



КАЙНОЗОЙСКИЙ ВУЛКАНИЗМ  
ВОСТОЧНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ:  
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ СМЕНЫ  
ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Ханчук А.И., Мартынов ЮА.

ДВГИ ДВО РАН

Иркутск 2012 г.

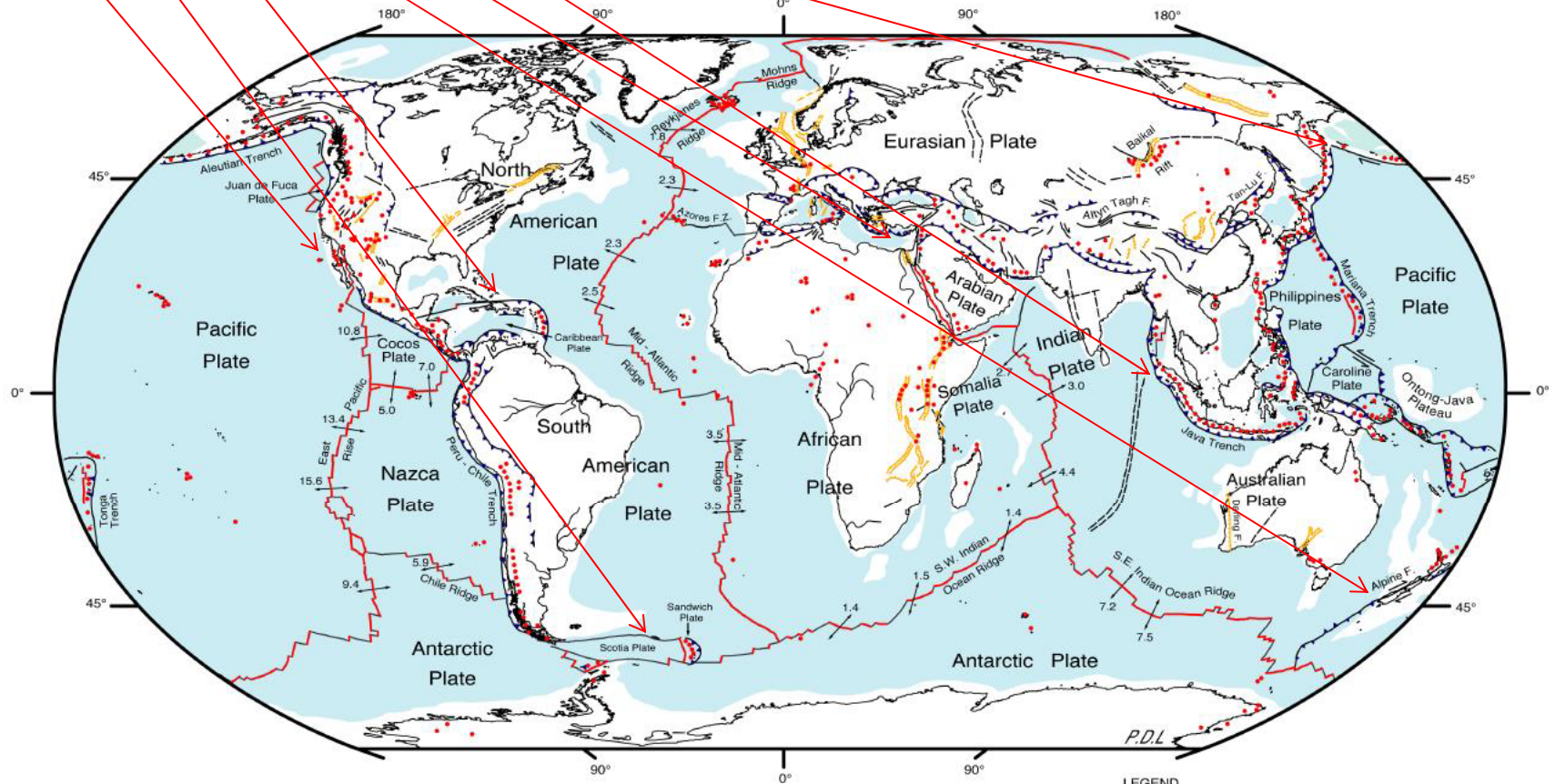
# СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение
2. Геология
3. Геохимия
4. Модель формирования
5. Заключение

**В настоящее время можно выделить 4  
основные геодинамические  
обстановки проявления  
магматизма:**

- погружения (субдукции) литосферных плит;
- расхождения (спрединга) литосферных плит;
- скольжения (трансформные границы)  
литосферных плит
- внутриплитные.

