## Земля как система оболочек, объединённых каналами глубинной дегазации \*

\*Глубинная дегазация Земли влияет на землетрясения, погоду, урожайность растений, интенсивность роста леса и его бонитет, лесные пожары, аварийность инженерных сооружений и многое другое. Β формировании режимов и динамики взаимодействия литосферы, атмосферы и ионосферы значительную роль играют разломно-блоковые структуры земной коры, в первую очередь разрывные нарушения. Особенности структуры и свойства тектонических зон определяют не только глубинную дегазацию И повышенную релаксацию горных пород, но и условия формирования источников электромагнитных ДЛЯ сигналов и обмен энергией между геофизическими полями разной природы, в том числе внешними И внутренними.

### Стратегия проведения межгеосферных исследований



Количественная покомпонентная модель



### Структурная модель Земли (Алексеева, 1990)

А — земная кора; В — верхняя мантия; С переходная зона; D' — D» — нижняя мантия; Е, F, G — ядро. 1-3 — направления: (1) — потоков космической энергии и вещества, (2) рассеяния внутренней энергии и миграции эндогенного вещества (тепломассообмен), (3) увеличение относительной гомогенности и гетерогенности субстрата; 4 — биосфера; 5 гидросфера; 6 — глубинные разломы: коровые (а), подкоровые (б); 7-10 условные уровни вещественно-структурной гетерогенности Земли: (7) — химической неоднородности (на уровне ионов и элементарных частиц), (8) — горно-породной (а) и минеральной (б) неоднородности (от химических соединений до минералов), (9) вещественно-структурной неоднородности геосферной расслоенности (от минеральных до формационных элементов), (10) коровой неоднородности (от формационной до геосферной) со сложной блоковой расслоенностью.

#### Оценка мощностеи, расходуемых на глобальные процессы во внутренних и внешних геосферах (Зецер, 2009)

Внутренние геосферы		Внешние геосферы	
Процесс охлаждения внутренних геосфер	4,4•1013 Вт	Мощность Аврорального высыпания электронов	2•1011 Вт
Поток механической энергии твердой Земли	4,8•1012 Br	Мощность Джоулева нагрева ионосферы	2,7•1010 Вт
Энергия ядра и геомагнитного поля	3,7•1012 Вт	Мощность кольцевого тока	6•109 Вт
Суммарная мощность, расходуемая во внутренних геосферах	5,25•1013 Br	Мощность образования плазмоида+мощность, расходуемая на нагрев плазменного слоя	5•1010 BT
Средняя масса внутренних геосфер	<b>4•1</b> 024 кг	Средняя масса внешних геосфер	6•1019 кг
Мощность, расходуемая во внутренних геосферах, приходящаяся на единицу массы	1,3•10-11 Вт/кг	Мощность, расходуемая во внешних геосферах, приходящаяся на единицу массы	<b>4•10-10 Вт/кг</b>

### Используемые материалы (Кутинов и др., 2014)



гравиметрическая карта России; Б — карта рельефа подошвы литосферы; В — карта аномального магнитного поля ( $\Delta$  T). Пунктирной линией показана граница влияния зоны спрединга; Г — схема сопоставления характера аномального магнитного поля (АМП) (KA MAGSAT-400) c сейсмоактивными зонами:

1 — отрицательные области АМП, 2 — нулевые значения АМП, 3 — области корреляции АМП с крупными неоднородностями земной коры (I — Балтийский; II — Северо-Карский; III — Анабарский; IV — Алданский; V — Омолонский), 4 — сейсмоактивные зоны.



1-2 — архивные материалы: 1 — имеющиеся для всех территорий древних платформ; 2 — не всегда имеющиеся; 3-4 — карты и материалы, получаемые в процессе исследований: 3 — промежуточные; 4 — окончательные.

### Проявления тектонических узлов Восточно-Европейской платформы



А — карта глубины залегания поверхности Мохо; Б — карта «резкости» границы Мохо

### Отражение надпорядкового тектонического узла в строении земной коры



А — карта мощности нижнего земной ΒΕΠ СЛОЯ коры (Юдахин и др., 2003); Б карта мощности среднего слоя земной коры ВЕП (Юдахин и др., 2003); В — карта мощности верхнего слоя земной коры ВЕП (Юдахин и др., 2003); Г — Р-волн скорость на поверхности Мохо (Щукин и др., 1995): блоки со средней скоростью Р-волн, км/с: 1 — 7.80-8.00; 2 - 8.20; 3 - 8.40; 4 — более 8.40; 1 — «след» узла

### Отражение надпорядкового тектонического узла в характере потенциальных геофизических полей



А — карта глубины изотермы Кюри (Глазнев, 2003); Б — карта аномального магнитного поля, нТ (Юдахин и др., 2003); В — карта аномалий силы тяжести в редукции Буге, мгал (Юдахин и др., 2003); Г — глубинные аномалии силы тяжести ВЕП (Юдахин и др., 2003); 1 — «след» узла

### Термическая модель литосферы Европейской части России на разных глубинах (Глазнев, 2003)



# Фрагменты карт потенциальных полей севера Русской плиты, их трансформант (карт разностного и осредненного поля ∆g) и профиль ГСЗ (Кутинов, Чистова, 2004)



