

## ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ 2011 год

1. Модернизирована и многократно апробирована в полевых условиях автономная, высокочувствительная портативная цифровая магнитометрическая установка для градиентно-фазовых измерений в диапазоне частот от 0,001-10Гц, позволяющая определять по оригинальным алгоритмам, местоположение и динамику ионосферных источников геомагнитных вариаций и местоположение локальных источников магнитных возмущений в континентальной и океанической земной коре, приуроченных к очагам готовящихся сильных землетрясений ( $M > 5$ ).

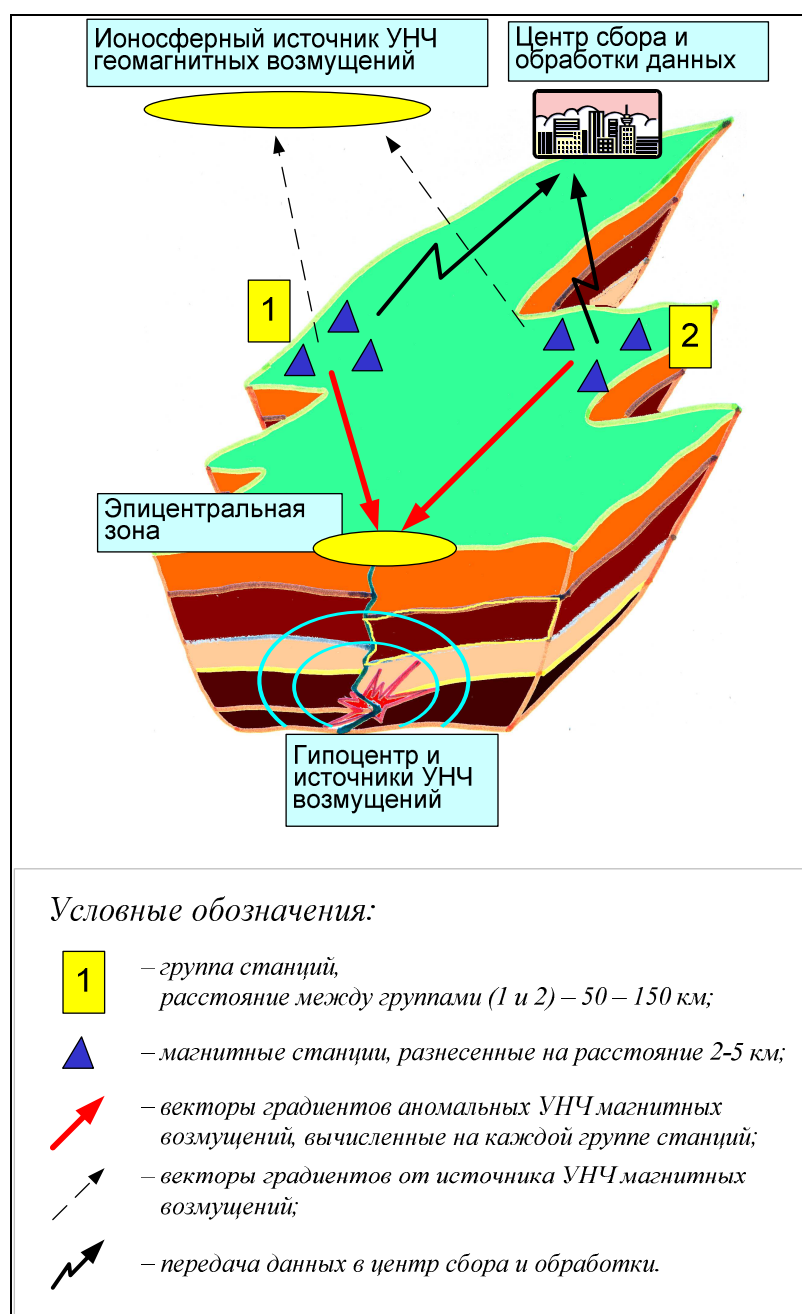
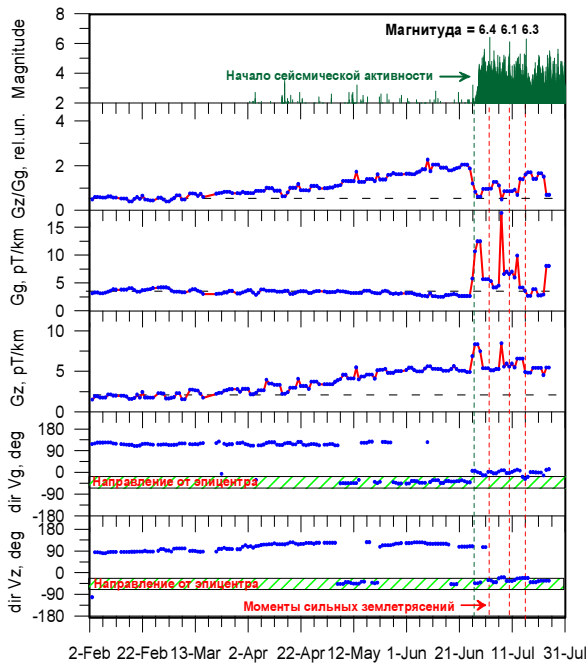


