

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт космических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук
(ИКИР ДВО РАН)**

Отчет по дополнительной референтной группе 5 Исследования космоса, астрофизика и астрономия

Дата формирования отчета: **22.05.2017**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Инфраструктура научной организации

1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр

«Генерация знаний». Организация преимущественно ориентирована на получение новых знаний. Характеризуется высоким уровнем публикационной активности, в т.ч. в ведущих мировых журналах. Исследования и разработки, связанные с получением прикладных результатов и их практическим применением, занимают незначительную часть, что отражается в относительно невысоких показателях по созданию РИД и небольших объемах доходов от оказания научно-технических услуг. (1)

2. Информация о структурных подразделениях научной организации

1. Лаборатория физики атмосферы: Комплексное исследование динамических процессов в геосферных оболочках, инициированных солнечным и литосферным воздействиями.

2. Лаборатория электромагнитных излучений: Исследование электромагнитных излучений и распространения радиоволн в целях изучения природы солнечно-земных связей. Разработка радиофизических методов исследования природных сред.

3. Лаборатория моделирования физических процессов: Моделирование физических процессов в системе ближнего космоса и геосфер.

4. Лаборатория системного анализа: Применение методов системного анализа и средств искусственного интеллекта для решения фундаментальных и прикладных задач по основным направлениям исследований Института.

5. Комплексная геофизическая обсерватория «Паратунка»: Проведение регулярных долговременных наблюдений различных полей и процессов, обеспечение метрологических характеристик получаемых данных, контроль параметров, сверка и калибровка штатной



аппаратуры, разработка и тестирование аппаратуры, проведение экспедиционных работ, научные исследования по тематике выполняемого мониторинга

6. Геофизическая обсерватория «Магадан»: Мониторинг и измерение вариаций космических лучей нейтронным монитором (инструмент – нейтронный монитор и станция космических лучей), проведение абсолютных и вариационных измерений элементов геомагнитного поля (инструменты - ЦМВС-6 (Россия), FRG - 601G (Япония), MAGDAS GOLD (Япония), магнитометрический комплекс ГИЦ (Потсдам, Германия), индукционный магнитометр(Япония)).

Измерение параметров ионосферы методом вертикального радиозондирования (инструмент - станция АИС с цифровым блоком приема-передачи и регистрации на ПК).

Передача линейно-частотных модулированных КВ радиоволн (ЛЧМ) в целях изучения параметров ионосферы и условий распространения радиоволн методом наклонного радиозондирования (инструмент – КВ радиозонд, Россия, Иркутск). Исследование параметров ионосферы оптическими методами (инструмент – панорамная фотокамера неба, Япония).

7. Геофизическая обсерватория «Хабаровск»: Проведение регулярных долговременных наблюдений различных полей и процессов. Обеспечение метрологических характеристик получаемых данных, контроль параметров, сверка и калибровка штатной аппаратуры. Разработка и тестирование аппаратуры. Проведение экспедиционных работ. Научные исследования по тематике выполняемого мониторинга.

8. Геофизическая обсерватория «Мыс Шмидта»: Мониторинг и измерение вариаций космических лучей нейтронным монитором (инструмент – нейтронный монитор и станция космических лучей). Проведение измерений элементов геомагнитного поля.

3. Научно-исследовательская инфраструктура

1. “Ионосферная лидарная установка для диагностики ионосферной плазмы” относится к УНИКАЛЬНОЙ НАУЧНОЙ УСТАНОВКЕ (УНУ) <http://www.ckp-rf.ru/usu/351757/>. Установлена и запущена в эксплуатацию в 2010 году в составе:

Передающая система:

- твердотельный Nd:YAG лазер Brilliant-B с частотой 10 Гц, длиной волны 532 нм и энергией импульса 0.4 Дж
- лазер на красителях TDL-90 с перестраиваемой частотой
- твердотельный Nd:YAG лазер YG982E с возможностью работы как на длинах волн 355 нм (0.8 Дж/имп), 532 нм (1.2 Дж/имп) и 1064 нм (2.4 Дж/имп), так и в качестве лазера накачки для лазера TDL-90

Приемная система:

- крупногабаритный телескоп Ньютона с диаметром основного зеркала 60 см. Принятый телескопом сигнал может подаваться целиком на ФЭУ либо на спектрофотометр SP-2500, либо делиться и подаваться на оба приемника одновременно. В зависимости от задачи



эксперимента, разделение может происходить по интенсивности либо по полосам частот спектра принятого сигнала.

- телескоп Кассегрена с диаметром основного зеркала 26 см для регистрации рэлеевского рассеяния нижней стратосферы

- спектрофотометр SP-2500i с пикосекундной камерой PicoStar HR 12. Проводятся работы по оценке возможности использования спектрофотометра в качестве узкополосного светофильтра с нужной длиной волны.