А — Фрагмент карты магнитного поля  $\Delta Ta: 1$  — ∆Ta: положительные: a) изолинии поля б) отрицательные; 2 — границы Балтийско-Мезенской разломно-блоковой зоны; 3 разломы, ограничивающие авлакогены; 4 — глубинные разломы 2-го порядка: а) северо-западного простирания; б) северо-восточного; в) субмеридионального; г) субширотного; 5 — магматические тела; Б — Фрагмент карты поля  $\Delta g$ : 1 — изолинии поля  $\Delta g$ ; 2 — границы Балтийско-Мезенской разломно-блоковой зоны; 3 разломы, ограничивающие авлакогены; глубинные разломы 2-го порядка: а) северо-западного простирания; б) северо-восточного; в) субмеридионального; субширотного; г) 5 Фрагмент магматические тела: В \_\_\_\_ схемы намагниченных образований поверхности фундамента: 1 разломы фундамента, ограничивающие рифейскиеавлакогены; 2 — разломы фундамента, ограничивающие структуры 2-го порядка; Г — Фрагмент карты разностного поля <u>Адлок=(AgR1</u> — ∆gR2) (R1= 10 км;R2= 50 км): 1 — изолинии ∆длок: а) положительные; б) нулевые в) отрицательные; 2 разломы фундамента: а) ограничивающие авлакогены; б) второго порядка; Д — Фрагмент карты осредненного поля  $\Delta g$  ( $\Delta gocp=100$  км); Е — Фрагмент разреза по профилю ГСЗ № 5: 1 — гранито-гнейсовый слой с пониженными значениями Vp; 2 — гранито-гнейсовый повышенными слой значениями Vp; С 3 базальтовый слой; 4 — тектонические нарушения: а) порядка; б) второго порядка; первого 5 сейсмические границы; 6 — физические параметры (Vp, км/с; σ, г/см3); 7 — промежуточный очаг

### Локальная схема размещения тектонических узлов и связанных с ними природных аномалий



1-5 ---участки повышенного природного экологического риска: 1 гибели места морских 2 3Везд. места повышенной дихотомии деревьев и повышенного содержания тяжелых металлов в коре деревьев, 3 места массовой гибели рыб, 4 — участки с повышенным содержанием тяжелых металлов в почвах, 5 участки изменения структуры растительного покрова.

### Покомпонентная модель на уровне литосфера-атмосфера



1 — центры озоновых аномалий над территорией России в 1992, 1995, 1996 гг. (Сывороткин, 2002); 2 — строение водородной флюидной колонны при различных соотношениях скорости химических реакций (V) и скорости потока (K) (Летников, 1992); 3 — особенности проявления атмосферных процессов: І — схема размещения тектонических узлов 1-го порядка; ІІ — пример результатов детальных исследований атмосферного давления и содержания кислорода на площади Холмогорского тектонического узла, III — характер облачности над тектоническими узлами; IV — схема сопоставления спутниковых и наземных наблюдений на территории Холмогорского тектонического узла; V — динамика мощности снежного покрова на площади Вельско-Устьянского тектонического узла; 4 — эксперимент в Хибинах (устное сообщение Сывороткина В. Л.); 5 — деформационная структура земной коры, обусловленная переменным восходящим потоком легких газов (Гуфельд, 2011): 1 — границы блоков, 2 — блоки, 3 — области, различающиеся структурными параметрами и скоростями упругих волн, 4 — направление восходящих потоков легких газов, 5 — области деструкции (повышенной трещиноватости); 6 пористость и микротвердость кристалла оливина, выделенного из гарцбургита. Увел. 300х (б, в) и 600х (а). Темные полосы и пятна — цепочки пор и отдельные поры, 3 — трещины у пор (Гуфельд, 2011); 7 — тонкая структура струйного течения гелия при его имплантации в кристалл оливина. Увел. 600х. Врезки: а — общий вид полос струйного течения, 60х, такие полосы пронизывают кристалл в различных направлениях, вдоль некоторых полос происходит его дробление; б — цепочки пор, выделенные в направлении, перпендикулярном к струйному течению гелия, трещины у пор, между порами и слившиеся поры, 300х (Гуфельд, 2011); 8 — карта пространственного размещения грозовых и электрических разрядов на территории Архангельской области: 9 — вариации интенсивности низкочастотного излучения. зарегистрированные КА «Интеркосмос-19» над глубинными разломами (Ларкина и др., 1998); 10 — изменение характера высокочастотной составляющей короткопериодных возмущенных вариаций магнитного поля в зоне пересечения разломов; 11 — пример результатов детальных исследований Холмогорского тектонического узла за разное время; 12 — аномальные свойства атмосферы над литосферными разломами (устное сообщение Натяганова и др.); 13 вибрационное и электромагнитное воздействие на зависание частиц (устное сообщение Натяганова и др.)

#### Свойства узлов, отраженные в атмосферных процессах

— постоянный «дефицит» атмосферного давления (до 25 mb);

 частота выпадения осадков и их количество в центре и на периферии узлов существенно различаются. Осадки в центре тектонических узлов выпадали значительно реже, а их объем на 26% меньше;

— появление снежного покрова на периферии узлов происходит раньше (при большей глубине снежного покрова), а стаивание — позже, чем на фоновых территориях;

— глубинная дегазация связана с повышенной частотой гроз по периферии узлов и, как следствие, с этими же участками связано повышенное количество лесных пожаров;

— наблюдается изменение площадной структуры растительного покрова (по данным дешифрирования снимков Landsat-7) (Гофаров и др., 2006);

— в момент магнитных бурь изменения динамики короткопериодных вариаций и наличие зон повышенной проводимости позволяет предположить возникновение наведенных магнитотеллурических токов и, как следствие, ионизацию воздуха над узлами разломов.

— своеобразная структура облачности говорит об изменении электрической проводимости атмосферного воздуха. Постоянно наблюдаемый розоватый оттенок облачности можно интерпретировать как проявление эффекта черенковского свечения, возникающего за счет сжатия горных пород, что подтверждается космическими снимками циклонов в северном полушарии.