

**ИНСТИТУТ ЗЕМНОГО МАГНЕТИЗМА, ИОНОСФЕРЫ И
РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН ИМ.Н.В.ПУШКОВА РАН**

**АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ**

**НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
БАЗЫ ДАННЫХ, ИНСТРУМЕНТЫ
И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ПОЛЯРНЫХ
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(POLAR 2011)**

24-26 мая 2011 года, ИЗМИРАН

**Программа конференции
Тезисы докладов**

Россия Троицк

*Конференция проводится при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (проект №11-07-06029)*

Программный комитет:

- Кузнецов В.Д.** – д.ф.-м.н., директор ИЗМИРАН, *сопредседатель*
Зайцев А.Н. – д.ф.-м.н., зав.сектором ИЗМИРАН, *сопредседатель*
Петров В.Г. – к.ф.-м.н., зам.директора ИЗМИРАН, *зам. председателя*
Гвишиани А.Д. – член-корр. РАН, директор Геофизического центра РАН
Петрукович А.А. – д.ф.-м.н., зав. отделом ИКИ РАН
Старченко С.В. – д.ф.-м.н., зав.отделом ИЗМИРАН
Зецер Ю.И. – д.ф.-м.н., директор Института динамики геосфер РАН
Лапшин В.Б. – д.ф.-м.н., директор Института прикладной геофизики Росгидромета
Трошичев О.А. – д.ф.-м.н., зав.отделом геофизики ААНИИ Росгидромета

Организационный комитет:

- Петров В.Г.** *председатель*, vpetrov@izmiran.ru
Зайцев А.Н. *зам. председателя*, zaitsev@izmiran.ru
Куликова Г.Н. *секретарь*, kulikova@izmiran.ru
Осин А.И. osin@izmiran.ru
Канониди К.Х. КККН@izmiran.ru
Зайцева Г.Л.
Гарбацевич В.А. vgarb@izmiran.ru
Байбакова Л.В. lora@izmiran.ru
Цинцовский Д.С. denis@izmiran.ru
Янке В.Г. yanke@izmiran.ru
Старченко С. В. sstarchenko@mail.ru
Трошичев О.А. olegtro@aari.nw.ru

Участникам конференции
"Базы данных, инструменты и информационные основы
полярных геофизических исследований",
24-26 мая 2011 г, ИЗМИРАН

Уважаемые коллеги!

Вся история ИЗМИРАН тесно связана с развитием полярных исследований. Со времен Первого Международного Полярного года (1882-1883 гг) российская наука была на мировом уровне, в советское время освоение Арктики было одним из главных направлений исследований. В период Международного Геофизического года 1957-1958 гг. возникло тесное взаимодействие наземной и космической науки, значительной вехой в котором был запуск третьего искусственного спутника Земли 15 мая 1958 года. На этом спутнике, в создании которого активное участие принимали ученые ИЗМИРАН, впервые были выполнены измерения магнитного поля в космосе. Создание сети магнитно-ионосферных станций в шестидесятые годы прошлого века стало большим шагом на пути развития полярных исследований, а реализация проектов «Геофизический полигон в Антарктиде», 1975-1995 гг. и «Геомагнитный меридиан» 1972-1992 гг. заложило фундамент современных исследований в полярных широтах.

В новом веке полярные исследования остаются приоритетом в науке и ИЗМИРАН продолжает принимать в них активное участие. Удалось сохранить сеть наземных обсерваторий, начать модернизацию оборудования, обеспечить сбор и обработку данных в реальном времени. Часть российских магнитных обсерваторий уже входят в сеть Интермагнет, а магнитная обсерватория Москва (ИЗМИРАН) служит опорной точкой при освоении новых цифровых методов наблюдений вариаций магнитного поля Земли. Начата работа по восстановлению магнитно-вариационных наблюдений на полуострове Ямал под задачи прикладной геофизики и космических исследований. Удалось сохранить кварцевое приборостроение, и новые приборы востребованы научными организациями. В 2011 году ИЗМИРАН присоединился к программе СуперМАГ, объединяющей мировую сеть магнитных обсерваторий.

Проведение в ИЗМИРАН 24-26 мая 2011 года научной конференции "Базы данных, инструменты и информационные основы полярных геофизических исследований" позволит наметить пути создания и развития проблемно-ориентированных информационных систем, в том числе систем реального времени для сервисов по космической погоде и геофизической разведки в полярных регионах России. Участие российских ученых в развитии координированных международных проектов, таких как российский сектор Интермагнет (рук. член-корр.РАН А.Д.Гвишиани), проект РэпидМАГ (рук. проф. О.А.Трошичев), радиофизический мониторинг СуперДАРН (рук. академик РАН Г.А.Жеребцов), в спутниковых проектах РЕЗОНАНС, SWARM, RSBP безусловно будет базироваться на развитии сети геофизических обсерваторий в высоких широтах.

От имени сотрудников ИЗМИРАН приветствую участников конференции, желаю скорейшей реализации намеченных планов, решения поставленных задач и достижения больших научных результатов.

Директор
доктор физ-мат.наук



ИЗМИРАН
В.Д.Кузнецов

ПЕРВАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«БАЗЫ ДАННЫХ, ИНСТРУМЕНТЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ
ОСНОВЫ ПОЛЯРНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ»

(P O L A R 2 0 1 1)

24-26 мая 2011 года, Троицк, ИЗМИРАН

ПРОГРАММА КОНФЕРЕНЦИИ

24 мая 2011 года, вторник

День заезда, регистрация в ИЗМИРАН, размещение.

15:00 – экскурсия по обсерваториям ИЗМИРАН:
магнитная,
ионосферная,
космических лучей,
Центр прогнозов космической погоды.

16:30 – заседание рабочей группы по проекту «Полярная геофизика Ямала»

25 мая 2011 года, среда

9:00 – **Регистрация**
Конференц-зал ИЗМИРАН

10:00 – 10:20 **Открытие конференции**
Конференц-зал ИЗМИРАН

ведущий заседание: зам. директора ИЗМИРАН, к.ф.-м.н. **Петров В.Г.**
Приветствие к участникам конференции директор ИЗМИРАН, к.ф.-м.н. **Кузнецов В.Д.**

10:20 – член-корр. РАН *Гвишиани А.Д.*

Российский сегмент Интермагнет как базовый инструмент для геофизических исследований

Геофизический центр РАН, Москва

10:40 - *Зайцев А.Н., Петров В.Г., Кузнецов В.Д.*

Открытая справочно-информационная система «Полярная геофизика Ямала» как инструмент контроля возможных рисков под воздействием космической погоды

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

11:00 - *Потанов А.С., Потехин А.П.*

Гелиогеофизический комплекс Восточной Сибири и его место в международных проектах
Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск

11:30 – **Перерыв**

12:00 – *М. М. Могилевский¹, Л.М.Зеленый¹, А.Г. Демехов², С.Н. Немыкин³, А.И. Шейхет³.*

Многомасштабные исследования внутренней магнитосферы Земли: проект РЕЗОНАНС.

¹Институт космических исследований РАН

²Институт прикладной физики РАН

³Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина

12:20 – *Стожков Ю.И., Свиржевский Н.С., Базилевская Г.А., ¹Вашенюк Э.В., Махмутов В.С., Свиржевская А.К.*

Космические лучи в полярной атмосфере: 1957 г. – настоящее время

Физический институт им. П.Н. Лебедева, РАН

¹Полярный Геофизический институт, РАН

12:40 – *Шерстюков Б.Г.*

Геофизические данные в исследованиях изменений климата

Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации – Мировой центр данных

13:00 – *Трошичев О.А., Янжура А.С.*

РС индекс как средство мониторинга космической погоды

Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, С.Петербург.

13:30 – 14:30 **Перерыв на обед**

14:30 – 17:20 **Пленарные доклады**

ведущий заседание: *к.ф.-м.н. Старченко С.В.*

14:30 – *Пилипенко В.А.*

Международные проекты по космической физике в Антарктике

Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, Москва

14:50 – *Дмитриев А. В.^{1,2}*

Мониторинг полярной шапки средствами флота низколетящих спутников

¹НИИ Ядерной Физики им. Д.В. Скобельцына, Московский Государственный Университет, Москва, Россия

²Институт Космических Наук, Национальный Центральный Университет, Джунгли, Тайвань

15:10 – *Ларкина В.И., Сергеева Н.Г.*

Проявление структуры литосферы в результате спутниковых волновых экспериментов

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

15:30 – *Овчаренко О.Я., Беляев Г.Г., Костин В.М., Трушкина Е.П.*

Наблюдение в верхней ионосфере самоподобных плазменных структур над зоной диффузных авроральных высыпаний и над тропическими циклонами по данным спутника КОСМОС-1809

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

16:00 – **Перерыв, общая фотография участников конференции**

16:30 – *Тасенко С.В.*

Прогнозирование влияния гелиогеофизических факторов на функционирование космических аппаратов

Институт прикладной геофизики имени академика Е.К.Федорова, Москва, Россия

16:50 – *Титов А.А., Соломенцев Д.В., Хамматов В.У.*

Поддержка и формирование базы данных состояния ионосферы с помощью трехмерной ассимиляционной модели ЦАО

Центральная аэрологическая обсерватория, ГУ «ЦАО»

17:10 – *Сапунов В.А., Денисов А.Ю., Савельев Д.В.*

Современные протонные и оверхаузеровские магнитометры для полярных геофизических исследований (доклад по сети Интернет)

Лаборатория квантовой магнитометрии Уральского Федерального Университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

17:30 – **неформальное общение** – прием – барбекю

26 мая 2011 года, четверг

9:30 – *Старченко С.В.*

Источники наблюдаемого магнитного поля в ядре Земли

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

9:50 – *Петров В.Г.*

Современные средства разработки программного обеспечения для научных исследований.

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

10:10 – *Бархатов Н.А., Ревунов С.Е.*

Нейросетевая интернет-система анализа и обработки данных в режиме реального времени

Нижегородский государственный педагогический университет

10:30 – *Одинцов В.И., Осин А.И., Зайцев А.Н.*

Интеграция архива данных с вычислительной средой.

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

10:50 – *Янжура А.С., Трошичев О.А.*

Арктическая сеть геофизических наблюдений Росгидромета и организация информационного геофизического центра в ААНИИ.

Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, С.Петербург.

11:10 – **Перерыв**

11:40 – *Алешков В.М., Кравцова М.В., Луковникова А.А., Сдобнов В.Е.*

Станции космических лучей ИСЗФ СО РАН в режиме «реального времени»

Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск

12:00 – *Гуляева Т.Л., Пустовалова Л.В.*

Использование открытых источников данных и моделей при проектировании сайта «Ионосферная погода»

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

12:20 – *Котиков А. Л.*

Мониторинг гео- и радиофизических параметров полярной ионосферы как основной инструмент исследования эффектов нагревных экспериментов

Санкт-Петербургский Филиал института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербургский Государственный университет, г. Санкт-Петербург

12:40 – *Погода Э.В.*

Некоторые аспекты диагностики геосреды.

Владикавказское отделение Учреждения Российской академии наук – Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН

13:00 – *Ягова Н.В., Пилипенко В.А., Чугунова О.М., Баранский Л.Н.*

Параметры геомагнитных пульсаций и шумов УНЧ диапазона в высоких широтах

Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, Москва

13:30 – **Перерыв на обед**

14:30 – Обсуждение стендовых докладов, обмен мнениями по конференции

15:30 – принятие решений конференции

17:00 – закрытие конференции

I. Пленарные доклады

1. *Зайцев А.Н., Петров В.Г., Кузнецов В.Д.*

Открытая справочно-информационная система «Полярная геофизика Ямала» как инструмент контроля возможных рисков под воздействием космической погоды

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

По мере освоения Арктики, а также расширения практической деятельности в космосе, требуются все более детальные сведения о характеристиках ионосферно-магнитосферных токовых систем, особенно в высоких широтах в период магнитных бурь. Эффекты магнитных бурь проявляются на земле и в космосе самым различным образом, в том числе в виде наличия помех при точной GPS навигации, приводят к сильным индукционным токам в газопроводах и энергетических сетях, приводят к существенным ошибкам при наклонном бурении, при реализации электромагнитных методов геофизической разведки. Отсюда возникает проблема точного описания состояния магнитного поля в виде открытой справочно-информационной системы, используемой как для научных изысканий, так и для практических работ. Поэтому назрела необходимость создания открытой справочно-информационной системы «Полярная геофизика Ямала», которая может служить основой системы прогноза космической погоды на региональном уровне и использоваться как инструмент контроля возможных рисков под воздействием космической погоды

В России широким фронтом ведутся исследования и разработки, в своей основе имеющие целью создание современной системы наблюдений и прогноза состояния космической среды. Определенным примером может быть работа Центра прогнозов геофизической обстановки ИЗМИРАН (<http://forecast.izmiran.ru/>) опыт работы которого может быть применен к условиям на Ямале. В качестве первого шага необходимо восстановить сеть магнитометров на Ямале, и в координации с другими источниками информации создать справочно-информационную систему «Полярная геофизика Ямала».

Сеть магнитометров может стать основой виртуальной магнитной обсерватории, данные которой и будут служить первоисточником и основой системы в целом. По этим работам имеется определенный задел, разработаны алгоритмы анализа и представления данных в реальном времени под задачи прогноза космической погоды (<http://serv.izmiran.ru/>). Виртуальная магнитная обсерватория, охватывающая территорию Ямала, в которой информация собирается в режиме реального времени, позволит учесть факторы внешнего космического воздействия и их влияния на технологические системы. Для создания такой обсерватории запланирована установка новых цифровых магнитометров в ключевых точках Ямала. Реализация этих работ будет проведена в 2010-2012 гг. согласно договоренностям между Администрацией Ямала, компаниями Газпрома и ИЗМИРАН. Организация сервера и пользовательского интерфейса для открытой справочно-информационной системы «Полярная геофизика Ямала» будет выполнена с соблюдением принятых в сети Интернет требований к открытым справочно-информационным системам.

Создание справочно-информационной системы «Полярная геофизика Ямала» позволит учесть потребности и запросы от местных организаций науки, образования, разведки и добычи полезных ископаемых. Работы по созданию СИС «Полярная геофизика Ямала» были начаты несколько лет тому назад, в настоящее время поддерживаются грантом РФФИ № 10-07-00159, а также включены в план работы местных организаций науки и образования ЯНАО на 2011-2015 гг. и заинтересованных организаций ГАЗПРОМА.

2. *Потапов А.С., Потехин А.П.*

Гелиогеофизический комплекс Восточной Сибири и его место в международных проектах
Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск

В настоящее время Институтом солнечно-земной физики СО РАН ведутся наземные наблюдения процессов, протекающих на Солнце, в межпланетной среде, магнитосфере, ионосфере и верхней атмосфере Земли. Измерения выполняются современными инструментами, установленными в девяти пунктах Иркутской области, Красноярского края и Республики Бурятия. В их числе – крупные установки, входящие в список уникальных инструментов РФ: Сибирский солнечный радиотелескоп, Иркутский радар некогерентного рассеяния, Байкальский солнечный вакуумный телескоп. Имеющаяся наблюдательная база позволяет Институту участвовать в международных геофизических и астрономических проектах. Старейшая в Сибири магнитная обсерватория Института с 1998 года входит в состав международной сети Интермагнет. Более 10 лет действует Совместный российско-китайский исследовательский центр по космической погоде. Начаты работы по развертыванию российского сегмента сети высокочастотных радаров системы СуперДАРН. Подписано многостороннее соглашение по организации международного проекта "Меридиональный круг". В докладе приводится перечень решаемых научных задач, описаны цели осуществляемых международных проектов, даны примеры полученных научных результатов.

3. *Могилевский М.М.¹, Зеленый Л.М.¹, Демехов А.Г.², Немыкин С.Н.³, Шейхет А.И.³*

Многомасштабные исследования внутренней магнитосферы Земли: проект РЕЗОНАНС

¹Институт космических исследований РАН

²Институт прикладной физики РАН

³Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина

Проект РЕЗОНАНС направлен на изучения физических процессов во внутренней магнитосфере Земли и в авроральных областях магнитосферы. В рамках проекта предполагается запустить две пары спутников, орбиты которых выбраны таким образом, чтобы проводить долговременные измерения в выбранной силовой трубке магнитного поля.

В состав комплекса научной аппаратуры входят приборы для измерения параметров фоновой и всерхтепловой плазмы, энергичных частиц, электромагнитных волн и полей в широком диапазоне частот.

В рамках проекта планируется проведения ряда координированных экспериментов с использованием как спутниковых, так и наземных измерений. В частности, одним из таких экспериментов является «УНЧ интерферометр». Используя измерения в диапазоне частот 0-10 Гц на борту спутников на расстояниях порядка полутора радиусов Земли и наземные измерения в основании выбранных силовых линий (на которых будут находиться спутники), будут лоцированы источники УНЧ излучений и построено распределение полей во внутренней магнитосфере.

4. *Стожков Ю.И., Свиржевский Н.С., Базилевская Г.А.,¹ Вашенюк Э.В., Махмутов В.С., Свиржевская А.К.*

Космические лучи в полярной атмосфере: 1957 г. – настоящее время

Физический институт им. П.Н. Лебедева, РАН

¹Полярный Геофизический институт, РАН

Представлены однородные данные регулярных наблюдений потоков заряженных частиц в полярной атмосфере, начиная с середины 1957 г. по настоящее время. Полученные данные позволили обнаружить новые эффекты в космических лучах, связанные с модуляцией космических лучей общим магнитным полем Солнца и его инверсией. Обсуждаются данные по солнечным космическим лучам, вопросы высыпаний частиц в

полярную атмосферу и причины аномально высоких потоков космических лучей, наблюдаемых в 2009 г.

5. *Шерстюков Б.Г.*

Геофизические данные в исследованиях изменений климата

Всероссийский НИИ гидрометеорологической информации – Мировой центр данных

Современные изменения климата и их последствия стали одной из ключевых проблем человечества, от решения которой зависит социально-экономическое развитие многих стран мира и здоровье населения. Между тем вопрос о причинах изменений климата не является решенным. Если главной причиной глобального потепления является антропогенный фактор, тогда необходимо перестраивать всю энергетику, промышленность, методы освоения территорий и образ жизни всего человечества с неизбежными потерями в темпах развития и улучшения качества жизни. Если современные изменения являются естественными колебаниями, тогда необходимо развивать энергетику и промышленность, чтобы техническими средствами снижать временные негативные последствия как современного потепления, так и последующего неизбежного похолодания климата.

На основе анализа данных наблюдений в докладе показано, что усиление парникового эффекта за счет увеличения концентрации CO₂ не является основной причиной изменений климата. Завышенный вклад CO₂ является результатом упрощенного моделирования климата в условиях недостатка знаний о факторах изменений климата и величинах прямых и обратных связей в климатической системе.

Приведены краткие результаты исследований данных наблюдений, показывающих значимые корреляции многолетних изменений температуры воздуха с колебательными процессами в океане, с солнечной активностью и со скоростью вращения Земли.

На основе сравнения с данными наблюдений показано, что существующие модели климата неудовлетворительно описывают изменения климата XX века и противоречат тенденциям изменений климата в начале XXI века. Для обоснованного прогноза климата на XXI век необходимо совершенствовать модели на основе эмпирических данных и глубокого изучения всех причин изменений климата в дополнение к CO₂.

Главную роль в совершенствовании моделей должны играть данные геофизических наблюдений по разделам: метеорология, океанология, аэрология, аэрономия, земной магнетизм. А также - данные о солнечной и геомагнитной активности и астрономические данные о возмущениях движения Земли.