## Карта современной тектонической активности

Трансформные границыплит

**DIGITAL TECTONIC ACTIVITY MAP OF THE EARTH**  
Tectonism and Volcanism of the Last One Million Years

**DTAM**



NASA/Goddard Space Flight Center  
Greenbelt, Maryland 20771

Robinson Projection

□ Mainly oceanic crust

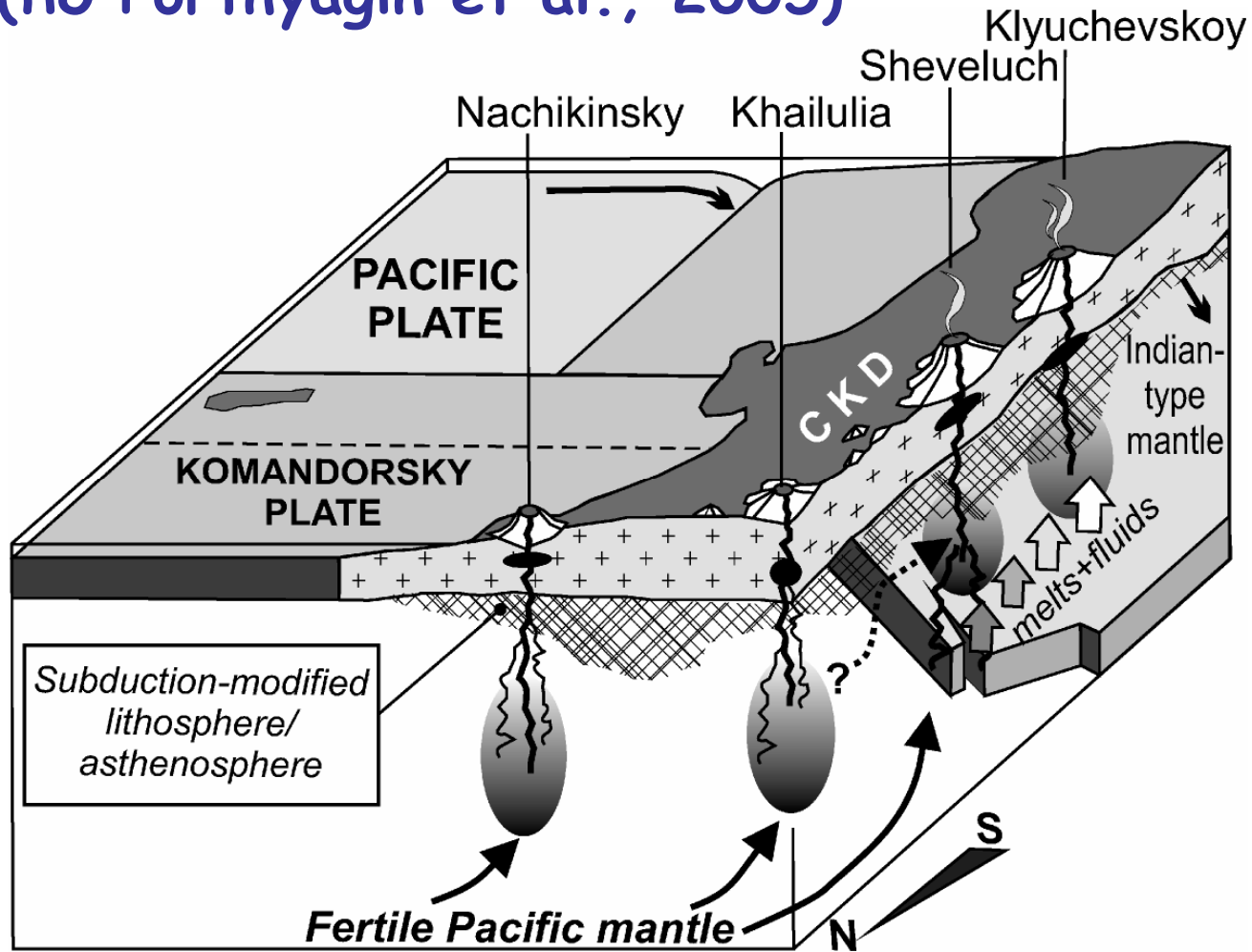
October 1998

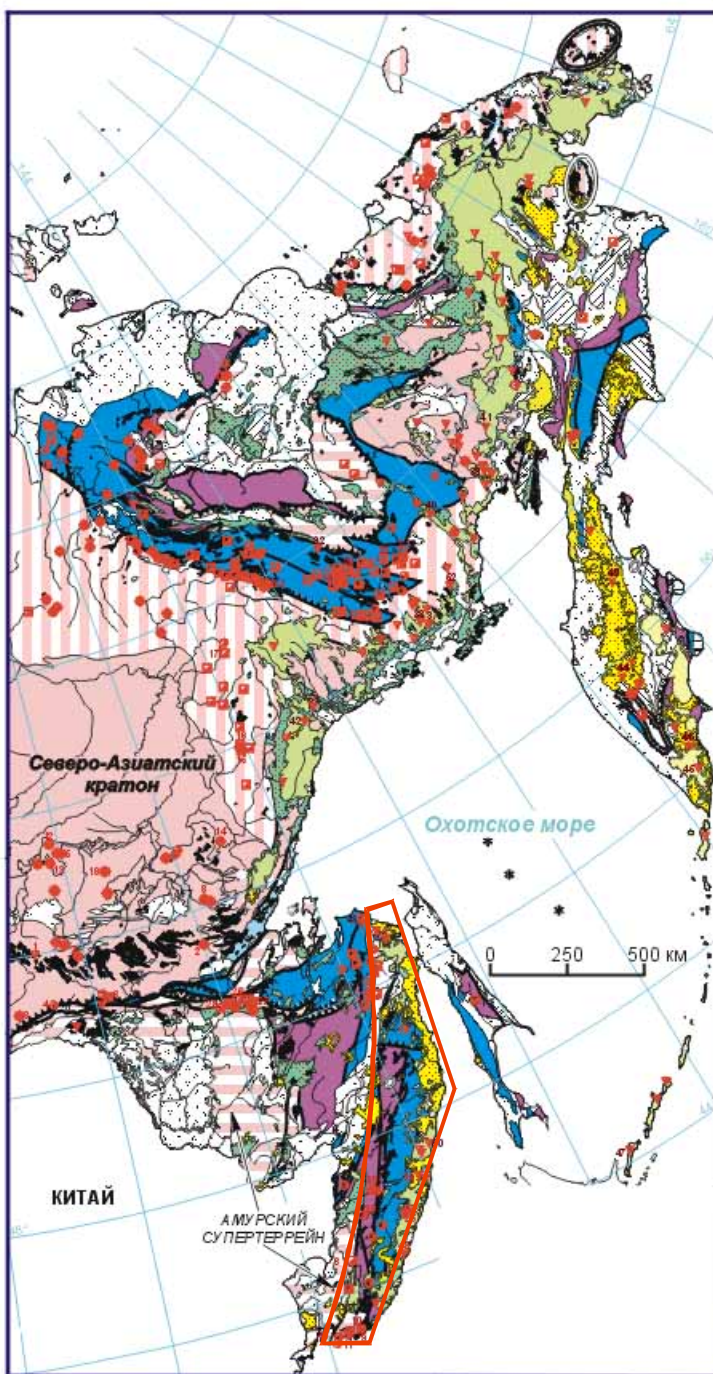
**LEGEND**

- Actively-spreading ridges and transform faults
- Total spreading rate, cm/year, NUVEL-1 model (DeMets et al., Geophys. J. International, 101, 425, 1990)
- Major active fault or fault zone; dashed where nature, location, or activity uncertain
- Normal fault or rift; hachures on downthrown side
- Reverse fault (overthrust, subduction zones); generalized; bars on upthrown side
- Volcanic centers active within the last one million years; generalized. Minor basaltic centers and seamounts omitted.

# Зона тройного сочленения литосферных плит Камчатки

(по Portnyagin et al., 2005)





## ГЕОЛОГИЯ. ВОСТОЧНЫЙ СИХОТЭ-АЛИНЬ.

Современные островодужные системы северо-западной Тихоокеанской области ассоциируются с расположенными в тылу, на окраине континента древними и слабо изученными вулканическими поясами.

Часто их рассматривают как надсубдукционные. Но взаимодействие океанических и континентальных плит в позднем мезозое и кайнозое было более комплексным.

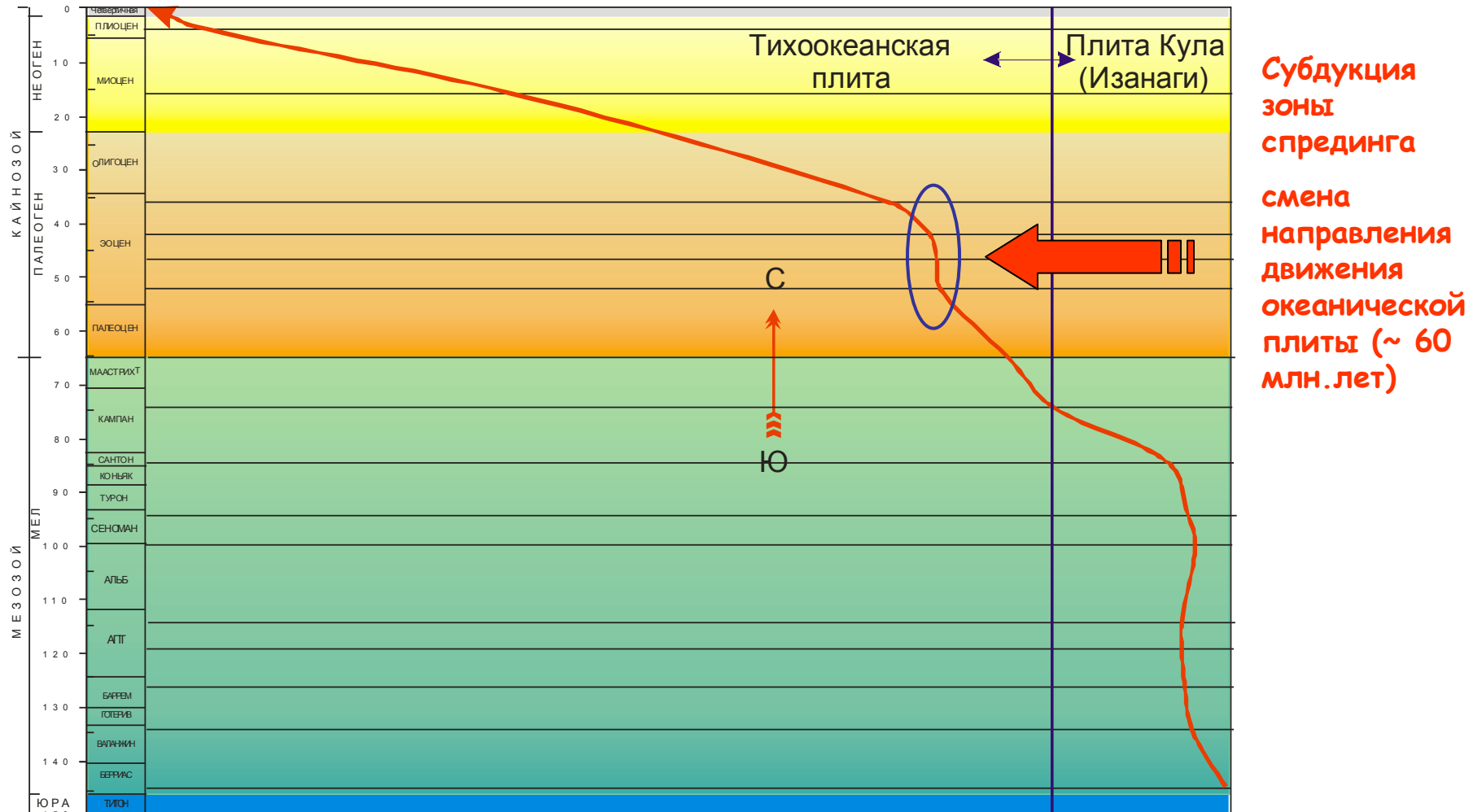
Об этом свидетельствуют новые геологические и изотопно-геохимические данные по Восточному Сихотэ-Алиню, полученные различными исследователями

Восточно Сихотэ-Алинский вулканический пояс, протяженность которого составляет ~ 1500 км при ширине ~ 100 км, выделен в 1957 году Н.С. Шатским. В дальнейшем он рассматривался как результат субдукции под Евроазиатский континент плиты Кула (150-60 млн лет), а после ее поглощения в глубоководном желобе - Тихоокеанской (Зоненшайн и др. 1990). **Только молодые, позднемиоцен-плиоценовые платобазальты распространение которых далеко выходит за пределы пояса, относились к постсубдукционному внутриплитному этапу.**

Такие представления не противоречат миоценовой модели раскрытия Японского моря (Otofujii et al., 1985 и др.), но не учитывают истории тектонической развития восточной Евразии, частью которой является и Восточный Сихотэ-Алинь.