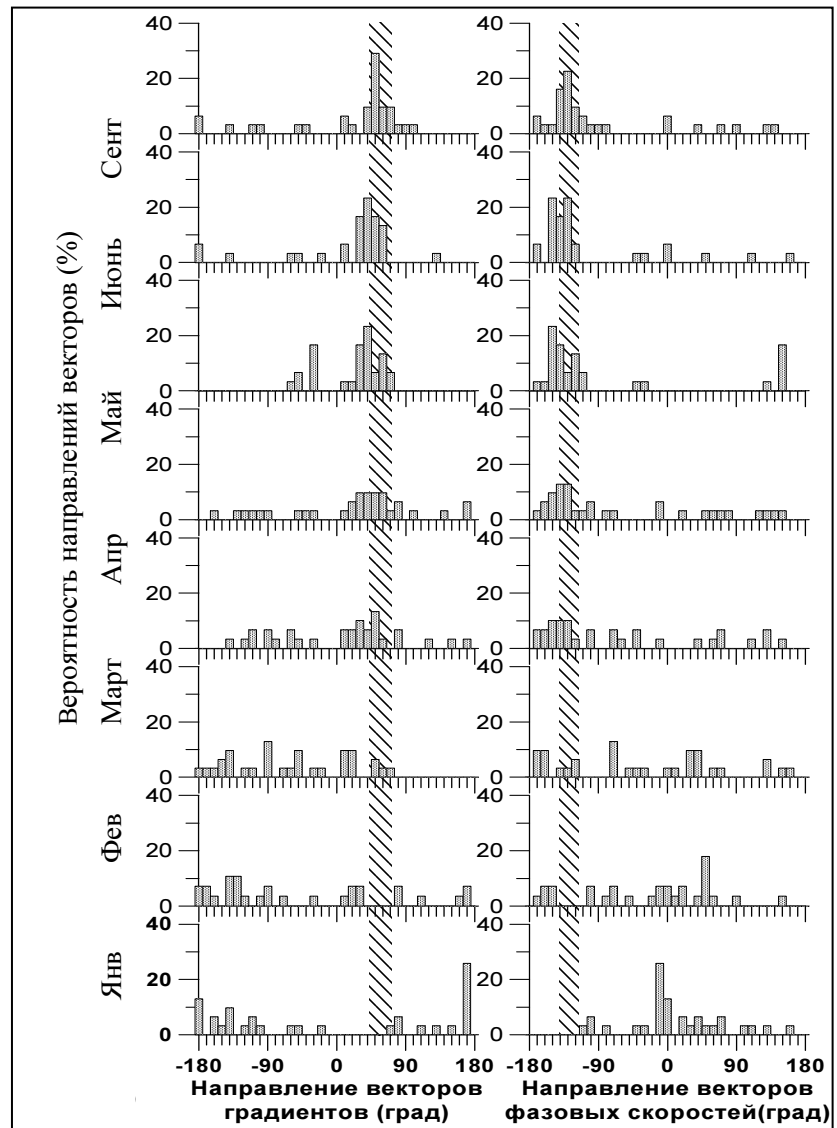
Схема магнитной локации эпицентра землетрясения

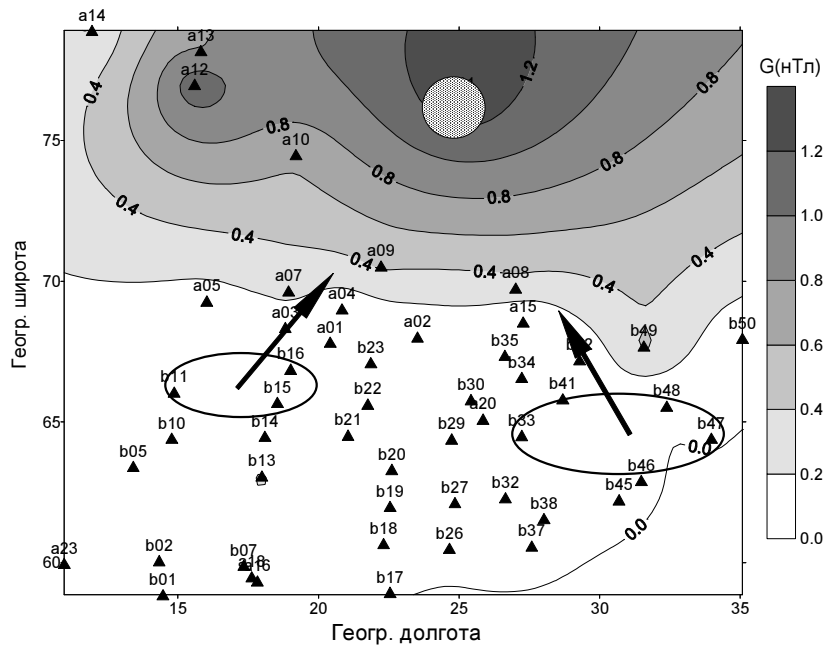


*Поведение величин градиентов ( $Gg$ ,  $Gz$ ), их отношений и направлений фазовых скоростей ( $Vg$ ,  $Vz$ ), азимута локального источника УНЧ геомагнитных возмущений в полосе частот  $F = 0,1 - 0,3$  Гц до и во время сейсмоактивного периода. Япония, полуостров Изу, 2000 г*

*Гистограммы среднемесячных значений вероятностей направлений векторов градиентов и фазовых скоростей УНЧ геомагнитных наблюдений ( $F = 0.03-0.1$  Гц) до и после землетрясения ( $M=5.8$ ), п-ов Босо, Япония, 2003 г.*

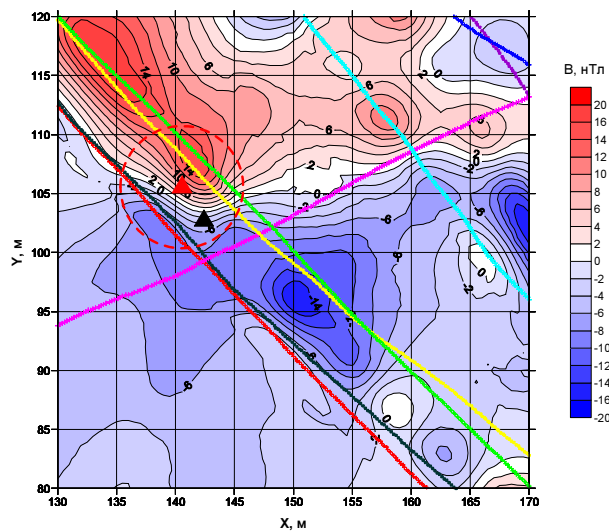
*Заштрихованная вертикальная полоса соответствует  $30^\circ$  конусу локации на эпицентр землетрясения, произошедшего 20.09.2003 г. в 30 км от местоположения магнитного градиентометра.*





