

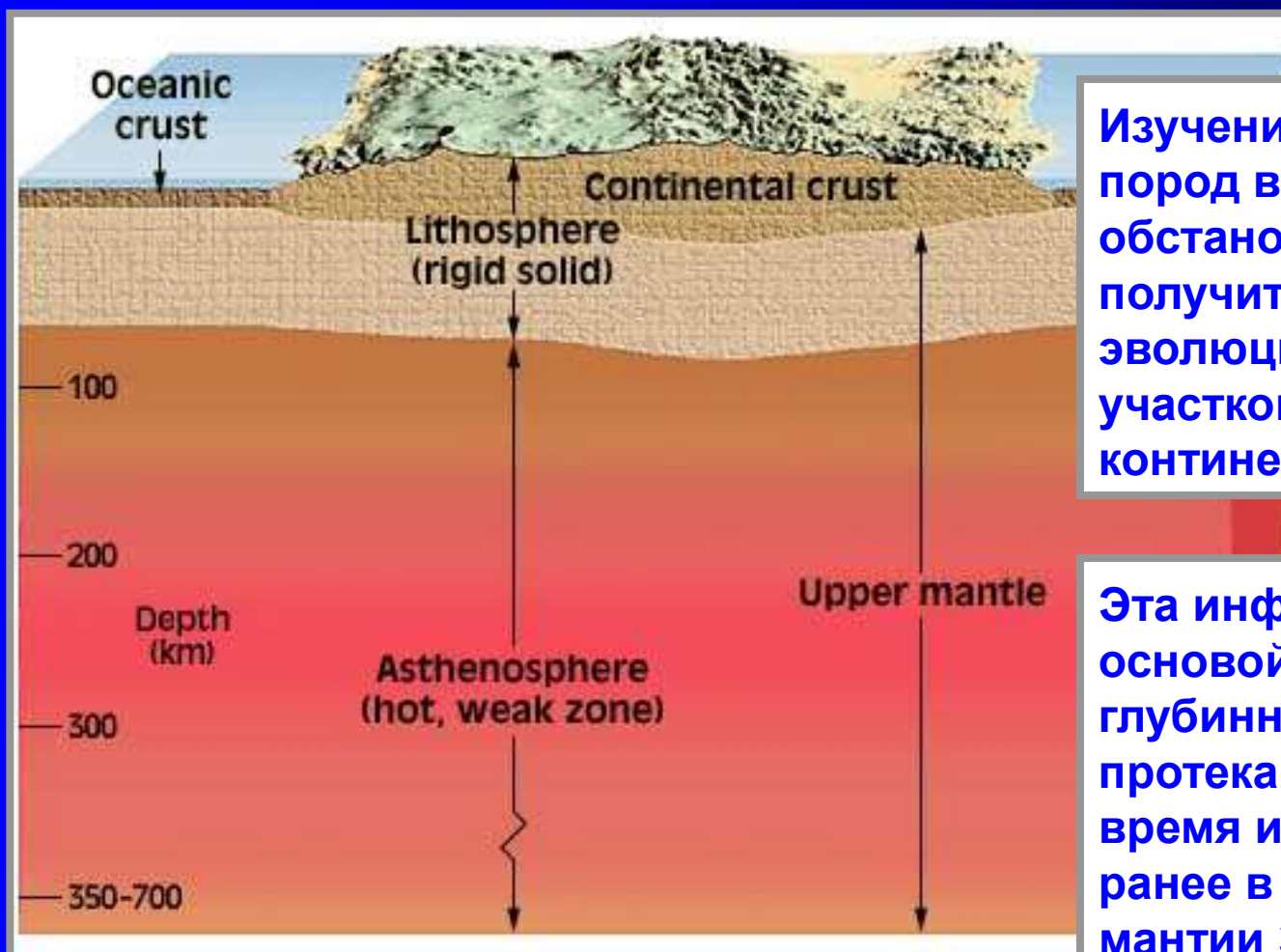
Тема занятия (лекция № 1):

ЗНАЧЕНИЕ И ЗАДАЧИ СПЕЦКУРСА

**“МАГМАТИЧЕСКИЕ ФОРМАЦИИ
СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ
ОБСТАНОВОК”**

**ПОНЯТИЯ МАГМАТИЧЕСКОЙ ФОРМАЦИИ
И МАГМАТИЧЕСКОЙ СЕРИИ**

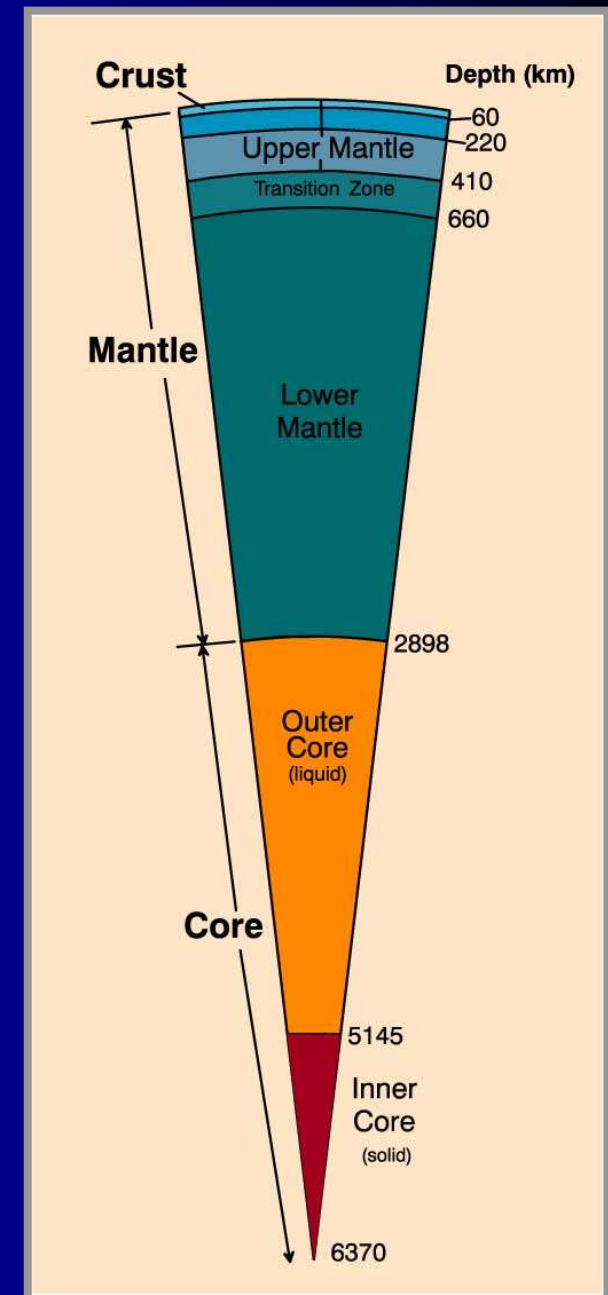
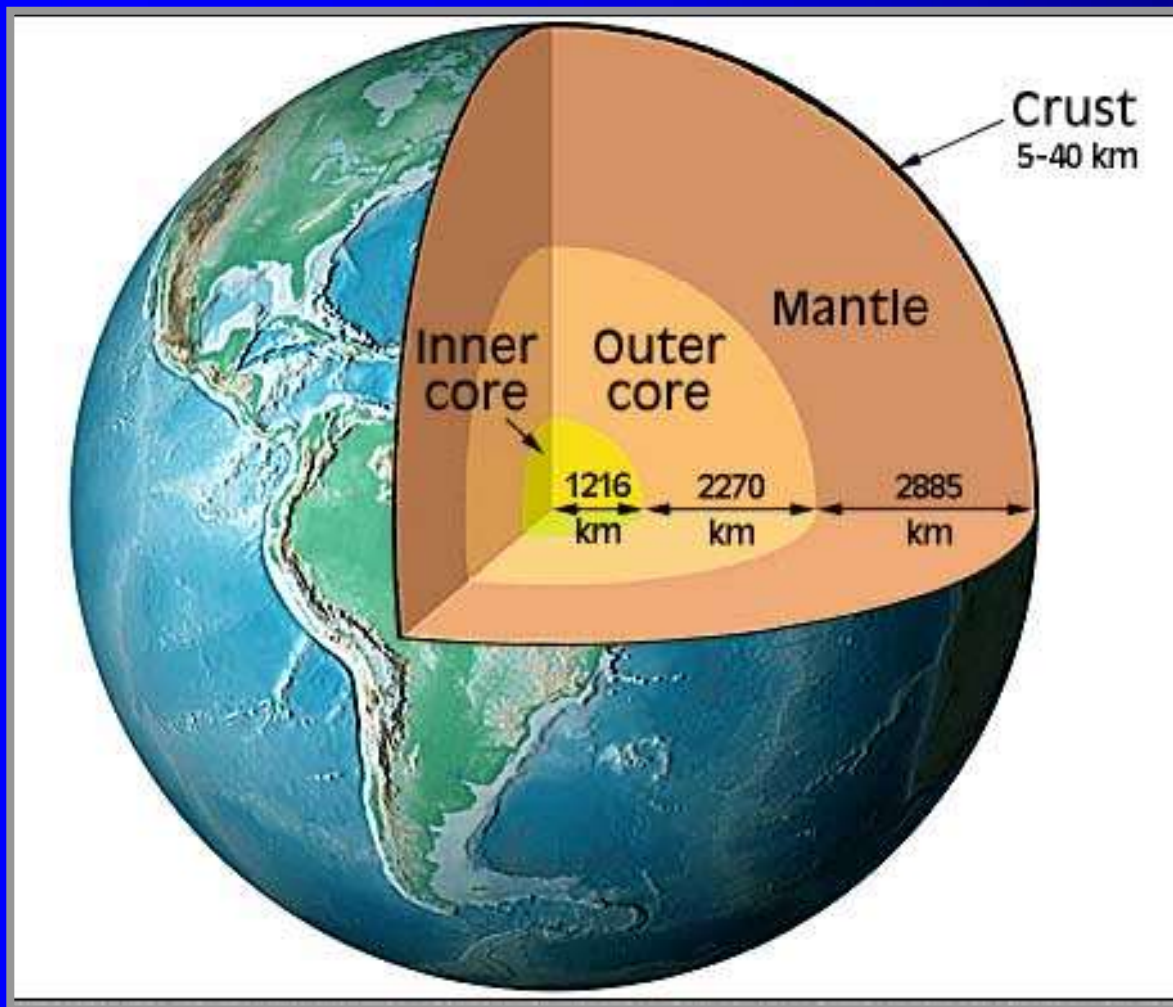
МАГМАТИЗМ – ИНДИКАТОР СОВРЕМЕННЫХ И ДРЕВНИХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ ЭВОЛЮЦИЮ ЗЕМЛИ



Изучение магматических пород в различных обстановках позволяет получить информацию об эволюции крупных участков океанической и континентальной коры.