**Перестройка этой огромной территории началась не в миоцене, а гораздо раньше**

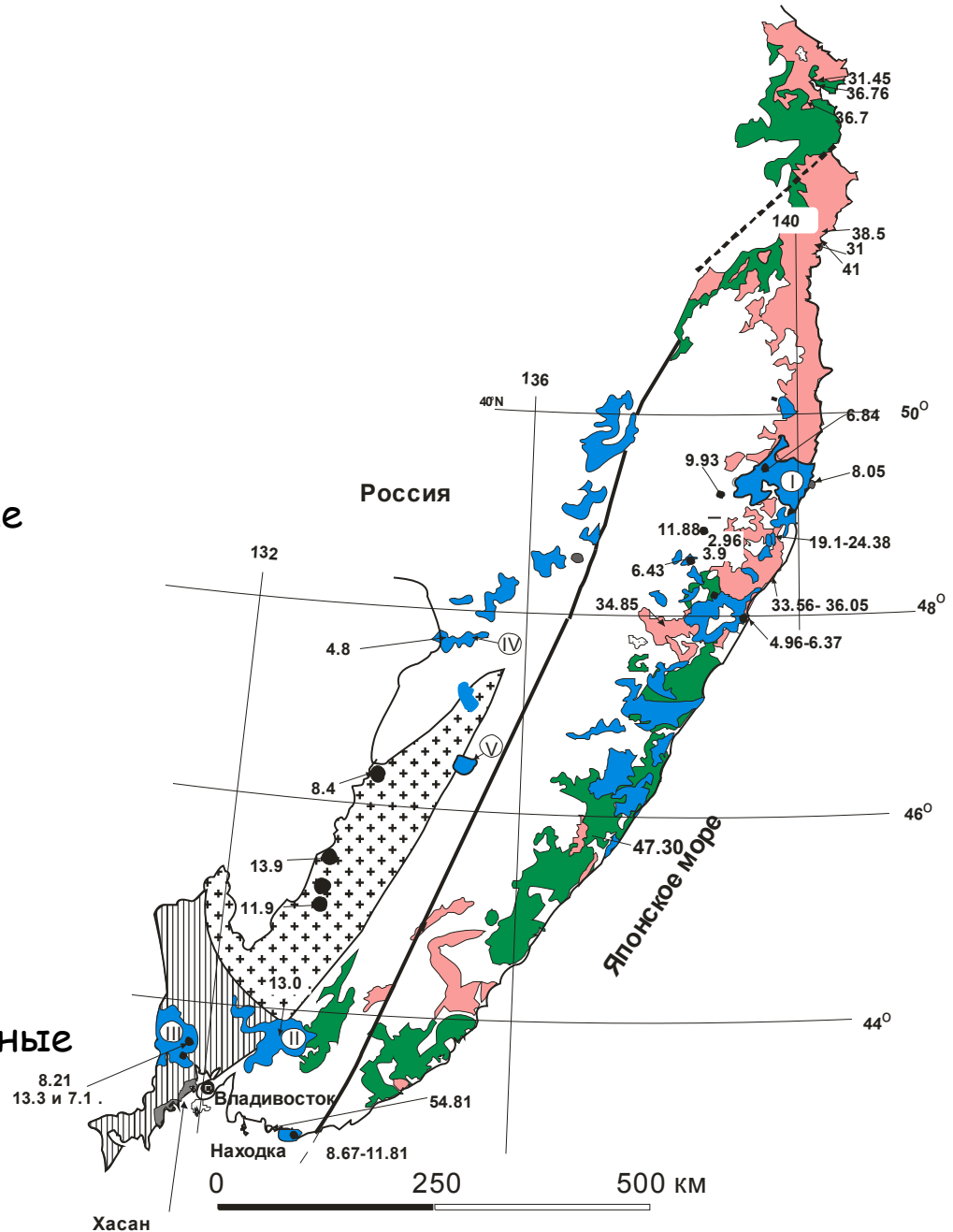
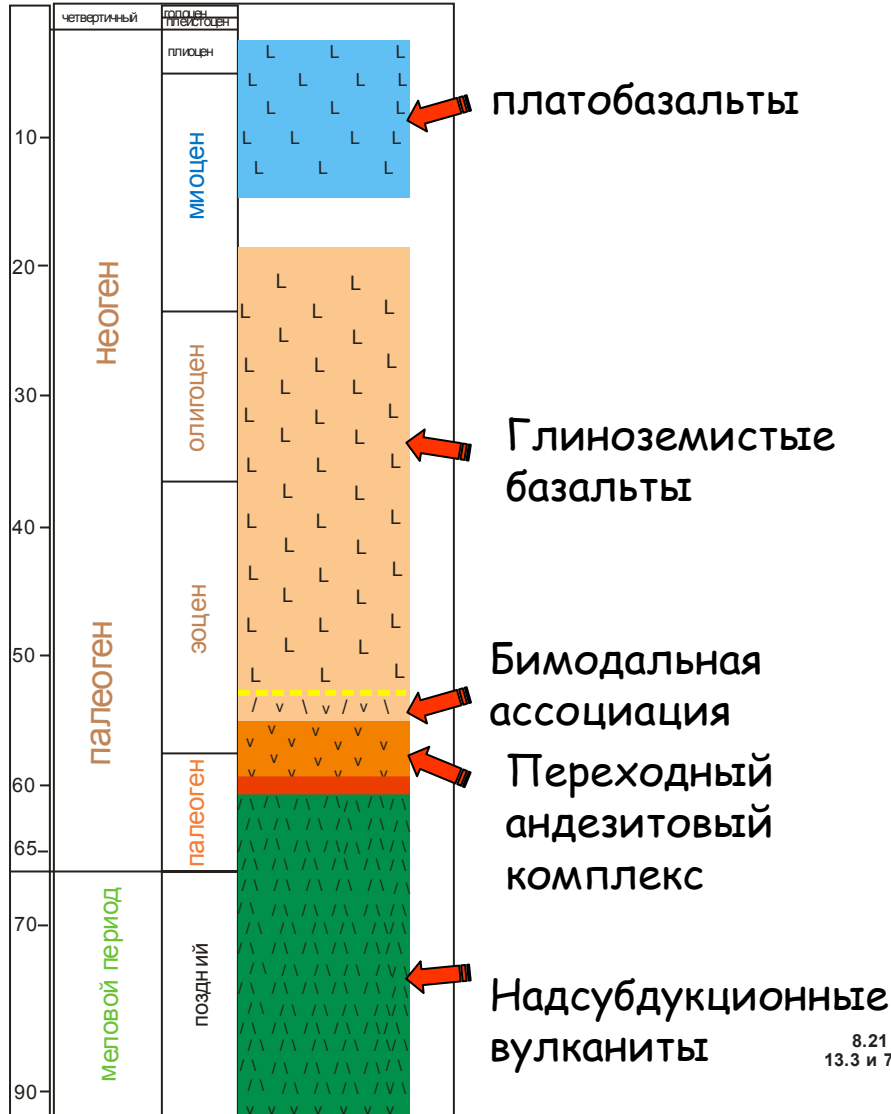
**Направления перемещения прилегающих к Евразии плит  
Палеопацифики в меловое и кайнозойское время (по Engebretson et  
al., 1985)**

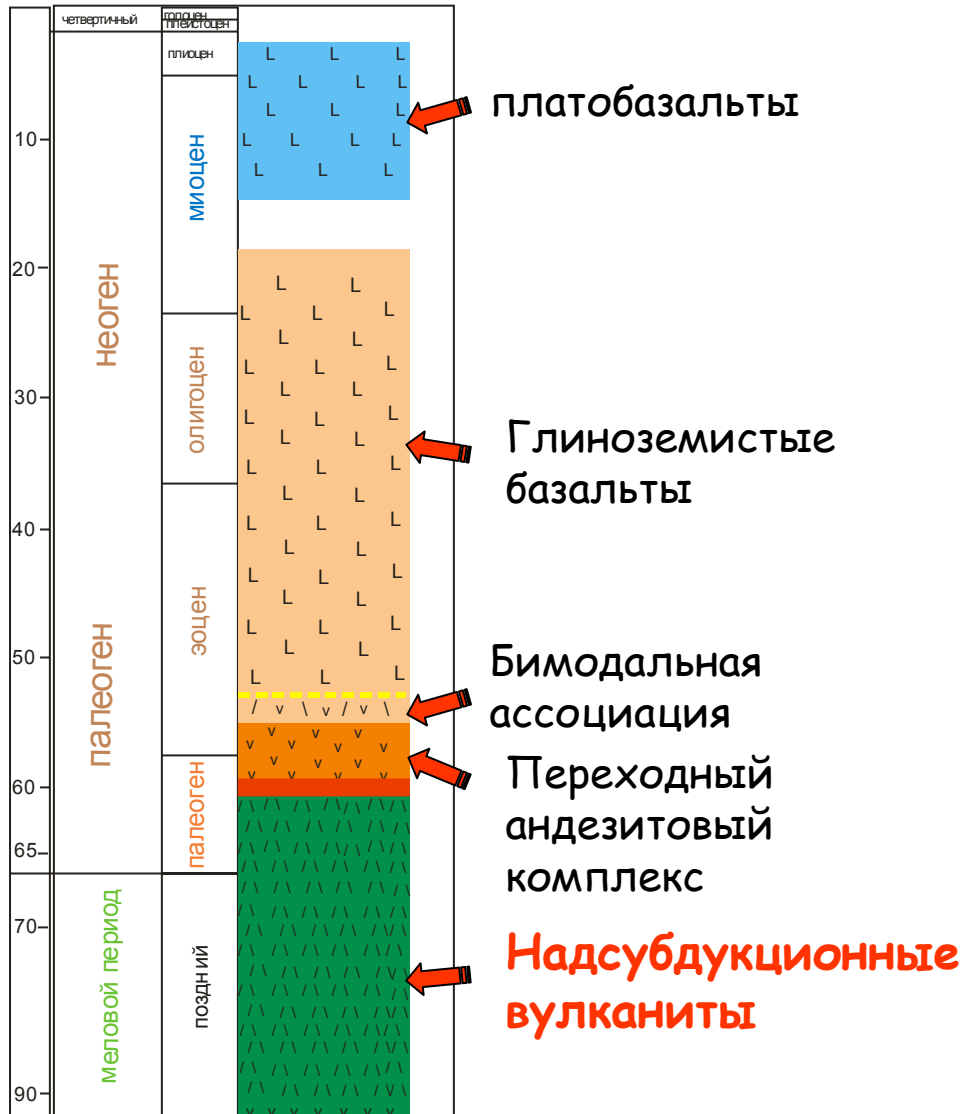


**В результате смены направления движения океанической  
плиты (~ 60 млн.лет) и**



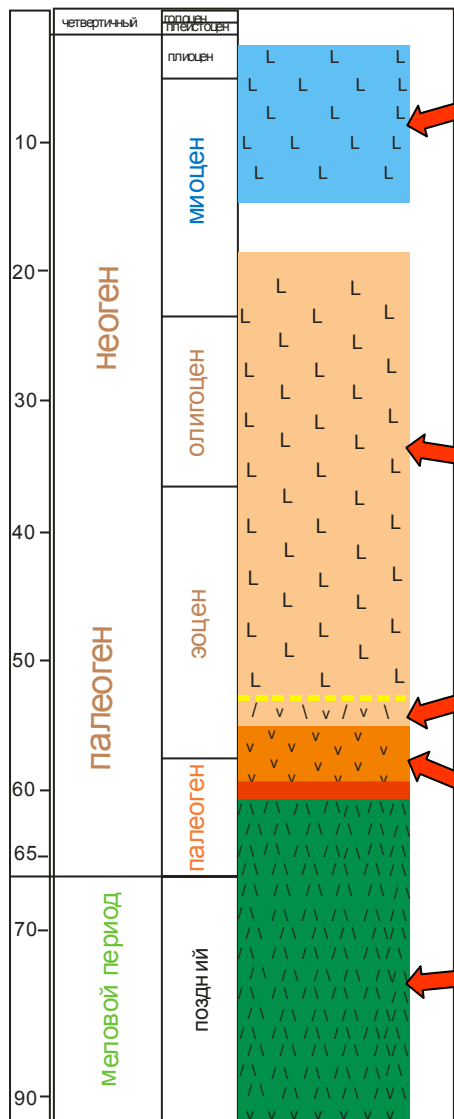






*Позднемеловой* преимущественно кислый и средний по составу вулканизм Восточного Сихотэ-Алиня рассматривается как *надсубдукционный*, соответствующий пре- и синколлизийной магматической активности в Восточной Евразии (*.Flower et al., 1998*). Его *формирование* связано с развитием Восточно-Азиатского мегапояса, протягивающегося на огромном расстоянии вдоль восточной окраины Евразии. Особенности распределения некогерентных элементов в базальтах типичны для основных лав современных островодужных систем с отчетливыми Sr, K, Rb, Ba, Th положительными аномалиями и Nb-Ta минимумом.