6. *Трошичев О.А., Янжура А.С.*

РС индекс как средство мониторинга космической погоды

Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, С.Петербург.

РС индекс был введён, как характеристика магнитной активности в полярной шапке, обусловленной воздействием межпланетного электрического поля E_{KL} , определяемого по формуле. Недавние исследования, выполненные в ААНИИ, свидетельствуют о большей значимости РС индекса: 1) магнитные бури и магнитосферные суббури начинаются только в том случае, если величина РС индекса превышает определённое пороговое значение (~ 2 мВ/м для бурь и >1.5 мВ/м для суббурь), 2) длительность фазы роста и интенсивность суббури определяются скоростью увеличения РС индекса, как только РС индекс падает ниже величины 1-1.5 мВ/м, суббури прекращаются, 3) продолжительность магнитной бури определяется длиной временного интервала с РС > 2 мВ/м, при этом интенсивность бури линейно коррелирует с величиной РС индекса, усреднённого за период главной фазы бури, 4) периодичность пилообразных (saw-tooth) суббурь, происходящих при воздействии стабильно высокого уровня E_{KL} , соответствует чередованиям роста и спада РС индекса, 5) развитие конкретных бурь и суббурь лучше согласуется с поведением РС индекса, чем с

вариациями межпланетного электрического поля E_{KL} , б) "экстраординарные" бури и суббури, происходящие в условиях северной ориентации ММП, оказываются заурядными явлениями, если рассматривать их в отношении к РС индексу, и так далее. Кроме того, РС индекс адекватно реагирует также и на резкие изменения (импульсы) динамического давления солнечного ветра. На основании всех этих экспериментально установленных фактов делается вывод, что РС индекс является индикатором поступающей в магнитосферу энергии солнечного ветра.

РС индекс рассчитывается уже на протяжении многих лет и может быть использован в статистических анализах при решении некоторых давних проблем магнитосферной физики. Наиболее важной из них является проблема взаимодействия в системе солнечный ветер-магнитосфера-ионосфера, для решения которой необходима информация о соотношении между энергией солнечного ветра, которая подводится к магнитосфере, энергией, которая действительно поступает в магнитосферу, и энергией, которая реализуется в магнитосфере в форме магнитных бурь и суббурь.

РС индекс, как характеристика энергии, поступающей в магнитосферу, является удобным средством для мониторинга состояния магнитосферы и её готовности к развитию магнитных бурь и суббурь. Поскольку накачка энергии в магнитосферу является обязательным условием развития магнитосферных возмущений, РС индекс может быть использован для текущего прогноза (nowcasting) космической погоды, включая состояние авроральной ионосферы и даже аномальные процессы в полярной атмосфере.

7. *Пилипенко В.А.*

Международные проекты по космической физике в Антарктике

Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН

Дан краткий обзор проводящихся и планируемых исследований по солнечно-земной физике в Антарктике различными странами в рамках их национальных программ. Делается попытка рассмотреть, как выглядит участие России в антарктических исследованиях на этом фоне.

8. *Дмитриев А. В.*^{1,2}

Мониторинг полярной шапки средствами флота низколетящих спутников

¹НИИ Ядерной Физики им. Д.В. Скобельцына, Московский Государственный Университет, Москва, Россия

²Институт Космических Наук, Национальный Центральный Университет, Джунгли, Тайвань

Представлен обзор *in-situ* и дистанционного зондирования пространственной области полярной шапки на высотах от нескольких десятков до нескольких сотен километров средствами трех семейств низковысотных спутников DMSP, POES и COSMIC/FORMOSAT-3, находящихся на солнечно-синхронных орбитах на высотах от 800 до 900 км. Четыре спутника DMSP и пять спутников POES измеряют спектры заряженных частиц в широких энергетических диапазонах от нескольких эВ до >100 МэВ для ионов и ядер и до >300 кэВ для электронов. Таким образом, они дают экспериментальную информацию о верхних слоях ионосферы, а так же о потоках энергичных частиц магнитосферного, межпланетного и солнечного происхождения. Вертикальные профили электронной концентрации в ионосфере измеряются на шести спутниках COSMIC/FORMOSAT-3, методом затмения радиосигналов с навигационных спутников GPS. Комплексный мониторинг полярной шапки с использованием флотилии низковысотных спутников демонстрируется на примере интервала возмущенной космической погоды в декабре 2006 г.

9. Ларкина В.И., Сергеева Н.Г.

Проявление структуры литосферы в результате спутниковых волновых экспериментов
Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

Анализируются результаты спутниковых измерений интенсивности низкочастотных электромагнитных излучений в звуковом диапазоне частот (100 Гц – 20 кГц) и плотности потоков энергичных электронов. При пролете спутника над Баренцевым и Карским морями были обнаружены изменения в электрической и магнитной составляющих поля излучений, регистрируемых на борту спутника, при пересечении проекцией его трассы контрастных форм рельефа «твердой земли» - срединно-океанических хребтов, зоны континентального склона высоких островных поднятий шельфа и горных массивов, высоко стоящего докембрийского Балтийского щита. Все эти формы обусловлены особенностями тектонического строения земной коры, в связи с чем сделан предварительный вывод о наличии связи между структурой коры и особенностями регистрируемого излучения.

Всплески интенсивности магнитной и электрической составляющих поля низкочастотных излучений были зарегистрированы на борту спутника при его пролете над глубинными разломами литосферы в районе Баренцева и Карского морей. Будут приведены результаты детального и комплексного анализа спутниковой информации при пересечении его траекторией контрастных форм рельефа твердой земли. На борту спутника зарегистрированы одновременные всплески интенсивности низкочастотных излучений и потоков мягких электронов ($E_e = 50$ эВ и 120 эВ). Над зонами разломов наблюдались одновременные всплески интенсивности излучений и потоков высыпающихся электронов. При пересечении спутником зон глубинных разломов литосферы наблюдаются характерные всплески низкоэнергичных электронов 50 эВ и 120 эВ и увеличение температуры окружающей спутник плазмы на 20 – 25 %. В рассматриваемой зоне над глубинными разломами обнаружено совпадение по времени и по пространству всплесков интенсивности низкочастотных излучений с вариациями электронов и температуры окружающей спутник плазмы. Все одновременно наблюдаемые эффекты в волнах, потоках электронов и в температуре тепловой плазмы существуют только над зоной глубинных разломов. Корреляционный анализ подтвердил подобие или близость формы всплесков компонент поля излучений и потоков мягких электронов. Формы огибающей всплесков были подобны. Отмечены флуктуации с периодами 20-25 с.. Скорее всего, измеряемое волновое поле представляет смесь электромагнитных и электростатических волн. Были проверены устойчивость во времени и пространстве обнаруженного эффекта.

Таким образом, в рассматриваемых данных обнаружено отчетливое пространственное соответствие структуры земной коры и вариаций интенсивности низкочастотных излучений. При этом отмечено, что наибольшей видимой информативностью отличается электрическая составляющая поля излучений. Приводятся конкретные примеры регистрации всплесков интенсивности низкочастотных шумов над зонами глубинных разломов земной коры. В рассмотренных данных наиболее отчетливое соответствие структуры земной коры и особенностей электрической составляющей электромагнитного излучения обнаруживается в низкочастотной части спектра, в интервале 140 – 800 Гц.

10. Овчаренко О.Я., Беляев Г.Г., Костин В.М., Трушкина Е.П.

Наблюдение в верхней ионосфере самоподобных плазменных структур над зоной диффузных авроральных высыпаний и над тропическими циклонами по данным спутника КОСМОС-1809

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

В последние годы авторы этого сообщения проводят углубленный анализ различных параметров ионосферной плазмы по данным спутников Космос-1809 и Интеркосмос-Болгария-1300 над различными мощными источниками энерговыделения. Оба спутника

имели квазикруговые орбиты на высоте ~ 900 км. Особо интересна информация, полученная со спутника Космос-1809, так как она содержит данные наблюдений по десяткам экспериментов при проведении подземных ядерных взрывов, включениях КВ нагревного стенда Сура, около сотни тайфунов, землетрясений и т.д. Информация об этих работах приводится на сайте www.izmiran.ru/projects/space/KOSMOS1809/.

Тропические циклоны являются одними из самых мощных источников энерговыделения в атмосфере Земли. В их структурах общее выделение энергии может превышать 10^{20} Дж. Причем, в верхней ионосфере в зените над развитыми супер тайфунами наблюдаются восходящие пучки тепловой плазмы. На стадии перехода тропической депрессии в тропический шторм или при резком изменении траектории движения тайфунов над ними в стратосфере формируется антициклон, а в верхней ионосфере наблюдаются устойчивые квазисолитонные плазменные структуры. В этих структурах выделяются зоны с электростатическими колебаниями на частоте гелия и водорода. По аналогии с явлениями, возникающими в затопленных струях в жидкости или газе, следует ожидать развития вдоль струи поверхностных волн, а обратная связь должна поддерживаться инфразвуковыми волнами.

Оказалось, что на экваториальной границе зоны диффузных высыпаний полярных сияний можно наблюдать такие же структуры. В самих дугах они резко отличаются. Эти эффекты наиболее ярко проявляются вблизи утреннего терминатора. Подробно разобраны события 24 сентября 1992 г., когда одновременно наблюдалось развитие 11 тропических циклонов, превышающих стадию шторма.

11. Тасенко С.В.

Прогнозирование влияния гелиогеофизических факторов на функционирование космических аппаратов

Институт прикладной геофизики имени академика Е.К.Федорова, Москва, Россия

В 2012 году, согласно прогнозам, ожидается максимум очередного (24-го) цикла солнечной активности. Солнечная активность в максимуме своего цикла оказывает значительное влияние на верхние слои атмосферы и околоземное космическое пространство (ОКП), что в свою очередь, увеличивает негативное воздействие среды ОКП на космические аппараты (КА), в том числе на их бортовую аппаратуру, каналы связи с наземными комплексами управления, баллистику, материалы обшивки. Наиболее сильны такие воздействия на КА, имеющие орбиты, близкие к полярным. По данным многолетней статистики, во время максимума цикла солнечной активности общее количество неисправностей в бортовой аппаратуре КА увеличивается в 2-2,5 раза, что существенно снижает эффективность целевого применения космических систем. Таким образом, космические аппараты в ближайшие годы будут эксплуатироваться в наиболее жестких условиях окружающей среды, что неизбежно приведет к возрастанию числа их отказов и дополнительным расходам на поддержание группировки. Важным направлением снижения негативного влияния среды на космические аппараты является повышение стойкости их материалов к воздействию ГФФ. Однако, как показала практика геофизического обеспечения эксплуатации КА, полностью устранить влияние среды только такими методами невозможно. Необходим постоянный систематический контроль и прогноз воздействий ГФФ на системы КА в процессе их целевого использования и принятие мер для снижения последствий этих воздействий. Хотя приведенные факты достаточно широко известны, в практике эксплуатации космических средств систематическое использование данных о воздействии среды на функционирование КА встречается крайне редко. Это объясняется тем, что, несмотря на универсальность общих подходов к описанию взаимодействия КА со средой, практически для каждого отдельно взятого КА набор влияющих ГФФ является уникальным и определяется как составом и материалами его конструкции, так и его орбитой. Одним из подходов к прогнозированию реакции КА на

воздействие ГФФ традиционно является использование статистических связей различных гелиогеофизических параметров (и их сочетаний) с параметрами функционирования бортовой аппаратуры. Реализация такого подхода предполагает создание и анализ обширных баз данных сбоя и отказов аппаратуры КА в сочетании с данными о состоянии солнечной и геомагнитной активности, радиационной обстановки, ионосферы и т.д. Другой подход основан на расчетах накопленных космическим аппаратом радиационных доз для чего, как правило, используются эмпирические модели распределения космической радиации в ОКП. Наиболее перспективным, по мнению автора, подходом является моделирование взаимодействия с окружающей средой каждого компонента КА с учетом состава его материалов, радиационной защиты и т.п. с последующим комплексированием выходной информации отдельных моделей для оценки состояния КА в целом.

12. *Титов А.А., Соломенцев Д.В., Хаттатов В.У.*

Поддержка и формирование базы данных состояния ионосферы с помощью трехмерной ассимиляционной модели ЦАО

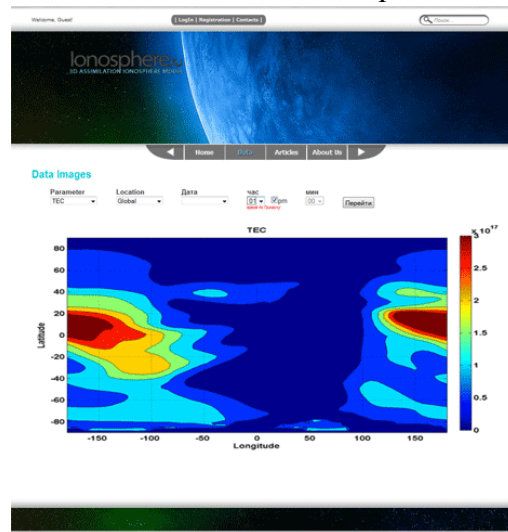
Центральная аэрологическая обсерватория, ГУ «ЦАО»

Исследования физико-химических процессов, происходящих в ионосфере Земли, имеют как фундаментальное, так и прикладное значение. Способность точно определять и предсказывать состояние ионосферы играет большую роль при решении задач спутниковой навигации, радиолокации, проектировании радиосвязи и геофизического мониторинга состояния ионосферы.

В ГУ Центральная аэрологическая обсерватория Росгидромета (ГУ «ЦАО») с 2009 года проводится работа по созданию баз данных основных параметров состояния ионосферы, получаемых с помощью глобальной трехмерной ассимиляционной модели ионосферы.

Наличие большого количества внутренних и внешних физических факторов, часть которых в принципе невозможно предсказать, влияющих на ионосферные процессы, затрудняет мониторинг и прогнозирование ее ключевых характеристик. Этот факт существенно ограничивает точность математических моделей ионосферы, основанных исключительно на численном решении системы физических уравнений. Модель, результаты которой могут быть использованы в практических приложениях, должна усваивать оперативно поступающие экспериментальные данные о состоянии ионосферы, а так же информацию об изменении внешних факторов (таких например как солнечная активность). Подобный метод ассимиляции данных наблюдений широко распространен в прикладных геофизических задачах моделирования, в том числе для численного прогноза погоды. Модель, использующая методику ассимиляции данных, была разработана в ГУ «ЦАО» и на данный момент функционирует в глобальном и региональном режимах, предоставляя информацию о трехмерном распределении концентраций, температур и скоростей электронов и семи основных типов ионов с временным разрешением в 5 минут.

На сегодняшний день ГУ ЦАО располагает Интернет-ресурсом, на котором в открытом доступе предоставлены визуализированные распределения электронной концентрации в нескольких видах. Кроме того, для зарегистрированных пользователей доступна информация с более высоким временным разрешением, а также предоставляется возможность получения исходной базы данных и информации о точности текущих расчетов. В перспективе предполагается на основе базы данных регулярных наблюдений состояния ионосферы построить климатические нормы полного электронного содержания и других



параметров ионосферы для различных сезонов с учетом широтно-долготной зависимости. База данных о состоянии ионосферы пополняется каждые 15 минут.

13. *Старченко С.В.*

Источники наблюдаемого магнитного поля в ядре Земли

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

Предложено использовать собственные функции уравнения магнитной диффузии для физически и математически обоснованного описания источников главного геомагнитного поля в ядре Земли. В результате с ошибкой менее 15% оценено среднее значение проводимости ядра Земли, как $5,5 \cdot 10^5$ См/м. Главный гармонический источник осевого диполя приближенно описан объемным кольцевым электрическим током, текущим вокруг оси вращения Земли. Значительно грубее, но достаточно достоверно, исходя из IGRF моделей, оценены квадрупольные геомагнитные источники в ядре и минимальное время ~2000 лет, отделяющее нас от ближайшей инверсии. Ожидается, что дальнейшее развитие предложенного подхода приведет к заметному улучшению пространственно-временного моделирования наблюдаемого геомагнитного поля и его экстраполяции в области, недоступные для непосредственных наблюдений.

14. *Петров В.Г.*

Современные средства разработки программного обеспечения для научных исследований.

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

В настоящее время практически любой исследователь является в той или иной степени программистом. Это обусловлено тем, что с одной стороны программирование становится невозможным без знания предметной области, с другой стороны развитие компьютерной техники и совершенствование и упрощение систем программирования, а также переход к цифровым методам регистрации данных, делает возможным и даже необходимым разработку хотя бы простейших программ любым исследователем. Выбор правильного средства для этого может существенно ускорить и повысить эффективность научных исследований.

Сейчас имеется две операционных системы: Microsoft Windows или одна из версий LINUX- систем. Windows лидирует на настольных и персональных системах (около 90% настольных компьютеров), тогда как Linux популярна на web-серверах, вычислительных кластерах и в суперкомпьютерах (50-90%). Windows-7 Pro стоит около 5 тыс. руб. (покупать более дешевые версии опасно – некоторые старые программы могут не работать), Linux можно установить бесплатно. Обычно Linux менее требователен к ресурсам компьютера и более вирусоустойчив. Количество программ для научных исследований, в общем, сопоставимо и большинство программ имеются (или имеют аналоги) для обеих систем, хотя установка программ на Linux обычно сложнее. В чем пока он сильно проигрывает – это в возможностях и удобствах подключения внешних устройств. Вторым недостатком Linux систем является их огромное разнообразие, отсутствие стандарта. Таким образом, несмотря на увеличение доли Linux систем, для неискушенного пользователя Windows пока остается предпочтительнее.

Все системы создания программ делятся на две группы – трансляторы и компиляторы. Опыт показывает, что в среднем разработка и отладка транслируемой программы занимает в 3-10 раз больше времени, однако потом программа созданная транслятором работает в десятки раз быстрее. Таким образом, пользователь должен выбирать, на что он хочет потратить время – на разработку или счет. Первые системы для создания программ для научных исследований были трансляторами – ALGOL, FORTRAN, PASCAL, C. Компилятор BASIC широкого распространения так и не получил. По мере повышения быстродействия персональных компьютеров, основной недостаток

компиляторов – плохое быстродействие становился все менее и менее существенным. Учитывая, что освоение транслируемых языков обычно проще и быстрее, они становятся преобладающими для не профессиональных программистов.

В конце 70 годов появилась рабочая версия языка MATLAB как интерактивная среда для вызова FORTRANовских библиотек. Сейчас язык MATLAB является высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, включающим основанные на матрицах структуры данных, широкий спектр функций, интегрированную среду разработки, объектно-ориентированные возможности и интерфейсы к программам, написанным на других языках программирования. К MATLABу имеется большой набор специализированных пакетов (Toolbox) для решения типовых задач в различных областях.

Примерно в это же время появилась и первая коммерческая версия языка IDL (Interactive Data Language). В целом по своим возможностям он очень близок к MATLAB и сказать какой из них лучше невозможно. Синтаксис MATLAB основан на языке C, а IDL- на FORTRANе. IDL широко используется в NASA, в астрономии, в медицине для обработки изображений. MATLAB – для инженерных расчетов, моделирования различных систем, финансовых расчетов. Оба эти языка были созданы именно для облегчения и ускорения разработки программ на языках C и FORTRAN и рекомендуются как замена этих языков. У них есть только один недостаток — их высокая стоимость, в зависимости от комплекта поставки она достигает 5-10 тысяч \$US.