- фотоумножители ФЭУ Hamamatsu H8259-01, счетчики фотонов Hamamatsu M8784

- предусмотрена возможность регистрации анализатором спектра свечения ночного неба с помощью объектива обычного фотоаппарата Nikon.

2. Экспериментальная база для мониторинга магнитного поля Земли на обсерваториях ИКИР входит в Оборудование коллективного пользования ДВО РАН и включает:

1) магнитометры для абсолютных измерений полного вектора магнитной индукции, в том числе:

- DI-магнитометры для определения магнитного склонения D и наклона I — LEMI-203 (на базе немагнитного теодолита 3T2КП), DMI Model-G (на базе теодолита Theo-020B) и Mag-01H (на базе теодолита Wild-T1)

- скалярные магнитометры для измерений модуля F — POS-1, GSM-90F и GSM-19W, скалярные датчики в магнитометрах dIdD GSM-19FD и POS-4

2) магнитометры для вариационных измерений вектора магнитного поля, в т.ч.

- магнитометры на основе скалярных датчиков и колечных систем — dIdD GSM-19FD и POS-4

- кварцевые вариационные станции ЦМВС Кварц-6.

Кроме того, по международным проектам установлены магнитометры, ориентированные на изучение быстрых вариаций магнитного поля:

- феррозондовые компонентные магнитометры FGE-DTU, MAGDAS COLD и FRG-601

- индукционные компонентные магнитометры STELAB

Одно из основных достижений в области мониторинга магнитного поля — получение обсерваториями "Магадан", "Паратунка" и "Хабаровск" статуса обсерваторий сети INTERMAGNET. Обсерватория "Мыс Шмидта" оснащена магнитометрами, соответствующими стандартам INTERMAGNET.

3. Нейтронные мониторы космических лучей обсерваторий "Магадан" и "Мыс Шмидта" ИКИР ДВО РАН включены в Российскую национальную наземную сеть станций космических лучей, как сегмент Мировой сети. ИНФОРМАЦИЯ ОБ УНИКАЛЬНОЙ НАУЧНОЙ УСТАНОВКЕ на сайте <http://www.scp-rf.ru/usu/433536/> и на сайте ИЗМИРАН Уникальная научная установка (УНУ-85) "Российская национальная наземная сеть станций космических лучей" (СЕТЬ СКЛ) <http://cr.izmiran.ru/unu.html>

Визуализация и данные доступны на сайте на сервере ИКИР ДВО РАН (Data Exchange Service) <http://www.ikir.ru/ru/Data/dataexchange.html>



4. Измерительные комплексы ОНЧ – (р. Карымшина и с. Паратунка). Приёмная часть состоит из антенн и усилителя. Модуль сбора данных - из блока повторителей, аналогово-цифрового преобразователя, цифрового регистратора, цифрового фильтра. В комплексе используются две рамочные антенны, сориентированные по сторонам света (север-юг и восток-запад), для приёма магнитной составляющей естественного электромагнитного поля в диапазоне очень низких частот (ОНЧ). Для приема электрической составляющей используется одна вертикальная штыревая антенна. Комплекс входит в Сеть для автоматического детектирования и анализа вистлеров (AWDANet). Соглашение с Отделом геофизики и космоса Университета им. Этвеша, Будапешт, Венгрия (рег. №731 от 21.06.12 ДВО РАН; 0537/01/12 НТИМИ).

Научные результаты, полученные с использованием оборудования:

1. Разработан метод оценки эффективности сброса энергичных частиц из радиационных поясов Земли, заключающийся в использовании эффекта нелинейного взаимодействия вистлеров и искусственного излучения, отличающийся тем, что критерием пространственного масштаба воздействия служит наличие модуляции вистлеров, а результативность определяется изменением концентрации энергичных частиц, устанавливаемой из частотной дисперсии и глубины модуляции вистлеров. Подход позволяет оценить эффективность экспериментов по сбросу энергичных частиц проводимых с целью защиты спутников от высотных ядерных взрывов.

Сивоконь В.П., Чернева Н.В., Дружин Г.И., Санников Д.В. Амплитудная модуляция вистлеров // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 2. С. 167–172.

2. Разработан метод для диагностики ионосферной плазмы на высотах 200-300 км с целью определения компонентного состава и пространственной структуры. С помощью этого метода достигнуты рекордные высоты лидарного зондирования. Принцип действия - резонансное рассеяние света на возбужденных атомах в различных спектральных диапазонах. Лидар может быть использован как средство эффективного воздействия на ионосферу или мониторинга ее состояния в периоды интенсивных геофизических возмущений.

Бычков В.В., Непомнящий Ю.А., Пережогин А.С., Шевцов Б.М. Лидарные сигналы верхней атмосферы и возможный механизм их формирования// Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28. № 3. С. 210-214.