# 11 Переходный маастрихт-датский андезитовый комплекс (~60 млн. лет)



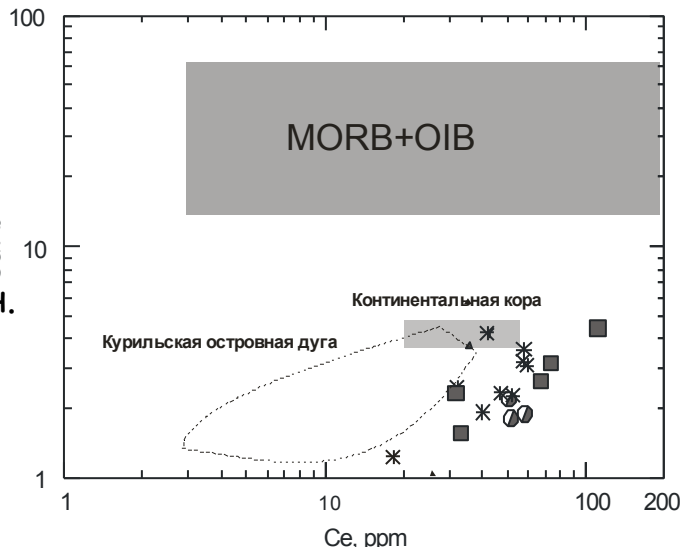
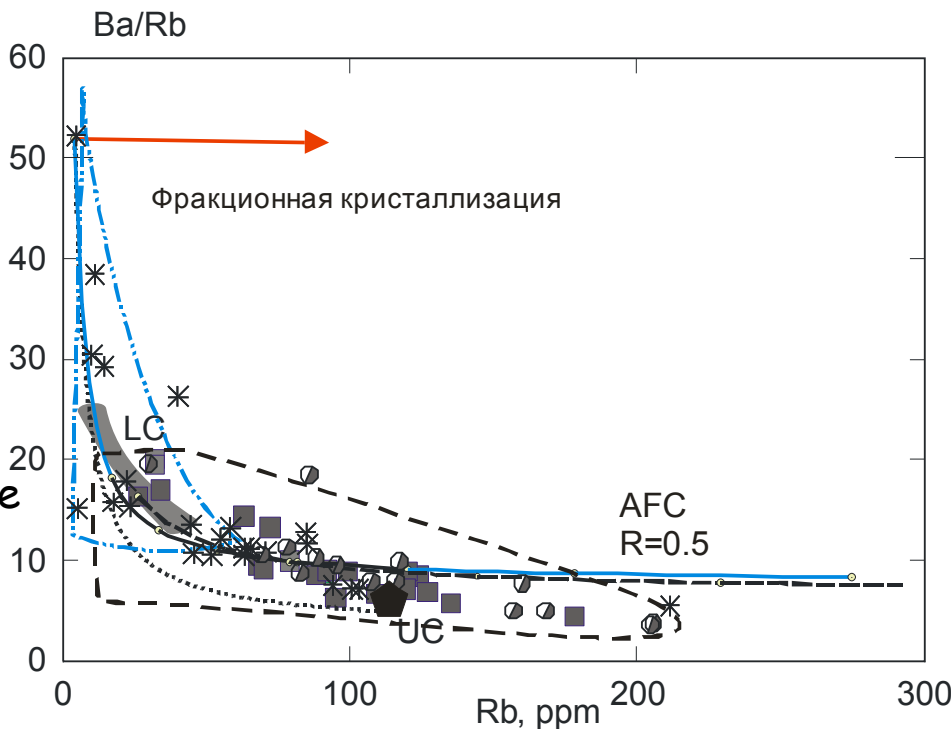
платобазальты

Глиноземистые базальты

Бимодальная ассоциация

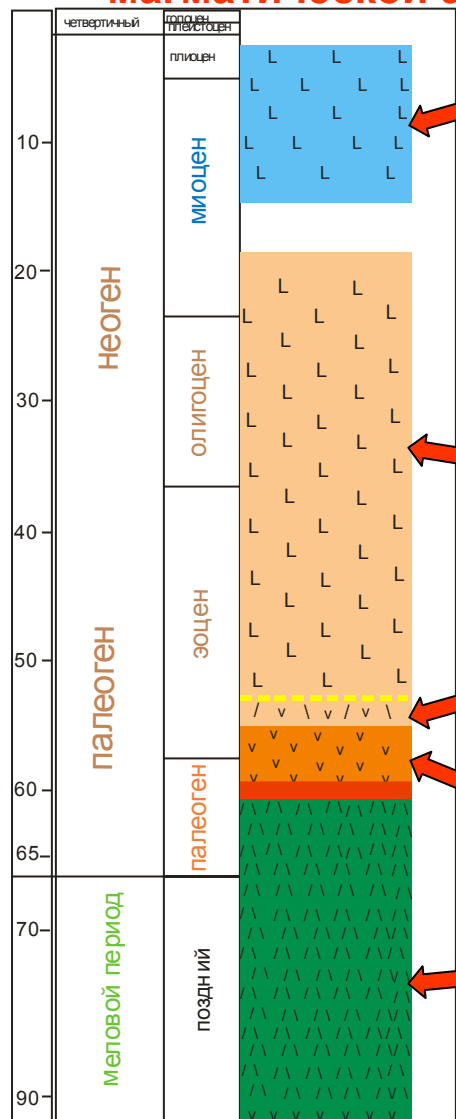
**Переходный андезитовый комплекс**

Надсубдукцион. вулканисты



Гибридные образования минералогические и геохимические признаки смешения базальтовых магм с коровым веществом

12 Эоцен-олигоцен-раннемиоценовые (55-19 млн.л.) глиноземистые базальты, соответствующие раннему этапу кайнозойской магматической активности Китая и Монголии (Deng et al., 1998)



платобазальты

Глиноземистые базальты

Бимодальная ассоциация

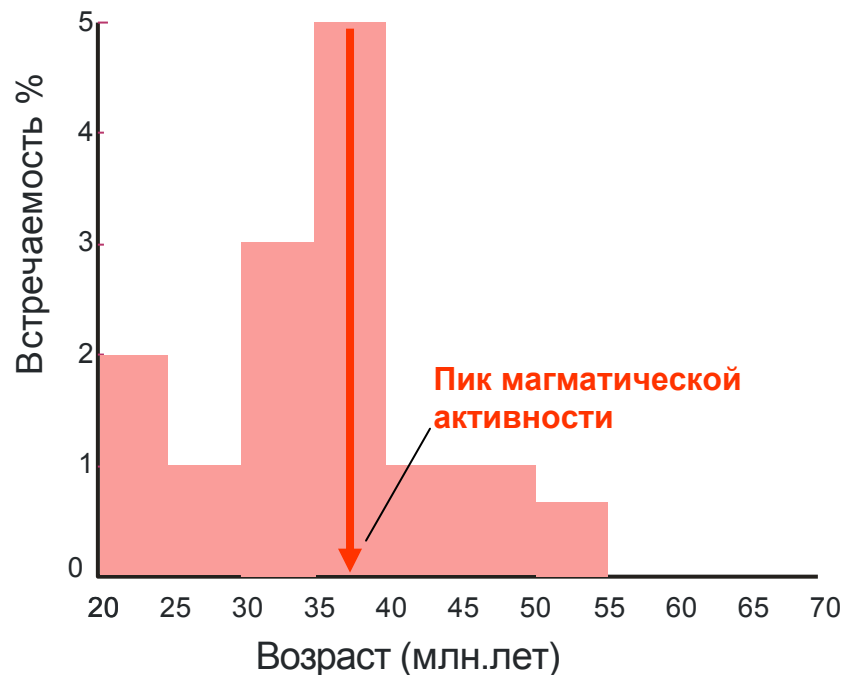
Переходный комплекс

Надсубдукцион. вулканиды

Бимодальная ассоциация считается индикатором начальных этапов континентального рифтогенеза

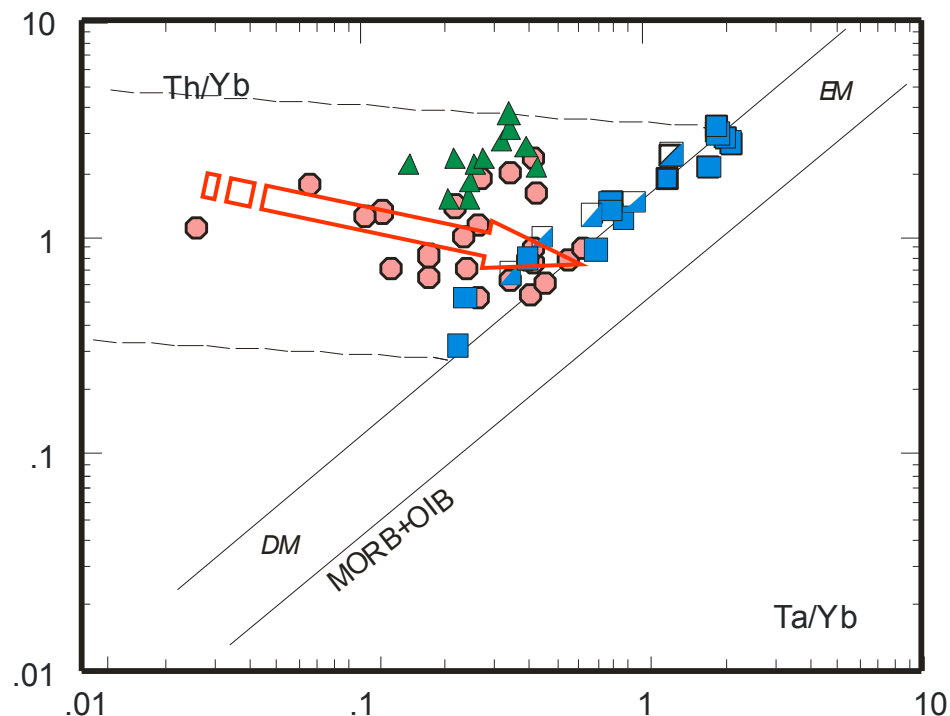
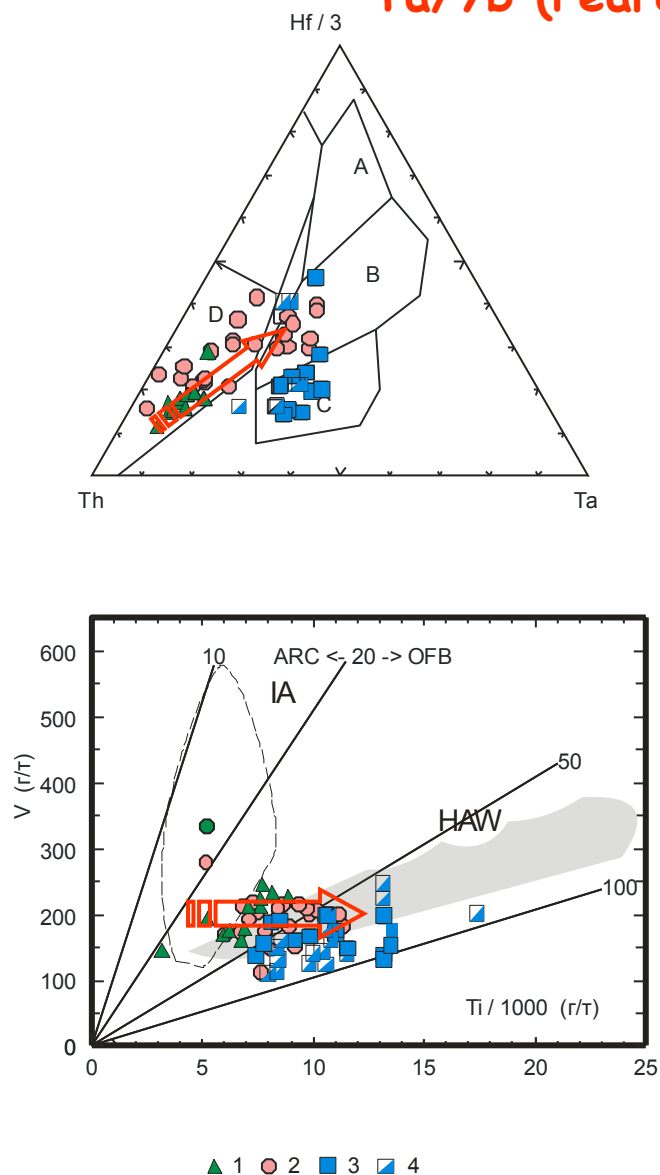
Гистограмма частоты встречаемости К-Аг возрастных датировок эоцен-олигоцен-раннемиоценовых базальтов и андезитобазальтов

