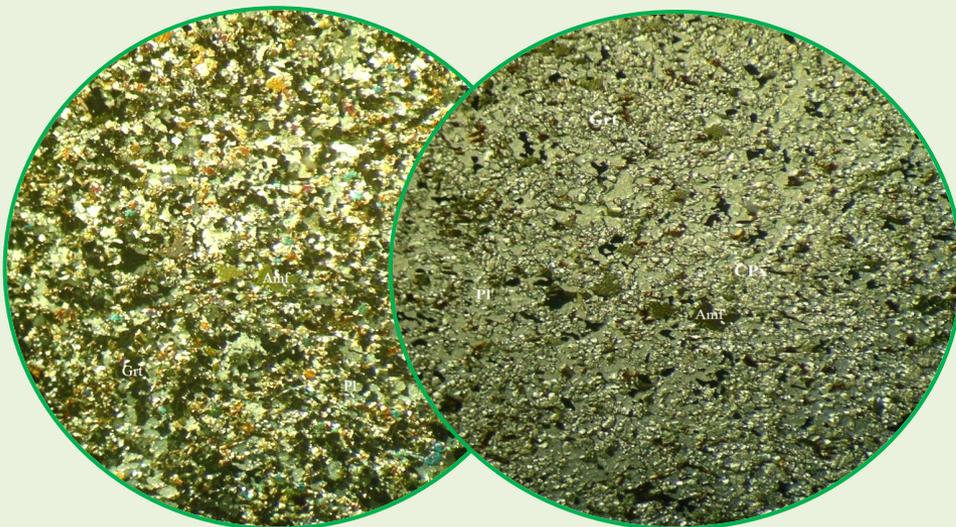
Коронитовые метагаббро о-ва Воротная луда



- *Характерной особенностью является развитие коронарных структур.*

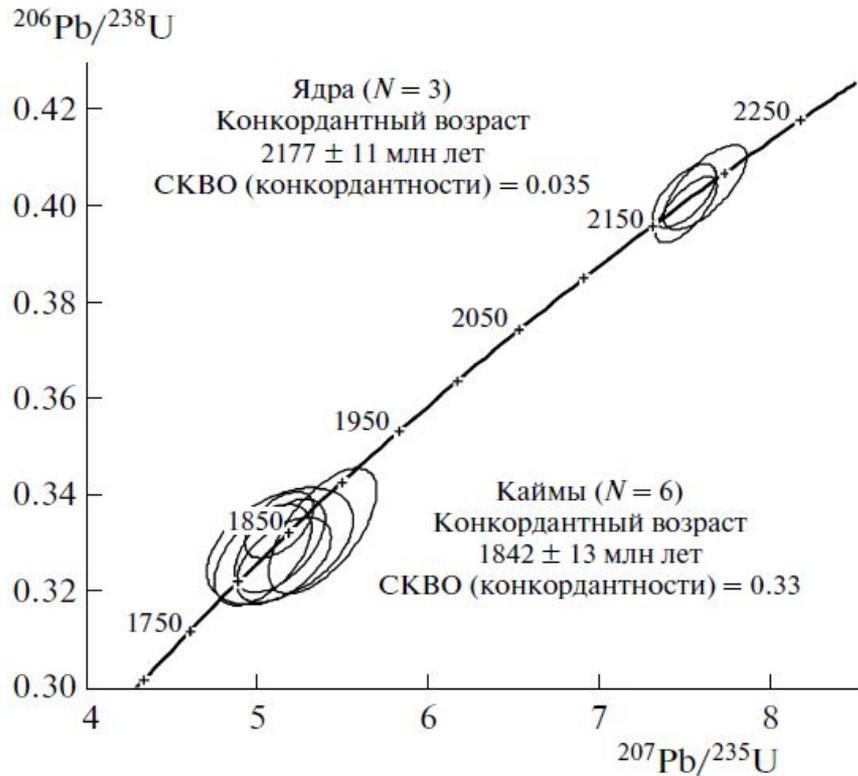
- *Иногда сохраняют реликты габбровой и офитовой структур. Магматические минералы не сохраняются.*

Коронитовые метагаббро о-ва Избная луда.



- *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).

**РТ-условия метаморфизма достигали значений : Р до 13 кбар, Т до 800°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) габброноритов комплекса лерцолитов-габброноритов

**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;**