В конце 80-х годов появилась первая версия нового языка программирования Python (http://python.ru/start_with_python_ru.pdf). Python - это свободно распространяемый (бесплатный) универсальный язык высокого уровня. При установке дополнительных библиотек Numpy и Matplotlib, Python становится полностью аналогичен Matlab или IDL. В ОС, основанных на Unix, Python уже является частью ОС, для MS Windows он легко устанавливается. Программы, написанные на Питоне системно независимы - один и тот же код выполняется везде, имеется огромное количество готовых свободно-распространяемых библиотек. Тексты программ легко читаемы и, соответственно, их легко создавать, поддерживать и модифицировать. Популярность Python растет самыми быстрыми темпами и в 2010 г. по рейтингам TIOBE Software он занял 4 место (уступая только Java, C, C++). Переход на Python поможет существенно ускорить освоение программирования, разработку собственных программ для научных исследований и сэкономить средства. Обладая достоинством MATLAB и IDL, Python является более универсальным языком и прекрасно подходит для большинства задач, которые решались на FORTRAN, C, DELPHI, PERL и других традиционных языках. Он также считается наилучшим языком для начального обучения информатике в школах. Использование языков высокого уровня гарантировано поможет вам тратить больше времени на работу с данными а не с кодом программ.

15. *Бархатов Н.А., Ревунов С.Е.*

Нейросетевая интернет-система анализа и обработки данных в режиме реального времени
Нижегородский государственный педагогический университет

Разработана нейросетевая интернет-система анализа и обработки потока цифровых данных в масштабе реального времени, позволяющая осуществлять поиск нелинейных причинно-следственных связей в гелиогеофизических задачах. Модульная архитектура интернет-системы позволяет модифицировать и дополнять ее для целей решения прогностических и классификационных задач солнечно-земной физики. Основой интернет-системы является программно-вычислительный комплекс. В него включены искусственная нейронная сеть (ИНС) Элмана с алгоритмом обратной связи, сеть прямой передачи данных, сеть с алгоритмом нечеткой логики (Fuzzy) и классификационная сеть типа слой Кохонена. Интерфейс приложения позволяет изменять архитектуры используемых нейросетей. Программно-вычислительный комплекс, в частности, содержит средства восстановления и прогноза индексов полярных электроджетов. В настоящее время интернет-система

представлена несколькими онлайн модулями. Первый модуль обеспечивает интерактивную постановку нейросетевых численных экспериментов для поиска нелинейной связи индексов между собой и с параметрами околоземного космического пространства. Второй модуль позволяет восстанавливать классические индексы AE(12) (получаемые ранее по данным 12 магнитных обсерваторий) по современным индексам AE(N), где число обсерваторий $N < 10$. Восстановление выполняется реализацией нейросетевого алгоритма, выполняющего пересчет современных индексов к классическим.

Важность получения значений классических индексов объясняется необходимостью иметь полноценные данные по индексам в отсутствие записей по ряду полярных обсерваторий. Это необходимо, поскольку использование статистических соотношений между отдельными составляющими энергетического бюджета магнитосферы и индексом AE, полученных на основе классических AE индексов, в настоящее время уже не является корректным. Также как некорректно использовать полученные в прошлом связи между классическими индексами AE(AL,AU) и параметрами солнечного ветра, используя современные индексы.

16. *Одинцов В.И., Осин А.И., Зайцев А.Н.*

Интеграция архива данных с вычислительной средой

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

В условиях лавинообразного нарастания объемов научных данных в геофизике, создание и сопровождение больших централизованных архивов становится практически трудноосуществимой задачей. Громадный объем и разнообразие научных данных в сети Интернет, различие в форматах представления данных и интерфейсах доступа к ним, делают работу с данными достаточно трудоемкой. Проблемы поиска и просмотра данных в удаленных электронных архивах в настоящее время решаются созданием виртуальных архивов. Они представляет собой сетевые ресурсы, позволяющие исследователям легко и быстро находить данные различной природы и создавать локальные частные базы данных, объединенных единым форматом описания (форматом метаданных). В докладе рассмотрены вопросы создания интегрированных систем которые обеспечивают передачу данных по запросам пользователей из виртуального архива в вычислительную среду и обратную отправку пользователям результатов обработки заданных временных рядов в виде графических образов или файлов, содержащих результаты обработки и данные для последующего анализа средствами пользователя. Отмечается, что интеграция виртуального архива с вычислительной средой дает следующие преимущества:

- не требуется установка дополнительного программного обеспечения на компьютере пользователя для доступа к виртуальному архиву и типовой обработки данных;
- не предъявляются требования к типу операционной системы, установленной на компьютере пользователя (это могут быть Windows, Linux и т.п.);
- не требуется установка на компьютере пользователя вычислительных средств для типовой обработки данных и графического представления результатов обработки по избранным интервалам данных;
- снижается нагрузка на сетевые ресурсы по передаче по сети больших объемов необработанной информации.

В качестве примера рассмотрен опыт эксплуатации в ИЗМИРАН сервиса "Интерактивный WEB-ресурс для адаптивной обработки экспериментальных данных на основе инструментального средства MATLAB Web Server" для специалистов по Солнечно-Земной физике <http://matlab.izmiran.ru/magdata/>. Он обеспечивает обработку данных виртуального архива в интерактивном режиме с использованием всех возможностей вычислительной среды MATLAB. Многопользовательский интерфейс организован посредством MATLAB Web Server. Сравнительная простота подготовки интерфейсных

HTML-форм и MATLAB приложений (m-файлов) для создания собственных математических конструкций обработки данных с поддержкой сложной графики, работающих в любом стандартном Web-браузере, обеспечивает доступ к данным и вычислительным ресурсам виртуального архива широкому кругу пользователей.

Первый опыт работы с виртуальным архивом, интегрированным с вычислительной средой MATLAB, подтвердил удобство использования виртуального архива для решения как научных, так и прикладных задач.

17. Янжура А.С., Трошичев О.А.

Арктическая сеть геофизических наблюдений Росгидромета и организация информационного геофизического центра в АНИИ

Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, С.Петербург.

На сетевых геофизических станциях Росгидромета осуществляется непрерывная регистрация вариаций магнитного поля Земли, поглощение ионосферой космического шума (риометрический метод), вертикальное зондирование ионосферы и наклонное зондирование ионосферы на заданных радиотрассах.

Информация поступает в реальном и около-реальном времени с полярных обсерваторий, расположенных в Арктике и Антарктике. Для передачи цифровых данных установлены или устанавливаются спутниковые системы связи, позволяющие также осуществлять дистанционное управление измерительными комплексами. Все удаленные системы сбора данных объединены в единую информационную сеть.

Вся поступающая со станций информация обрабатывается в реальном времени и накапливается на сервере реляционной базы данных в виде индексированных электронных таблиц. Управление базой и запрос данных осуществляется с помощью формирования стандартных SQL команд.

В настоящее время в АНИИ ведутся работы по созданию информационного геофизического центра, будут представлены данные геофизических наблюдений в Арктике и Антарктике. На сервере АНИИ реализован автоматический расчет дополнительных параметров и величин, таких как: PCS-индекс магнитной активности в полярной шапке, уровень поглощения космического шума, показатель стабильности вариационного магнитного комплекса ΔF , оперативно передаются магнитные данные авроральных станций (Амдерма, Диксон, Тикси, Певек) в Мировой центр данных WDC-C2, где производится расчет AE-индекса авроральной магнитной активности.

Разрабатываются эффективные алгоритмы по контролю оперативного поступления информации, автоматизированной оценке качества собираемых данных. Внедряются дополнительные средства интерактивного представления информации посредством сети Интернет. Продолжаются работы по модернизации сети геофизических обсерваторий в соответствии с Федеральной целевой программой «Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации на 2008-2015 годы».

Текущие данные по геофизическому мониторингу отображаются на WEB сайте отдела геофизики www.geophys.aari.ru. Так же на сайте существует возможность сформировать запрос на просмотр исторических данных за любой интересующий интервал.

18. Алешков В.М., Кравцова М.В., Луковникова А.А., Сдобнов В.Е.

Станции космических лучей ИСЗФ СО РАН в режиме «реального времени»

Институт солнечно-земной физики СО РАН, г. Иркутск

В состав мировой сети станций космических лучей (СКЛ) входят 4 станции ИСЗФ СО РАН: 3 станции Саянского спектрографического комплекса, оснащенные нейтронными супермониторами NM64 - АСКЛ1 (18NM64, высота 475 м, г. Иркутск), АСКЛ2 (12NM64,

высота 2000 м, Восточные Саяны), АСКЛЗ (6NM64, высота 3000 м, Восточные Саяны) и СКЛ г. Норильска (18NM64, высота 0 м), а также цифровыми барометрами БРС-1М (точность 0,1 мБ), приемниками GPS, современными регистраторами на основе плат PCI-1780. Статистическая точность часовых измерений интенсивности КЛ составляет ~0,1 %.

Передача данных СКЛ на серверы ИСЗФ СО РАН, ИЗМИРАН, Европейской базы данных осуществляется по радиоканалам.

Данные СКЛ в режиме реального времени доступны на следующих Интернет-ресурсах: <http://cgm.iszf.irk.ru> (3 станции Саянского спектрографического комплекса), <http://195.112.241.116/nrlk> (Норильская СКЛ), <http://db10.nmdb.eu/nest> (База данных ИЗМИРАН), <http://db01.nmds.eu/phprmyadmin> (Европейская база данных).

Также данные доступны на ftp-серверах: ИЗМИРАН (<ftp://cr0.izmiran.rssi.ru/COSRAY!/>), ИСЗФ СО РАН (<ftp://84.237.21.4>), Норильской СКЛ (<ftp://195.112.241.116>) (см. таблицу).

Данные, доступные на ftp-серверах

СКЛ	1-минутное разрешение	часовое разрешение
АСКЛ1	с 2000 г. по наст. вр.	с 1958 г. по наст. вр.
АСКЛ2	с 2000 г. по наст. вр.	с 1981 г. по наст. вр.
АСКЛ3	с 2006 г. по наст. вр.	с 1981 г. по наст. вр.
Норильская СКЛ	с 2000 г. по наст. вр.	с 1971 г. по наст. вр.

19. Гуляева Т.Л., Пустовалова Л.В.

Использование открытых источников данных и моделей при проектировании сайта «Ионосферная погода»

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

Космическая погода характеризуется «солнечными индексами» как мерой активности Солнца, «геомагнитными индексами» для оценки поведения магнитосферы, и «ионосферными индексами» в качестве меры изменений в ионизации. На сайте «Ионосферная погода» в ИЗМИРАН (<http://www.izmiran.ru/services/iweather/>) представлен широкий спектр ионосферных параметров и результатов их обработки по наблюдениям на 50-ти ионосферных станциях, поставляющих ионосферные характеристики в Интернет, а также модельная реконструкция этих параметров в магнитно-сопряженных точках. Набор представленных параметров охватывает 15 станций в полярных областях, 26 в средних широтах, и 9 в экваториальной области, и столько же в сопряженной полусфере. Наблюдения ионозондов часто имеют пропуски в данных в силу физических или технических причин. Пропуски в параметрах максимума ионизации (критической частоты и высоты области F2) восполняются с помощью соответствующих моделей. При этом используются карты полного электронного содержания ТЕС, представленные в Интернет, по наблюдениям за сигналами навигационных спутников GPS. Ввод ТЕС в Международную модель ионосферы, IRI-Plas, дополненную моделью плазмосферы ИЗМИРАН (<http://ftp.izmiran.ru/pub/izmiran/SPIM/>), позволяет реконструировать параметры максимума ионизации. По всем пунктам наблюдений вычисляется индекс ионосферной погоды по 4х-бальной шкале ($W=\pm 1$ - спокойные условия, $W=\pm 2$ – умеренные возмущения, $W=\pm 3$ – умеренные бури и суббури, $W=\pm 4$ – интенсивные бури). W индекс представлен на сайте в табличной форме за каждый час по всем пунктам наблюдений, а также в графической форме по наблюдениям дигизонда ДПС-4 в ИЗМИРАН с прогнозом на 24ч вперед, который ежечасно обновляется на главной странице сайта. По картам GPS-ТЕС разработана методика оценки планетарного W_p индекса и составлен каталог планетарных ионосферно-плазмосферных бурь с 1999г. по настоящее время, который включает более 150 бурь и постоянно обновляется на сайте по мере появления новых событий. Подобно другим центрам представления ионосферных данных, сайт «Ионосферная погода» является полезным источником информации для оперативной оценки текущего состояния ионосферы, которая используется при управлении космическими

аппаратами, в задачах радиосвязи и навигации. Архив параметров полезен для научных исследований и развития ионосферных моделей.

20. *Котиков А. Л.*

Мониторинг гео- и радиофизических параметров полярной ионосферы как основной инструмент исследования эффектов нагревных экспериментов

Санкт-Петербургский Филиал института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, г. Санкт-Петербург
Санкт-Петербургский Государственный университет, г. Санкт-Петербург

В данной работе представлены результаты исследования магнитосферно-ионосферного взаимодействия с учетом активной роли высокоширотной ионосферы. Особое внимание уделено методам обработки и анализа спутниковых и наземных данных экспериментов по искусственному возбуждению ионосферы, проведенных при помощи международного нагревного стенда в Тромсе. Разработана оригинальная компьютерная обработка данных all-sky камер и отображающего риометра IRIS, осуществляющая фильтрацию естественных помех. Показано, что эффект от искусственного воздействия на ионосферу (E слой) коротковолнового радиоизлучения уверенно регистрируется в спутниковых данных по потокам высыпающихся электронов, данных снимков полярных сияний и в вариациях геомагнитного поля на поверхности Земли. Так же, приведены результаты по анализу риометрических данных.

Использование оригинальных комбинаций методов обработки, позволили выделить «тонкий» эффект от воздействия нагревного передатчика на фоне шумов на трех уровнях: Земли, ионосферы и орбит спутников Cluster. Причем следует отметить, что за флуктуации свечения, зарегистрированные с помощью камер всего неба, ответственны электроны с энергиями порядка 3-5 кэВ. В спутниковых данных отмечена модуляция потоков плотности электронов с энергиями от 8 до 27 кэВ, а за риометрическое поглощение ответственны потоки высокоэнергичных электронов с энергиями ~ 45 кэВ. Из чего можно сделать вывод, что работа нагревного передатчика создает такие условия в ионосфере, которые позволяют частицам различных энергий проникать в нижние слои ионосферы.

21. *Погода Э.В.*

Некоторые аспекты диагностики геосреды

Владикавказское отделение Учреждения Российской академии наук Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН

Изучение геосреды получает все большую направленность в сторону контроля ее состояния с целью обнаружения и предупреждения опасностей природного и техногенного происхождения.

На основе анализа многочисленных работ по мониторингу, предложена концепция и структура диагностики геосреды.

Естественно, что в решении проблем диагностики геосреды важную роль играют теоретические исследования. Однако эти исследования должны базироваться на эффективных наблюдениях. Применительно к геосреде (геосфере) – это создание системы комплексных геофизических наблюдений, для каждого из измеряемых параметров важен правильный выбор масштаба измерений по времени и пространству. Существенное значение в проблеме диагностики геосреды и мониторинга является контроль источников возмущений и изучение механизмов взаимодействия процессов в геосредах с источниками возмущения.

В работе рассматриваются также возможности использования ионосферы для контроля за источниками опасности различной природы. Приводятся основные факторы воздействия на ионосферу. Сформулированы основные характеристики и параметры ионосферы, использование которых целесообразно для проведения непрерывных

наблюдений. При обработке результатов наблюдений существенной проблемой является распознавание источников воздействия на ионосферу (обратных задач) и выделение тех параметров ионосферы, которые наиболее устойчиво позволяют распознавать события.

Характерными параметрами для диагностики ионосферы, в которых содержится информация о сейсмособытиях, могут быть: структура, состав, динамические процессы, электромагнитные поля, а так же параметры радиосигналов, отраженных от ионосферы или прошедших через нее и др. При контроле за сейсмическими процессами наиболее сложной является проблема прогноза землетрясений. Особо сложными задачами при этом являются правильное обнаружение, как возмущающих факторов, так и предвестников землетрясений.

В работе отмечается, что для решения задач диагностики источников опасностей различной природы необходимо:

- продолжение работ по изучению механизмов воздействия возмущающих факторов на параметры геосреды (геосфер), трансформация этих возмущений в различные геосферы;
- создание эффективных систем диагностики;
- разработка гибридных моделей геосреды (геосфер), позволяющих опознавать источники опасностей и решать задачи прогноза.

22. Ягова Н.В., Пилипенко В.А., Чугунова О.М., Баранский Л.Н.

Параметры геомагнитных пульсаций и шумов УНЧ диапазона в высоких широтах
Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, Москва

Рассматриваются количественные параметры геомагнитных пульсаций и шумовых возмущений диапазона от 10^{-3} до 10^{-1} Гц в высоких широтах. На основе анализа данных нескольких лет непрерывных наблюдений по данным десятков станций предложена и апробирована методика количественного описания шумовых возмущений в виде ряда по моментам спектрального распределения и выявлены регулярные зависимости коэффициентов разложения от геомагнитной широты, местного магнитного времени и факторов космической погоды. Показано, что закономерности в изменении спектральных моментов качественно отличаются для разных частотных диапазонов. Отличия для сигналов разной поляризации и спектрального состава имеют количественный характер. Для разных типов пульсаций и регионов выявлены управляющие параметры вне и внутри магнитосферы. Показано, что, в отличие от спектральной мощности, спектральный наклон низкочастотных возмущений практически не зависит от параметров солнечного ветра и межпланетного поля, измеренных перед ударной волной, а определяется параметрами плазмы в магнитосфере и магнитослое.

II. Стендовые доклады.

1. Баишев Д.Г.¹, Моисеев А.В.¹, Неустроев Н.И.¹, Степанов А.Е.¹, Й. Линте²

Система сбора магнитных и ионосферных данных в ИКФИА СО РАН

¹Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Россия

²Геофизический центр, Германия

Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН (ИКФИА СО РАН) имеет в своем составе магнитную обсерваторию «Якутск» и меридиональную цепочку ионосферных станций Якутск – Жиганск – Тикси.

С 2010 г. магнитная обсерватория работает по программе INTERMAGNET. Система сбора данных обсерватории основана на регистраторе MAGDALOG, разработанной в Геофизическом центре (г. Потсдам, Германия). Для передачи данных используется беспроводная система передачи, позволяющая осуществлять связь с компьютером обсерватории на скорости 50 МБ/с. Для визуализации и удобства обработки данных создана Интернет-база данных обсерватории, представленная на сайте ИКФИА СО РАН (<http://ikfia.ysn.ru>).

Оснащение ионосферных станций Якутской цепочки современными ионозондами позволяет создать единый центр ионосферных данных через сетевое соединение и получать ионограммы с трех станций в реальном времени. Станции Якутск и Жиганск, соответственно с 2002 и 2003 гг., оснащены дигизондами DPS-4, ст. Тикси – цифровыми ионозондами «Парус» и «Вертикаль». Подача команд на ионозонд «Вертикаль» и преобразование сигналов с ионозонда осуществляется на основе универсальной платы L-154 используя специально разработанное программное обеспечение.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 09-05-98501, № 09-05-98546, № 11-05-00908_a и проекта № 69 СО РАН.

2. Баишев Д.Г.¹, Моисеев А.В.¹, Макаров Г.А.¹, Бабаханов И.Ю.², Смирнов С.Э.², Чернева Н.В.², Шевцов Б.М.², Никифоров В.М.³, К. Юмото⁴.

Магнитные исследования на Северо-Востоке России в рамках проекта MAGDAS

¹Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Россия

²Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, Россия

³Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,

⁴Центр космических исследований, Университет Кюсю Япония.

В 1990-х годах ИКФИА СО РАН, ИКИР ДВО РАН и ТОИ ДВО РАН заключили международное сотрудничество с Нагойским университетом (Япония). Было установлено 7 цифровых феррозондовых магнитометров на Северо-Востоке России, работающих по международному проекту Circum-pac Pacific Magnetometer Network (CPMN).