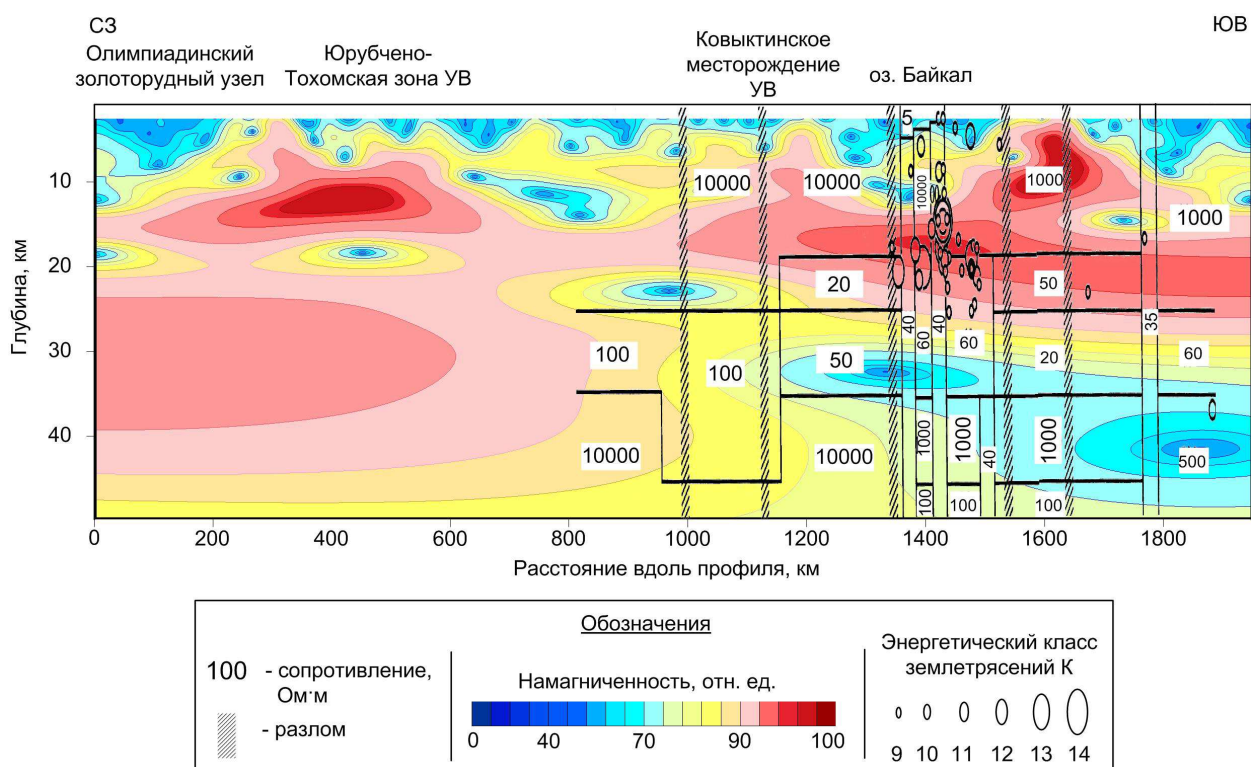
*Мгновенные изолинии и направления векторов градиентов полной горизонтальной компоненты для геомагнитных пульсаций Pc4 (T=40 сек.). 19.07.1998 г. (12.24 UT). Эксперимент BEAR.*

2. Разработана методика составления карт распределения пространственных вариаций градиентов магнитного поля с целью определения местоположения намагниченных объектов на дне моря. Съемка выполняется с подвижного носителя. Для проведения магнитометрических работ используется мобильная автоматизированная градиентная установка, составленная из двух разнесенных высокочувствительных трехкомпонентных магнитовариационных станций GI-MTS-1 разработки СПбФ ИЗМИРАН.



*Пространственное распределение X-компоненты градиента магнитного поля в районе известной мишени (красный треугольник). Черным треугольником показано положение мишени, выделенное по результатам дифференциальных измерений. Цветными линиями нанесены галсы подвижного носителя.*

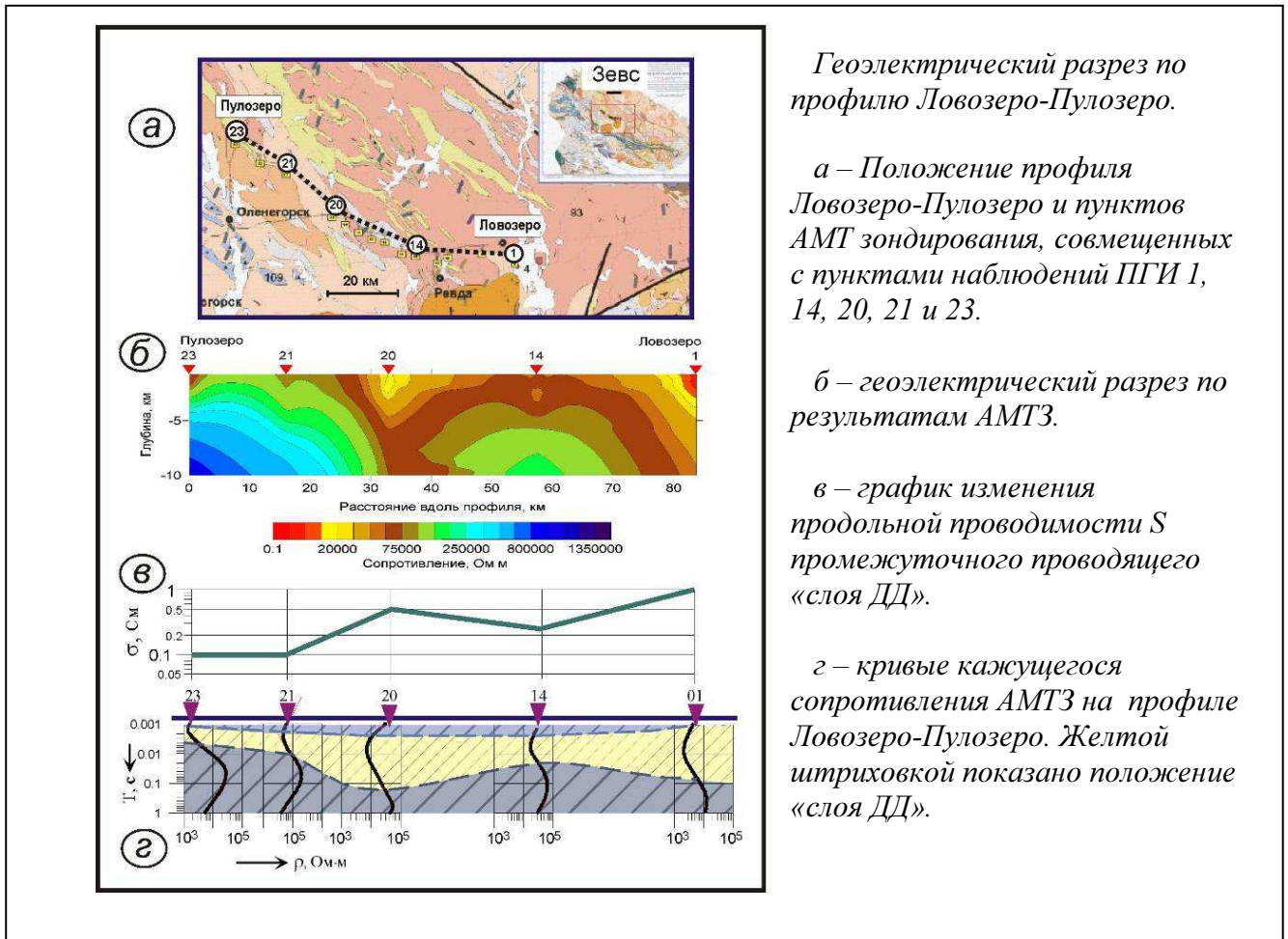
3. Разработана методика комплексной интерпретации данных магнитометрической, гравиметрической съемки, сейсмических зондирований, измерений теплового потока и геологического районирования для поиска крупных подземных резервуаров геотермальных вод. Для известных месторождений изучена роль элементов флюидных систем в подпитке углеводородных (УВ) и геотермальных месторождений. На рисунке представлен совмещенный геомагнитный и геоэлектрический разрез вкрест простирания глубинной флюидной системы Прибайкалья и отмечены известные месторождения. Оригинальный региональный прогноз позволяет выделять перспективные участки для постановки детальных электроразведочных работ.