Количество образцов 39



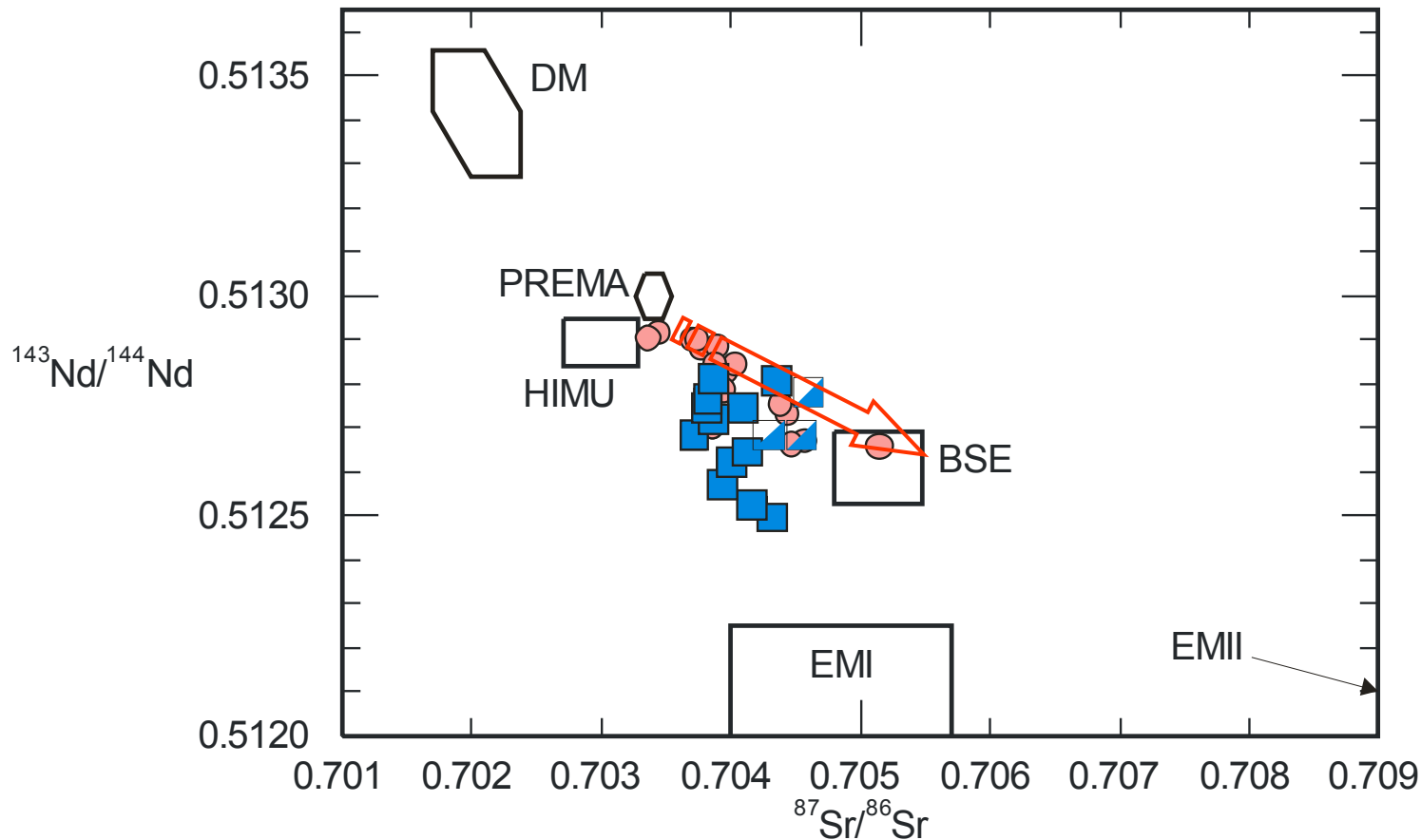
Возраст формирования глиноземистых базальтов соответствует раннекайнозойской эпохе вулканизма СВ Китая и Монголии

## Классификационные диаграммы Th-Hf-Ta (Wood, 1980), Th/Yb-Ta/Yb (Pearce, 1983) и Ti -V (Shervais, 1982)



По некоторым признакам близки к надсубдукционным.  
 Более важный классификационный признак - отчетливые вариации составов, смещение фигуративных точек в сторону полей внутриплитных магм

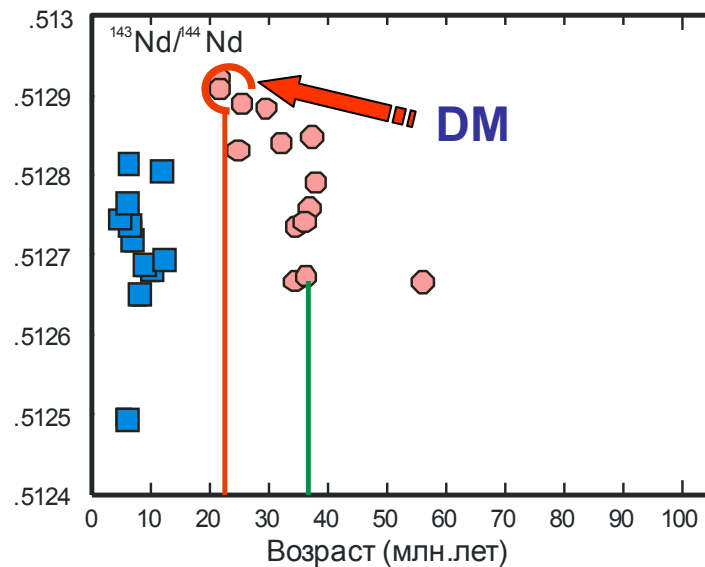
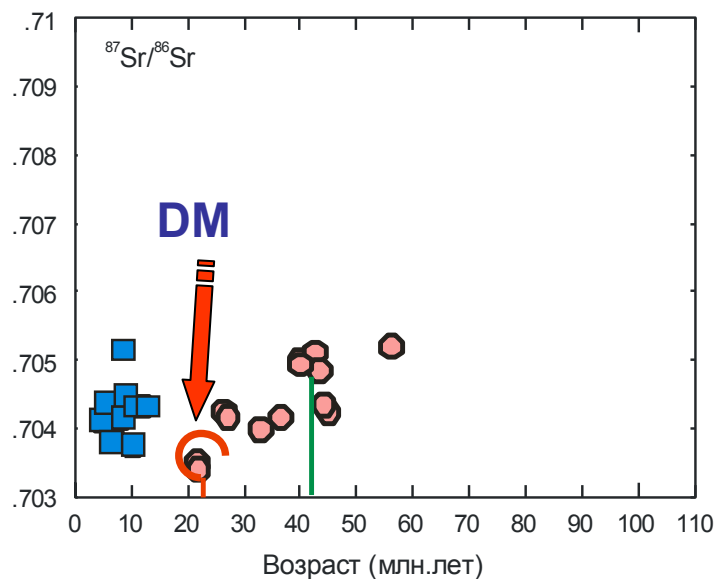
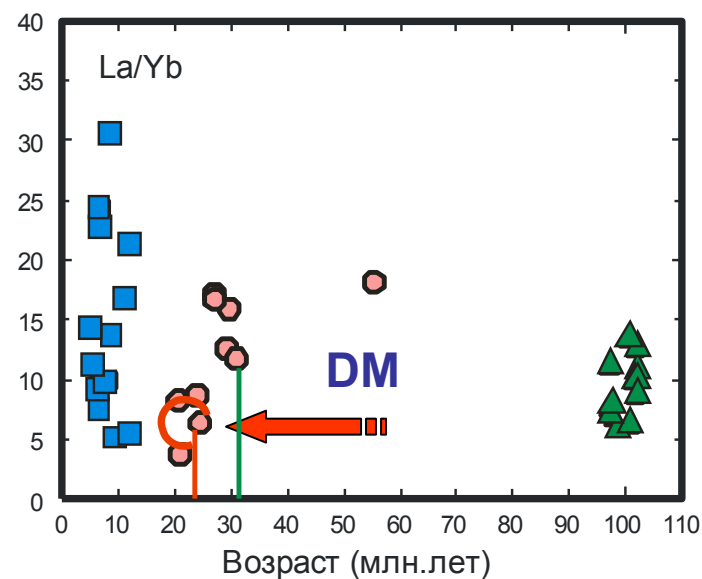
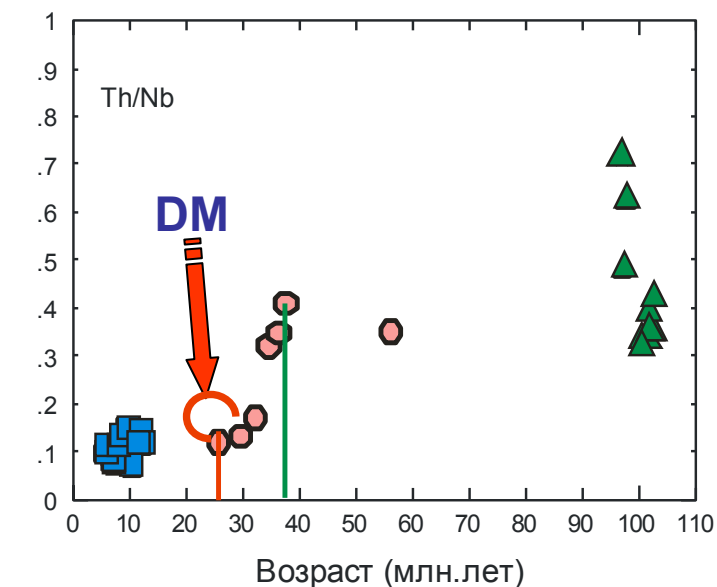
## Изотопные отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ в кайнозойских базальтах Восточного Сихотэ-Алиня