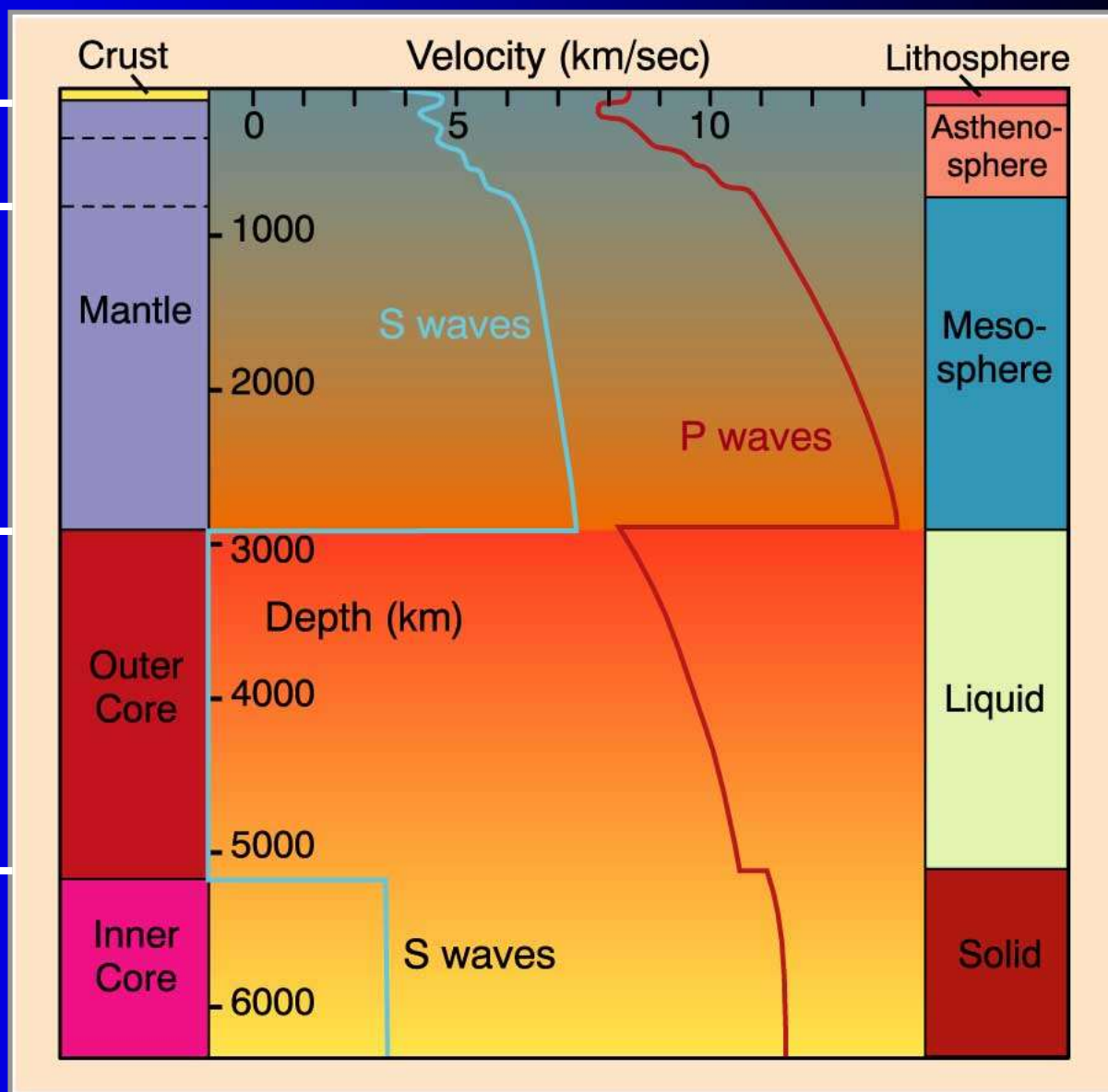
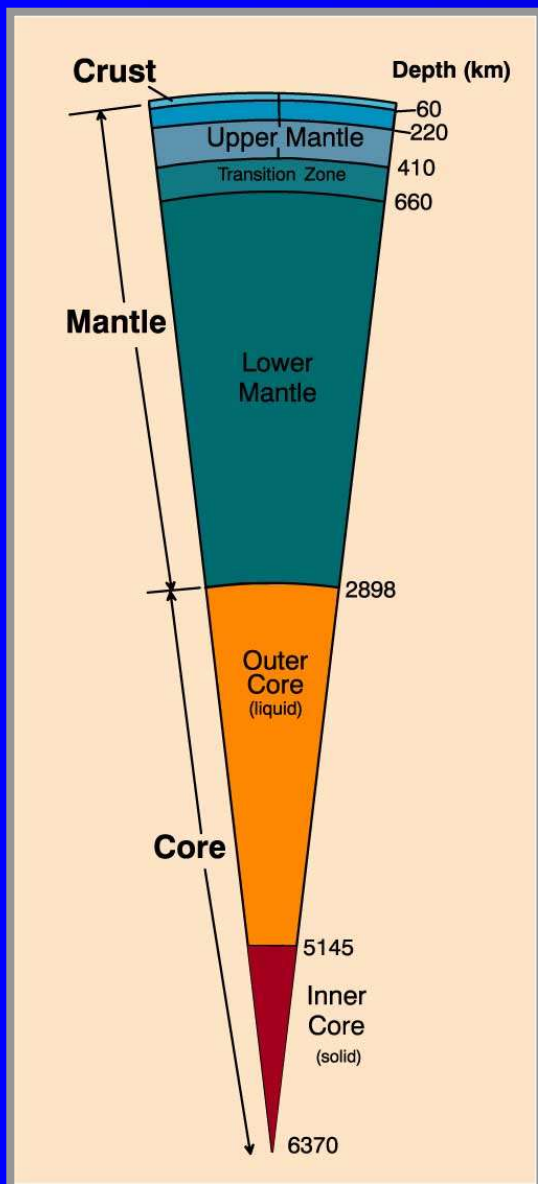
Эта информация служит основой для расшифровки глубинных процессов, протекающих в наше время и происходивших ранее в литосфере и мантии Земли.

ОБЩЕПРИНЯТАЯ СХЕМА ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ЗЕМЛИ

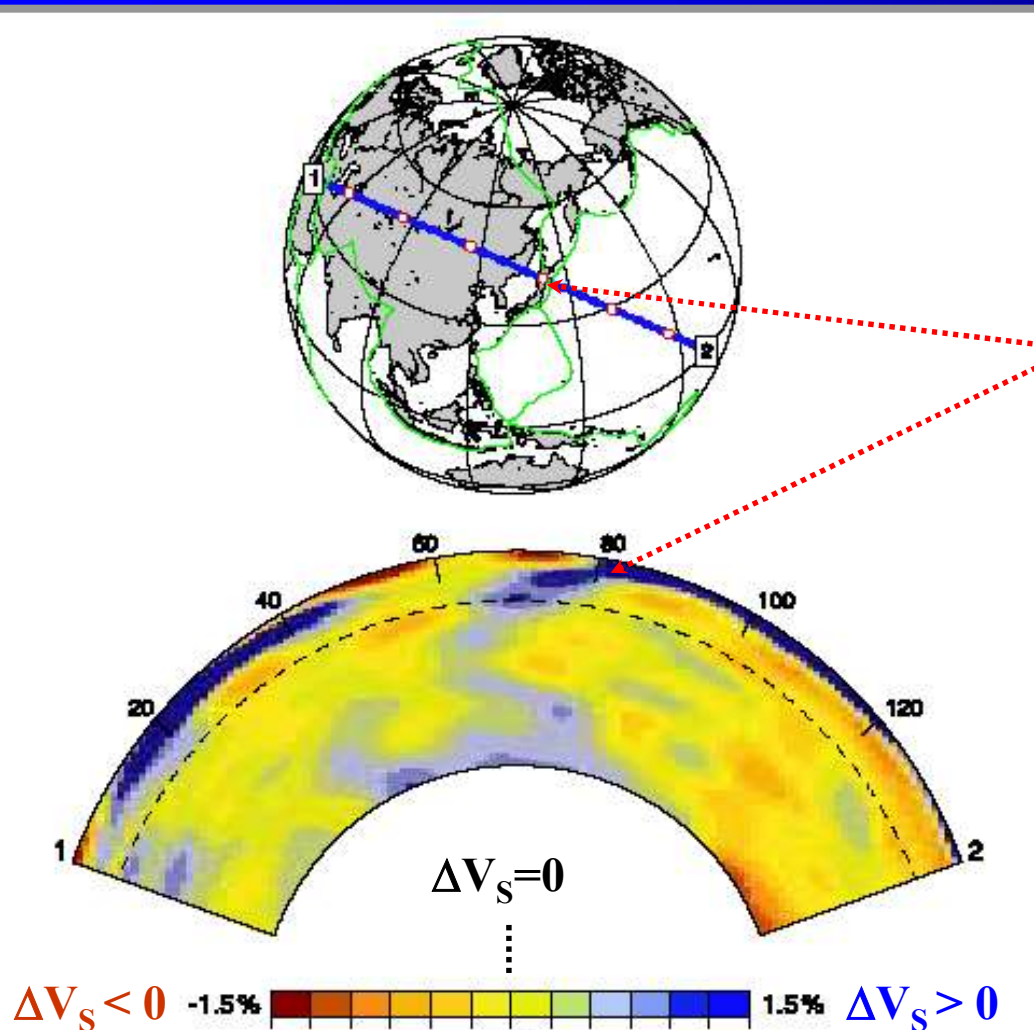


КАНОНИЧЕСКИЕ ПРОФИЛИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

(*P* – продольные, *S* – поперечные)



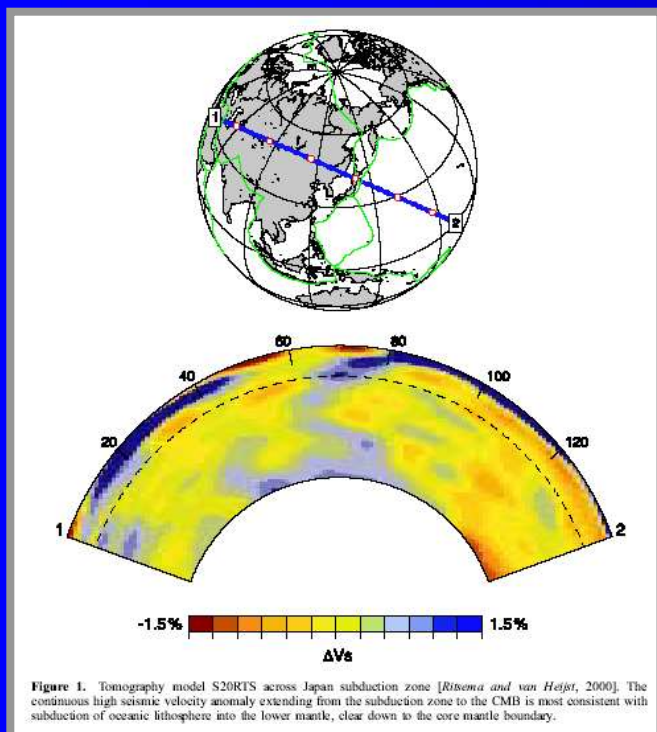
ПРИМЕР ГЛОБАЛЬНОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ТОМОГРАФИИ



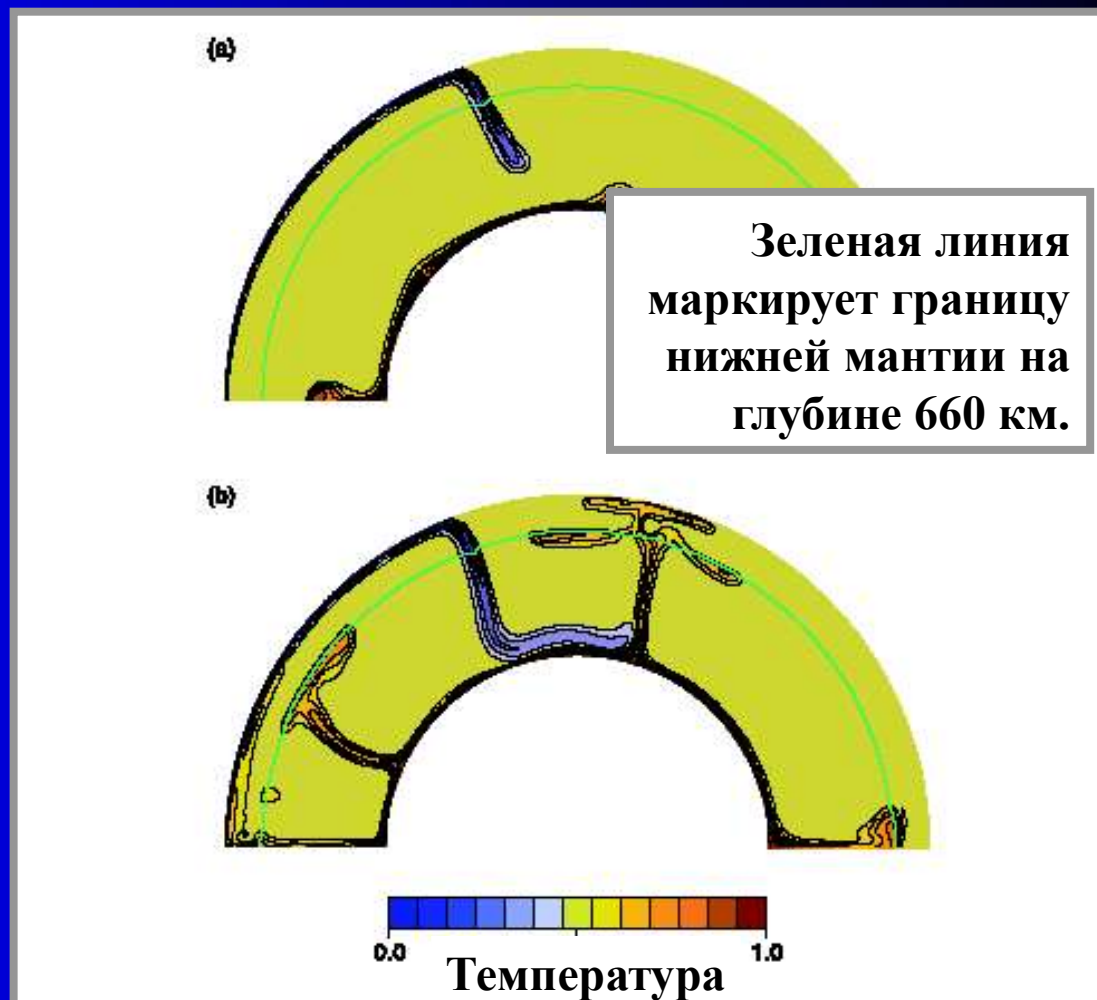
Протяженные положительные аномалии **S-волн** под субдукционной зоной Японских о-вов указывают на **погружение относительно холодной и плотной океанической литосферы** (возможно до границы ядро – мантия)