В рамках нового международного проекта MAGDAS (MAGnetic Data Acquisition System), инициированного в 2005 году Центром космических исследований (Университет Кюсю, Японии) произведена замена магнитометров цепочки CPMN на новые MAGDAS магнитометры, из них три магнитометра в ИКИР ДВО РАН на станциях Паратунка, Стекольный (Магадан) и мыс Шмидта (Чукотка)..

В настоящее время, в период 2011-2012 гг. планируется установка 6 MAGDAS магнитометров на территории Якутии, позволяющие осуществлять передачу данных в квазиреальном времени в единый центр, расположенный в ИКФИА СО РАН.

Магнитные обсерватории ИКФИА СО РАН, ИКИР ДВО РАН и ТОИ ДВО РАН охватывают огромный северо-восточный сегмент сети магнитных обсерваторий, выполнявших до 90-х годов прошлого столетия программу наблюдений на пунктах векового хода, их восстановление является шагом для возобновления этих наблюдений. Создание

современной магнитометрической сети на Северо-Востоке России позволит решить ряд задач по прогнозу "космической погоды". Также будут обеспечены наземные наблюдения в рамках выполнения проекта International Space Weather Initiative (ISWI, 2010-2012) с участием японских геостационарных спутников .

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 09-05-98546, № 11-05-00908_а и проекта № 69 СО РАН.

3. Боярских В.Г.

Специализированная база компонентных геомагнитных данных НИС «Заря»

Санкт-Петербургский Филиал института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г. Санкт-Петербург

В Санкт-Петербургском филиале ИЗМИРАН накоплен огромный фактический материал по компонентным измерениям магнитного поля Земли на акватории Мирового океана. Измерения производились на маломagnitude шхуне "Заря" с помощью установленного на борту постоянно совершенствовавшегося магнитометрического комплекса. Полученные данные в основном регистрировались на аналоговых устройствах в виде графиков на бумажных носителях. К настоящему моменту в СПбФ ИЗМИРАН проведена большая работа по переводу аналоговых записей компонент МПЗ и навигационных данных в цифровой вид. Для надежного хранения магнитометрической информации и осуществления простого и удобного доступа к ней создана специализированная база данных (БД) «Заря». Исходя из имеющихся возможностей, для разработки комплекса программ, обеспечивающих пользовательский доступ и управление БД, была выбрана система управления БД (СУБД) Microsoft Access. За основную единицу хранения принята запись, содержащая значение компоненты поля, широту и долготу точки измерения, дату и время проведения измерений, а так же признак принадлежности к конкретному профилю. Каждой компоненте поля D, H, Z, T поставлена в соответствие своя таблица. Такие таблицы составили основу БД. Время измерения приведено к Гринвичскому меридиану. При проектировании БД в качестве базовой связующей таблицы выбран список профилей, поскольку именно профиль представляет собой минимальную структурную единицу, которую можно отнести к конкретному рейсу и региону. Таблица профилей связывает основные таблицы, содержащие магнитометрические данные, со вспомогательными и справочными таблицами, содержащими, например, информацию о конкретном магнитометрическом и навигационном оборудовании, использовавшемся в рейсе для измерения отдельных компонент, и его точностях. Для обеспечения пользовательского доступа представляемая БД снабжена пользовательским экранным интерфейсом, предоставляющим необходимые возможности управления базой данных: 1) выборка данных; 2) пополнение базы новыми данными; 3) редактирование данных; 4) удаление данных из базы. Параметрическая выборка данных подразумевает извлечение магнитометрической информации по ее принадлежности к конкретному региону, рейсу или к прямоугольной области в координатах широты и долготы. При работе с базой данных обеспечивается контроль над действиями пользователя, чтобы свести к минимуму риск необратимых потерь данных.

4. Бургучев С.С. , Алешин И.М. , Ильинский Д.А., Корягин В.Н. , Холодков К.И.

Использование беспроводных сетей для передачи сейсмических данных по протоколу реального времени

Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, г. Москва, Россия

В работе описано устройство и организация работы портативной телеметрической сейсмологической станции, а также ее использование для выполнения как наземных, так и морских наблюдений. Главное внимание уделяется вопросу реализации схемы передачи

данных по протоколу реального времени, а также особенности работы по этому протоколу при использовании канала сотовой связи.

Работа была инспирирована исследованиями в рамках Европейского проекта *SEHELLARC* (<http://www.seahellarc.gr>), область исследований которого расположена в западном Пелопоннесе и включает в себя один из наиболее сейсмически активных районов во всём Средиземноморье. Передача данных и удаленное управление регистратором осуществляется через канал передачи данных с использованием услуг местного сотового оператора, по протоколу *GPRS*. В местах, не покрытых сотовой сетью, использовался спутниковый канал связи.

Первоначально, реализация передачи данных сейсмологической станции базировалась на протоколах высокого уровня: *FTP*, *SSH* и *HTTP*. Однако данное решение имеет ряд очевидных недостатков. Среди систем, реализующих передачу данных в режиме реального времени, мы остановили свой выбор на протоколе *SeedLink*. Была использована реализация *SeedLink*-сервера, входящая в состав свободно распространяемого программного пакета *SeisComP* (*Seismological Communication Processor*), разработанный специалистами сейсмологической сети *GEOFON*.

Для согласования *SeedLink*-сервера с источником данных был использован плагин для чтения данных в формате *Mini-SEED* из именованного канала (*named pipe*). Запись данных в именованный канал осуществляется разработанной нами службой, осуществляющей получение данных с регистратора во внутреннем формате *SEDIS* и конвертацию данных в формат *Mini-SEED* с последующей записью данных в именованный канал.

Дополнительных усилий потребовала реализация доступа к станции, так как использование канала *GPRS* часто означает отсутствие статического *IP*-адреса. Так как при использовании протокола *SeedLink*, регистратор выступает в роли сервера, то клиент, запущенный в дата-центре, должен установить соединение с *SeedLink*-сервером, что затруднительно при отсутствии статического *IP*-адреса. Для решения данной проблемы был использован динамический *DNS*. При смене *IP*-адреса регистратора последний посылает соответствующий запрос на обновление базы *DNS*-серверу.

Работа выполнена в рамках Европейского проекта *SEHELLARC* при частичной поддержке компаний «Геопро» ГМБХ, Гамбург, инновационной компании ЗАО «Геонод».

Использование стандартного протокола и сети сотовой связи в совокупности с малым энергопотреблением, относительно небольшой стоимостью аппаратуры, установки и обслуживания делают наше решение привлекательным для оперативного развертывания сети таких станций. Это актуально при плановом мониторинге объекта (или региона) с целью оценки сейсмической опасности, предупреждения об опасности возникновения цунами, а также в зонах афтершоковой активности после крупных землетрясений. Благодаря применению стандартных протоколов реального времени, данные попадают в центры обработки данных и не требуют дополнительной настройки математического обеспечения и дорогостоящей процедуры организации обработки новых потоков данных.

5. Воробьев В.А

О возможном влиянии магнитного цикла Солнца на высотную зависимость ГКЛ в полярной шапке

Институт глобального климата и экологии, Москва, Россия

В 1969 г. в ИПГ была создана Радиационная Служба для обеспечения радиационной безопасности полетов космонавтов и экипажей и пассажиров сверхзвуковых пассажирских самолетов. Радиационный контроль в околоземном космическом пространстве осуществлялся спутниками «Метеор» с полярной орбитой, а радиационный контроль в стратосфере – радиометрическими радиозондами РРЗ, запускавшимися на выбранной сети аэрологических станций Госкомгидромета.

Исследованы вариации галактического космического излучения (ГКЛ) с циклом солнечной активности. На рисунке приведен временной график отношения среднегодовой интенсивности ГКЛ с энергией $E > 100$ МэВ в полярной шапке на высоте 700 км по данным ИСЗ к интенсивности на границе атмосферы по данным радиозондов, а также график солнечной активности.

Обнаружен неизвестный ранее эффект возможной зависимости высотного распределения ГКЛ в полярной шапке от магнитного цикла солнца.

6. Гарбацевич В.А., Кайнара Л.Н., Петров В.Г.

Геомагнитные наблюдения в обсерватории «Москва»

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н. В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

Магнитная обсерватория «МОСКВА» («Красная Пахра») ИЗМИРАН г. Троицк имеет географическую широту $55^{\circ} 28' 40''$, долготу $37^{\circ} 18' 42''$, геомагнитная широта $50^{\circ} 8'$, геомагнитная долгота $120^{\circ} 3'$, высота над уровнем моря 190 метров и находится в 18 км от Москвы. Обсерватория начала функционировать в конце 1944 года, но систематические наблюдения были начаты с 01.04.1946 года. Её можно считать наследницей Кучинской магнитной обсерватории ($\varphi = 55^{\circ} 45' 40''$, $\lambda = 37^{\circ} 57' 52''$), которая прекратила свои наблюдения в 1933 году из-за электрификации железной дороги.

На магнитной обсерватории «МОСКВА» осуществляется непрерывная регистрация вариаций магнитного поля Земли, производятся регулярные абсолютные наблюдения и контроль вековых вариаций магнитного поля. Приборы обсерватории размещены в двух основных немагнитных павильонах – вариационных и абсолютных измерений, помимо этого имеется ряд вспомогательных помещений для настройки и долгосрочных испытаний аппаратуры, а также кварцевая мастерская для ремонта, настройки и создания датчиков магнитовариационных станций.

В павильонах сейчас работает следующая аппаратура:

- Аналоговая магнитовариационная станция Москва-1 на основе вариометров системы Боброва с фотозаписью, регистрирующая D, H, Z и F составляющие магнитного поля Земли (работает с 1960 г.);
- Цифровые вариационная станция серии «КВАРЦ»;
- Цифровая феррозондовая вариационная станция «DMI»;
- Феррозондовый теодолит Mag-01H;
- QHM Аскания;
- Колечная система Браунбека с протонным магнитометром ММП – 203, протонные магнитометры POS-1 и Минимаг;
- Вспомогательные колечные системы и измерительная аппаратура.

В задачу магнитной обсерватории входит организация и поддержание необходимой метрологической базы для сверки магнитометрической аппаратуры, применяемой в предстоящих экспедициях, приборов, разработанных в ИЗМИРАН и в других организациях. В обсерватории много внимания уделяется разработки и совершенствованию программного обеспечения для полной обработки геомагнитных данных.

В связи с высоким уровнем помех (по D и H – 1-4, по Z – 2-9 нТл) обсерватория не удовлетворяет требованиям Интермагнета, но вполне подходит для исследования вариаций магнитного поля и является членом проекта SuperMag, а так же предоставляет цифровые данные в МЦД.

В архиве магнитной обсерватории «МОСКВА» хранятся все предыдущие данные и ежечасные таблицы D, H и Z составляющих магнитного поля Земли с 1946 года и по текущее время.

В электронном виде одноминутные и секундные данные магнитной обсерватории «МОСКВА» доступна по адресу <http://serv.izmiran.ru>. Архивные данные по мере оцифровки поступают в электронную базу данных.

7. Гвоздевский Б.Б., Балабин Ю.В., Вашенюк Э.В.

Система радиационного мониторинга в арктическом и субарктическом регионах (Баренцбург, арх. Шпицберген – Апатиты, Кольский п-ов)

Полярный геофизический институт КФ РАН

Описана система сбора и публикации в Интернете в реальном времени данных двух нейтронных мониторов (НМ) Полярного геофизического института (ПГИ). Один НМ находится в г. Апатиты на Кольском полуострове, другой – в п. Баренцбург на архипелаге Шпицберген. На обеих установках кроме НМ имеется ещё гамма-спектрометр (2-х канальный в Апатитах, 4-х канальный в Баренцбурге). В Апатитах установлен ещё и телескопический детектор заряженной компоненты. В обоих пунктах работают одинаковые системы сбора данных. Компьютер «Регистратор», занимающийся непосредственным сбором данных, оснащён платами ADLINK PCI-7233H (высокоскоростная плата цифрового ввода) и PCI-8554 (плата счётчиков). На первую плату поступают импульсы от основных приборов, а на вторую – от вспомогательных датчиков атмосферного давления и температуры. Для поддержания точного времени на Регистраторе используется приёмник GPS. Регистратор записывает данные на свой жёсткий диск, а также ежеминутно копирует их на «Сервер» – компьютер, имеющий выход в Интернет. Данные НМ в Баренцбурге копируются на апатитский Сервер. Таким образом, последний содержит единую базу данных с двух установок и публикует данные нейтронных мониторов в Интернете на сайте ПГИ по адресу <http://pgia.ru/CosmicRay>. Интервал обновления данных - 1 минута. Кроме того, данные апатитского НМ ежеминутно поставляются в европейскую базу данных нейтронных мониторов (<http://www.nmdb.eu>). Уникальной особенностью нашей системы сбора является регистрация каждого импульса НМ: в каком счётчике возник этот импульс и в какое время (с точностью до 1 микросекунды). Это даёт возможность изучать эффект множественности в нейтронном мониторе.

8. Зверева Т.И.

Динамика изменения движения Северного магнитного полюса в последнем десятилетии

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

Ускоренное движение Северного магнитного полюса прекратилось в районе 2003 года, достигнув значения примерно 62.5 км/год. Затем движение полюса начало замедляться и в 2009 году уменьшилось до значения примерно 45 км/год. При этом следует отметить, что полюс стал немного разворачиваться в сторону Канады, двигаясь по-прежнему в северо-западном направлении. Так скорость движения полюса в исследуемом временном интервале (2001.5-2009) по широте уменьшилась с 58 до 35 км/год, в то время как скорость движения по долготе увеличилась с 23 до 32 км/год. Это дает основания надеяться, что северный полюс всего на всего «блуждает», не покинет района Канадской аномалии и не достигнет примерно через 50 лет Сибири, как это прогнозировалось ранее.

9. Канониди Х.Д., Канониди К.Х., Ружин Ю.Я.

Использование базы данных Карпогорского научного стационара ИЗМИРАН в геофизических исследованиях

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

В работе рассматривается научный стационар ИЗМИРАН, расположенный на окраине деревни Ваймуша, в пяти километрах от населенного пункта Карпогоры, который является

районным центром Пинежского района Архангельской области. С 1999 года в здесь проводятся непрерывные измерения вариаций, а с 2009 г. измерение модуля полного вектора магнитного поля Земли. Выделены некоторые примеры использования этих данных в геофизических исследованиях.

Карпогорский научный стационар ИЗМИРАН является опорной субавторальной обсерваторией для проведения экспериментов требующих высокой чувствительности и свободной от индустриальных помех

10. Каткалов Ю.В., Сахаров Я.А.

Специализированная база геофизических данных ПГИ

Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН (ПГИ КНЦ РАН)

Разработана специализированная база данных, предназначенная для хранения и обработки данных геофизических наблюдений. Разработанное программное решение позволяет обеспечить хранение исходных данных наблюдений, которые могут быть представлены в различных форматах, а также выполнять выборку, предобработку и вывод этих данных в одном из предлагаемых форматов.

Разработанная система реализована в виде программной надстройки для СУБД PostgreSQL, что позволяет интегрировать данную систему в уже существующие решения, реализованные на основе данной СУБД. Система содержит инструменты, которые обеспечивают взаимодействие между СУБД и пользовательскими приложениями (реализованными, например, в MATLAB), которые могут использовать базу данных в качестве удаленного источника данных.

Описанная специализированная база данных применяется в институте для хранения данных магнитометрических наблюдений; для обработки данных разработан ряд приложений, которые используют базу данных в качестве удаленного источника данных.

11. Кириаков В.Х., Любимов В.В

Цифровая магнитная обсерватория для пунктов наблюдений различных типов: опыт разработки

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

Цифровая магнитная обсерватория (ЦМО) это комплекс приборов, состоящий из магнитовариационной станции, протонного регистрирующего магнитометра, сумматора цифровых данных, приемника GPS и персонального компьютера (ПК), предназначенных для проведения относительных и абсолютных измерений составляющих вектора магнитной индукции поля Земли и его модуля на магнитных обсерваториях и пунктах наблюдений.

При помощи ПК осуществляется контроль работы всех составных частей комплекса ЦМО, регистрация и визуализация полученных данных в реальном времени, а также автоматическая организация базы данных.

Схемное построение и реализация высоких технических характеристик отдельных приборов, входящих в комплекс ЦМО, реализованного специалистами ИЗМИРАН на базе магнитной обсерватории «Арти», позволяет ей легко интегрироваться в работу международных цифровых систем сбора и обработки данных, таких как, например, ИНТЕРМАГНЕТ.

12. Кириаков В.Х., Любимов В.В

Современные магнитометры ИЗМИРАН для научных и геофизических исследований

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

Представлены результаты разработок, выполненных в условиях ИЗМИРАН в научно-производственной лаборатории геомагнитных приборов и измерений в последние пять лет.

Показаны современные цифровые магнитометрические приборы различных типов и конструкций созданные на базе феррозондовых, протонных и кварцевых магнитоизмерительных преобразователей. Приводятся основные технические характеристики созданных приборов и условия их применения. В иллюстрационном материале даны общие виды магнитометрических приборов и некоторые результаты, полученные при проведении научных и исследовательских работ в результате их использования, в том числе и при проведении работ на Ямале.

13. *Кириаков В.Х., Любимов В.В*

Опыт работы с цифровыми магнитометрами в условиях Ямала и Крайнего Севера

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

В работе представлены некоторые результаты использования разработанных в условиях ИЗМИРАН магнитометров и вариационных станций, выполненных на базе феррозондовых и кварцевых магнитоизмерительных преобразователей, при проведении исследований в условиях Ямала и района Крайнего Севера. Приводятся характеристики цифровой магнитоизмерительной аппаратуры. Обсуждается возможность улучшения эксплуатационных характеристик приборов в условиях их применения.

14. *Лисаков Ю.В.¹, Ковалёв В.И.², Латшинова О.В.³, Пушкин Н.М.⁴, Ружин Ю.Я.²*

Возможности исследований субавроральной ионосферы с помощью научных приборов, размещаемых на Российском сегменте МКС

¹Институт космических исследований РАН, г. Москва

²Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

³Ракетно-космическая корпорация "ЭНЕРГИЯ" им. С.П. Королева, МО г. Королев

⁴Научно-производственное объединение измерительной техники, МО г. Королев

В настоящее время единственным относительно доступным для российских ученых, занимающихся геофизическими исследованиями, космическим аппаратом является Российский сегмент Международной космической станции (РС МКС). Наклонение орбиты МКС составляет $51^{\circ}.66$, что определяет максимальное значение географической широты подспутниковой точки на поверхности Земли. Однако, в геомагнитных координатах в достаточно большом числе пролетов орбита МКС достигает широт более 63° в Северном полушарии, а в Южном – более 65° . В невозмущенных геофизических условиях на этих геомагнитных широтах (по крайней мере, в вечернем и окологлобальном квадранте MLT) наблюдается субавроральная структура – главный ионосферный провал (ГИП). Среднеширотная (южная пологая) граница ГИП в спокойных геомагнитных условиях является ионосферным "следом" экваториальной плазмопаузы. Полярная же (северная более резкая) граница ГИП совпадает с южной границей диффузной зоны аврорального овала полярных сияний, которая в экваториальной плоскости магнитосферы в возмущенных геомагнитных условиях является «следом» внутренней границы плазменного слоя хвоста магнитосферы. В возмущенных геофизических условиях в зависимости от уровня возмущенности, эти границы смещаются на более низкие геомагнитные широты. Солнце, процессы на котором, определяют уровень возмущений магнитосферы, в настоящее время находится в начале нарастания 24-го 11-ти летнего цикла активности. Таким образом, предстоящее десятилетие обещает быть благоприятным для исследования полярных (в том числе субавроральных) явлений в условиях нарастания и спадания активности Солнца. Следует отметить, что в настоящее время эксплуатация МКС на орбите определено будет продолжаться до 2020 года, с высокой степенью вероятности и дольше.