Смешение DM и EMII изотопных компонентов. EMII – субконтинентальная литосфера (Flower et al., 1998), локализация DM – не определена, но наши данные позволяют ее реконструировать

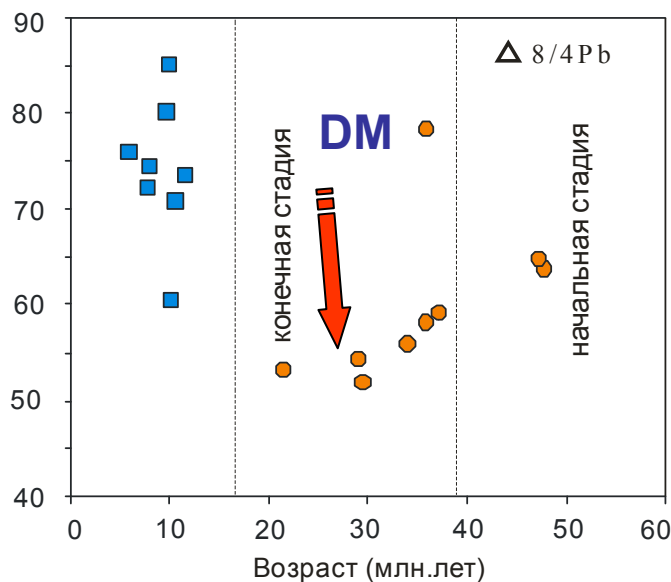
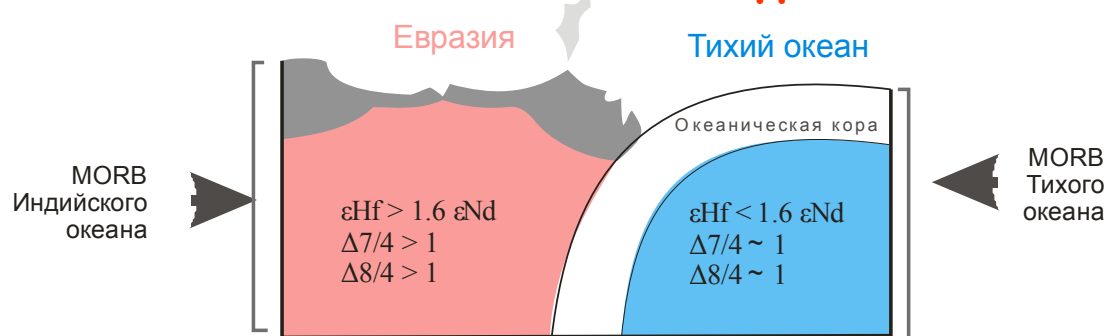
15

## Вариации геохимических и изотопных характеристик кайнозойских базальтоидов Восточного Сихотэ-Алиня в зависимости от возраста излияния

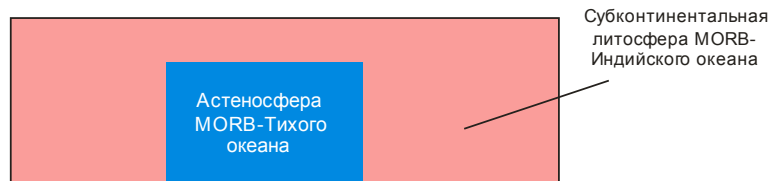




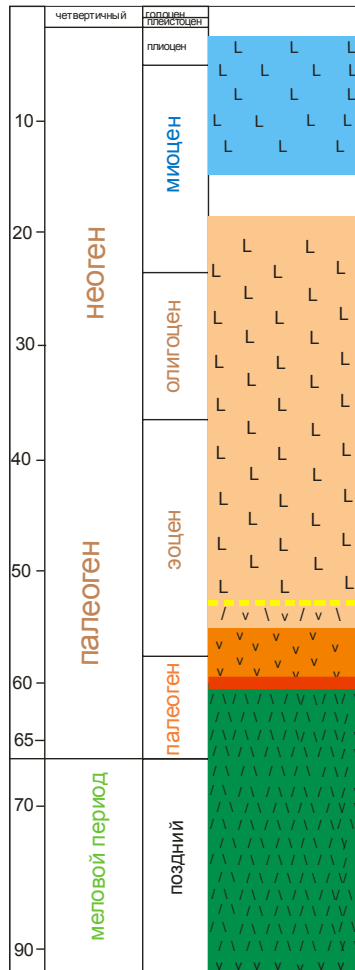
# Локализация мантийных доменов MORB Тихого и Индийского океанов в северо-западной Тацифике и вариации отношения $\Delta 8/4 \text{ Pb}$ в кайнозойских базальтоидах



DM - астеносфера MORB-Тихого океана



## Позднемиоцен-плиоценовые платобазальты



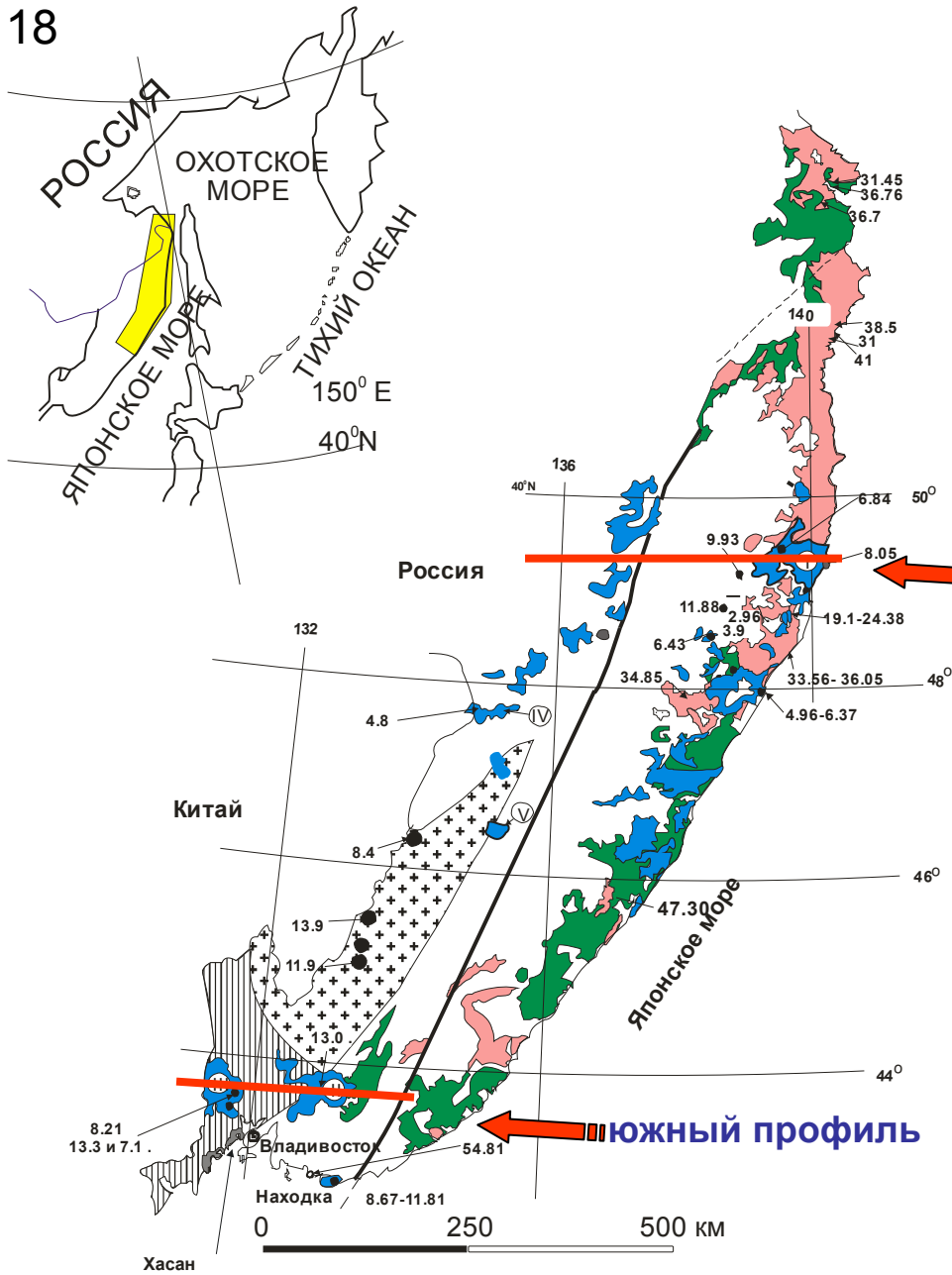
Соответствуют позднемиоцен-плиоценовой эпохе кайнозойского вулканизма северо-восточного Китая и Монголии (Deng et al., 1998)

В пределах континентальной Евразии происхождение этих пород связывают либо:

- с локальным растяжением литосферы в результате Индо-Азиатской коллизии
- с активностью плюмовых источников.