Положительные и отрицательные аномалии ΔV_s (%) характеризуют отклонения от среднего значения V_s на каждом уровне.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В МАНТИИ ЗЕМЛИ (по данным сейсмической томографии)

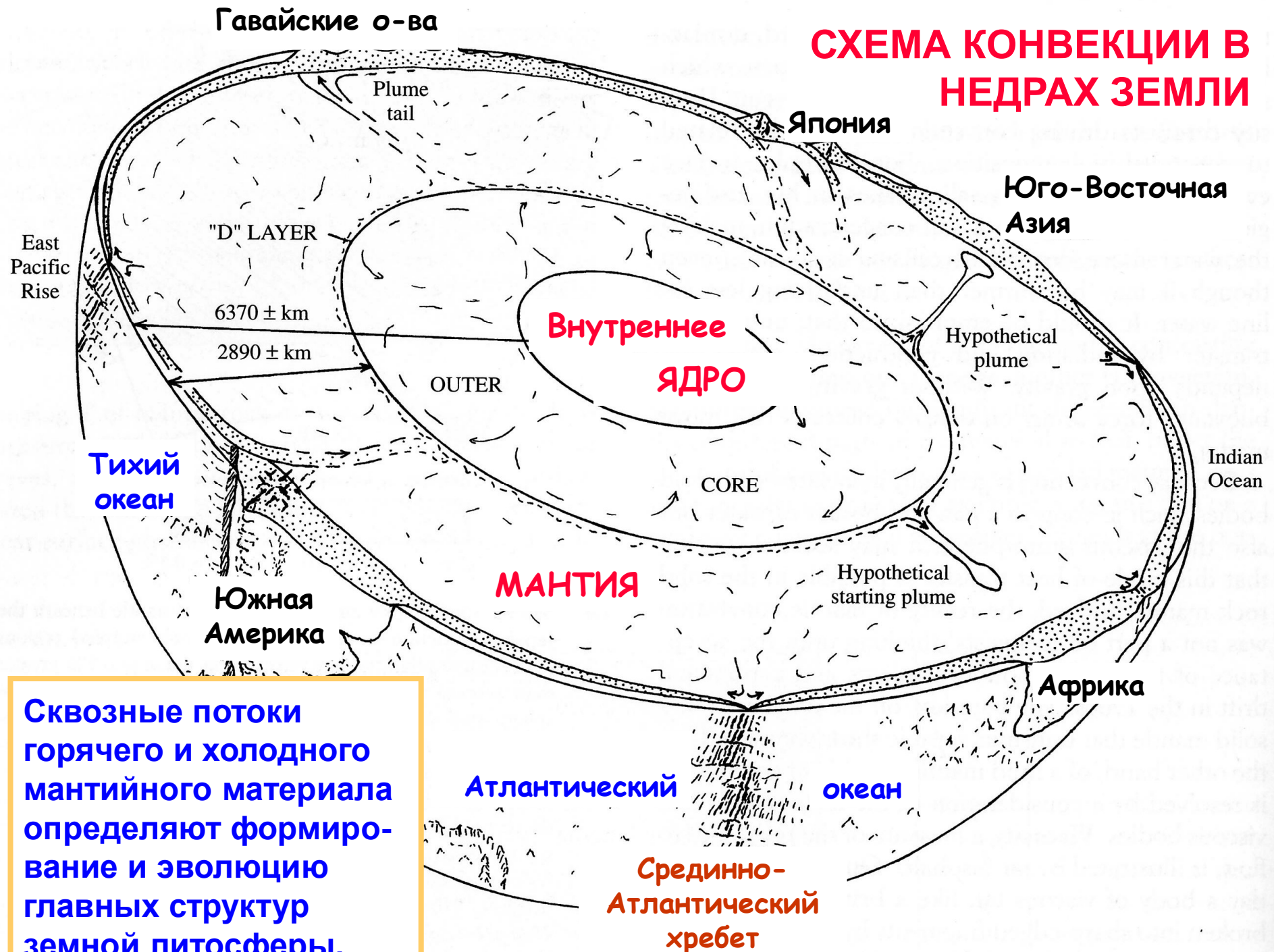


От сейсмических
профилей к
температурным
аномалиям !



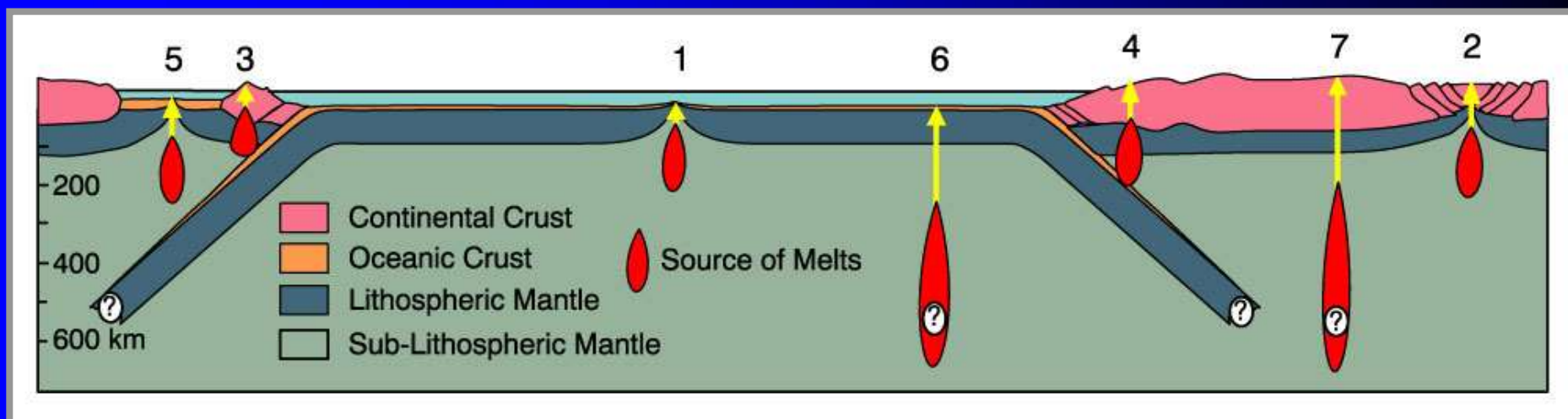
Эти горячие струи можно рассматривать как корни “плюмов”, индуцирующих магматизм внутри океанических и континентальных плит — так называемые *горячие точки*.

СХЕМА КОНВЕКЦИИ В НЕДРАХ ЗЕМЛИ



Сквозные потоки горячего и холодного мантийного материала определяют формирование и эволюцию главных структур земной литосферы.

ГЛАВНЫЕ ТИПЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК



1 - Срединно-океанические хребты,
2 - Внутриконтинентальные рифты,
3 - Островные дуги,
4 - Активные континентальные
окраины,

5 - Задуговые бассейны,
6 - Океанические острова,
7 - Проявления внутриконтинентального
магматизма
(карбонатиты, кимберлиты)

ДОСТИЖЕНИЯ ГЛАВНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ШКОЛ (к рубежу 70-х годов XX века)

РОССИЙСКАЯ И СОВЕТСКАЯ

КОНЦЕПЦИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ФОРМАЦИЙ

Разработка методов
формационного анализа
как основы
геологического картирования

ЗАПАДНО- ЕВРОПЕЙСКАЯ

ПРИНЦИПТЫ ВЫДЕЛЕНИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ СЕРИЙ

Разработка методов
реконструкции условий
образования породных
ассоциаций

Примерно с
80-х годов

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ
ФОРМАЦИЙ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ СЕРИЙ
МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД В РАМКАХ
КОНЦЕПЦИИ ТЕКТОНИКИ ПЛИТ

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ НАШЕГО КУРСА

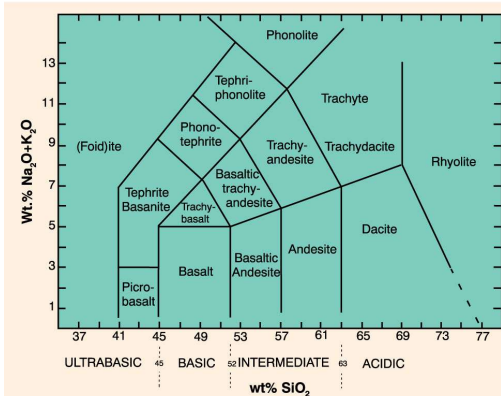
1. Подробное рассмотрение геолого-геохимических данных по формациям и сериям магматических пород.
2. Выявление связей между особенностями магматизма и геологическим положением пород.
3. Обучение методам оценки P - T - fO_2 условий образования пород и их мантийного источника.
4. Использование индикаторных и термодинамических характеристик для расшифровки древних геодинамических обстановок.



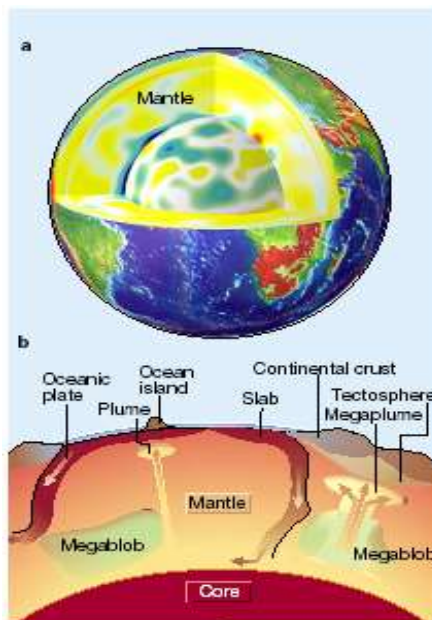
ВЫВОДЫ ОБ ЭВОЛЮЦИИ МАГМАТИЗМА,
СМЕНЕ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ И
ЗАРОЖДЕНИИ ГЛОБАЛЬНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ
ТЕЧЕНИЙ В МАНТИИ ЗЕМЛИ

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ НАШЕГО КУРСА

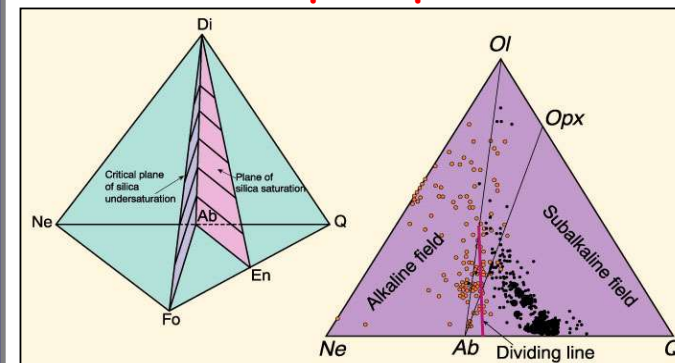
Петрохимическая типизация



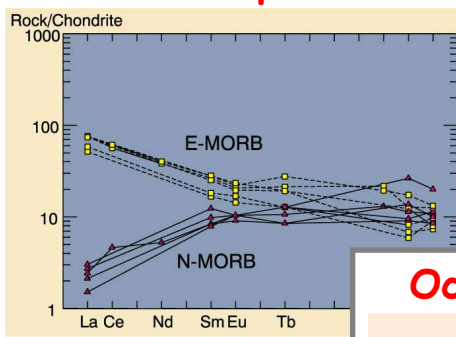
ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ



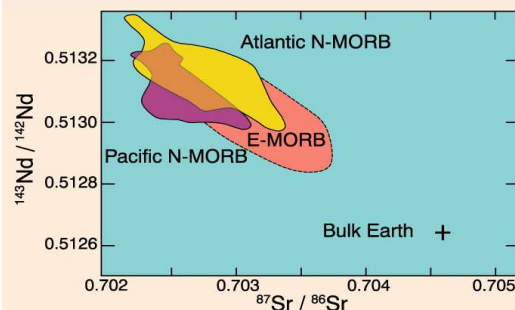
Фазовые характеристики магм



Геохимическая специфика



Особенности изотопии



ВЫЯВЛЕНИЕ
индикаторной роли
магматизма

ОЦЕНКА
термодинамических
и динамических
условий
образования
магматических
пород

ПОНЯТИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ И МАГМАТИЧЕСКОЙ ФОРМАЦИИ

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ФОРМАЦИЯ

совокупность пород, устойчиво повторяющаяся во времени и пространстве в конкретной геотектонической обстановке

Характеризуется определенным типом металлогении

МАГМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЦИЯ

в начале – синоним ассоциации изверженных пород, связанных общим местом и временем образования

начиная с 60-х годов рассматривается как частный случай геологической формации

ПРИМЕРЫ МАГМАТИЧЕСКИХ ФОРМАЦИЙ

НА ПЛАТФОРМАХ:

трапповая, анортозитовая, лампроитовая, кимберлитовая, нефелиновых сиенитов и т.д.