В период с конца декабря 2008 года по январь 2011 года на РС МКС под научным руководством ИЗМИРАН проводился космический эксперимент (КЭ) «Импульс» (1 этап). В рамках этого КЭ прибором ККЭП (комплекс контроля электрофизических параметров),

установленным на борту, проводились измерения электрофизических параметров. Измерялись токи натекания, переменные и постоянные электрические поля в околоспутниковой среде. В период 11.12.2010г. – 27.12.2010г. целенаправленно была проведена серия измерений в субавроральных широтах. При выполнении измерений телеметрическая информация, получаемая с борта при непосредственной передаче или в режиме воспроизведения записи, обрабатывалась в реальном времени российским ЦУП МКС и заносилась в базу данных научных экспериментов (Информационно–справочный портал ЦУП) с неограниченным сроком хранения данных. Всем участникам эксперимента обеспечен доступ к базе данных.

В докладе приводятся данные измерений электрофизических параметров в спокойных и возмущенных геомагнитных условиях, полученные при пролетах МКС в субавроральной области в Северном полушарии на геомагнитных широтах более 60°. Приведенные результаты иллюстрируют возможность выполнения измерений с борта МКС в субавроральных широтах.

15. *Макаров Н.А., Борисенко И.А., Иванов В.Н., Мерзляков Е.Г., Петров Б.И., Портнягин Ю.И., Самойленко К.Ю.*

Экспериментальные исследования рассеяния УКВ радиоволн искусственными ионосферными неоднородностями
ГУ НПО «Тайфун»

Исследуются особенности рассеяния ультракоротких волн ионизированными неоднородностями в F слое ионосферы, создаваемых в результате воздействия на ионосферу мощным КВ радиоизлучением. Приводятся результаты натурных экспериментов. На основе зарегистрированных сигналов, претерпевших ракурсное рассеяние, показано, что время существования искусственных ионосферных неоднородностей (ИИН), приводящих к возникновению условий для ракурсного рассеяния, примерно равно времени воздействия на ионосферу КВ радиоизлучением. Характерный размер области отражения в направлении зондирования (поперек магнитных силовых линий) составляет около 40-45 км. Высота формирования ИИН составляет около 260 км. Радиальная

16. *Осин А.И., Д.С. Цинковский*

Виртуальные гео- и космофизические обсерватории

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

Обсуждается актуальность проблемы распространения нового подхода (новой парадигмы) к организации работы с научными данными, использования разработанного в последние годы набора стандартов под названием «Виртуальная Обсерватория» в геофизических исследованиях. Рассмотрение практики работы с данными в современных отечественных обсерваториях и центрах данных указывает на традиционное сохранение огромного разнообразия и несовместимости существующих архивов, баз данных, интерфейсов доступа и форматов представления данных, что сильно снижает эффективность научных исследований. Необходимо развивать ВО-совместимость существующих обсерваторий и центров данных, способствовать разработке новых стандартов, соответствующих природе объектов геофизических исследований и соответствующим типам данных. Для преодоления одной из главных проблем на пути распространения новых стандартов, - относительно высокого барьера сложности, необходимо создавать простые (low barrier) подходы для конечных поставщиков данных и небольших обсерваторий.

17. Поддельский И.Н., Поддельский А.И

Геофизическая обсерватория «МАГАДАН»

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

В данной работе представлен обзор научных исследований и наблюдений, проводимых в геофизической обсерватории «Магадан», расположенной в п. Стекольный Магаданской области (60°N, 151°E). Обсерватория осуществляет работу по двум научным направлениям:

- исследование и прогноз распространения радиоволн в диапазоне 0.01-300 МГц
- исследование параметров солнечной активности, магнитосферы, ионосферы и электромагнитных проявлений сейсмоактивности.

Для работ по первому направлению обсерватория располагает приемно-регистрирующей аппаратурой и ЛЧМ-передатчиком российской сети ЛЧМ-зондирования ионосферы (ЛЧМ-зонд КВ- диапазона разработки и изготовления ИСЗФ СО РАН, Иркутск).

Исследования по второму направлению осуществляются с помощью:

1. Автоматической ионосферной станции с представлением информации в цифровом виде.
2. Российской цифровой магнитовариационной станции ЦМВС-6 (производство ИЗМИРАН).
3. Цифровой магнитовариационной станции FRG-601G (Япония, CRL).
4. Магнитометр MAGDAS (факультет науки Кюсю Университета, Япония).
5. Индукционный магнитометр (Нагойский университет, Япония).
6. Магнитометрический комплекс (GFZ, Потсдам, Германия).
7. Панорамная оптическая камера неба (Нагойский университет, Япония).
8. Станция космических лучей («ФИЗПРИБОР», Москва) с выходом информации в цифровом виде.

Цель работы обсерватории - создание базы геофизических данных и исследование регулярных и аномальных характеристик ионосферы и магнитосферы. Полученные данные передаются на файл-серверы института и обсерватории по локальной сети, а также пересылаются в международные центры сбора геофизической информации (МЦД (Москва), Международный центр прогноза космической погоды (Токио, Япония), NTERMAGNET, GFZ (Потсдам, Германия), ИМЗМИРАН). Публикация данных осуществляется на ftp-серверах ИКИР ДВО РАН и ГФО «Магадан» и обеспечивает свободный доступ к полученной информации всех заинтересованных сторон. Таким образом, в ГФО «Магадан» ИКИР ДВО РАН создана современная база для получения информации о состоянии магнитного поля и ионосферы Земли с представлением данных для всеобщего доступа на почтовом сервере по адресу: <ftp://stekolny.ikir.ru/pub/dan>.

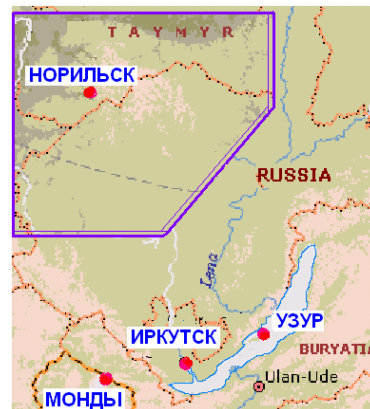
18. Рахматулин Р.А.

Магнитометрический комплекс ИСЗФ СО РАН для мониторинга электромагнитных полей в высоких и средних широтах

Институт солнечно-земной физики СО РАН

В докладе освещается аппаратно-программный комплекс ИСЗФ для круглосуточного, круглогодичного мониторинга электромагнитных полей в высоких и средних широтах на базовых обсерваториях института – Иркутск (п. Патроны), Монды, Норильск, Узур. Дается краткая характеристика каждого пункта наблюдений, принципы сбора информации, первичной обработки, передачи данных.

Приводится перечень аппаратуры, используемой в абсолютных и магнитовариационных наблюдениях, в наблюдениях за геомагнитными пульсациями. Приводятся технические характеристики приборов, методы регистрации.



Излагаются некоторые научные результаты, полученные по материалам наблюдения на этих обсерваториях. В этой части описывается восстановленный вековой ход H, D, Z компонент магнитного поля Земли по данным старейшей магнитной обсерватории Сибири – Иркутск. Излагаются некоторые оригинальные научные результаты по синхронной регистрации геомагнитных пульсаций и вариаций параметров ионосферы в авроральных широтах (Норильская КМИС).

19. Сапунов В.А., Денисов А.Ю., Савельев Д.В.

Современные протонные и оверхаузеровские магнитометры для полярных геофизических исследований

Лаборатория квантовой магнитометрии Уральского Федерального Университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург

В докладе представлен краткий обзор современных протонных и оверхаузеровских магнитометров модуля и вектора геомагнитного поля, используемых или потенциально соответствующих полярным условиям.

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований параметров протонных магнитометров по чувствительности, энергопотреблению, массогабаритам для различных алгоритмов обработки сигналов свободной ядерной прецессии при синхронных и асинхронных циклах работы. Аналогичные результаты представлены для оверхаузеровских магнитометров. Расчетами показана возможность работы с универсальным датчиком, работающем как в режиме стандартного циклического протонного магнитометра, так и оверхаузеровском режиме динамической поляризации ядер при некоторых ограничениях по энергопотреблению и диапазону измеряемого поля, соответствующих полярным условиям применения.

В докладе представлен опыт эксплуатации, включая приполярные широты, конструкция и технические параметры OEM магнитометров POS-1, POS-1gps и геологоразведочного MMPOS-1, обеспечивающих разрядность измерений 0,001 нТл при чувствительности (СКО) до 0,02 нТл с абсолютной погрешностью измерений до 0,1 нТл при пиковом энергопотреблении 3-4 Вт.

Рассмотрена и утверждается перспективность векторных протонных магнитометров с циклированием подмагничивающих полей как вариометрического dIdD, так и абсолютного ID типа по компенсации (исключению) температурных дрейфов с одновременным абсолютным измерением модуля поля.

20. Suvorova A. V., L.-C. Tsai

Combined application of COSMIC/FORMOSAT-3 and POES data for diagnostics of ionospheric condition

Center for Space and Remote Sensing Research, National Central University, Chung-Li, Taiwan

This study concerns with an unresolved problem of generation of long-lasting ionospheric electron content (EC) enhancements, so-called positive ionospheric storms at low-latitude, in response to the geomagnetic storms. A storm event on 14-15 December 2006 was analyzed by using data on vertical total electron content (VTEC) measured by a worldwide network of ground-based GPS receivers and data on 3D ionospheric EC tomography provided by COSMIC/FORMOSAT-3/GPS radio-occultation (RO) technique. It was shown that one of very important factors in the study of the ionospheric storms is consistent choice of the quiet time period. Previous studies of this event [Lei et al., 2008a,b; Pedatella et al., 2009] used moderately disturbed day on December 13 as a day of "quiet conditions". In contrast, using a period on December 2-4, when the solar and geomagnetic activity was very quiet, allowed revealing prominent positive ionospheric storms on the initial, main and recovery phases of the geomagnetic storm. Analysis of the dynamics of the positive storm over the Pacific Ocean showed an increase of ionization at low latitudes and its uplifting up to heights of

~600 km during the storm main phase. Comparison of the VTEC dynamics with the electron fluxes demonstrate a good overlapping of the observed ionization enhancements with the low-energy particle precipitations at low latitudes above Pacific region. This fact indicates to importance of the magnetospheric mechanism in generation of the positive ionospheric storms.

21. Харин Е.П., Сергеева Н.А., Забаринская Л.П., Крылова Т.А., Нисилевич М.В., Родников А.Г., Шестопалов И.П.

Геофизические данные в национальной информационной системе данных МПГ

Геофизический центр Российской академии наук

В научной программе участия РФ в проведении Международного полярного года (МПГ) 2007-2008 Геофизический центр РАН был определен как дисциплинарный Центр сбора геофизических данных МПГ. В рамках ФЦП «Мировой океан» и подпрограммы «Создание единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане» в ГЦ РАН была выполнена НИР с целью разработки технологии сбора, накопления и обмена геофизической информацией, полученной по программе МПГ 2007-2008 и до ее начала, и интеграции ее в информационную систему МПГ- Инфо, входящую в Единую Систему Информации об обстановке в Мировом Океане (ЕСИМО), созданную и функционирующую во ВНИИГМИ-МЦД. Создан каталог геофизических данных, полученных дисциплинарным Центром, и организован доступ пользователей к этому каталогу. Сформированы массивы геофизических данных МПГ. Данные зарегистрированы в базе метаданных и включены в информационные ресурсы системы МПГ- Инфо. Система МПГ- Инфо включает данные семи дисциплинарных центров РФ и является национальным Порталом МПГ 2007-2008.

Были созданы описания метаданных для ряда массивов геофизических данных на английском языке в международном формате DIF для включения национальных данных в международный Портал «IPY Metadata Portal».

Оба Портала объединяют информационные ресурсы всех участников МПГ 2007-2008 на уровне метаданных, обеспечивают возможность подключения новой информации и предоставляют пользователям сервис для поиска данных и информации в режиме on-line в хранилищах держателей данных.

В российских Мировых центрах данных по солнечно-земной физике и физике твердой Земли создан web-сайт «МПГ 2007-2008» на русском и английском языках: <http://www.wdcb.ru/WDCB/IPY/>. На сайте представлена информация о программе МПГ и обеспечен свободный доступ пользователей к массивам и базам данных, имеющимся в МЦД по СЗФ и ФТЗ в электронном виде – геомагнитным, сейсмологическим, ионосферным, гравиметрическим данным, данным о тепловом потоке, о вулканах, о станциях регистрации космических лучей в полярных областях. Часть старых данных была переведена из аналогового в электронный вид. Организован виртуальный доступ к геофизическим данным по Арктике и Антарктике, представленными другими организациями в сети Интернет.

22. Харитонов А.Л., Харитонова Г.П.

Применение разработок метода пространственно-временной магнитной градиентометрии для оценки некоторых погрешностей градиентных съемок в баренцевоморском регионе Российской Арктики

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

При проведении измерений так называемого «курсового» градиента модуля полного вектора индукции магнитного поля $\text{grad}(B)$ в Баренцевоморском регионе исполнители столкнулись с определенными проблемами, характерными для магнитных съемок проводимых в условиях Арктики и Антарктики. Любая градиентометрическая съемка спутниковая, авиационная, морская, наземная «курсового» (горизонтального) градиента поля, является строго говоря, дифференциальной магнитной (ДМ) съемкой с буксируемым

на разных расстояниях от судна магнитометрами и использует частный дифференциал измеряемого поля ($\partial B/\partial r$), зависящий от пространственных координат. При выполнении морской съемки «курсового» градиента магнитного поля, в Баренцевоморском регионе, как и в любых съемках «курсового» градиента особенно в высоких широтах Арктики и Антарктики, у исполнителей возникали различные проблемы, приводящие к дополнительным погрешностям съемки: 1) отсутствие жесткой базы между буксируемыми магнитометрами (желательно было бы иметь один кабель или жесткую сцепку на два последовательно буксируемых магнитометра), 2) отсутствие датчиков глубины у буксируемых магнитометров, так как переменная разность глубин магнитометров дает дополнительные погрешности съемки, 3) наличие модульных (B), а не компонентных (векторных) магнитометров, 4) отсутствие датчиков магнитного поля высокой чувствительности не менее $\varepsilon = 0.01$ (нТл/м), 5) отсутствие немагнитных судов-буксировщиков, для уменьшения девиационных помех, 6) проблемы выбора направлений съемки «курсового» градиента, 7) необходимость эмпирического подбора пространственной базы градиентометра.

Для устранения хотя бы каких-то из перечисленных проблем авторы попытались применить некоторые теоретически полученные формулы, усовершенствованные при участии авторов, которые были уже использованы нами в методе пространственно-временной градиентометрии (ПВМГ). В частности, выбор пространственной базы (Δr) градиентометрической (дифференциальной) магнитной (ДМ) съемки можно производить теоретически, исходя из предполагаемой глубины залегания и горизонтальных размеров искомого магнитных объектов, как мы это уже делали применяя метод ПВМГ. Как показали наши расчеты в реальных арктических условиях Баренцева моря, база градиентометра (Δr) дифференциальным методом (ДМ), можно выбирать равной (1/10) предполагаемого горизонтального размера искомого магнитовозмущающего объекта (r), а базу по глубине равную (1/10) от глубины его залегания. Однако, когда поиск магнитных объектов идет на больших глубинах и следовательно база градиентометра, исходя из этого выражения должна быть достаточно большой, можно воспользоваться разработками метода ПВМГ. Кроме того, в условиях непосредственного измерения «курсового» градиента мы имели возможность сравнивать результаты обоих методов: ДМ и ПВМГ. Неоднородности поля вариаций и девиация судна являлись для ДМ источниками погрешностей. Есть основания полагать, что ПВМГ свободен от такого рода погрешностей (Харитонов и др., 2005). Использование разработок ПВМГ позволило сделать некоторые оценки погрешностей магнитной съемки с использованием ДМ в условиях Баренцевморского региона Российской Арктики.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 10-05-00343-а).

23. Холодков К.И.¹, Алешин И.М.¹, Бургучев С.С.¹, Корягин В.Н.¹, Сухорослов О.В.², Шогин А.Н.³
Инверсия геофизических данных (грид-приложение)

¹Институт физики Земли им. О.Ю.Шмидта РАН, г. Москва, Россия

²Институт системного анализа РАН, Москва, Россия

³Всероссийский институт научной и технической информации РАН, Москва, Россия

Цель работы – создание грид-приложения, реализующего решение некоторого класса нелинейных обратных задач. Метод решения основан на использовании вероятностного подхода и формализма апостериорной функции распределения вероятности (АПРФ). В этом подходе вводятся функции, называемая АПРФ, пропорциональная логарифму целевой функции (расстояние между данными наблюдений и результатом синтетического расчета для выбранной модели). При этом предполагается, что максимум АПРФ достигается в точке,

соответствующей модели, которая наиболее адекватно описывает данные наблюдений, а форма максимума позволяет оценить точность определения параметров.

В такой формулировке задача сводится к табулированию функции многих переменных, что может быть выполнено простым перебором. Однако объем вычислений катастрофически растет с увеличением размерности пространства моделей – числа независимых параметров. Использование распределенных вычислений позволяет существенно расширить круг задач, допускающих точное решение задач такого класса. Так как расчет значений АПРФ для разных точек пространства моделей выполняется независимо, то в такой постановке задача идеально подходит для использования распределенных слабо связанных вычислительных систем.

Организация вычислений в грид-системах требует специальных навыков. Поэтому для широкого использования распределенных вычислений при решении геофизических задач целесообразно создать сервис, который позволит скрыть технические детали запуска задачи на грид-инфраструктуре, а также окажется полезным при анализе полученных результатов.

В качестве тестового примера используется задача определения сейсмической анизотропии мантии Земли по волновым формам объемных волн. Запуск задачи осуществлялся на узлах европейской грид-инфраструктуры EGEE с использованием инструментария *MaWo* и собственной инфраструктуре на основе инструментария *Globus Toolkit*. Однако указанные инструменты не позволяют организовать эффективное использование инфраструктуры для одновременного запуска нескольких задач. Рассматриваются варианты создания специальных алгоритмов планирования в ГРИД системах, ориентированных на обработку массовых WEB запросов, которые смогут обеспечить эффективное использование грид-ресурсов, а также разумную обработку ситуации типа «отказ от обслуживания».

24. Шугай Ю.С.¹, Веселовский И.С.^{1,2}, Трищенко Л.Д.³.

Развитие и использование базы данных о параметрах корональных дыр на Солнце для прогнозирования высокоширотной геомагнитной активности

¹Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ, Москва

²Институт космических исследований РАН, Москва

³Геомагнитная Лаборатория, Природные ресурсы Канады, Оттава

В работе изучались возможности и качество прогнозирования полярных и авроральных геомагнитных индексов на основе развивающейся в НИИЯФ МГУ базы данных о параметрах корональных дыр. Многочисленные наблюдения показали, что высокоскоростные потоки солнечного ветра, связанные с прохождением корональных дыр по диску Солнца, часто оказывают определяющее влияние на состояние геомагнитного поля в высоких широтах. Прогноз геомагнитных индексов на трое суток вперед был построен напрямую, минуя расчеты промежуточных величин – скорости солнечного ветра и межпланетного магнитного поля исходя из вычисленных параметров корональных дыр на Солнце.