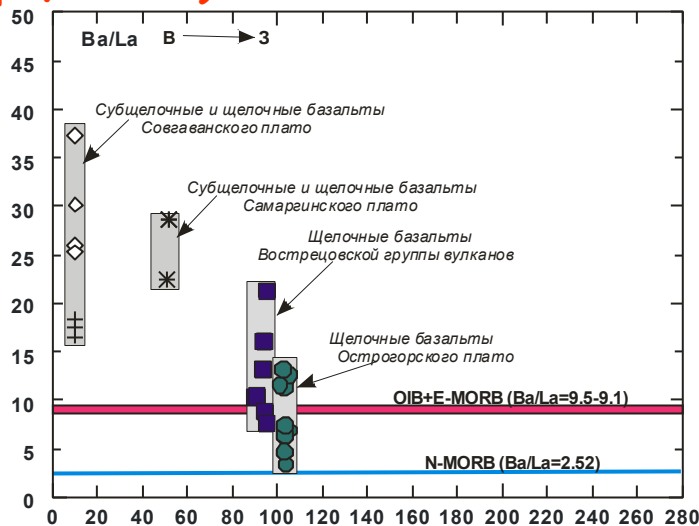
Отчетливая зависимость состава и объема от положения по отношению к побережью Японского моря:

Крупные вулканические поля вдоль побережья, значительные отличаются значительными объемами низкокалийевых базальтов



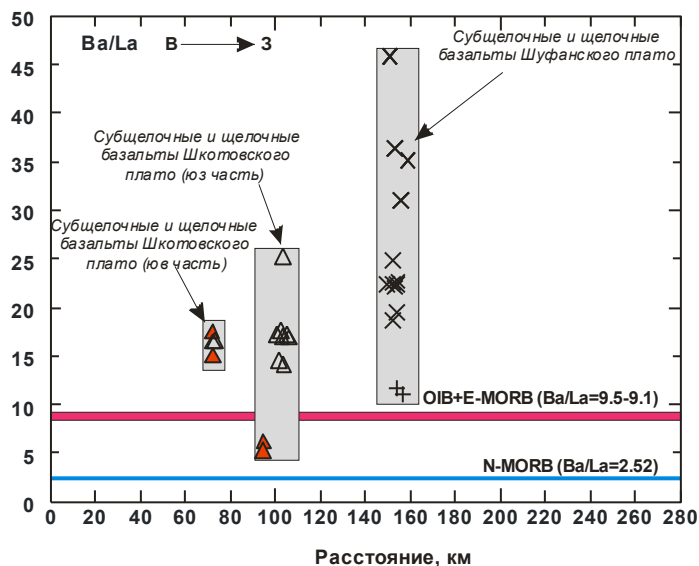
# Вариация $Ba/La$ отношения в позднекайнозойских субщелочных и щелочных базальтоидах в зависимости от расстояния до побережья Японского моря и Татарского пролива (по Чащину и др., 2007).

ГЕОХИМИЯ



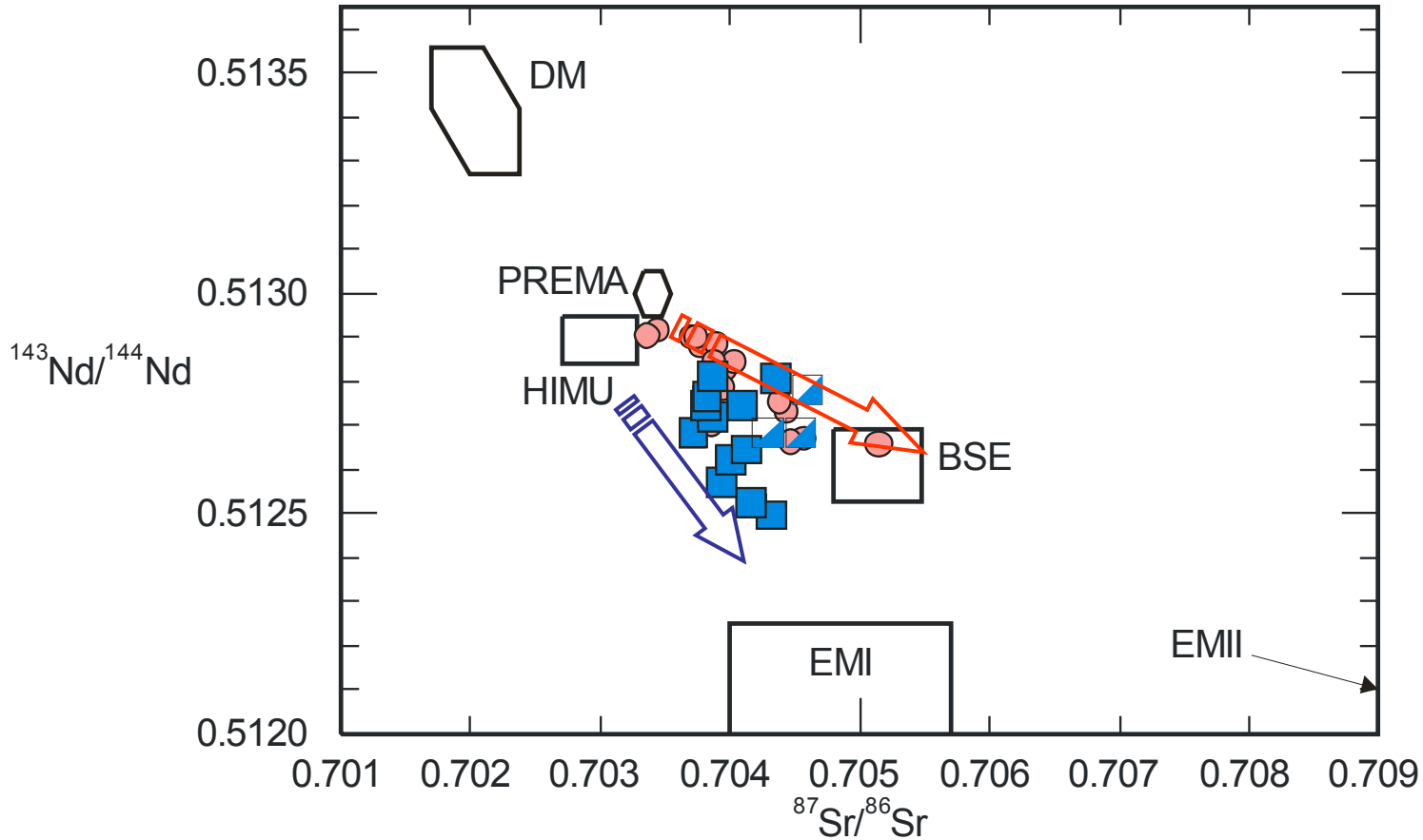
север -  
позднемеловая  
субдукция  
западного  
направления

В пользу образования  
молодых платобазальтов  
в результате плавления  
литосферной мантии  
свидетельствуют  
отчетливо проявленные в  
них субдукционные  
признаки



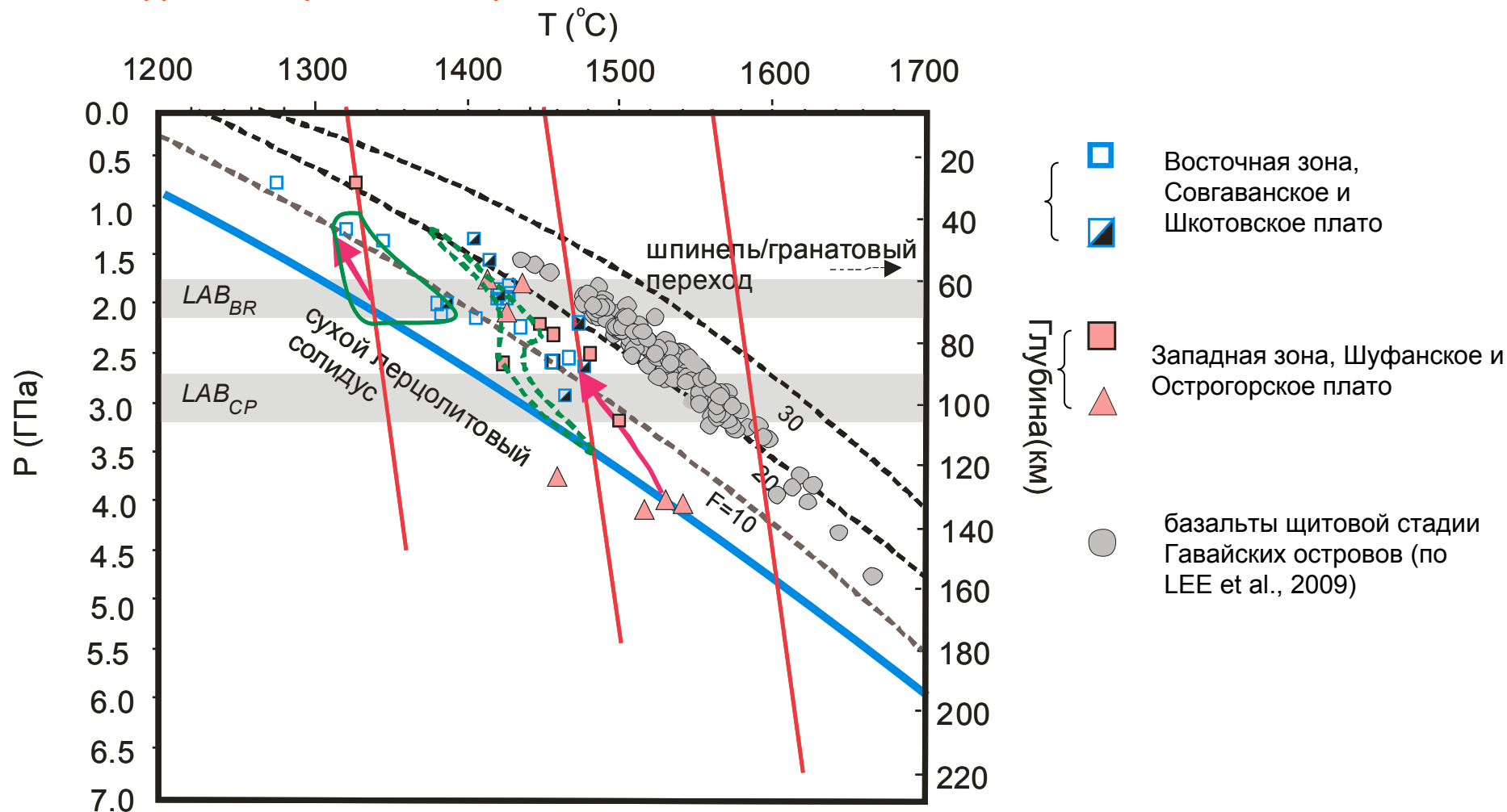
юг - пермская  
субдукция  
восточного  
направления