3. Разработаны методы описания вариаций геомагнитного поля и основанные на нем алгоритмы по оперативному выделению и оценке интенсивности, длительности и масштабов геомагнитных возмущений. Для станций Камчатки и Якутска алгоритмы доведены до конечной практической реализации. Созданное средство, в отличие от существующих, позволяет в периоды повышения геомагнитной активности оперативно выделять возмущения и с высокой точностью оценивать их моменты возникновения и интенсивность. Его применение позволит повысить качество прогноза состояния околоземного пространства и уменьшить последствия негативного влияния магнитных бурь на космонавтов, спутники и бортовую аппаратуру.



Мандрикова О.В., Соловьев И.С., Залаяев Т.Л. Методы анализа вариаций геомагнитного поля и данных космических лучей // Информационные технологии. 2015. Т. 21. №11. С. 849-855.

Мандрикова О.В., Полозов Ю.А. Аппроксимация и анализ ионосферных параметров на основе совмещения вейвлет-преобразования с коллективами нейронных сетей // Информационные технологии. 2014. №7. С. 61-65.

Мандрикова О.В., Жижикина Е.А. Автоматический способ оценки состояния геомагнитного поля // Компьютерная оптика. 2015. Т.39. №3. С. 420-428.

4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований

1. База магнитных данных обсерваторий ИКИР ДВО РАН

1.1. среднечасовые значения H, D, Z, F полного вектора магнитной индукции (стандарт IAGA) // получены с помощью кварцевых датчиков Боброва с аналоговой записью на фотобумагу // 1957-2011 гг. // обсерватории "Магадан", "Паратунка", "Южно-Сахалинск"

1.2. минутные значения X, Y, Z, F полного вектора магнитной индукции (стандарт INTERMAGNET) // получены с помощью цифровых компонентных и скалярных магнитометров // 2007-2016 гг. // обсерватории "Магадан", "Мыс Шмидта", "Паратунка", "Южно-Сахалинск", "Хабаровск"

1.3. секундные значения вариаций H, D, Z -составляющих и модуля F магнитного поля (произвольные форматы) // получены цифровыми магнитометрами различных типов // 2001-2017 гг. // обсерватории "Магадан", "Мыс Шмидта", "Паратунка", "Южно-Сахалинск", "Хабаровск"

1.4. цифровые образы аналоговых магнитограмм // 1967-2006 гг. // обсерватория "Паратунка"

Примечание:

- годы указаны для всех обсерваторий (самый ранний и самый последний сроки)
- стандарты IAGA и INTERMAGNET обеспечиваются не всеми обсерваториями за весь период, некоторые — только частично или за выделенный интервал времени.

Текущие магнитные данные представлены на сайте ИКИР ДВО РАН:



всех подразделений: <http://www.ikir.ru/ru/Data/>

Обсерватории Паратунка: <http://www.ikir.ru/ru/Data/ifg/datalfg.html>

<http://www.ikir.ru/ru/Departments/Paratunka/lfg/txt/k-index-doc.html>

http://data.www.ikir.ru/webappfiles/gfo_paratunka/pet-kindex.txt

2. База ионосферных данных:

2.1. Характеристики ионосферы, 13 параметров (обс. Хабаровск, обс. Магадан, обс. Паратунка). 1959-2010// Оборудование АИС (до 1969), далее SP-3. Регистрация на кино-пленку каждые 15 мин. Обработка стандартная по 13-ти параметрам. 1959-2005гг. - месячные отчеты за каждый год переплетены, имеются F-графики и суточные таблицы. 1990 - 2010гг. - месячные отчеты в таблицах Excel.

2.2. База данных ионограмм: Характеристики ионосферы, 13 параметров (обс. Хабаровск, обс. Магадан, обс. Паратунка). с 2011 г.// Модернизированная SP-3, цифровая регистрация. Регистрация каждые 15 мин. Файлы данных складываются на регистрационном компьютере и в реальном режиме поступают на сервер ИКИР. Текущие здесь: <http://www.ikir.ru/ru/Data/ion.html>. Обработка (месячные, суточные таблицы и F-графики) сделана выборочно.