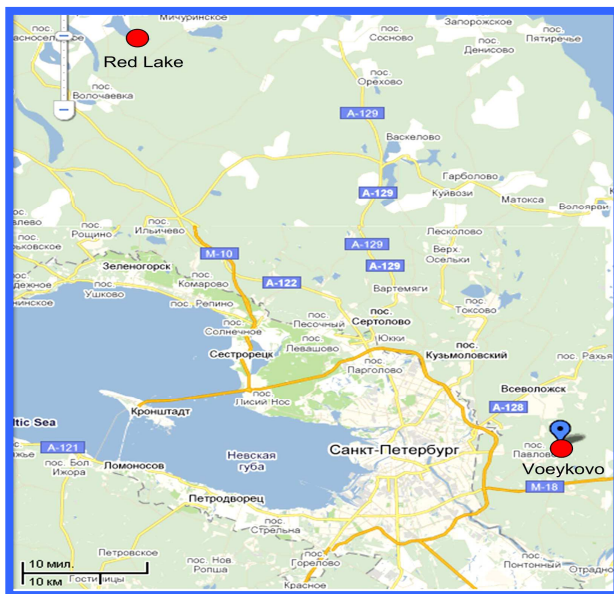
*Совмещенный геомагнитный и геоэлектрический [Бердичевский, 1999] разрез по профилю в Прибайкалье. Энергетический класс землетрясений и положение разломных зон по (Киссин, 2009).*

4. Впервые, по результатам электромагнитных зондирований в поле естественных источников (АМТЗ) с аппаратурой КВВН-7 экспериментально обнаружена промежуточная проводящая область дилатантно-диффузионной природы («слой ДД») в интервале глубин от 1-2 до 3.5 км, что открывает новые перспективы для исследования геологического строения и флюидного режима верхней части земной коры.

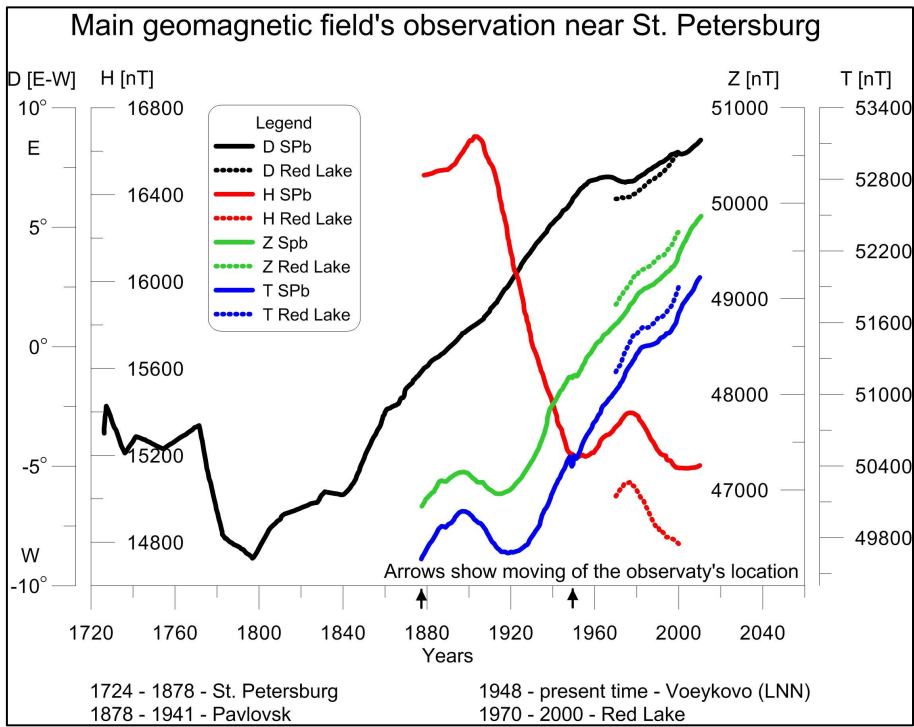




5. Регулярные длительные наблюдения постоянного и переменного поля Земли и параметров ионосферы проводятся на МИО СПбФ ИЗМИРАН и магнитной станции «Красное озеро».



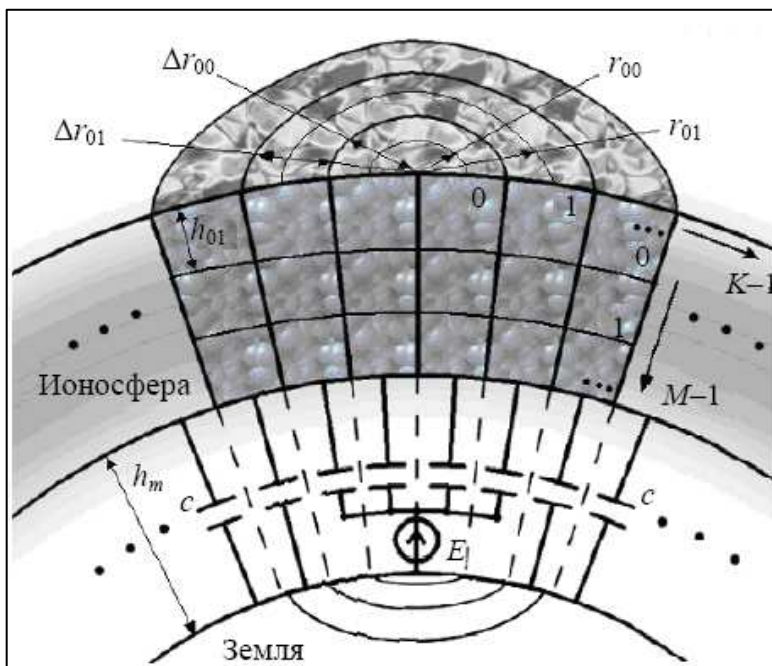
*Расположение пунктов наблюдений СПбФ ИЗМИРАН.*



*Вековые вариации магнитного поля Земли в окрестностях Санкт-Петербурга.*

6. Разработана модель решения обратной задачи вертикального зондирования ионосферы применительно к данным, полученным на ионосферных станциях типа «АИС-М».