В данной работе использовались среднесуточные индексы геомагнитной активности, представленные Канадской сетью геомагнитных обсерваторий (http://gsc.nrcan.gc.ca/geomag/data/index_e.php), для трех зон геомагнитной активности: полярной, авроральной и суб-авроральной. Эти индексы представляют собой максимальное изменение за сутки горизонтальной компоненты геомагнитного поля. В работе использовались данные с мая 2010 года по март 2011 года, период роста 24-го солнечного цикла.

Информация о параметрах корональных дыр собирались по изображениям, полученным с новой космической обсерватории SDO/AIA, и была дополнена данными с космического аппарата PROBA2/SWAP. Система сбора параметров корональных дыр и ее использование для прогнозирования скорости солнечного ветра и геомагнитной активности

является продолжением работ, начатых ранее в НИИЯФ МГУ, на основе данных, получаемых с космического аппарата SOHO/EIT. Для автоматического вычисления параметров корональных дыр был использован алгоритм, основанный на классификации пикселей изображения по пороговой интенсивности. Метод хорошо зарекомендовал себя при работе с изображениями, полученными с разных космических аппаратов в ультрафиолетовом диапазоне с центром на различных длинах волн.

При исследовании качества прогнозирования полярных индексов геомагнитной активности для Канадского региона по параметрам корональных дыр использовались простые эмпирические формулы. Полученные результаты показывают, что прямое использование параметров корональных дыр дает лучший результат для прогнозирования полярного геомагнитного индекса. Между прогнозом на три дня вперед и измеренными значениями индекса значение коэффициента корреляции было равно 0.5, а значение средней относительной ошибки - 15%, на экзаменационном наборе данных с января по конец марта 2011 года. Следует учесть, что этот период соответствует росту спорадической активности Солнца, которая влияла на формирование потоков солнечного ветра и на поведение геомагнитных индексов.

Учитывая глобальный характер геомагнитных бурь, аналогичные результаты можно ожидать и для других геомагнитных обсерваторий, а не только для использованной нами Канадской сети станций. Однако региональные особенности магнитосферы, ионосферы, атмосферы и самой Земли, требуют отдельного рассмотрения с использованием соответствующих данных.

Полученные прогнозы с заблаговременностью более суток имеют практическое значение для удобного проведения геомагнитных съемок на местности, при оценке ожидаемых условий в ближнем космосе и верхней атмосфере.

25. Янке В.Г, Осипенко А.С., Белов А.В., Ерошенко Е.А., Клепач Е.Г.

Практические задачи вариаций космических лучей, базы данных и интернет-технологии

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.Н.В.Пушкова РАН, г.Троицк МО

В работе рассмотрены базы данных для исследования вариаций космических лучей, созданные в ИЗМИРАН или при его непосредственном участии. Это база данных мировой сети нейтронных мониторов *idb* (организована в 1997 году), база данных высокого разрешения мировой сети нейтронных мониторов *nldb* (организована в 2007 году), база данных мировой сети мюонных детекторов *mddb* (организована в 2010 году) и база данных уникальных измерений *umdb* (организована в 2011 году). Последние создавались с привлечением WEB интерфейса *phpMyAdmin* для администрирования баз данных *MySQL*. Рассмотрены различные варианты обновления баз данных в реальном времени данными мониторинга станций космических лучей. Описана система инструментов, которые обеспечивают взаимодействие между СУБД и пользовательскими приложениями, которые могут использовать базу данных в качестве удаленного источника данных. Приводится описание ряда практических задач вариаций космических лучей.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Открытая справочно-информационная система «Полярная геофизика Ямала»

Плотная сеть магнитно-вариационных станций на Ямале была создана в рамках Международного проекта «Геомагнитный меридиан» в 1972-1980 гг, который был поддержан специальной резолюцией МАГА на Ассамблее в Киото в 1972 году. Затем это направление работ было продолжено в рамках программы IMS (1982-1986), а затем работа магнитных меридианов стала основой большого числа космических экспериментов. По мере развития цифровой регистрации и систем сбора вариаций магнитного поля развивались способы обработки и представления данных и их практического использования. Большой шаг был сделан при создании системы Интермагнит, которая начала свою работу в 1985 году. Главное достижение системы Интермагнит – сбор и доступ к данным в реальном времени.

На сегодняшний день использование магнитных данных стало массовым средством при проведении всех видов наземных и космических работ и научных исследований.

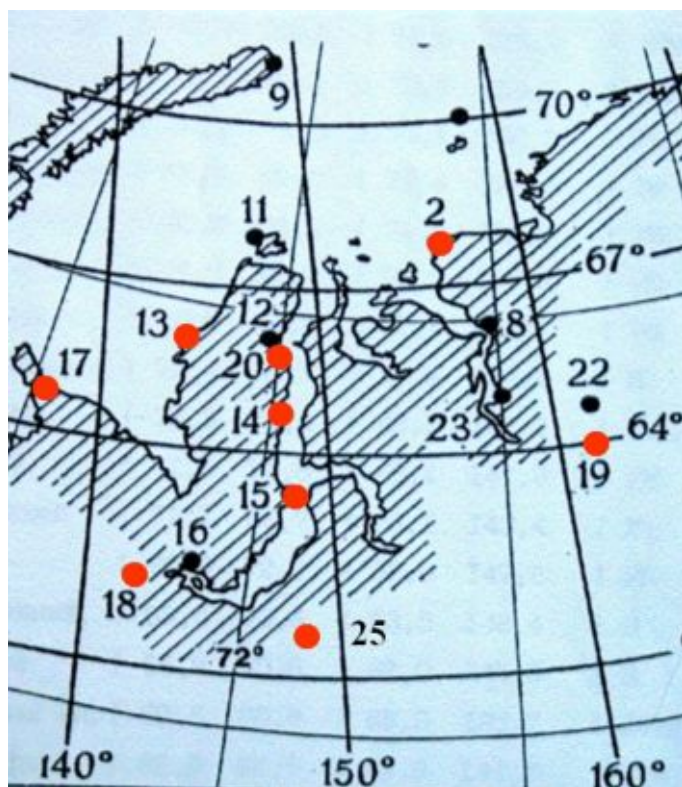
В последние десятилетия космических исследований выявлено определяющее влияние космической среды на состояние околоземного пространства во всех его сферах. Имеются убедительные доказательства, что состояние и динамика процессов в атмосфере, озоносфере, ионосфере, магнитосфере контролируются во многих отношениях воздействием излучений нашей звезды – Солнца – в атмосфере которой (гелиосфере) движется наша Земля. В период 2012-2015 гг. будет достигнут очередной 24-ый максимум солнечной активности,

Эффекты магнитных бурь проявляются на земле и в космосе самым различным образом, в том числе в виде мощных индукционных токов в газопроводах и энергетических сетях, наличии помех при точной GPS навигации, приводят к существенным ошибкам при наклонном бурении, при реализации электромагнитных методов геофизической разведки. Отсюда возникает проблема точного описания состояния магнитного поля в виде открытой справочно-информационной системы, используемой как для научных изысканий, так и для практических работ. Ввиду того, что регион Ямала представляет собой стратегический ресурс России на ближайшие несколько десятилетий, представляется особо важным учитывать эффекты космической погоды именно в этом регионе, так как здесь имеются особые геофизические условия. Именно поэтому назрела необходимость создания открытой справочно-информационной системы «Полярная геофизика Ямала» как инструмента контроля возможных рисков под воздействием космической погоды.

Для предприятий нефти и газа внешние воздействия в первую очередь будут проявляться в нарушениях энергоснабжения, при работе геофизических приборов, в том числе приборов для навигации бурового инструмента при наклонном бурении. Не следует упускать из виду воздействие космических бурь (геомагнитных возмущений) на биосферу, в том числе и на человека. Хотя такое воздействие не является катастрофой для большинства людей, но сотрудники, которые находятся в экстремальных полярных условиях, которые страдают сердечной недостаточностью, депрессивными (психическими) расстройствами и т.п. будут проявлять вполне заметную реакцию на магнитные бури, которая иногда становится фатальной.

Плотные сети магнитометров являются наиболее простым, надежным и информативным способом исследований пространственно-временных характеристик ионосферных токов. В Арктике сложилось несколько полигонов, где расставлено большое количество магнитометров. В Скандинавии их число достигает более 40, причем значительная часть данных доступна в реальном времени по сети Интермагнит. Это сервер в Тромсе, Норвегия (<http://geo.phys.uit.no/map.html>) и в Финляндии (<http://www.ava.fmi.fi/image>).

Кроме систем сбора магнитных данных работают система контроля ионосферы с помощью радаров SuperDARN (<http://superdarn.jhuapl.edu/index.html>), система контроля поглощения в ионосфере по риометрам, проект Университета в Ланкастере, Англия, (<http://www.dcs.lancs.ac.uk/iono/iris>), наземная сеть съемки полярных сияний с помощью камер всего неба в Канаде, (<http://aurora.phys.ucalgary.ca/themis>). Отдельно надо упомянуть радары некогерентного рассеяния, работающие в Тромсе, на Шпицбергене, в Гренландии, на Аляске которые дают новые исследовательские данные по физике ионосферы. Вся эта армада наземных установок и приборов действует согласованно с инструментами в космосе, где на разных орбитах действуют спутниковые платформы с которых ведется мониторинг всех электромагнитных параметров космической среды от высот в 500 км до орбиты Луны. Несколько спутников ведут съемку полярных сияний, так что имеется возможность исследовать их динамику во время развития магнитных возмущений.



На вложенном рисунке представлена карта-схема сети магнитометров в районе Карского моря и полуострова Ямал, работавшая с 1972 года. Часть станций была переведена с аналоговой регистрации, с 1985 года часть станций вела цифровую регистрацию. Красным цветом выделены станции, действующие на 01 января 2010 года: 17 – Амдерма, 02 – Диксон, 19 – Норильск, 25 – Надым, и планируемые к восстановлению 18 – Салехард, 15 – Мыс Каменный, 14 – Сеяха, 13 – Харасовой, 20 – Сабетта. Жирными линиями нанесены геомагнитные координаты, в системе которых струйные ионосферные токи находится в пределах от 62 до 70 градусов широты. Сеть геофизических приборов на Ямале позволит нам включиться в глобальную сеть магнитометров и в глобальные проекты исследований характера геофизических возмущений в

полярных широтах. Это даст возможность использовать данные других полигонов для сравнения, детальной оценки и прогноза ожидаемых эффектов для региона Ямала.

В нашем случае мы хотим создать СИС для пользователей конкретного региона, и при этом обеспечить пользователей актуальной информацией под их конкретные нужды.

Научное обоснование этой работы будет выполнено в рамках гранта РФФИ № 10-07-00159 на 2010-2012 гг. «Виртуальная магнитная обсерватория в зоне полярных сияний на полуострове Ямал». Для региональной СИС «Полярная геофизика Ямала» критически важным является задача сбора и представления данных в реальном времени, так как именно данные в реальном времени будут востребованы конечными пользователями. При этом ожидается реальный экономический эффект так как благодаря СИС «Полярная геофизика Ямала» удастся избежать возможных рисков из-за влияния космической погоды. Один из первых магнитометров был восстановлен в поселке Сеяха с опорой на школу-интернат, см. <http://syo-yakha.narod.ru/>. Эти наблюдения используются в качестве исходной информации для программы дополнительного образования «Возмущения магнитного поля на Ямале как проявления космической погоды». Можно рассчитывать, что эта программа будет освоена в других школах Ямала, так как данные наблюдений доступны по сети Интернет.

По опыту работы Центра прогнозов геофизической обстановки ИЗМИРАН, см. <http://forecast.izmiran.ru/>, общественный интерес к данным о магнитных бурях и космической

погоде постоянно растет. С 2011 года ожидается рост солнечной активности, что заведомо приведет к росту числа пользователей СИС «Полярная геофизика Ямала». В прогнозе возможных последствий больших магнитных бурь в период 24-го цикла солнечной активности на 2012-2015 гг. по данным ученых США представляются очень существенными для высокотехнологичной экономики США, и учет этих рисков совершенно необходим и в России. Начиная с 2009 года в НАСА реализуется проект «Solar Shield» для защиты энергетических сетей в США, см. сайт http://ccmc.gsfc.nasa.gov/Solar_Shield/Solar_Shield.html. Существенным дополнением такой системы будет сбор и обработка бортовых магнитометров новой системы связи ИРИДИУМ (всего 66 спутников), которая позволяет оценить риски космических возмущений в их проявлениях как на земле, так и в космосе (см. www.boeing.com/AMPERE).

Основная работа по созданию справочно-информационной системы «Полярная геофизика Ямала» в 2011-2015 гг. на этапе ее создания будет выполнена сотрудниками Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова Российской Академии наук (ИЗМИРАН) и отдела геофизики ААНИИ. В дальнейшем можно рассчитывать, что на региональном уровне появятся специалисты, способные поддержать работу сервера самостоятельно. В этом случае роль ИЗМИРАН сводится к научно-методическому руководству работы по проекту и поддержание его высокого уровня, как для науки, так и для практики. В качестве базовых организаций могут выступить держатели «зеркал» системы: «ООО Газпром добыча Ямбург», «ООО Газпром добыча Надым» и Департаменты образования и науки ЯНАО в Салехарде.

Представленные сведения по вопросу создания справочно-информационной системы «Полярная геофизика Ямала» однозначно подтверждают тезис о необходимости формирования региональной справочно-информационной системы, обеспечивающей контроль и представление данных о состоянии магнитного поля, ионосферы и полярных сияний по территории Ямала, и используемая в качестве инструмента предотвращения возможных рисков под воздействием космической погоды. По мере создания региональной справочно-информационной системы «Полярная геофизика Ямала» содержание и решаемые задачи будут уточняться. Главной целью остается контроль космической погоды для оценки возможных рисков на территории полуострова Ямал. В тоже время использование данных СИС «Полярная геофизика Ямала» можно ожидать по широкому кругу задач – от образования и медицины до новых направлений исследований в области солнечно-земной физики. Ближайший российский проект в этой области – запуск четырех спутников системы РЕЗОНАНС в 2014 году, см. <http://resonance.cosmos.ru/> для исследований физики внутренней магнитосферы и авроральных областей, и создание спутниковой системы «Арктика», см. <http://www.federalspace.ru>.

Участники проекта:

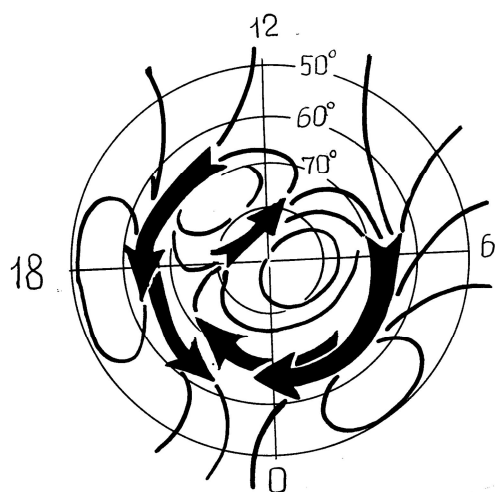
**Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
им. Н.В.Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН)
Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт
(ААНИИ), г. Санкт-Петербург
Департамент международных и внешнеэкономических отношений ЯНАО
ООО «Газпром добыча Ямбург», ООО «Газпром добыча Надым»**

Сектор полярных геофизических исследований ИЗМИРАН

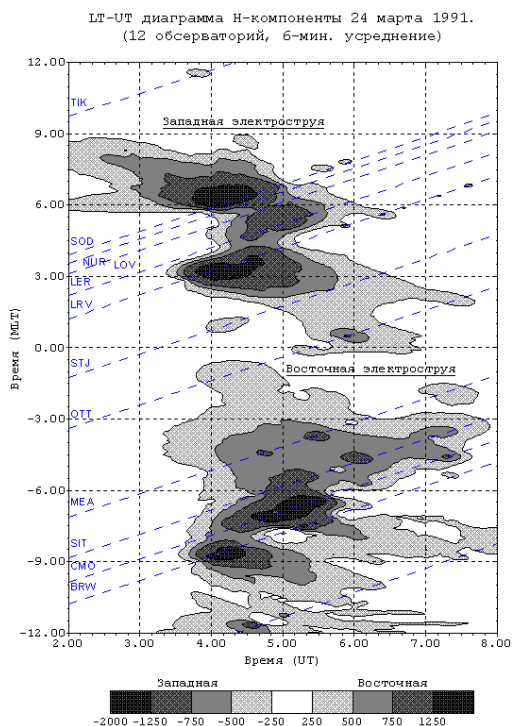
Полярные исследования всегда были одним из важных направлений в ИЗМИРАН. В этой области работали такие известные ученые как Н. В. Пушков, Н. П. Бенькова, С. М. Мансуров, Н. Д. Медведев и многие другие, которые внесли основополагающий вклад в развитие полярных исследований. В 60-е годы сеть филиалов ИЗМИРАН в полярных широтах и в Сибири послужила основой формирования сети новых институтов – ПГИ, ИСЗФ, ИКФИА, ИКИР и др. В настоящее время в ИЗМИРАН действует сектор полярных геофизических исследований (www.izmiran.ru/stp/polar). Основным направлением работ сектора являются теоретические и экспериментальные исследования структуры и динамики магнитосферных токовых систем по наземным данным. К числу задач, решаемых сектором, относятся:

- создание и развитие экспериментальной базы для регистрации, сбора, обработки и анализа геомагнитных возмущений в высоких широтах в рамках существующих координированных программ,
- изучение пространственно-временной структуры поля геомагнитных возмущений,
- изучение связи геомагнитных возмущений с процессами в магнитосфере Земли и в солнечном ветре.

Исторически одной из первых в ИЗМИРАН успешных попыток получения геомагнитных данных в цифровом виде была разработка платформы сбора данных для обеспечения советско-американского эксперимента по передаче геомагнитных данных через геостационарный спутник АТС-6 в 1975 г. В 70-е годы были проведены испытания различных конструкций цифровых станций, и была показана перспективность разработок на базе кварцевых вариометров. На основе накопленного опыта в 1980 году была разработана станция ЦМВС-2, которая де-факто стала стандартом для магнитных обсерваторий СССР. До настоящего времени некоторые из них находятся в рабочем состоянии. В 2000 году проведена работа по модернизации электроники станции ЦМВС-2, которая позволяет сохранить и обеспечить ее дальнейшую эксплуатацию. Начиная с первых экспериментальных работ по цифровой регистрации в 80-е годы, в секторе формировался архив 1-минутных данных на различных ЭВМ – от СМ-4 до IBM/PC. В 1995 г. эти данные были записаны на CD-ROM, а затем размещены в сети на сервере www.cosmos.ru/magbase. В настоящее время эта база данных пополняется текущими данными, доступными в ИЗМИРАН.