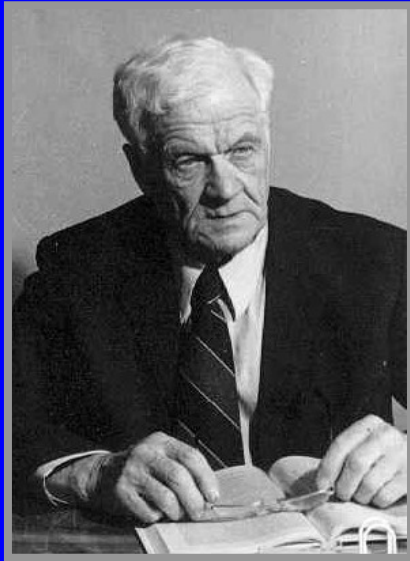
В ОКЕАНАХ:

толеитов срединных хребтов (MORB), базальтов океанических островов (OIB) и др.

НА ОСТРОВНЫХ ДУГАХ:

островодужных базальтов (IAB)и андезитов, шошонитовая и др.

ГЛАВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА



Ю.А. Кузнецов
(1903-1982)

- ✓ **ВЫДЕЛЕНИЕ ФОРМАЦИЙ** при полевых исследованиях
- ✓ **ТИПИЗАЦИЯ ФОРМАЦИЙ** по вещественному составу
- ✓ **КЛАССИФИКАЦИЯ ФОРМАЦИОННЫХ ТИПОВ** по геотектоническому положению, металлогении и т.д.

ВЫДЕЛЕНИЕ МАГМАТИЧЕСКОЙ ФОРМАЦИИ проводится путем геологического картирования

Включает идентификацию конкретных тел магматического происхождения, петрографическое описание пород и их пространственных соотношений, отнесение к определенному типу геолого-тектонического развития региона

Совокупность этих геологических тел составляют **конкретную магматическую формацию** или **региональный магматический комплекс**

ОДНОЗНАЧНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ В ПЕТРОГРАФИЧЕСКОМ КОДЕКСЕ РОССИИ

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС

МАГМАТИЧЕСКИЕ,
МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ, МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ,
ИМПАКТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Издание второе

Статья П.2.4. Комплекс является базовым петрографическим подразделением для эндогенных образований всех типов. Он объединяет конкретные геологические тела и их совокупности, сложенные парагенезом эндогенных кристаллических горных пород, принадлежащих к одному типу и к одному классу глубинности, развитых обычно в пределах одной структурно-вещественной зоны и сформированных в течение отрезка времени в рамках единого этапа развития этой зоны. Все члены комплекса должны быть связаны отношениями, отражающими динамику единого геологического (магматического, метаморфического, метасоматического) процесса. Кроме того, они должны обладать такой спецификой состава пород и такими особенностями морфологии, строения и соотношения с вмещающей средой геологических тел, которые позволяют сделать вывод об общности их образования в определенной геодинамической обстановке в процессе единого этапа развития эндогенного режима.

Комплекс картографируется как совокупность тел конкретной ассоциации кристаллических пород и является той ключевой петрографической единицей, которую следует выделять на геологических картах и в их легендах, помещать в корреляционные схемы и сводные литостратиграфические колонки и использовать как основу при описании геологических образований региона.

Дополнительные таксономические характеристики – рождают на картах структуру легенд

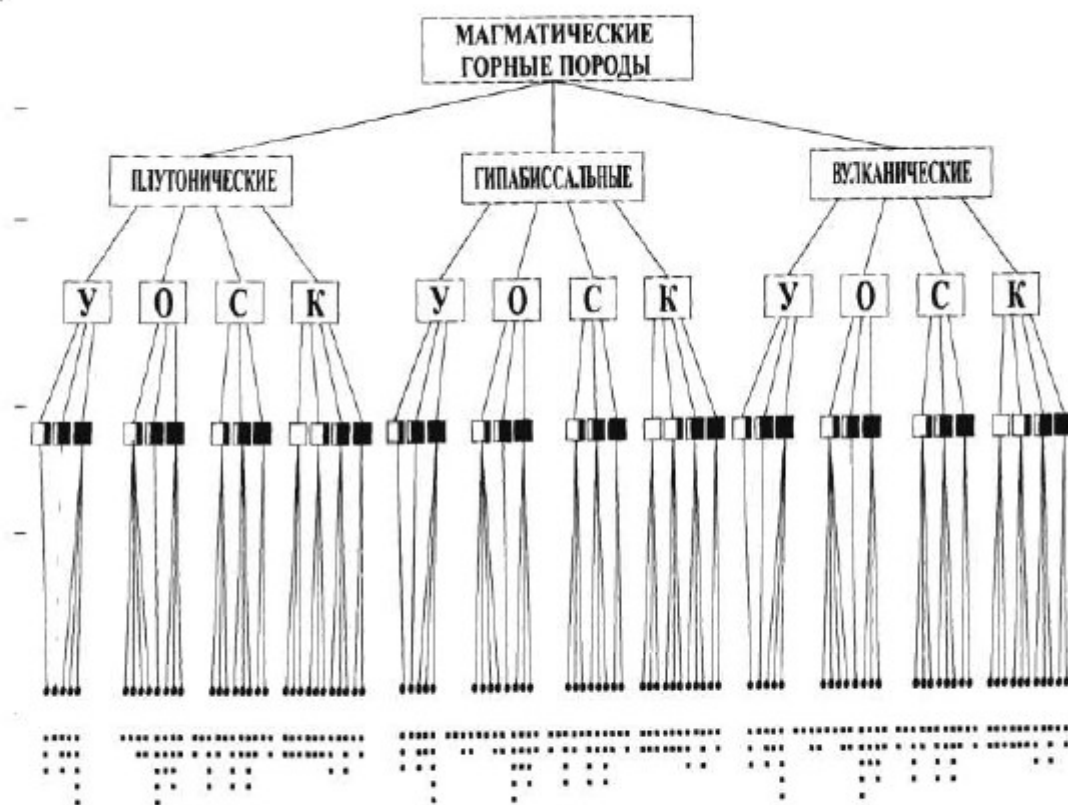
ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС

МАГМАТИЧЕСКИЕ,
МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ, МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ,
ИМПАКТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Изда

Таксономические категории	К р и т е р и и в ы д е л е н и я т а к с о н о в
Тип	По характеру геологического процесса (по способу образования)
Класс	По фаціальным условиям образования (по глубинности образования)
Отряд	По содержанию SiO_2 , %: <30 низко- и некремнеземистые* 30-45 - ультраосновные (У) 45-53 - основные (О) 53-64 - средние (С) 64-78 - кислые (К) >78 - высококремнеземистые (ультракислые)
Подотряд	По общей щелочности: □ — низкощелочные ▤ — нормальнощелочные ▨ — умереннощелочные ■ — щелочные
Семейство	По положению точек составов в системе координат $\text{SiO}_2/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$, отраженному в главных количественно-минералогических признаках
Вид	По комплексу дополнительных количественно-минералогических и петрохимических признаков

Таксономические подразделения (таксоны)



*Несиликатные и низкосиликатные (высоко-, низко- и некремнеземистые) горные породы имеют специфические принципы систематики, поэтому таксоны более низких категорий для них в данной схеме не приводятся.

Рис. III.1. Схема многоступенчатой систематики магматических горных пород

КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

(карта мантийного магматизма России, 1995)

ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС

МАГМАТИЧЕСКИЕ,
МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ, МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ,
ИМПАКТНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Издание второе

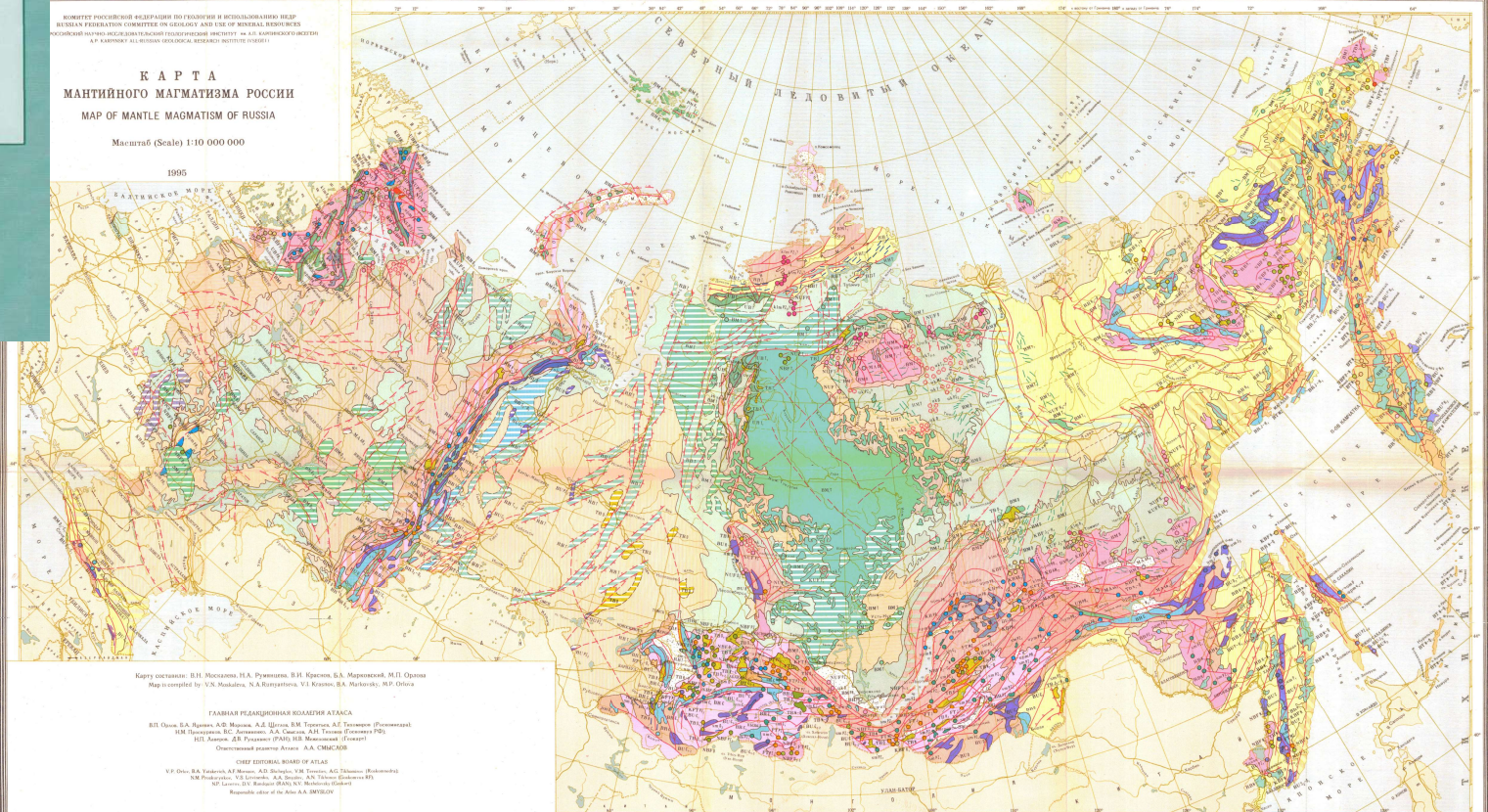
Санкт-Петербург • 2008

КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ГЕОЛОГИИ И ИСПОЛЗОВАНИЮ НЕДР
RUSSIAN FEDERATION COMMITTEE ON GEOLOGY AND USE OF MINERAL RESOURCES
КОМПЕТЕНТНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А.А. КОЖЕВНИКОВА
А.Р. КАРИКОВ, НАУЧНЫЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ СО РАН

КАРТА МАНТИЙНОГО МАГМАТИЗМА РОССИИ MAP OF MANTLE MAGMATISM OF RUSSIA

Масштаб (Scale) 1:10 000 000

1995



Карта составлена: В.И. Удальцов, Н.А. Рузавина, В.П. Крюков, Б.А. Маринин, М.П. Орлов
Map compiled by: V.I. Udal'tsov, N.A. Ruza'vina, V.P. Kryukov, B.A. Marinin, M.P. Orlov

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ АТЛАСА

В.И. Орлов, Б.А. Никитин, А.В. Мокеев, А.Д. Щитов, Е.М. Тютчев, А.Г. Тютчев (Редколлегия)
В.М. Писаревский, Е.С. Антонов, А.А. Савин, А.П. Топко, Е.А. Гусев (Ред.)
П.И. Алексеев, Д.В. Гусев (Ред.) В.В. Мухоморов (Редколлегия)
Оценочный редактор: А.А. Савин