Разработана структура интеллектуальной информационной системы (ИИС) магнитных измерений (МИ). Определены предметные области, где использование ИИС МИ позволяет эффективно решать различные задачи.



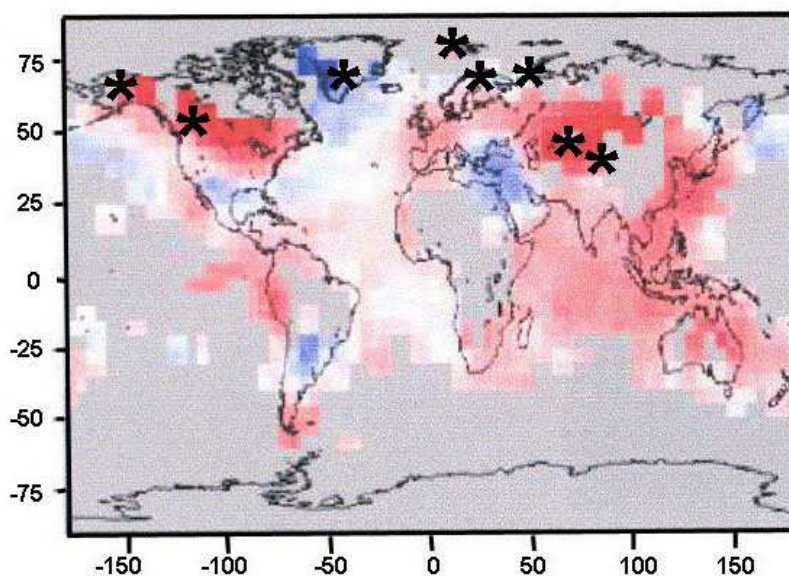
*Коаксиальная, многослойная структура, используемая в модели для замещения областей атмосферы эквивалентной RLC – схемой*

7. Впервые проведен анализ воздействия вариаций солнечной активности на процессы в нижней атмосфере с учетом временной шкалы variability солнечной активности. Показано, что имеют место существенные физические различия в отклике нижней атмосферы на воздействия кратковременных (часы, дни) и долговременных (годы и более) вариаций солнечной активности.

Полученный результат имеет принципиальное значение для понимания физического механизма воздействия солнечной активности на процессы в системе атмосфера-океан и вклада естественных факторов в современные климатические процессы.

8. Впервые проведен анализ воздействия вариаций солнечной активности на процессы в нижней атмосфере с учетом временной шкалы variability солнечной активности. Показано, что имеют место существенные физические различия в отклике нижней атмосферы на воздействия кратковременных (часы, дни) и долговременных (годы и более) вариаций солнечной активности. Экспериментально показано, что климатический отклик на солнечное воздействие имеет региональную структуру, что связано с особенностями глобальной атмосферной циркуляции.

Полученный результат имеет принципиальное значение для понимания физического механизма воздействия солнечной активности на процессы в системе атмосфера-океан и вклада естественных факторов в современные климатические процессы.

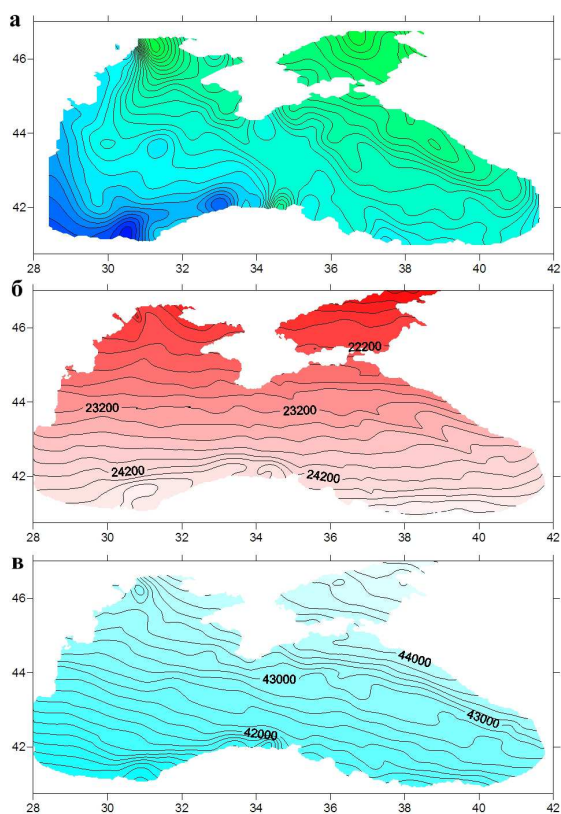


*Карта, демонстрирующая результаты анализа температурного отклика системы атмосфера-океан на долговременные 200-летние вариации солнечной инсоляции.*

Красным цветом выделены регионы стабильного положительного климатического отклика на солнечное воздействие, синим – стабильного отрицательного отклика на солнечное воздействие. Белым цветом отмечены пограничные области с нестабильным или отсутствием климатического отклика на солнечное воздействие. Звездочками отмечены регионы, для

которых были проанализированы экспериментальные данные о долговременной климатической периодичности (квазидвухсотлетняя вариабельность), которые подтвердили представленную картину температурного отклика нижней атмосферы на солнечное воздействие.

9. Разработана методика и технология вычисления цифровых магнитных карт векторных составляющих геомагнитного поля с использованием данных модульной магнитной съемки и вычислены карты на полигонах территории России и по акваториям омывающих морей, с целью их дальнейшего использования для решения прикладных задач.