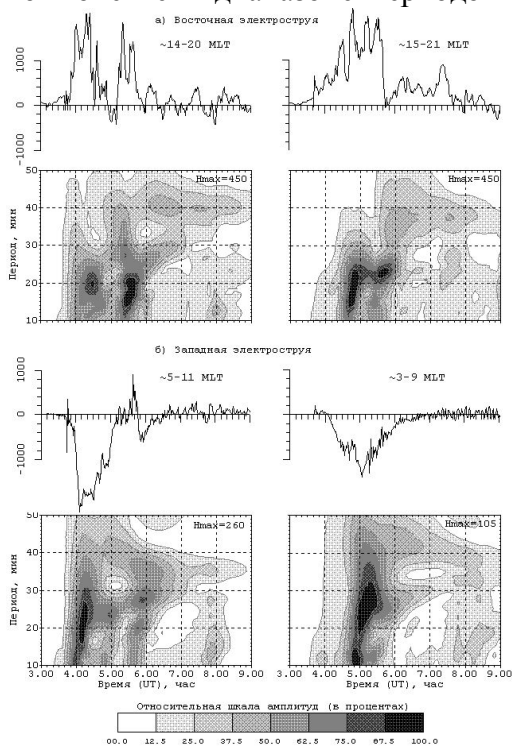
Исследование вариаций магнитного поля за период МГГ и в последующие годы позволило составить общие представления о большом разнообразии наблюдаемых явлений, и в тоже время выделить ключевые элементы в динамике токовых систем в зоне полярных сияний (1). На рис.1 представлена схема эквивалентной токовой системы полярной суббури, построенная на основе анализа многих случаев полярных геомагнитных возмущений, выбранных для работы по программе CDAW. Схема характеризуется наличием токовых электроструй двух типов: конвективные и взрывные. Положение электроструй в пространстве существенно различается: западные электроструи текут примерно вдоль овала полярных сияний, восточные занимают вечерний сектор на экваториальной стороне овала полярных сияний. Кроме авроральных электроструй имеются токи в полярной шапке, обладающие большой изменчивостью и отражающие эффект прямого воздействия плазмы солнечного ветра, проникающей до высот ионосферы. Предложенная схема может служить



основой для описания динамики развития магнитосферной суббури и выбора моделей, отражающих процессы внутри магнитосферы - конвекции и других плазменных неустойчивостей.

При анализе токовых систем за основу обычно берутся морфологические особенности вариации Н-компоненты по магнитограммам тех наземных обсерваторий, где влияние электроструй можно выявить визуально. Для более детального анализа положения токовых систем относительно обсерваторий в разные моменты времени был предложен и детально отработан метод построения LT-UT диаграмм (2). Пример LT-UT диаграммы для случая магнитной бури 24 марта 1991 г. показан на рис. 2. Анализ диаграмм позволяет выявить суббури, контролируемые местным или мировым временем, описать характер взаимодействия электроструй (разрыв Харанга), установить положение максимумов электроструй по долготе, описать структуру самих электроструй.

Для исследования спектральных характеристик возмущений В. И. Одинцовым разработан и широко применяется метод узкополосной адаптивной фильтрации, основанный на выделении гармонических составляющих из исходного сигнала с помощью «гребенки» режекторных фильтров (3-5). По сравнению с традиционным СВАН-ом такой метод позволяет произвольно выбирать значения частот (периодов) выделяемых гармонических составляющих и тем самым повысить разрешающую способность спектрально-временного анализа. Фильтры обладают очень высокой добротностью, поэтому удается разделять близкие по периодам гармоники. Пример динамических спектров представлен на рис.3 для магнитной бури 24 марта 1991 года для обсерваторий BRW, CMO, SOD и LER по Н-компоненте в диапазоне периодов 10 - 50 мин. за интервал времени 03 - 09 UT. Такие спектры позволяют уточнить характер колебаний, возникающих в восточной и западной электроструях.



На основе анализа спектрально-временных характеристик системы эквивалентных токов показано, что в период большой магнитной бури восточная и западная электроструи остаются независимыми элементами токовой системы со своими характерными периодами колебаний в диапазонах 16 - 24 мин. для восточной струи и 27 - 40 мин. - для западной (5).

Наземные данные в сочетании с прямыми измерениями в космосе дают возможность проследить весь процесс влияния солнечного ветра на развитие магнитосферных возмущений. От измерений на одиночных спутниках в 90-е годы наметился переход на многоспутниковые «флотилии» в космосе. Пример такого успешного проекта – Интербол. В работе (6) рассмотрена связь возмущений в солнечном ветре по измерениям на спутниках Интербол и наземными геомагнитными данными. Было подтверждено, что основным источником возмущений в магнитосфере в период магнитных бурь являются изменения давления солнечного ветра. В последующих

спутниковых проектах Кластер и Темис эти результаты также нашли подтверждение и по-прежнему ключевым элементом исследований являются данные полярных геофизических обсерваторий.

После развала СССР в 1991 году рухнула сеть геофизических наблюдений и только недавно приняты меры по частичному восстановлению сети. В предстоящие 2011-2015 годы в планах работ по сектору полярных геофизических исследований стоит восстановление наблюдений на Ямале, где активно ведутся работы по разведке и эксплуатации природных ресурсов, в первую очередь нефти и газа. При этом имеется практическая потребность в магнитно-вариационных данных по региону Ямала, а также запросы о состоянии электромагнитного поля Земли в формате «космической погоды». Нами предложен проект по созданию справочно-информационной системы «Полярная геофизика Ямала» (7). Этот проект поддержан Правительством Ямала, ААНИИ и несколькими институтами Академии Наук.

Большое внимание в работе сектора уделяется освоению и использованию Интернет. База данных, собранная на CD-ROM, доступна пользователям непосредственно с ftp-сервера <ftp://ftp.iki.rssi.ru/magbase/database/>, либо через MATLAB Web Server <http://matlab.izmiran.ru/magdata/>, адаптированный для обработки геомагнитных данных непосредственно на стороне сервера и передачи пользователю не самих данных, а результатов их обработки. Этот сервис позволяет вести работу с магнитными данными в интерактивном режиме, как из базы данных, так и в реальном времени, и уже используется многими специалистами.

Кроме экспериментальных работ с магнитометрами в секторе ведется разработка риометров. В течение 2000-2006 гг. было изготовлено 16 риометров по схеме Чиверса, которые были установлены по заявке отдела геофизики ААНИИ на полярных обсерваториях в Арктике и Антарктике. Разработан проект создания цепочки сканирующих риометров на Ямале на основе опыта экспедиционных работ 1989-1991 гг.

Литература.

1. Зайцев А.Н., Исследования в Арктике и Антарктике, в сб. Электромагнитные и плазменные процессы от Солнца до ядра Земли, М., Наука, стр. 315-327, 1989
2. Зайцев А.Н., Папаташвили В.О., Попов В.А. Планетарные особенности развития авроральных электроструй по МЛТ-УТ диаграммам АЕ-индекса., // Геомагнетизм и Аэронавигация, Т.26, № 1, стр.156-158, 1986.
3. Иванов К. Г., Зайцев А. Н., Одинцов В. И. Структура и природа спектров геомагнитного поля очень больших магнитных бурь (13-14.03.89 г. и 08-09.11.91 г.) // Геомагнетизм и аэронавигация. Т. 33, № 2. стр. 145-150, 1993.
4. Клейменова Н. Г., Козырева О. В., Зайцев А. Н., Одинцов В. И. Геомагнитные пульсации Pc5 на глобальной сети обсерваторий в магнитную бурю 24 марта 1991 г. // Геомагнетизм и аэронавигация. Т. 36. № 1. стр. 52-61, 1996.
5. Зайцев А. Н., Одинцов В. И., Иванов В. В. Спектральные особенности восточной и западной электроструй в период магнитной бури 24 марта 1991 г. // Геомагнетизм и аэронавигация. Т. 39. № 1. стр. 35 – 41, 1999.
6. Зайцев А.Н., П.А.Далин, Г.Н.Застенкер, Резкие вариации потока ионов солнечного ветра и их отклик в возмущениях магнитного поля Земли, //Геомагнетизм и аэронавигация, Т. 42. № 6. стр.752-759, 2002.
7. Салихов З.С., А.К. Арабский, В.Д.Кузнецов, А.Н. Зайцев, В.Г. Петров, В.В.Фомичев, О.А. Трошичев, А. Янжура, Система контроля космической погоды для оценки технологических рисков на территории полуострова Ямал, журнал «Наука и техника в газовой промышленности», № 4, стр. 39-47, 2010

Отдел геофизики ААНИИ (краткая информационная справка)

Старейший Российский научный институт по исследованию полярных областей Земли - Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт в Санкт-Петербурге ведет отсчет своей истории с 1920 года (www.aagi.ru), когда была организована первая советская Северная научно-промысловая экспедиция (СНПЭ). В 1925 году СНПЭ была преобразована в институт по изучению Севера (НИС), а позднее во Всесоюзный арктический институт (ВАИ, в котором наряду с промысловыми и геологическими работами успешно развивались океанографические, метеорологические, геофизические и географические исследования. В 1932 году экспедиция НИС на ледоколе «Александр Сибиряков» (нач. экспед. О.Ю. Шмидт) впервые в истории мореплавания прошла по всей трассе Северного морского пути от Архангельска до Берингова пролива за одну навигацию. В 1932-1933 годах во время Второго Международного Полярного Года в СССР была создана мощная сеть полярных станций: 92 метеостанции и новые геофизические обсерватории от Баренцева до Чукотского морей. Большими достижениями стали работы геофизиков. Среди папанинской четверки в 1937 году Е.К.Федоров был магнитологом от отдела геофизики, на основе мировой сети магнитных обсерваторий за период Второго МПГ А.П.Никольский составил детальное описание магнитных возмущений в Арктике.

Со времени Второго МПГ отдел геофизики ВАИ стал одним из быстро растущих подразделений и к 1938 году составлял четвертую часть института, сменившего название на Арктический научно-исследовательский институт (АНИИ). Военные годы стали большим испытанием коллектива, которое он выдержал с честью – наблюдения в Арктике не прерывались, а история обороны Диксона и других полярных поселков составила яркую героическую историю. После войны развитие геофизики продолжалось в прикладных целях – это и прогноз распространения радиоволн, и магнитная съемка, и геофизические измерения с дрейфующих льдов. Следующий этап развития наступил в период Международного Геофизического года (1957-1958). Была организована Комплексная Антарктическая экспедиция (КАЭ) под руководством М.М. Сомова, в которой работали такие известные геофизики как В.М.Дриацкий, Л.Н.Жигалов, Р.М.Галкин, П.К.Сенько, А.В.Широчков и многие другие. Были реализованы широкомасштабные комплексные исследования природных условий Антарктики, с участием ученых АН СССР и других ведомств страны. Санно-гусеничные походы Мирный-Восток вошли яркой страницей освоения Антарктиды. В 1966 году вышел «Атлас Антарктики», удостоенный Государственной премии.

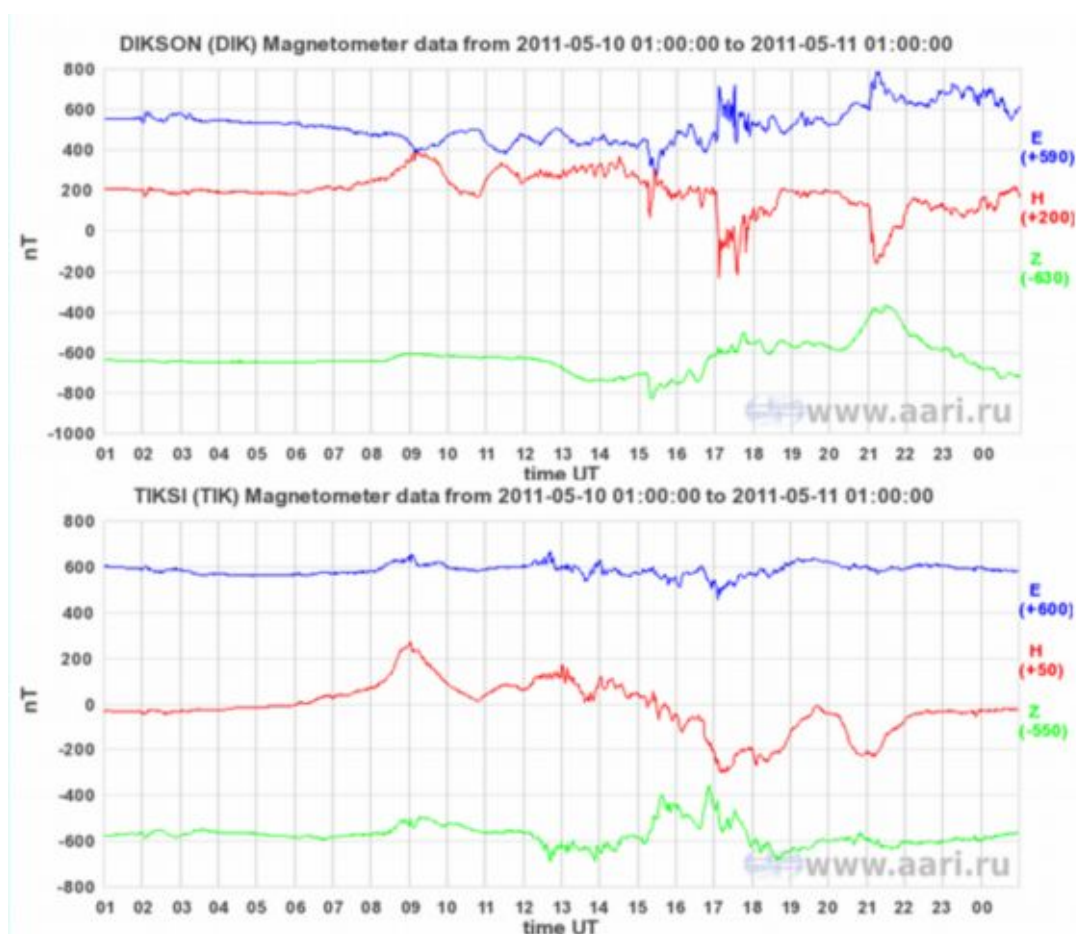
В 1977 году впервые в истории на Северный Полюс пришел атомоход «Арктика», для полярников были построены специальные исследовательские суда – «Михаил Сомов» и «Академик Федоров». Среди достижений мирового уровня - проект глубокого бурения ледника на ст. Восток. Детальные исследования ледяного керна до глубины 3623 м позволили специалистам ААНИИ получить информацию о прошлых климатических циклах Земли за последние 420 тысяч лет, включая четыре ледниковых и пять межледниковых периодов. Отдел геофизики продолжал поисковые работы как в рамках национальных проектов, так и международных программ. Период 1991-2001 гг. был трудным во всех отношениях: сократилось финансирование работ, численность сотрудников, была потеряна часть станций в Арктике и Антарктике. Но все же удалось сохранить базовые станции – 7 станций в Арктике и 4 станции в Антарктике.

В настоящее время в отделе геофизики основным направлением работ являются исследования процессов взаимодействия в системе «ближний космос-магнитосфера-ионосфера-атмосфера», их влияние на атмосферу, среду обитания и жизнедеятельность человека. Отдел геофизики включает лабораторию магнитосферных исследований (проф. Трошичев Олег Александрович), лабораторию ионосферных исследований (к.ф.-м.н. Широчков Александр Васильевич) и лабораторию распространения радиоволн (д.ф.-м.н.

Благовещенская Наталья Федоровна). Экспериментальная база исследований обеспечивается сетью магнитных и ионосферных станций. В Арктике это Певек, Тикси, Диксон, Мыс Челюскина, о.Хейса (станция им. Кренкеля), Амдерма (Белый Нос), Ловозеро. В Антарктиде главная станция – Восток, затем Прогресс, Мирный и Новолазаревская. Для испытаний и проверки аппаратуры вблизи Санкт-Петербурга развернута обсерватория «Горьковская». (http://www.aari.nw.ru/clgmi/geophys/info_loz_ru.html)

Среди достижений последних лет нужно отметить работы по взаимодействию солнечный ветер - магнитосфера - нейтральная атмосфера над полярной шапкой Антарктиды, работы по развитию и использования РС-индекса, участие в оперативном определении АЕ-индекса. Последняя работа поддержана на международном уровне и работает как часть сети обсерваторий определения АЕ-индекса (см. <http://sd-www.jhuapl.edu/rapidmag/>). Значительный прогресс достигнут в исследованиях ионосферы. ААНИИ стал полноправным участником Европейского радара EISCAT, налажено наклонное зондирование ионосферы, устанавливаются современные цифровые ионозонды, риометры Чиверса. Важный шаг – создание базы данных, получение и обработка данных в реальном времени. На сайте отдела геофизики все данные представлены в цифровом виде, см. http://www.aari.nw.ru/clgmi/geophys/index_ru.html.

На прилагаемом рисунке пример записи вариаций магнитного поля, взятый с сайта отдела геофизики ААНИИ.



Вариации магнитного поля по обсерваториям Диксон и Тикси за 10-11 мая 2011 года

Магнитная обсерватория Москва – прошлое, настоящее, будущее

В 1944 году НИИЗМ был переведен в Подмосковье. Местом его размещения была выбрана площадка на сороковом километре Калужского шоссе, где в 1940 году было начато строительство здания для Московской геофизической обсерватории. В конце 1944 года в недостроенном здании, имеющем на двух этажах всего 18 комнат и несколько комнат в подвале расположился весь НИИЗМ. Одними из первых наблюдений, начатых на новом месте были магнитно-вариационные наблюдения организованные во временном помещении.

Несмотря на все трудности 1945 г., связанные с обустройством на совершенно новом месте, в апреле 1945 г. в Красной Пахре состоялось четвертое совещание руководителей магнитных обсерваторий всех ведомств. На совещании были заслушаны доклады о работе НИИЗМ в годы Великой Отечественной войны, руководителей периферийных обсерваторий, представителя Арктического института из Ленинграда. 15 сентября 1945 г. по Главному управлению гидрометеорологической Службы был издан приказ считать НИИЗМ передислоцированным из Косулино Свердловской области в район Красной Пахры Московской области.

За 1946 г. в НИИЗМ пришли демобилизованные из армии бывшие сотрудники Института – Б.М.Ляхов, В.А.Успенский, С.И.Исаев, С.М.Мансуров, В.Ф.Шельгинг, и другие. Отдел сети магнитных обсерваторий возглавила В.И.Афанасьева. Усилия директора НИИЗМ Н.В.Пушкова были поддержаны начальником Гидрометслужбы Е.К.Федоровым и 27 мая 1947 г. Совет Министров СССР специальным постановлением за № 1647 за подписью Председателя Совета Министров И.В. Сталина дал указание Главному управлению гидрометеорологической, службы построить в 1947 - 1949 г.г. здания и сооружения для Научно-исследовательского института земного магнетизма в Красной Пахре. После этого начался период интенсивного развития НИИЗМ и магнитных наблюдений на всей территории СССР. К середине 50-х годов НИИЗМ представлял большое научное учреждение и проведение Международного Геофизического года (1957-1958) стало для НИИЗМ большим событием. В этот период были сделаны грандиозные усилия по созданию сети магнитных и ионосферных обсерваторий и развитию солнечно-земной физики. НИИЗМ стал международно признанным институтом, при нем был организован Мировой Центр Данных. 15 мая 1958 года в космос был запущен третий спутник с магнитометром на борту, вокруг земного шара двигалась немагнитная шхуна «Заря», магнитная картография составляла значительную часть работы института. Со времен создания ионосферного бюро была развернута магнитно-ионосферного службы прогнозов СССР, позволившая институту занять лидирующую роль как в науке, так и в практике.

Н.В.Пушков постоянно уделял внимание развитию в институте экспериментальной базы. При нем было создано СКБ, которое возглавил В.П. Прошин и к 1965 году оно представляло собой серьезное предприятие. Было налажено производство кварцевых магнитометров, квантовых магнитометров для наземных и космических измерений, протонных и феррозондовых приборов для космоса, развито кварцевое приборостроение. Первый кварцевый вариометр на растяжке был изготовлен В.Ф.Шельтингом в 1949 году, первое авторское свидетельство на кварцевый вариометр было получено в 1956 г., его соавтором был В.Н. Бобров. В 1961 году был сформирован отдел переменного магнитного поля, который возглавил В.Н.Бобров. Магнитная обсерватория в Пахре стала Центральной магнитной обсерваторией СССР. Производство кварцевых вариометров было поставлено на поток, было выпущено несколько сот полевых станций «ИЗМИРАН-4», налажен экспорт приборов.