# Изотопные отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ и $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ в кайнозойских базальтах Восточного Сихотэ-Алиня



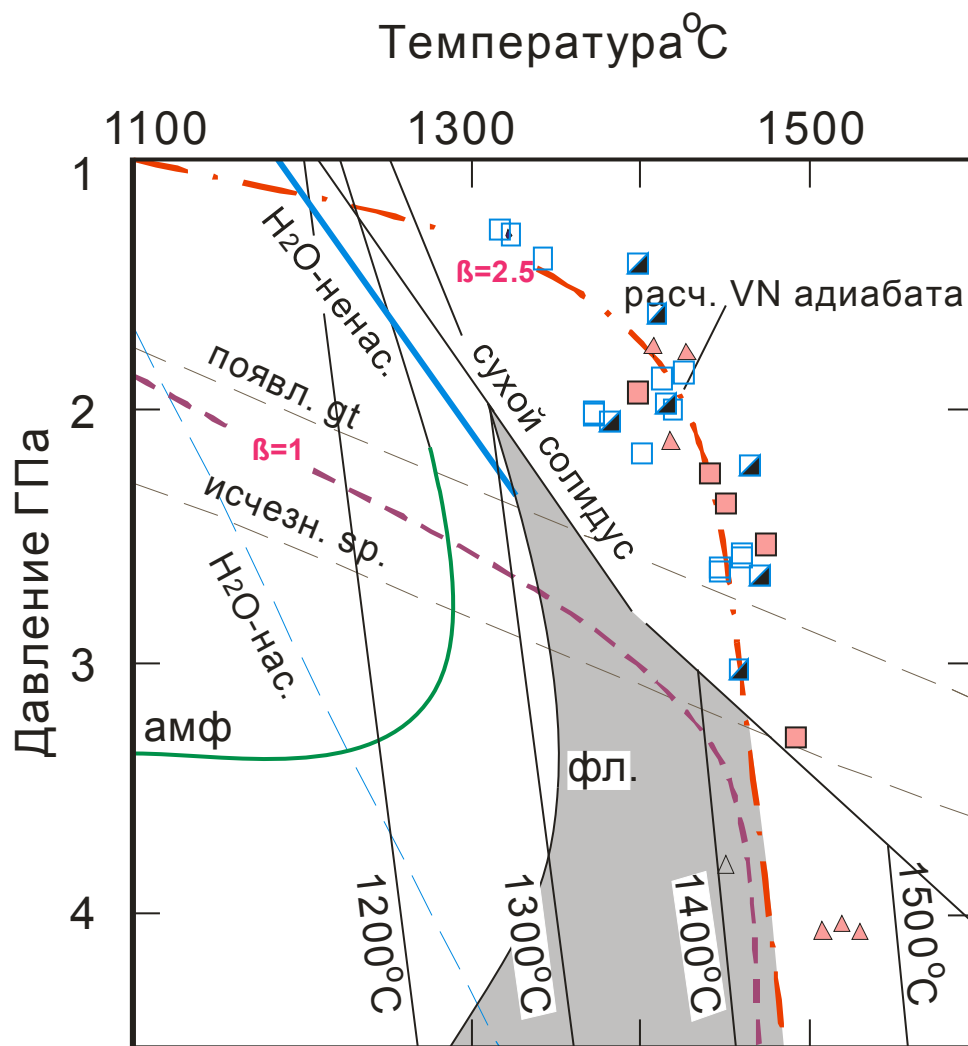
Смещение DM и EMI изотопных компонентов. Плюмовая либо астеносферная природа EMI?

## Рассчитанные температуры и давления генерации первичных магм позднемиоцен-плиоценовых платобазальтов



Ключевыми для решения проблемы ЕМІ мантии являются температуры и давления генерации первичных магм. Расчет этих параметров, с использованием геобарометра (Lee et al., 2009), свидетельствует о том, что ближайшими аналогами познекайнозойских вулканитов Восточного Сихотэ-Алиня являются базальты зон растяжения североамериканских Кордильер  $T_p = 1350 - 1450^\circ\text{C}$ ,  $P = 1.5 - 3.3$  ГПа (Lee et al., 2009) и.....

**P - T диаграмма для примитивных базальтов зон растяжения Вьетнама (по Flower et al., 1998). Потенциальная температура астеносферы - 1440 °C.**

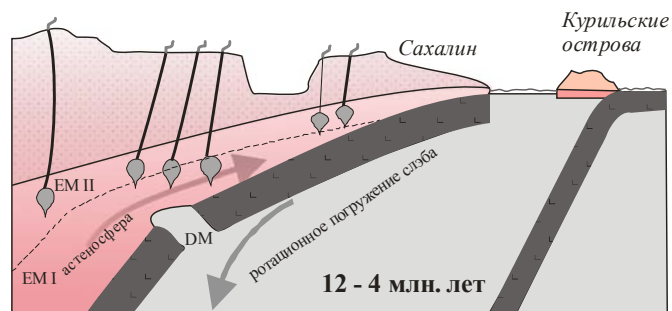


и Вьетнама (Flower et al., 1998).  $\beta$  - фактор растяжения = 2,5

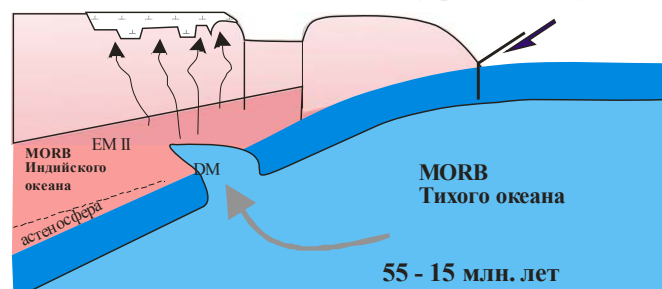




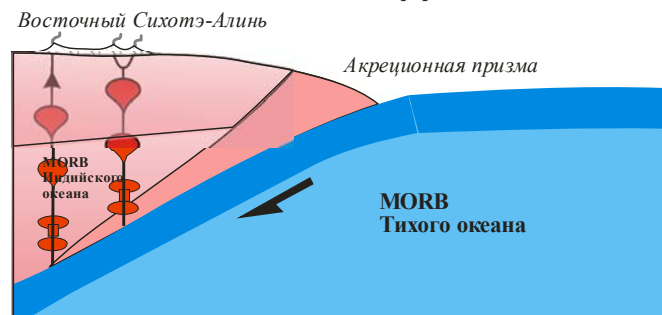
## Модель магматической эволюции Восточного Сихотэ-Алиня



Поздний миоцен-плиоцен  
внутриплитный вулканизм



Эоцен-олигоцен-ранний миоцен  
режим скольжения  
литосферных плит



Позний мел  
субдукционный режим

Позднемиоцен-плиоценовая магматическая активность происходила после раскрытия Япономорской котловины, но состав образующихся магм во многом определялся предшествующими тектоно-магматическими событиями. Участие в магмогенезис континентальной астеносферы с EM I изотопными характеристиками указывает на смену направлений мантийных потоков, связанную с блокирующим влиянием новой восточной зоны субдукции

Смену геодинамического режима в пределах рассматриваемой территории следует относить не к миоцену, а к границе палеогена и эоцена.

Пик эоцен-олигоцен-раннемиоценовой базальтовой активности (~ 37 – 35 млн. лет) соответствовал максимальному растяжению литосферы, разрыву позднемелового слэба, образованию слэб-виндоу, внедрению в литосферную мантию горячей океанической астеносферы

Формирование позднемеловых надсубдукционных вулканитов. Преобладание кислых эффузивов свидетельствуют о вовлечении в магмогенезис континентальной коры

# ВЫВОДЫ

- Восточно Сихотэ-Алиньский вулканический пояс является полигенной структурой, сформированной магматическими породами двух различных геодинамических этапов;
- Диагностическим признаком пород этапа скольжения литосферных плит являются отчетливые признаки эволюции изотопно-геохимических характеристик, обусловленные взаимодействием двух источников – реликтами надсубдукционной мантии и деплетированной океанической астеносферы;
- Можно ли поясовые вулканыты, сформированные на различных геодинамических этапах объединять в один вулканический пояс? Если нет, то как называть такие образования?

## Основные публикации по теме презентации

- Ханчук А.И., Голозубов В.В., Мартынов Ю.А., Симаненко В.П. Раннемеловая и палеогеновая трансформные континентальные окраины (калифорнийский тип) Дальнего Востока России // Тектоника Азии. М.: ГЕОС. 1997. С. 240 - 243.
- Мартынов Ю.А. Геохимия базальтов активных континентальных окраин и зрелых островных дуг на примере северо-западной Тихоокеанской. Владивосток: Дальнаука, 1999. 215 с.
- Ханчук А.И. Мартынов Ю.А. Тектоника и магматизм границ скольжения океанических и континентальных литосферных плит // Геологические процессы в зонах субдукции, коллизии и скольжения литосферных плит (материалы Всероссийской конференции с международным участием, Владивосток, 20-23 сентября 2011 г.). Владивосток: Дальнаука. 2011. С. 45-49.
- Мартынов Ю. А., Ханчук А. И. Кайнозойский вулканизм Восточного Сихотэ-Алиня: результаты и перспективы петрологических исследований // Петрология. 2013. №1 (в печати)

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**