СНЕР EDITORIAL BOARD OF ATLAS

V.I. Orlov, B.A. Nikitin, A.V. Mokreev, A.D. Shchitov, E.M. Tyutchev, A.G. Tyutchev (Editorial Board)
V.M. Pisarevskiy, E.S. Antonov, A.A. Savin, A.P. Topko, E.A. Gusev (Editorial Board)
P.I. Alexeev, D.V. Gusev (Editorial Board) V.V. Muxomorov (Editorial Board)
MP Gusev (V.V. Muxomorov) (Editorial Board)
Reviewing editor of the Atlas: A.A. SAVIN

У С Л О В Н Ы Е

Информационные данные	Магматический тип	Магматический тип	ВРЕМЯ ПРОЯВЛЕНИЯ									
			И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
ПРЕДКАМБРИЙСКИЙ	КВ	КВ	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
КАМБРИЙСКИЙ	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
ПРЕКАМБРИЙСКИЙ	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

О Б О З Н А Ч Е Н И Я

Информационные данные	Магматический тип	Магматический тип	ВРЕМЯ ПРОЯВЛЕНИЯ									
			И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
ПРЕДКАМБРИЙСКИЙ	КВ	КВ	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
КАМБРИЙСКИЙ	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
ПРЕКАМБРИЙСКИЙ	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

Л E G E N D

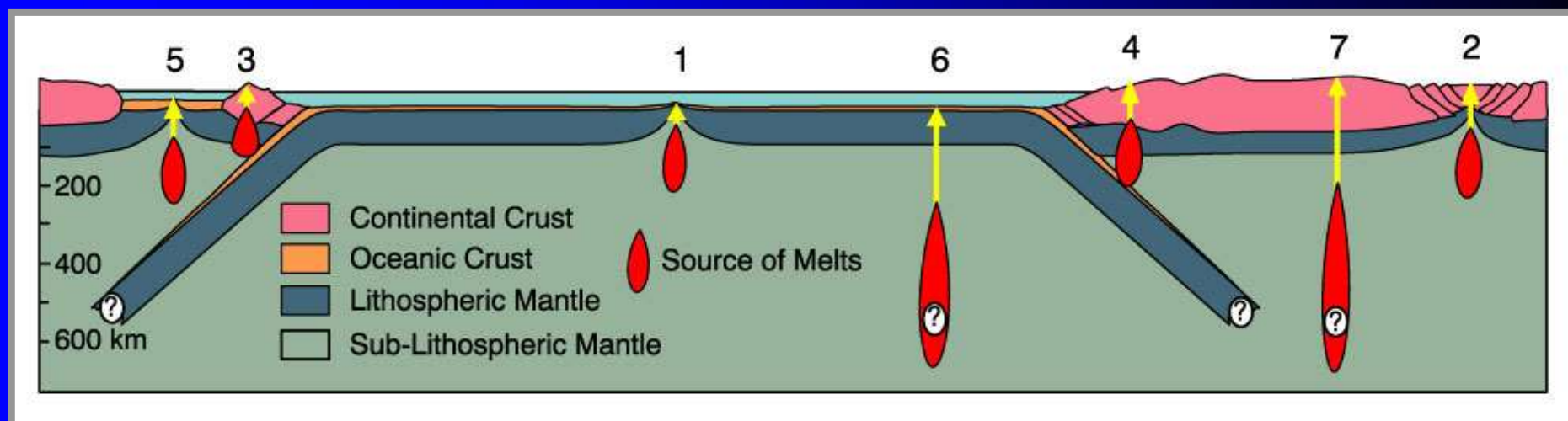
Информационные данные	Магматический тип	Магматический тип	ВРЕМЯ ПРОЯВЛЕНИЯ									
			И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
ПРЕДКАМБРИЙСКИЙ	КВ	КВ	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
КАМБРИЙСКИЙ	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
ПРЕКАМБРИЙСКИЙ	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
	В	В	И	Р	С-Р	С-Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

ГЛАВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА

ТИПИЗАЦИЯ КОНКРЕТНЫХ ФОРМАЦИЙ включает сравнение выделенных ассоциаций с ранее изученными этадонами внутри региона или за его пределами

Эталонные формации называются **"абстрактными" формациями** – в том смысле, что не привязаны к конкретному региону, структуре или времени образования

Абстрактные формации называют еще **формационными типами**



ПРОБЛЕМЫ КАРТОГРАФИИ МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

(современное состояние дел)

На картах России позиционировано более 23000 магматических объектов, которые объединены в 2.5 тыс комплексов.

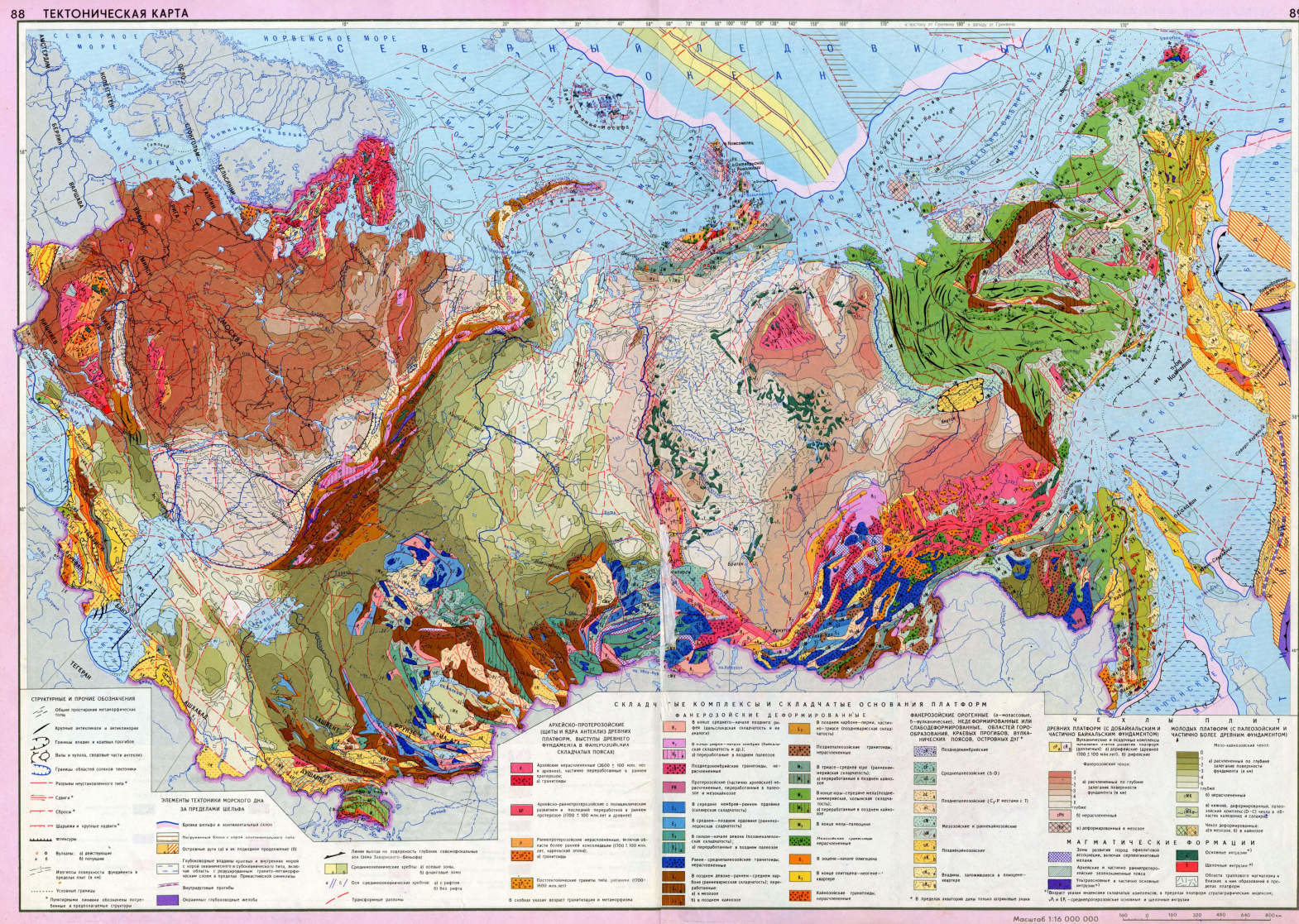
Это явно избыточно, подразумевая необходимость коррекции и пересмотра базовых легенд магматических комплексов на картах разных масштабов.

Сложнейшая задача, требующая больших человеческих ресурсов – особенно, учитывая несколько десятилетий, потраченных на систематизацию данных и выработку легенд!

При этом ряд специалистов ставят вопрос о необходимости учета геодинамической позиции комплексов, их геохимической специфики, данных об абсолютных возрастах...

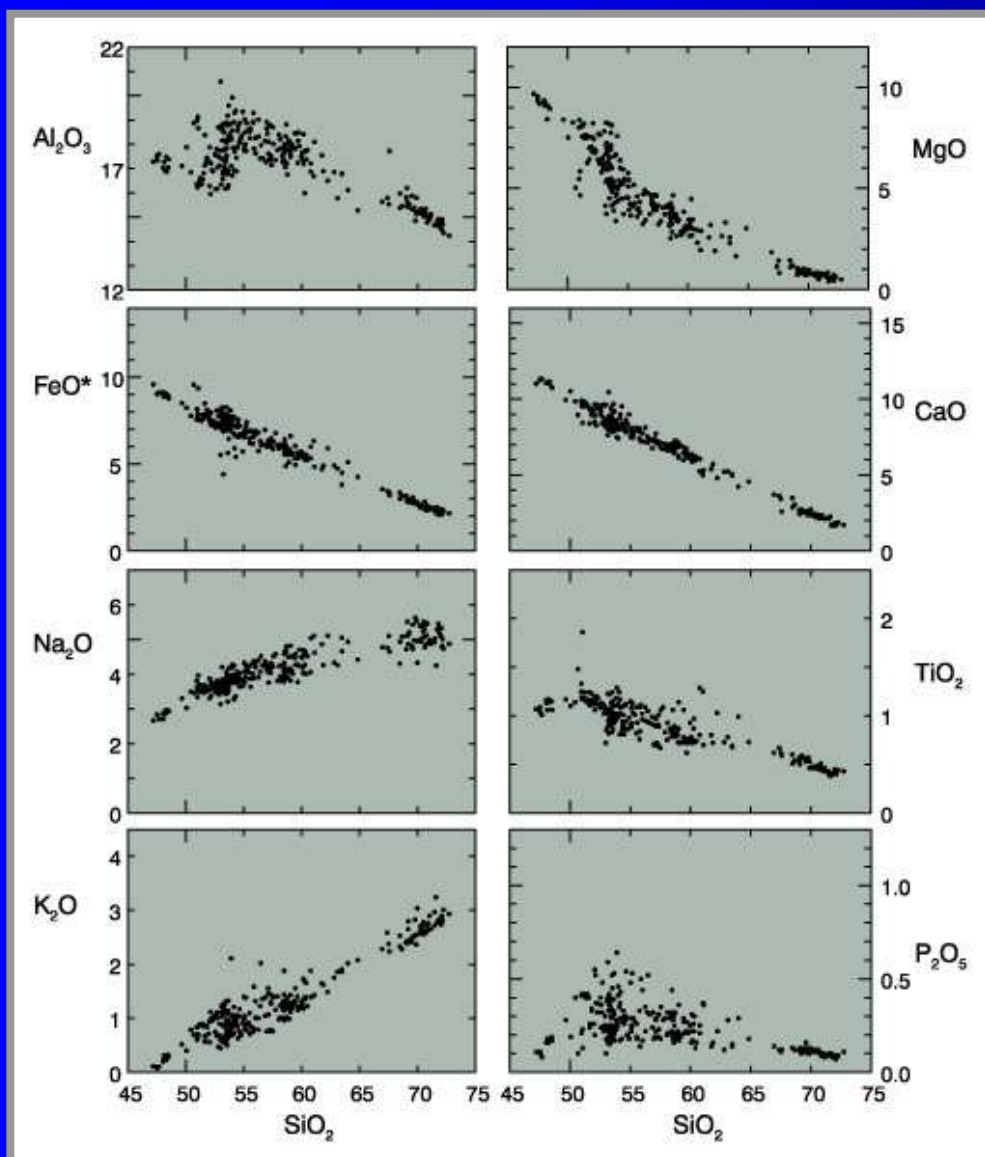
Существует и “Тектонический кодекс России”,

очевидно с близкими проблемами, учитывая, что рождались многие тектонические карты в годы доминирования теории вертикальных движений земной коры



ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАГМАТИЧЕСКОЙ СЕРИИ И ПРИНЦИПЫ СЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА

СЕРИАЛЬНОСТЬ ПОРОД В МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ



Составы пород конкретных магматических комплексов обычно выстраиваются в сублинейные последовательности содержаний оксидов, которые называются **петрохимическими трендами**

ДИАГРАММЫ ХАРКЕРА (зависимость от SiO_2)

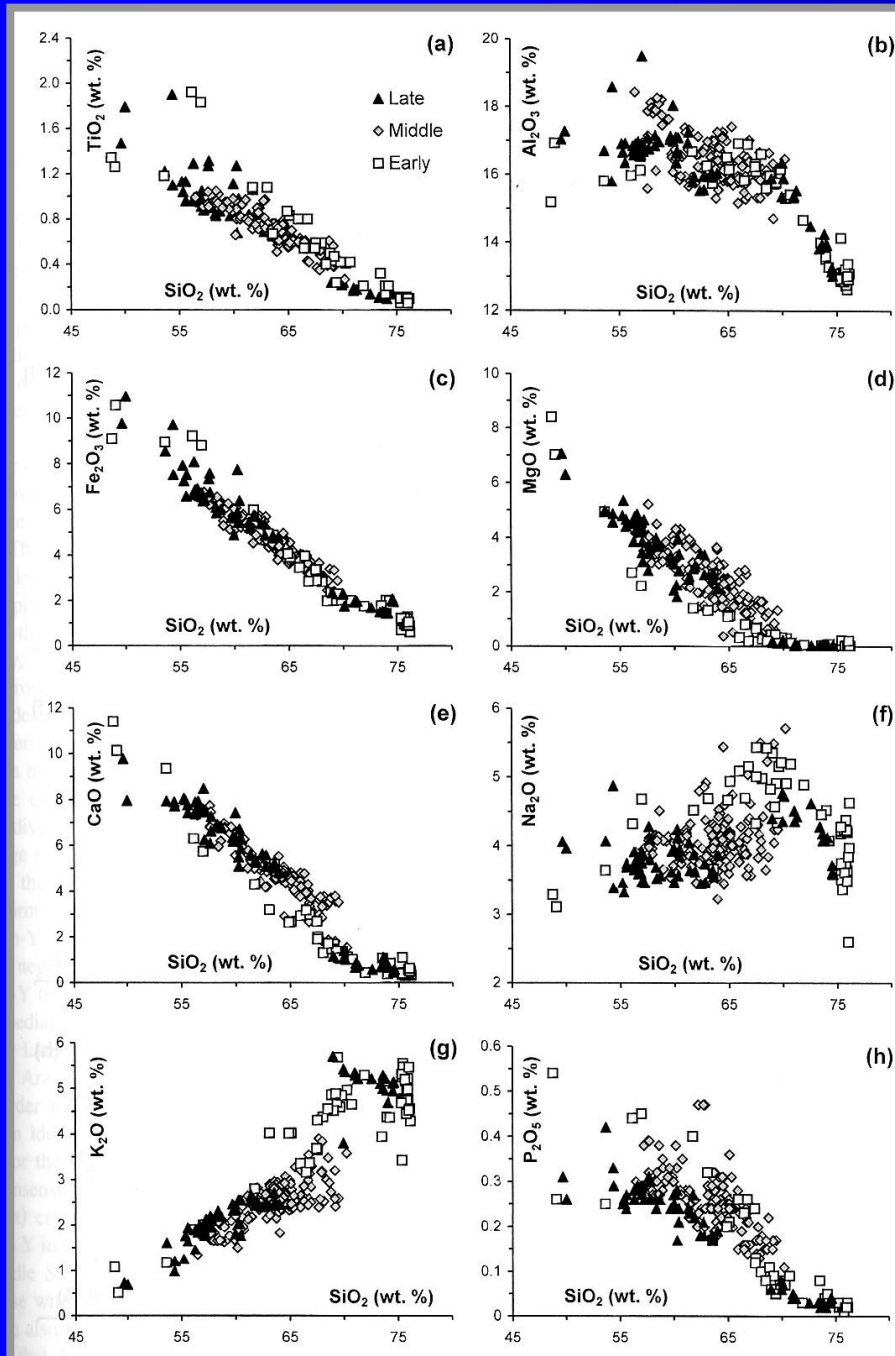
Составы 310 вулканических пород из Кратерного озера г.Мазама (штат Орегон, США)

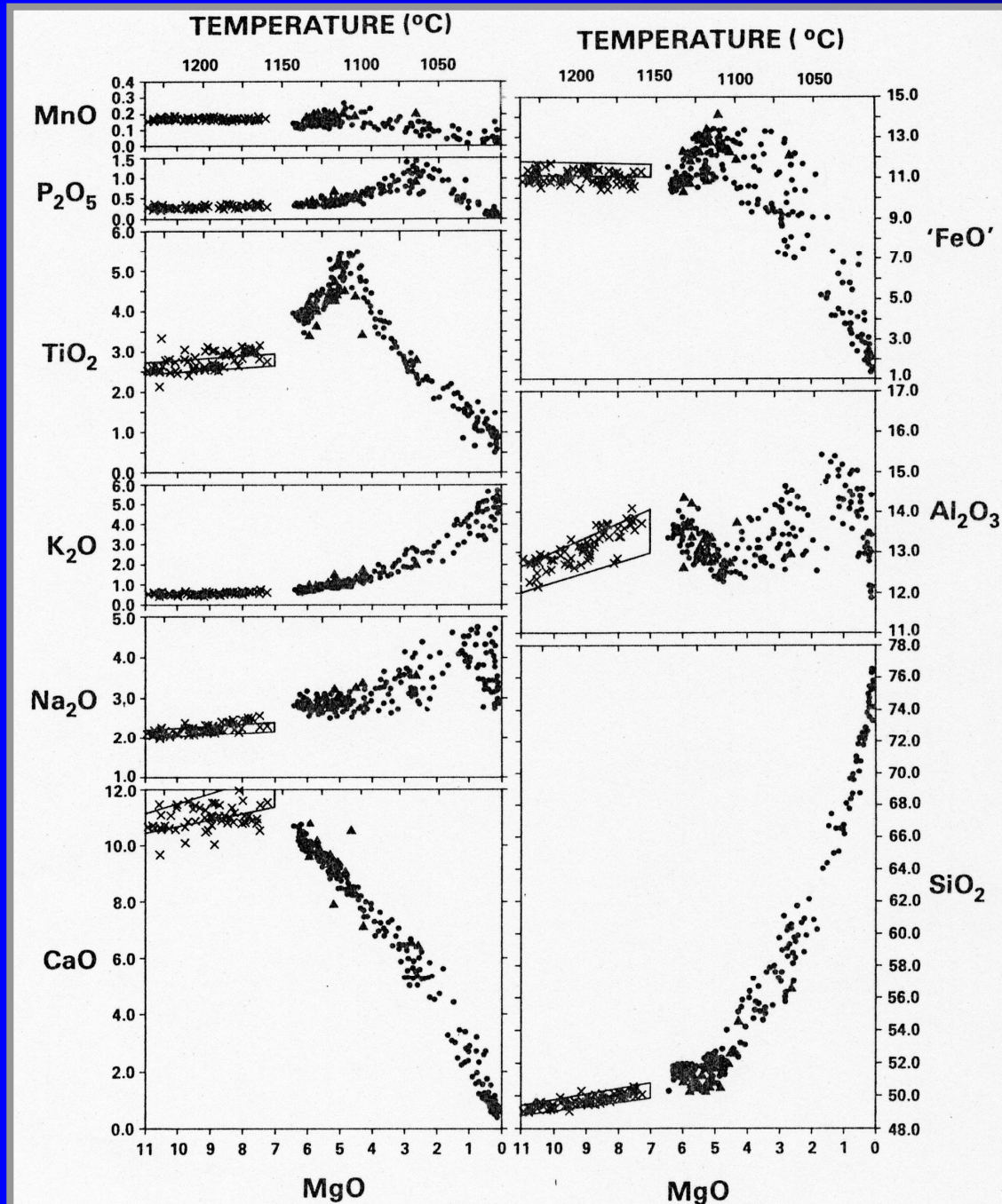
Другой пример диаграмм Харкера

Вновь прослеживаются суб-линейные тренды содержаний оксидов

Подобные соотношения установлены в сотнях магматических комплексов Земли

Составы вулканических пород плато Эрзерум (северо-восточная Турция)





Графики зависимости составов пород от содержания MgO и температуры

Графики интересны тем, что серийность пород проявляется не только в виде композиционных трендов, но также зависимости от температуры ликвидуса пород и стекол

Это подсказывает, что формирование серийности каким-то образом связано с изменением температуры !

Составы базальтов и интерстициальных стекол из лавового озера на о. Гавайи

ПОНЯТИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОБЩНОСТИ ПОРОД И ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ МАГМЫ

ЛОГИКА РАССУЖДЕНИЙ В НАЧАЛЕ XX ВЕКА:

СЕРИАЛЬНОСТЬ ПОРОД

→ проявление генетического родства

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РОДСТВО

→ указывает на общность источника

ОБЩИЙ ИСТОЧНИК

(исходная магма)

→ подразумевает наличие процессов, которые приводят к разделению исходного вещества или его взаимодействию с коровыми материалами с образованием композиционных последовательностей пород

Процессы, которые могут привести к образованию различных магматических пород из общего источника, получили название **дифференциации магмы**

О РОЛИ Н.БОУЭНА В МАГМАТИЧЕСКОЙ ПЕТРОЛОГИИ

Bowen N.L. Evolution of Igneous Rocks.
Princeton University. 1928. 332 p.

Магматическая серия – совокупность изверженных пород, образованных из общего источника в условиях доминирования одного главного механизма дифференциации, обусловленного процессом кристаллизации магмы.

Таким образом, понятие формации или ассоциации связывают место и время образования пород,

а магматической серии – место, время и условия образования (источник и механизм дифференциации).



NORMAN L. BOWEN
(1887 - 1956)