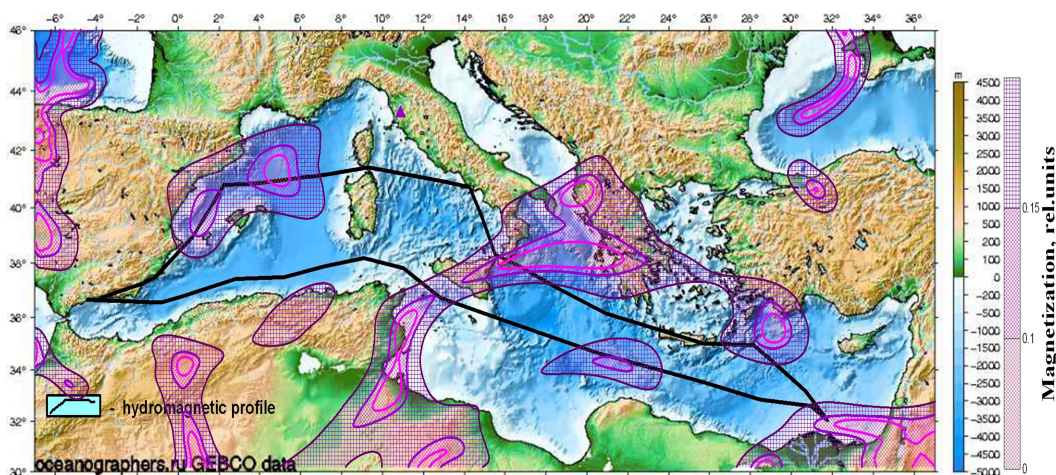


*Пример расчета по данным модульных измерений магнитного склонения (а), горизонтальной (б) и вертикальной компонента вектора магнитной индукции на 2010 г.*

10. На основе компонентных измерений магнитного поля НИС «Заря», магнитных аномалий WDMAM 2007 и спутника (CHAMP) проведено исследование латеральных и вертикальных неоднородностей глубинного строения земной коры.

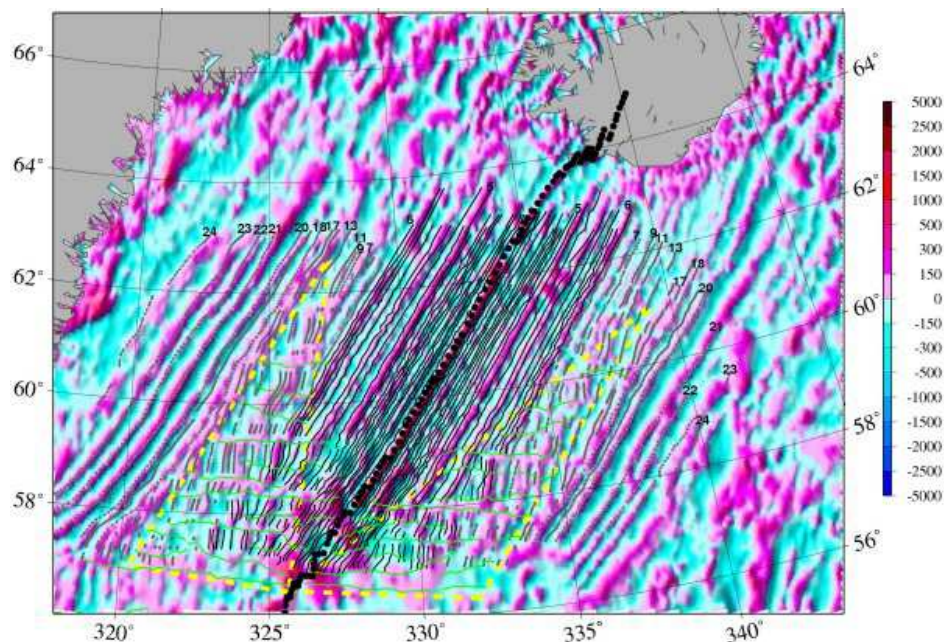
По магнитометрическим данным подтверждено наличие реологически ослабленных зон в средней и верхней части земной коры и уточнен характер их распределения для интервала глубин 5-20 км. На примере известных нефтегазовых бассейнов Северного и Средиземного морей показана роль элементов флюидных систем в подпитке месторождений углеводородов.





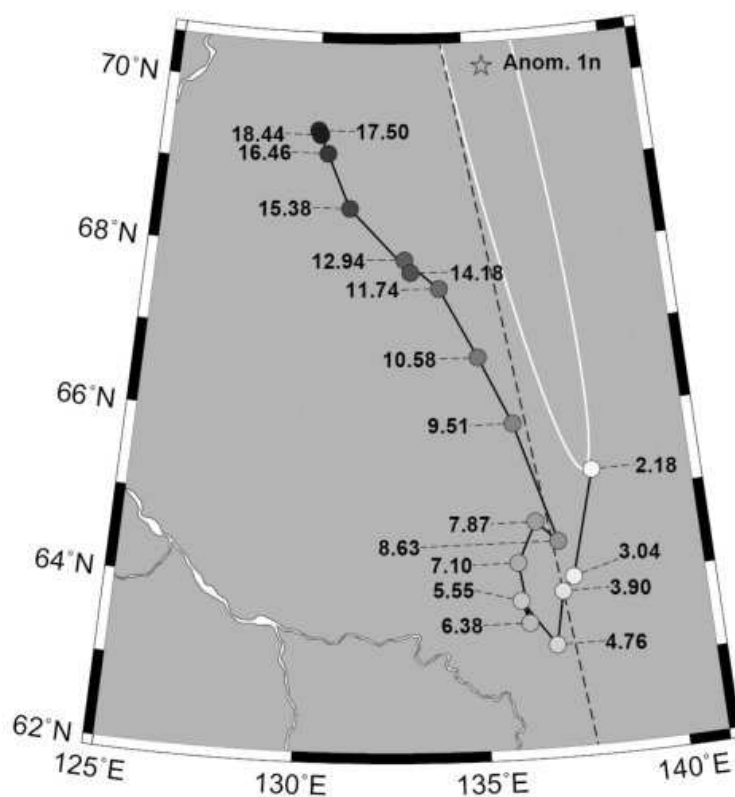
*Слабомагнитные зоны флюидной системы Средиземного моря для глубины 20 км*

11. Проведен детальный геоисторический анализ аномального магнитного поля (АМП) и идентифицирована вся последовательность спрединговых магнитных аномалий на хребте Рейкьянес от аномалии 24 (54 млн. лет) до осевой аномалии. Найдены доказательства существования трех стадий эволюции хребта Рейкьянес, которые характеризуются различным режимом коровой аккреции, связанным с различной степенью влияния Исландского горячего пятна. Определены временной интервал каждой стадии и причины изменения режима аккреции коры.



*Теневая карта АМП в северной Атлантике и оси линейных магнитных аномалий. Цифрами указаны номера аномалий. Зона недолговечных трансформных разломов, обведенная желтой пунктирной линией, образовалась во время второй фазы спрединга (хроны 18 – 6с) и юго-западного продвижения несегментированной оси хребта. Точечные серые линии показывают магнитные изохроны. Зеленые линии показывают положение трансформных разломов и нетрансформных смещений, выделенных по спутниковым гравиметрическим и магнитометрическим данным.*

12. В результате детального анализа оригинальных магнитометрических данных в Северной Атлантике впервые построена детальная кинематическая модель вращения Сев. Американской и Евразийской плит за последние 20 млн. лет с дискретностью 1 млн.лет.