Новый этап развития ИЗМИРАН начался с 1969 года, когда директором стал В.В.Мигулин. Как радиофизик, В.В.Мигулин поддержал закрытые работы по распространению радиоволн, новые космические эксперименты по программе «Интеркосмос», был запущен спутник ионосферного зондирования ИК-19. ИЗМИРАН

постепенно превращался в чисто академическую организацию и в 1975 году магнитно-ионосферная службы была передана в ИПГ им. академика Е.К.Федорова, СКБ передано в ИОФАН, МЦД передано в Геофизический центр РАН при ИФЗ, функции Центральной магнитной обсерватории переданы в обсерваторию Борок. В 70-е годы в ИЗМИРАН были проведены большие проекты «Самбо», «АРАКС», «Искусственное солнечное затмение», «Геофизический полигон в Антарктиде», «Геомагнитный меридиан», и многие другие.

В 70-е годы роль ИЗМИРАН как ведущего института по магнитным наблюдениям стала не актуальной. Последнее совещание работников обсерваторий в ИЗМИРАН было проведено в 1972 году. Выпуск магнитометров обеспечивало СКБ ИОФАН. Первые цифровые магнитометры были сделаны под советско-американский эксперимент по передаче данных через геостационарный спутник АТС-6. В период 80-х годов на обсерваториях были установлены цифровые МВС и с 1985 года сбор и накопление данных велось в цифровой форме. В 1995 году был выпущен первый CD-диск с магнитно-вариационными данными цифровых МВС.

Распад СССР в 1991 году привел к прекращению работ по развитию магнитных наблюдений. Обсерватория Москва потеряла свою организующую роль, сверка магнитных приборов между обсерваториями прекратилась, сравнение базисных уровней утеряно. Уровень помех по магнитному полю в обсерватории Москва постоянно возрастал по мере того, как рос город Троицк (основан в 1977 году). Парк старых приборов не обновлялся, мера магнитной индукции первого класса была демонтирована, единый отдел переменного магнитного поля расформирован, лаборатория квантовой магнитометрии сократилась так, что производство квантовых датчиков прекращено. Кварцевая мастерская осталась в виде двух стендов для экспериментальных работ, участок по производству кварцевых датчиков в СКБ ИОФАН ликвидирован. После 2000 года число сотрудников магнитных отделов в ИЗМИРАН сократилось в несколько раз. Приток молодых сотрудников прекратился, многие ушли из института.

В настоящее время магнитная обсерватория Москва продолжает свою работу. Зав.обсерваторией к.ф.-м.н. В.А.Горбачевич наладил работу обсерватории как методического центра для всей сети ИЗМИРАН. Данные магнитной обсерватории в реальном времени служат основой службы космической погоды, которую инициативно ИЗМИРАН наладил в последние годы. Абсолютные измерения ведутся с помощью стандартных приборов. Полный вектор с помощью протонных магнитометров POS-1,



МиниМАГ и МП-203. Компоненты измеряются с помощью колечной системы Браунбека, горизонтальная составляющая с помощью кварцевого Н-магнитометра QHM, склонение с помощью феррозондового теодолита Mag-01 Н. На фотографии – вид части абсолютного павильона с приборами. Основная цель обсерватории – сохранить высокий метрологический уровень измерений, достигнуть качества наблюдений сети Интермагнет, продолжить разработку новых магнитных приборов и датчиков на базе кварцевой растяжки – непревзойденного датчика физических величин.

Сейчас развитие магнитной обсерватории поддерживается директором ИЗМИРАН, д.ф.-м.н. В.Д.Кузнецовым, который представляет институт в самой большой в мире системе магнитных обсерваторий СуперМАГ. Геофизический центр РАН выступил с инициативой формирования российского сегмента ИНТЕРМАГНЕТ. В этой программе обсерватория

Москва будет играть роль методического центра. В 2012-2016 гг. ожидается запуск нескольких космических миссий, для которых важно иметь наземную поддержку. В первую очередь это Европейский проект SWARM (РОЙ), в рамках которого будет проведена высокоточная магнитная съемка и исследование магнитосферных токовых систем. В 2014 году ожидается запуск российского проекта РЕЗОНАНС для исследования электромагнитных полей магнитосферного происхождения. С 2005 года ведется работа по восстановлению наземной сети магнитно-вариационных наблюдений на полуострове Ямал. На 2012-2015 гг. запланировано создание справочно-информационной системы «Полярная геофизика Ямала», опирающаяся на магнитные наблюдения. Система должна будет работать в реальном времени с выдачей данных для широкого круга пользователей в регионе Ямала.

По всем вопросам работы магнитной обсерватории Москва следует обращаться к зам. директора по направлению «магнетизм» к.ф.-м.н. В.Г.Петрову и зав. магнитной обсерваторией к.ф.-м.н. В.А.Гарбацевичу (vgarb@izmiran.ru).

Отдел космических лучей ИЗМИРАН (краткая информационная справка)

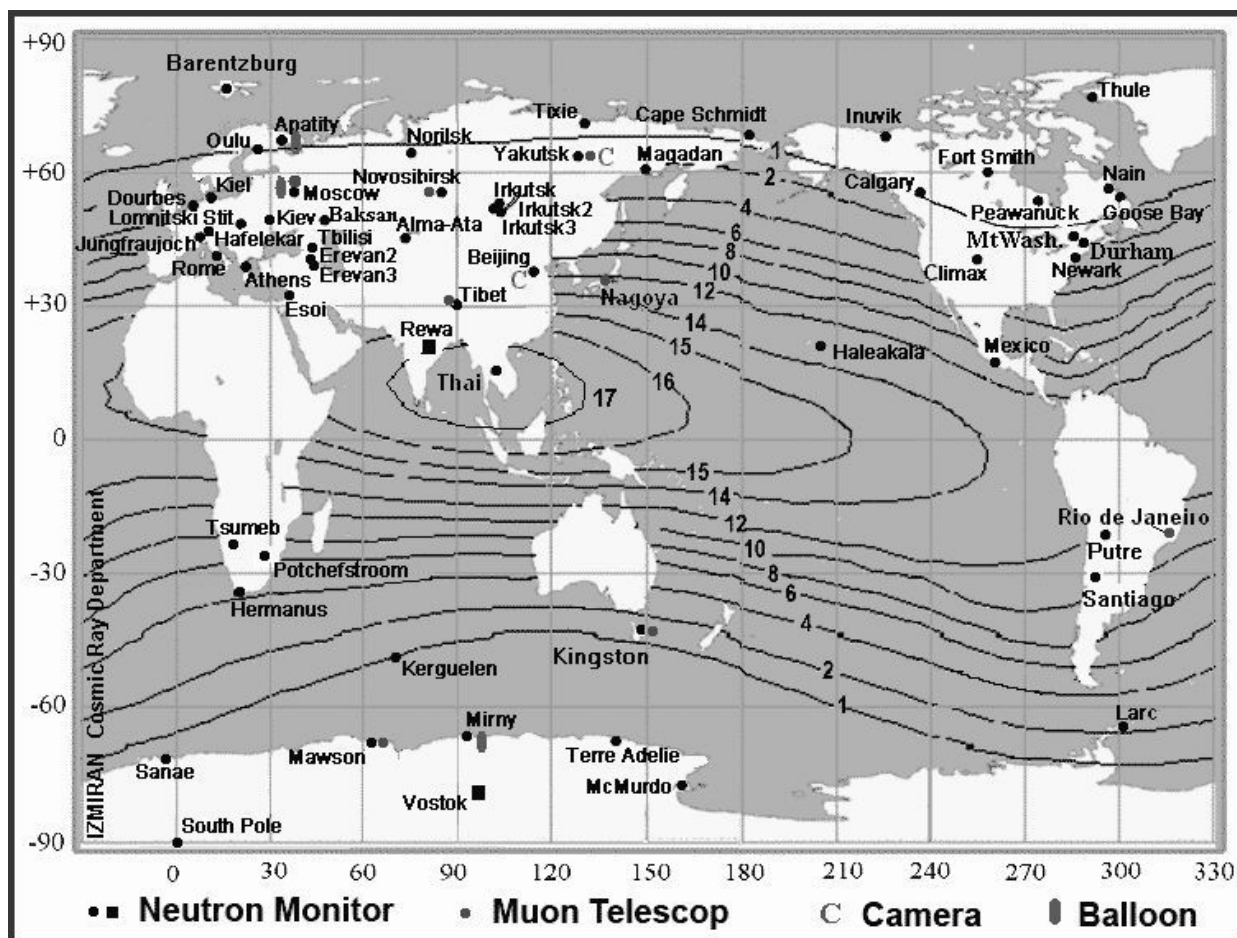
История исследований вариаций космических лучей началась 11 апреля 1944 г., когда приказом № 27 по НИИЗМ (научно-исследовательский Институт земного магнетизма) была создана лаборатория по исследованию вариаций космических лучей под руководством Е.С.Глоковой. Для регистрации общей ионизирующей компоненты КЛ были установлены счётчики Гейгера - Мюллера, объединенные в мюонные телескопы. Этим было положено начало непрерывной регистрации КЛ и изучению их морфологии. В 1946 г. под руководством Е.С.Глоковой была завершена организация станции космических лучей в НИИЗМе, которая с 1945г. вела непрерывные наблюдения и проводила усовершенствование имеющейся и создание новой аппаратуры.

Основатель и первый директор института Н.В.Пушков был человеком редкой эрудиции, широкого кругозора и уже в те годы считал, что для объективного и качественного прогноза солнечно-земных явлений необходимы фундаментальные исследования и комплексные наблюдения различных параметров межпланетной среды. При планировании новых комплексных магнитно-ионосферных станций в реестр необходимых исследований включались также наблюдения Солнца и космических лучей. Поэтому наряду с исследовательской работой в институте, необходимо было организовать новые станции космических лучей на разных широтах (Москва, Якутск, Ереван, Ташкент, Орджоникидзе). НИИЗМ становится руководящим и координирующим центром в развитии сети и исследовании вариаций космических лучей.

В 1949 году Шафер Ю.Г. изготовил две большие ионизационные камеры С-1 и С-2, с помощью которых было зарегистрировано первое наземное возрастание солнечных КЛ 19-20 ноября 1949 года. В 1951г. под руководством проф. МГУ С.Н.Вернова и директора НИИЗМ Н.В.Пушкова коллектив ученых приступил к созданию сети станций космических лучей.

К началу Международного Геофизического года такая сеть была создана в составе 12 станций и оснащена нейтронными мониторами Симпсона. Исследования в период МГГ представляли огромный эксперимент с проведением геофизических наблюдений по целому комплексу дисциплин, синхронно координированному с мировой научной общественностью по единому плану. Размах геофизических исследований в нашей стране во время МГГ был беспрецедентен даже по меркам настоящего времени. В 60-е годы происходит рост международной научной активности по регистрации и исследованию вариаций космических лучей. В 1964г. был разработан новый тип нейтронного супермонитора НМ64 на пропорциональных счетчиках большого размера (для улучшения статистической точности). В этих установках была предусмотрена новая система регистрации MAPC с автоматической

записью на телетайпы (цифровые и перфоленты), что позволяло перейти от ручной обработки данных к машинной. Это был существенный скачок от механических и фоторегистраторов, и эти системы проработали непрерывно вплоть до 90-х годов, когда началась эра персональных компьютеров.



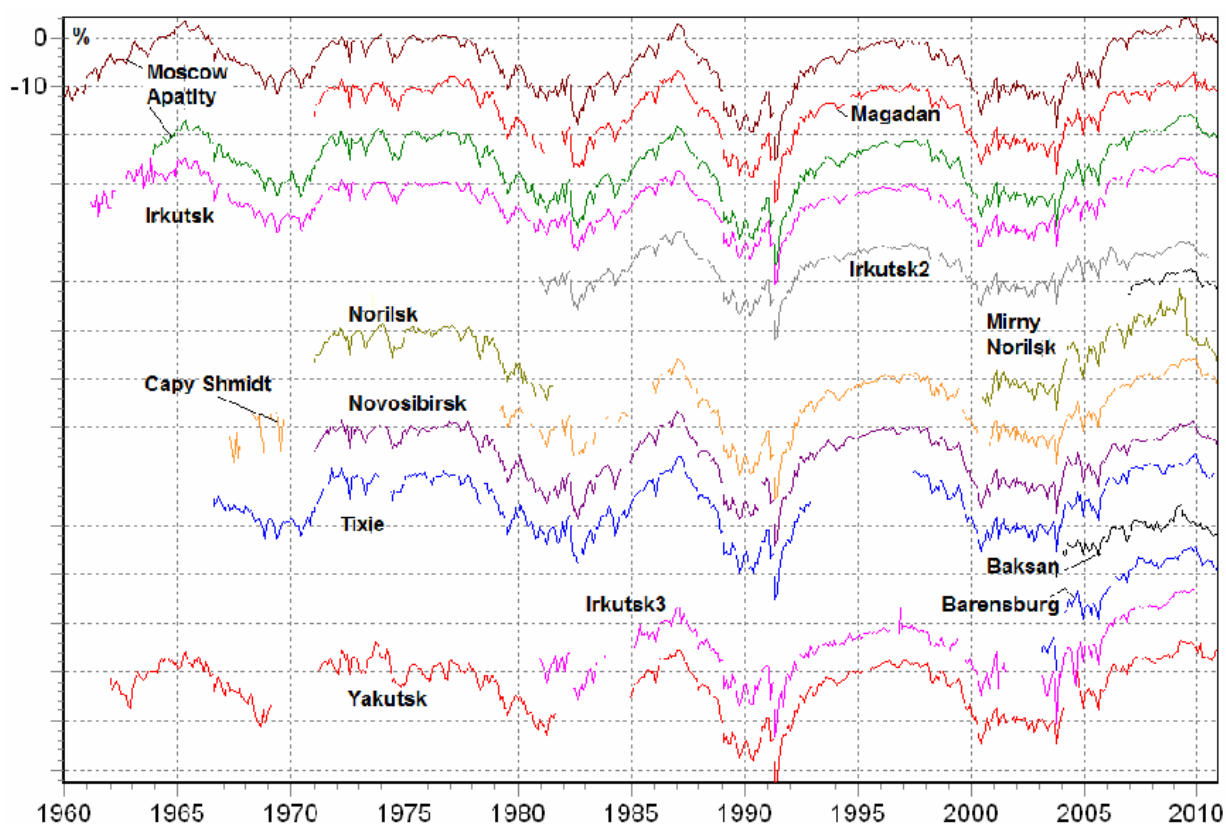
Распределение детекторов космических лучей по земному шару.

Одновременно с расширением сети развивались научные исследования, появлялись ценные научные результаты, разрабатывались новые методы исследования. Отдел вариаций КЛ ИЗМИРАН считает своей заслугой, что в 90-е годы удалось отстоять продолжение регистрации КЛ на имеющихся станциях, а также принадлежность станций тем институтам, где они создавались, и тем самым сохранить российскую сеть в целом. Кроме того, были открыты две новые станции в Антарктиде – Мирный и Восток. В 1989 г. в ИЗМИРАН был создан первый регистратор КЛ с использованием компьютера и автоматической системы сбора и обработки информации. В июле 1997 г., впервые за всю историю наблюдений, часовые данные НМ станции Москва начали выкладываться на сайте в Интернет в реальном времени (<http://cr0.izmiran.ru/mosc/main.htm>). Вслед за этим последовала модернизация регистрирующей системы НМ на многих российских станциях (Апатиты, Алма-Ата, Иркутск, Норильск, Якутск, Тикси), а также на станциях мировой сети КЛ. Число публикаций данных с открытым доступом в режиме реального времени стало непрерывно расти.

Отдел исследования вариаций КЛ ИЗМИРАН всегда работал в тесном контакте с Международными Центрами данных, оказывая самую непосредственную и существенную помощь в формировании баз данных по наблюдениям нейтронной компоненты КЛ. С

развитием методов исследования, базирующихся на измерениях нейтронной компоненты, стало ясно, что по данным только одной станции невозможно получить достаточно полную информацию о динамике межпланетной среды, которую способны дать приходящие к Земле частицы в области энергий 0.5-100 ГэВ. Методы глобальной съемки, метод «кольца станций», спектрографический метод, методы исследования протонных возрастаний после мощных солнечных вспышек значительно расширили наши возможности и позволяют получать уникальные характеристики КЛ. Однако эти методы требуют данных с большего числа станций и более оперативного их поступления. А для задач космической погоды и вовсе нужны данные в реальном времени. Поскольку в области исследования вариаций КЛ не существует специальной координирующей структуры, ИЗМИРАН взял на себя инициативу и труд по созданию базы данных мировой сети нейтронных мониторов с целью обеспечения стандартной архивации данных и оперативного обмена ими. Такая работа на станции КЛ ИЗМИРАН ведется непрерывно с 90-х годов. Данные непрерывно выставляются в открытом виде в сети Интернет. Кроме того, разработаны и активно используются различные базы данных по событиям в КЛ и сопутствующим наблюдениям (база данных по протонным возрастаниям, по Форбуш эффектам и т.п.). В последний год для пользователей стала доступна база данных БД-A10, содержащая результаты расчетов по мировой сети станций методом глобальной съемки часовых характеристик плотности и анизотропии КЛ (<http://cr20.izmiran.ru/AnisotropyCR/Index.php>) практически за весь период наземных наблюдений (1957-2010).

В настоящее время российская сеть станций космических лучей насчитывает 14 нейтронных мониторов с современной системой регистрации, обеспечивающей обработку и анализ качества часовых данных, а также представляет их в Интернете в режиме реального времени.



Среднемесячные вариации КЛ относительно 1976 г. по данным 14-ти станциям нейтронных мониторов за весь период наблюдений.

На рисунке представлены среднемесячные вариации КЛ относительно 1976 г. по станциям, формирующим российскую сеть на данном этапе. Самый долгий период наблюдений имеют Москва, Иркутск, Якутск, Апатиты. С конца 60-х – начала 70-х наблюдения проводят Тикси, Магадан, Новосибирск, Норильск. С конца 80-х подключились два высокогорных уровня в Иркутске, а совсем недавно заработали две новые станции: в Баренцбурге и Баксане. Пять приполярных станций (Апатиты, Баренцбург, Норильск, Тикси и М. Шмидта) участвовали в Международном проекте "Space Ship Earth" (Космический корабль Земля), используя все преимущества высокоширотных нейтронных мониторов для исследования солнечных событий, а также Форбуш эффектов. Наземные детекторы на высоких широтах размещены так, что они равномерно перекрывают всю небесную сферу по асимптотическим направлениям. Эта сеть обеспечивает высокое разрешение экваториального углового распределения частиц во время солнечных протонных событий, и без российских высокоширотных станций это было бы просто невозможно. Вместе с данными Туле и Антарктической сети, которые обеспечивают перекрытие направлений по всей экваториальной плоскости, мы получаем своеобразный трехмерный "снимок" потока космических лучей, по полноте и степени точности превосходящий аналогичные измерения на спутниковых детекторах. Для достижения этого из 9 станций сети "SpaceShip Earth" 4 Российские станции были существенно модернизированы, а 1 станция создана заново.

Подробная информация по работе Отдела КЛ доступна на сайтах:

<http://cr0.izmiran.ru/mosc/main.htm>

<http://cr0.izmiran.ru/gmdnet/>

**Конференция "Базы данных, инструменты и информационные основы
полярных геофизических исследований",
24-26 мая 2011 г, ИЗМИРАН
Формат Тираж 150 экз.
Заказ №
Отпечатано в Издательстве «ГРОВАНТ», г.Троицк**