КЛАССИФИКАЦИИ МАГМАТИЧЕСКИХ СЕРИЙ

ПО ОТНОСИТЕЛЬНЫМ ОБЪЕМАМ ДИФФЕРЕНЦИАТОВ

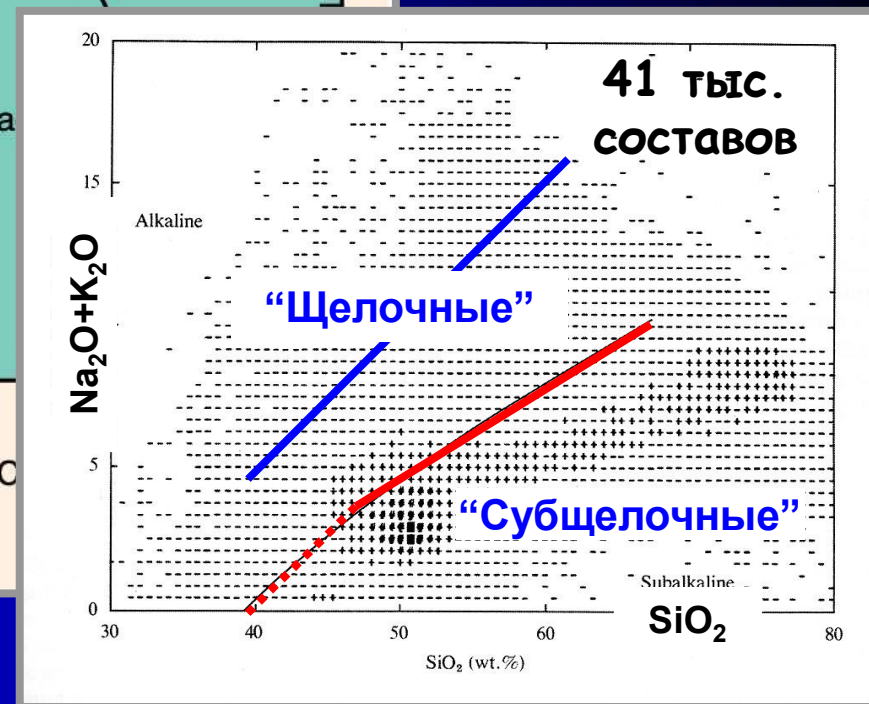
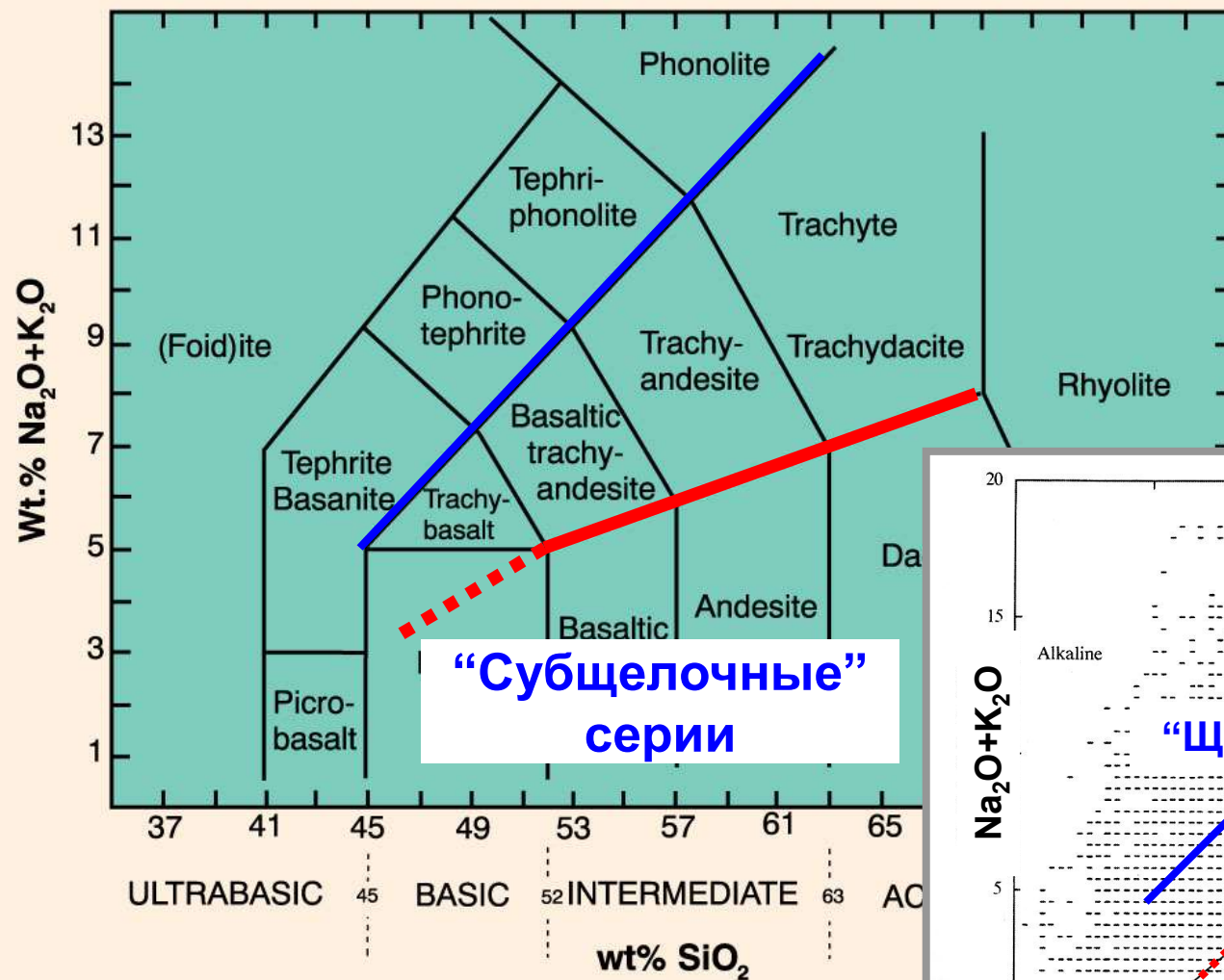
1. **Однородные** – представлены одним типом пород (напр., базальтами или андезитами)
2. **Непрерывные** – без разрыва составов на вариационных диаграммах (напр., базальт – андезит – дацитовые серии)
3. **Контрастные** – с явным разрывом составов на вариационных диаграммах (как правило бимодальные, напр., базальт – риолитовые серии)

ПО ХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ С УЧЕТОМ

1. **Петрохимических характеристик** – соотношения щелочей и кремнезема, отношения FeO/MgO и т.д.
2. **Геохимических особенностей** – распределение РЗЭ, отношения La/Yb , Y и Zr и многие другие
3. **На основе петрохимических и геохимических характеристик** (наиболее достоверный подход в плане геодинамических реконструкций)

ГЛАВНЫЕ ТИПЫ МАГМАТИЧЕСКИХ СЕРИЙ

(петрохимия вулканических пород)



КЛАССИФИКАЦИЯ СЕРИЙ ВУЛКАНИЧЕСКИХ ПОРОД

(Петрографический комитет АН СССР, 1981)

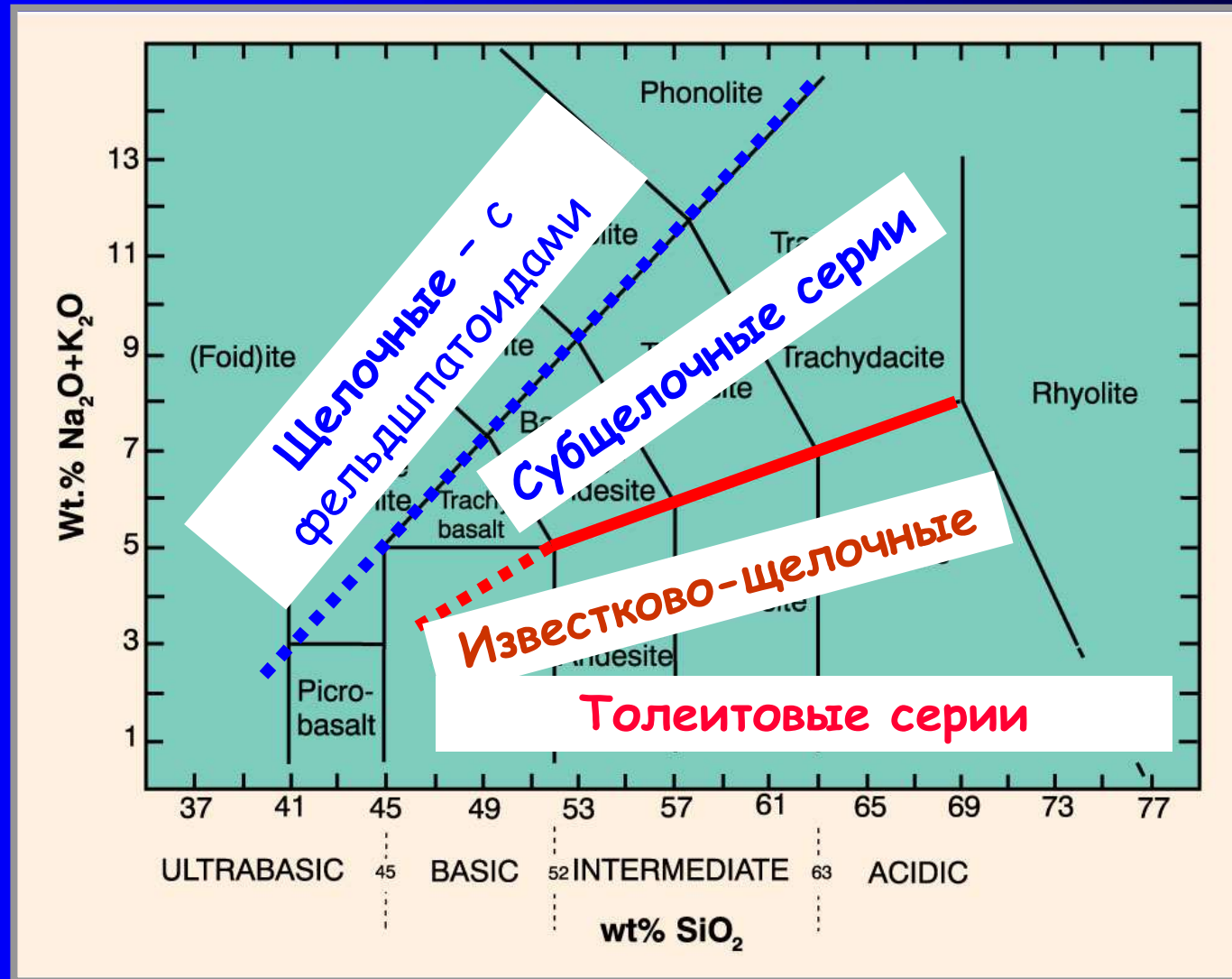


ДИАГРАММА ПИКОКА

По величине **индекса Пикок** (точке пересечения двух трендов) магматические серии можно разделить на:

Щелочные

$$\text{SiO}_2 < 51$$

Щелочно-известковые

$$51 < \text{SiO}_2 < 56$$

Известково-щелочные

$$56 < \text{SiO}_2 < 61$$

Известковые = толеитовые
 $61 < \text{SiO}_2$

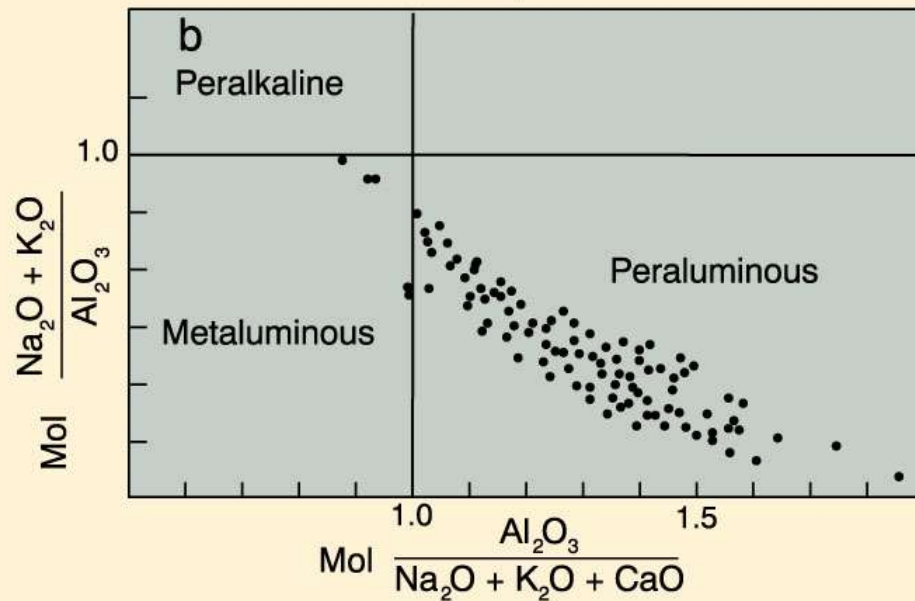
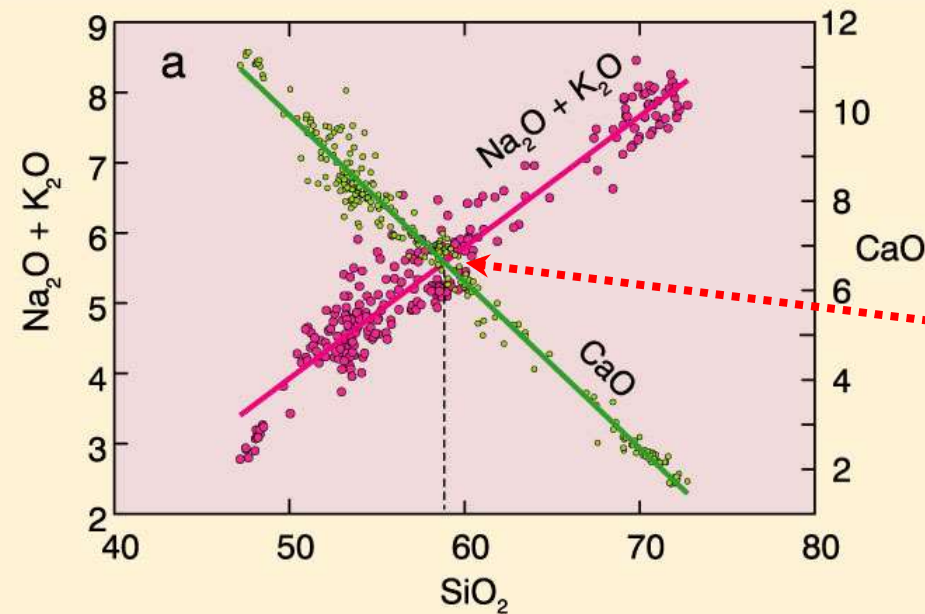
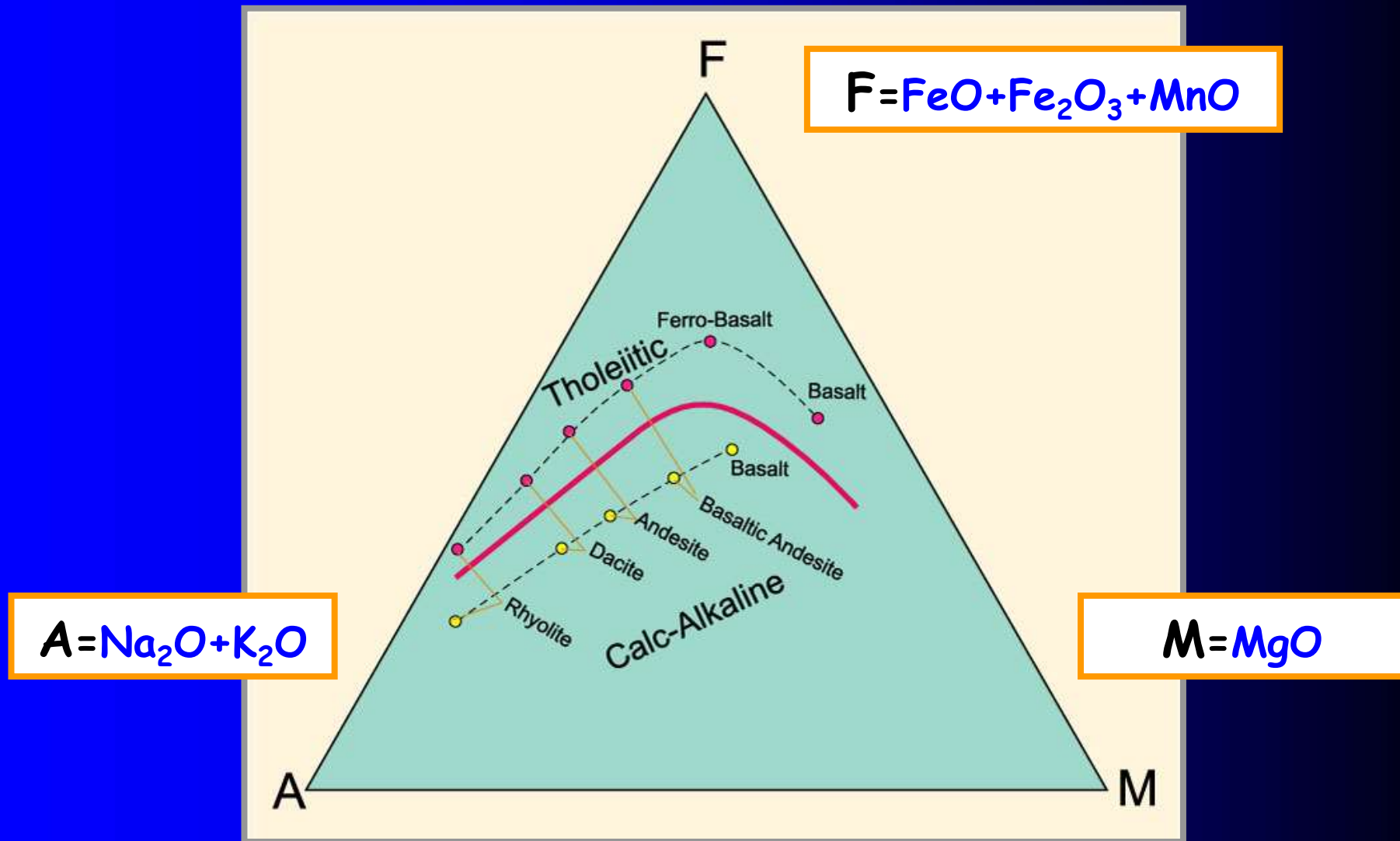
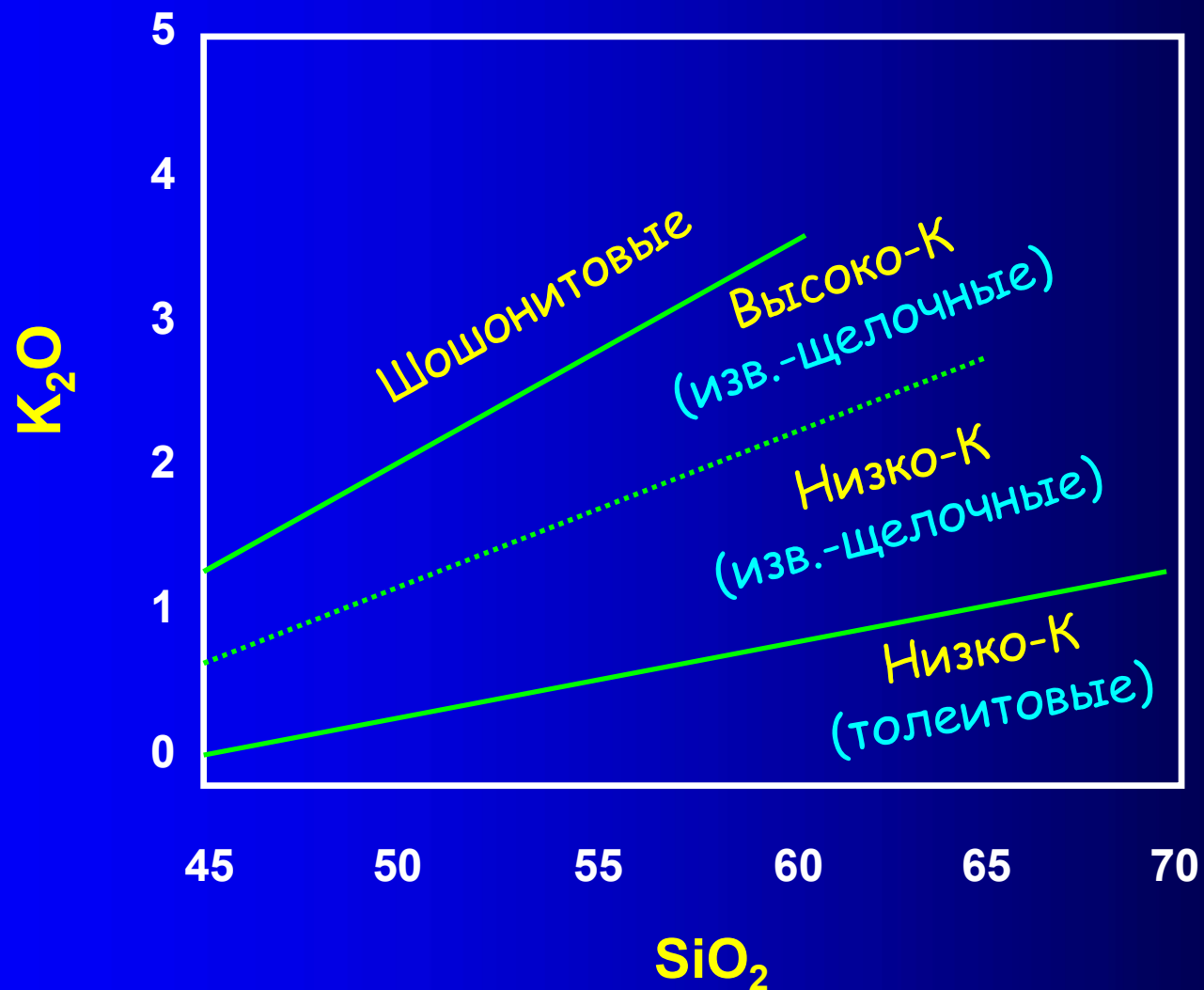


ДИАГРАММА "AFM"

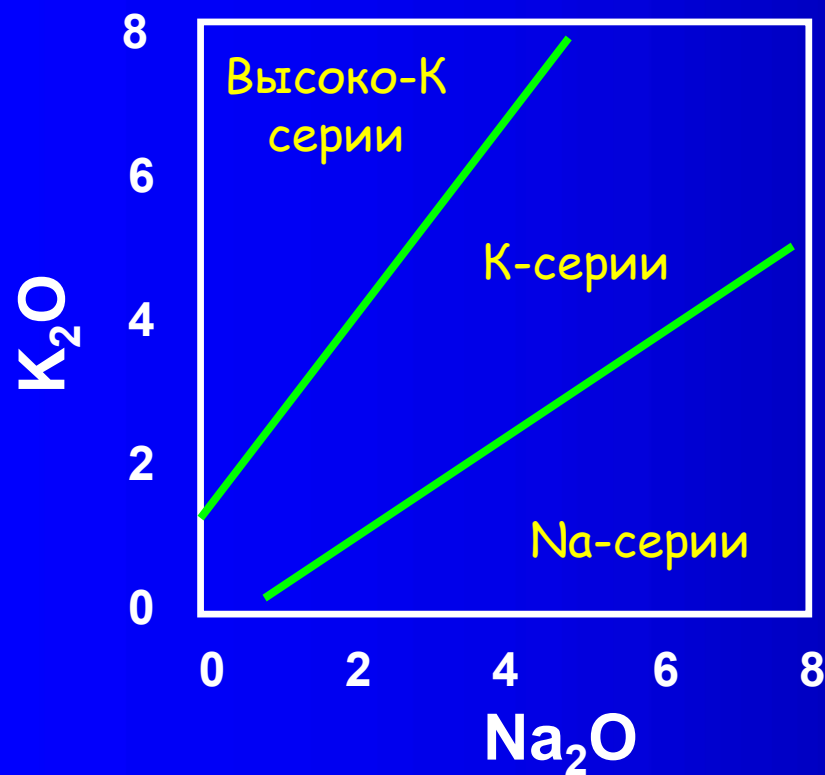


ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ДЕЛЕНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ СЕРИЙ ПО СОДЕРЖАНИЮ K_2O



РАЗДЕЛЕНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ СЕРИЙ ПО СООТНОШЕНИЮ K_2O И Na_2O

Зарубежные
специалисты



Российские
петрологи

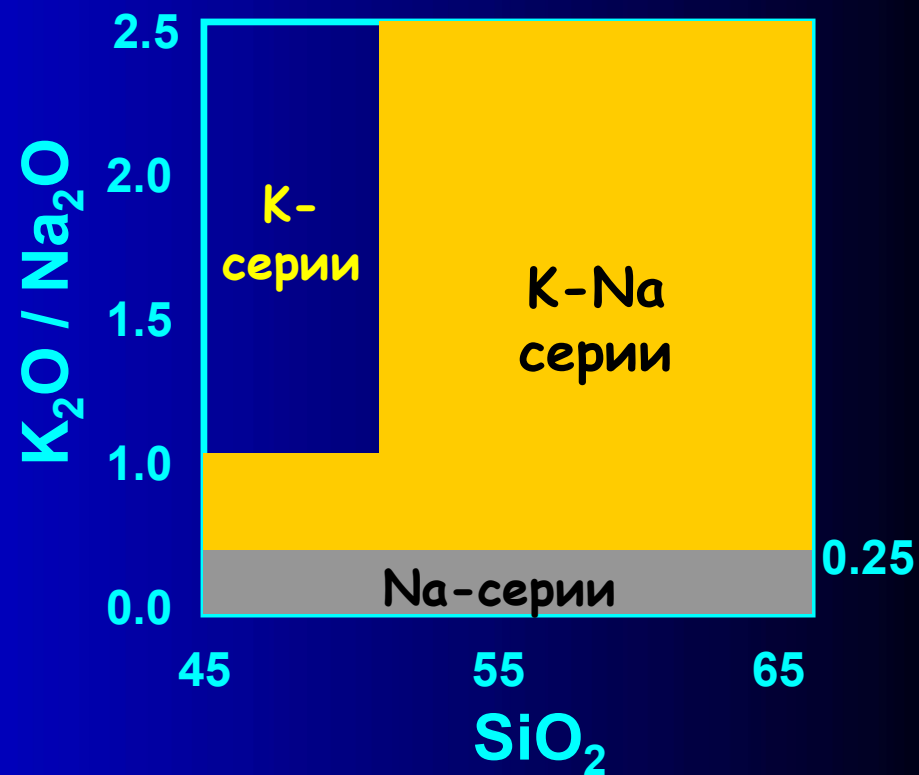


СХЕМА ПЕТРОХИМИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СЕРИЙ

Выборка составов пород

ЩЕЛОЧНЫЕ
(с модальным FS)

K_2O/Na_2O

SiO_2

К-серии
К-Na-серии
Na-серии

СУБЩЕЛОЧНЫЕ
(без модального FS)

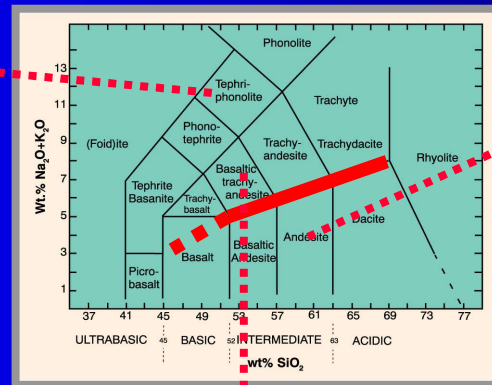
К-серии
К-Na-серии
Na-серии

Известково-щелочные

К-серии
К-Na-серии
Na-серии

Толеитовые

К-Na-серии
Na-серии



НОРМАЛЬНОЙ
ЩЕЛОЧНОСТИ