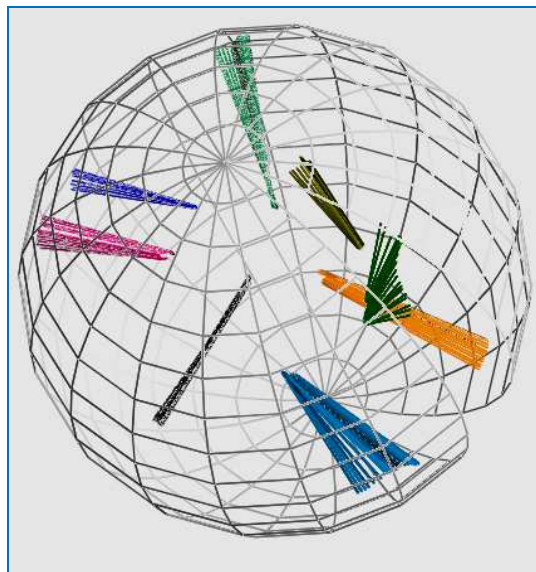


*Полюс вращения для аномалии 1n с эллипсом доверия и продвижение во времени осредненных положений полюсов вращения Евразийской и Северо-Американской плит, определенное по четырем последовательным полюсам методом скользящего среднего с весовыми коэффициентами. Цифрами указан средний возраст хронов, использованных для вычисления положения данного среднего полюса. Самый молодой полюс (2.18 млн.лет) является осредненным полюсом для аномалий 1n, 2n, 2An.1, и 2An.3, а самый древний полюс (18.44 млн.лет) осредненным для аномалий 5D, 5E, бпу, и бпо. Пунктирная линия показывает круг большого радиуса, соединяющий молодой средний полюс с точкой на хребте Рейкьянес. Все полюсы, расположенные вдоль этого большого круга задают одинаковые направления движения плит.*

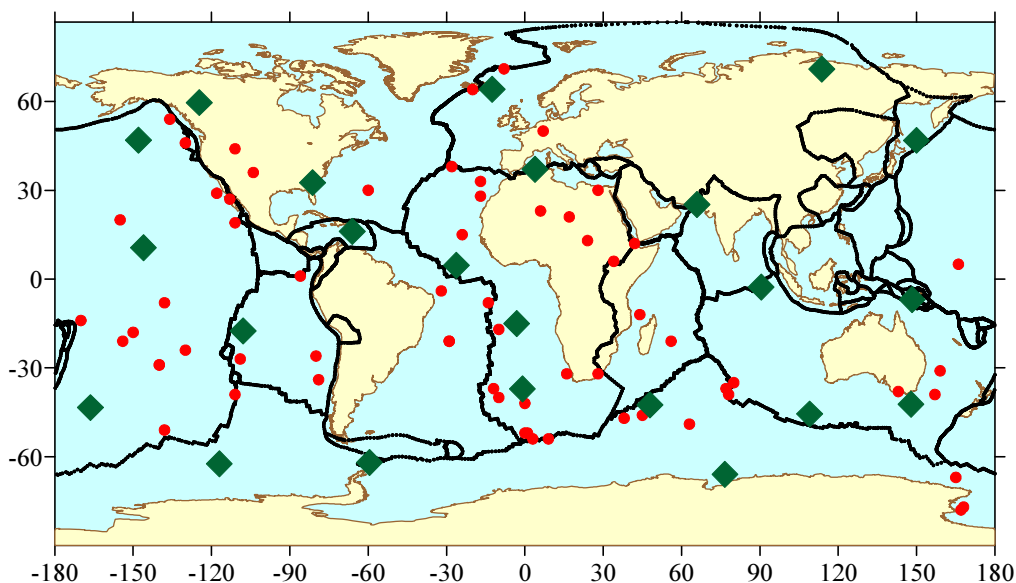
13. Построена динамическая модель источников главного магнитного поля Земли (ГМПЗ). Модель представляет собой набор диполей, выделяемых методом последовательного разделения вкладов отдельных источников независимо для каждой эпохи. Наиболее мощные источники получены в толще жидкого ядра. Диполи, определяющие локальные аномалии ГМПЗ, приурочены к границе ядро- мантия. Параметры всех источников изменяются во времени непрерывно, что позволяет исследовать степень влияния диполей разного уровня на пространственную структуру векового хода ГМПЗ и проводить сравнение с другими геофизическими процессами. Сравнительный квазигармонический анализ изменения дипольной составляющей ГМПЗ и флуктуаций скорости вращения Земли показал, что



наблюдаемый сдвиг по фазе отдельных гармоник может быть связан с влиянием проводящей мантии. Амплитудно-фазовые характеристики мантии, как фильтра, получены в рамках однослойной модели.



*Взаимное расположение и пучки векторов магнитных моментов наиболее мощных источников.*

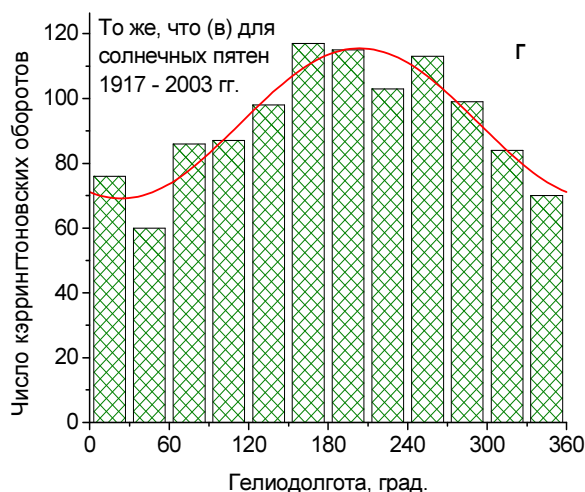
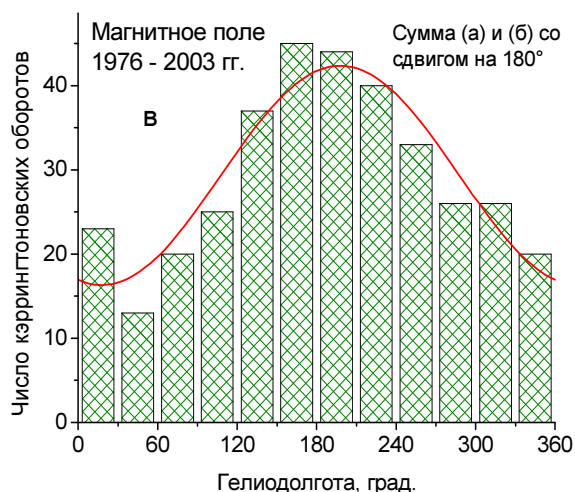
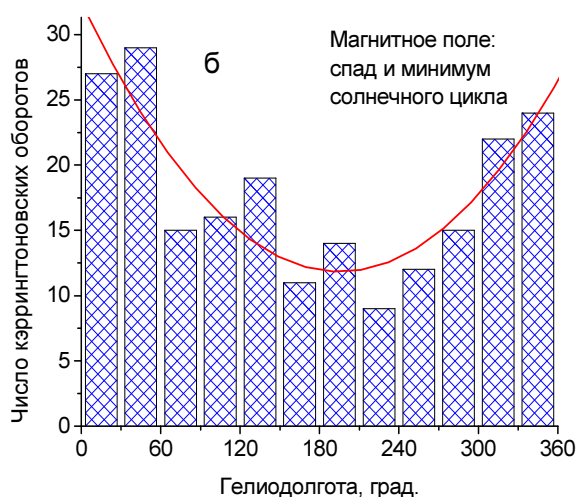
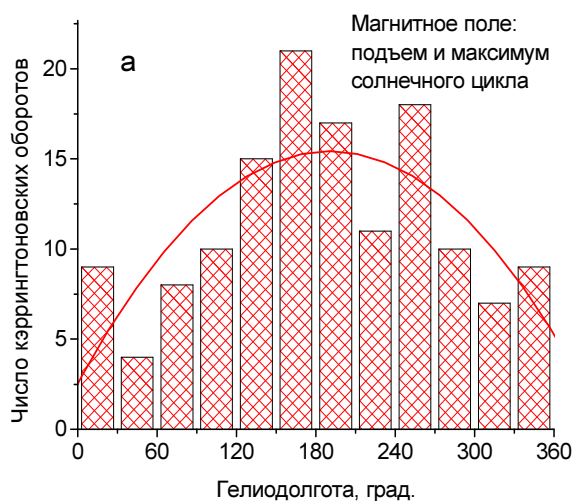


*Локализация источников, приуроченных к границе ядро-мантия, относительно горячих точек и глобальных тектонических разломов. Местоположение источников на эпоху 1995 года показано зелеными ромбами, горячие точки – красными кругами.*

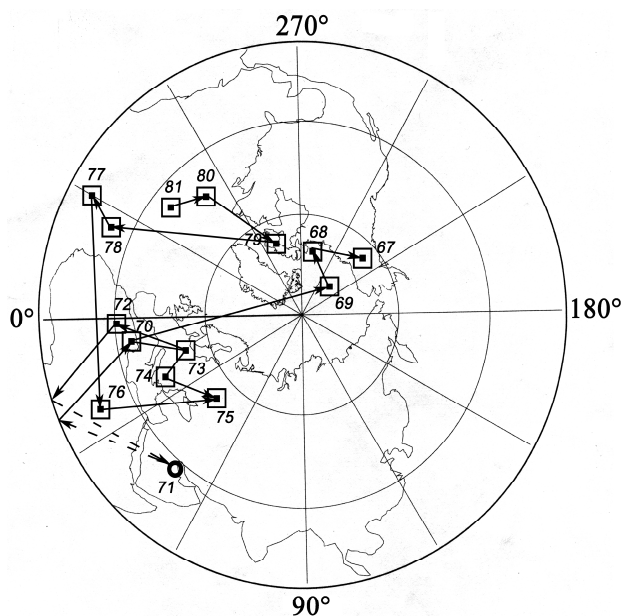
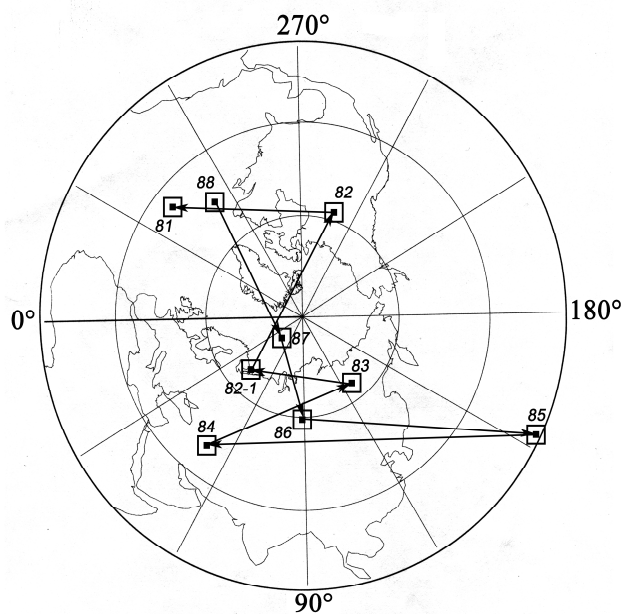
14. Обнаружены два противоположных типа долготных распределений фотосферного магнитного поля (National Solar Observatory, Kitt Peak 1976 – 2003 гг.) для двух периодов 11-летнего солнечного цикла: подъема-максимума (панель(а)) и спада-минимума (панель(б)). Концентрация магнитных полей наблюдается на активных долготах, разнесенных на  $180^\circ$ , а именно, на кэррингтоновских долготах  $180^\circ$  для подъема-максимума и  $0^\circ/360^\circ$  для спада-

минимума. Объединение данных за весь период 1976 – 2003 гг. (со сдвигом распределения спад-минимум на  $180^\circ$ ) дает исключительно гладкое распределение с максимумом около  $180^\circ$  (панель (в)). Аналогичная картина получена для солнечных пятен за 1917 – 2003 гг., т.е. почти за 9 солнечных циклов (панель (г)), что свидетельствует об устойчивости расположения активных долгот.

Периоды подъем-максимум и спад-минимум характеризуются существенно различной структурой магнитных полей Солнца. В первом случае полярность общего магнитного поля Солнца совпадает с полярностью ведущих солнечных пятен в данной полусфере, во втором случае полярности противоположны. Это подтверждает предположение о том, что смена активных долгот на Солнце тесно связана с перестройкой локальных и глобальных магнитных полей в ходе 22-летнего магнитного цикла Солнца.



15. На территории Русской равнины проведены палеомагнитные исследования образцов отложений археологических стоянок Костенки 14, Подол III/I, Баранова Гора, что позволило выделить экскурсы Каргаполово (40000 лет назад), Моно (24000 лет назад) и Геттенбург (12500 лет назад). По материалам отложений построены траектории виртуального магнитного полюса (ВМП).



*Костенки 14. Траектория движения (ВМП) в зоне экскурса Каргаполово (цифры – номера образцов), 1 этап – вверху, 2 этап – внизу)*