3. База "Интенсивность космических лучей":

3.1. Вариации космических лучей (обс. Мыс Шмидта) - нейтронный монитор 12NM64// С 1967 г. имеются часовые данные, с 1967 по 1998 гг. - 5-минутные данные, с 1998 г. - 1-минутные. Все данные приводятся с коррекцией атмосферного давления. Визуализация и данные доступны на сайте КЛ ИЗМИРАН (<http://cr0.izmiran.ru/caps/main.htm>) и через сервер Data Exchange Service ИКИР, <http://www.ikir.ru/ru/Data/dataexchange.html>,

3.2. Вариации космических лучей (обс. Магадан) - нейтронный монитор 18NM64// С 1970 г. имеются часовые данные, с 1970 по 1998 гг. - 5-минутные данные, с 1998 г. - 1-минутные. Все данные приводятся с коррекцией атмосферного давления. Визуализация и данные доступны на сайте КЛ ИЗМИРАН (<http://cr0.izmiran.ru/mgdn/main.htm>) и через сервер Data Exchange Service ИКИР, <http://www.ikir.ru/ru/Data/dataexchange.html>

4. База данных камеры неба STELAB:

4.1. Фотоснимки панорамы ночного неба в различных спектральных диапазонах (обс. Паратунка) 2007- панорамная камера неба STELAB Камера неба установлена в соответствии с международным соглашением между ИКИР и Solar-Terrestrial Environment Laboratory (Nagoya University, Япония). Объектив ориентирован вертикально вверх, угол обзора 170 град., используются фильтры на длине волны 486.1, 557.7, 572.5, 630.0, 777.4, 700-1200 нм. Данные доступны по согласованию с японской стороной.

4.2. Фотоснимки панорамы ночного неба в различных спектральных диапазонах (обс. Магадан) 2007- панорамная камера неба STELAB Камера неба установлена в соответствии с международным соглашением между ИКИР и Solar-Terrestrial Environment Laboratory (Nagoya University, Япония). Объектив ориентирован вертикально вверх, угол обзора 170



град., используются фильтры на длине волны 486.1, 557.7, 572.5, 630.0, 777.4, 700-1200 нм. Данные доступны по согласованию с японской стороной.

7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона

Договор с Камчатским филиалом Геофизической службы РАН от 05.03.2013 о проведении совместных комплексных работ по поиску и выделению электромагнитных предвестников сильных землетрясений в целях развития фундаментальных и прикладных геофизических исследований и прогноза сильных землетрясений на Камчатке.

Участие в спец. программах Камчатского края. (Письмо Минспецпрограмм Камчатского края 03.08.2015 №31.1-951).

8. Стратегическое развитие научной организации

Договор с ФГБОУ ВПО "Камчатским государственным университетом имени Витуса Беринга" о сотрудничестве №348 от 01.10.2014.

Договор с ФГБОУ ВПО "Камчатским техническим университетом" о сотрудничестве №656/09.

Договор ФГАОУ ВПО "Дальневосточный федеральный университет" о сотрудничестве №81/13 от 22.01.2013.

Работают 2 интегративные лаборатории в КамГУ им. Витуса Беринга, 1 – в КамчатГТУ.

Постоянно ведется работа по привлечению студентов к научным исследованиям, работа по подготовке учебных пособий. 16 студентов камчатских ВУЗов и 10 студентов ДВФУ (Владивосток) прошли практику в ИКИРе.

В рамках Договора ФГБОУ ВПО "Камчатским государственным университетом имени Витуса Беринга" о сотрудничестве от 27 мая 2013 совместно проведена регулярная Всероссийская научная молодежная школа "Геосферы и космос".

Договор с Министерством обороны РФ №01/13 от 19.04.2013 на выполнение научно-исследовательской работы "Паллада-ДВО-15".

Договор с ФГБОУ ВПО "Владимирский государственный университет" о научно-техническом сотрудничестве №680/15 от 01.10.2015.

Интеграция в мировое научное сообщество

9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год

(1) Институт является членом международной организации AOSWA (Asia Oceania Space Weather Alliance -азиатско-океанского союза по космической погоде) с 2013 года.

AOSWA, создан в 2010 году для сотрудничества и обмена информацией между институтами в азиатско-океанском регионе, заинтересованными в области космической погоды. Создаваемая база AOSWA поможет улучшению деятельности в области космической



погоды. Секретариат AOSWA управляется Национальным институтом информационных и коммуникационных технологий, с которым наш институт имеет двустороннее соглашение. В состав AOSWA входят 28 институтов из 13 стран азиатско-океанского региона <http://aoswa.nict.go.jp/about/associates.html>.

(2) ИНТЕРМАГНЕТ <http://www.intermagnet.org/>. Заведующий обсерваторией ГФО "Паратунка" ИКИР ДВО РАН С.Ю.Хомутов входит в состав группы специалистов от INTERMAGNET, выполняющих первичную проверку итоговых годовых (definitive) данных магнитных обсерваторий INTERMAGNET.

На основании Соглашения между ИКИР ДВО РАН и Executive Council of INTERMAGNET от 01.01.2014 г. и наличия 3-х Сертификатов обсерваторий института как магнитных обсерваторий INTERMAGNET, в т.ч. ГФО "Магадан" от 10.12.2009 г. и ГФО "Паратунка" и ГФО "Хабаровск" от 16.12.2013 г., на этих обсерваториях проводились регулярные абсолютные и вариационные измерения магнитного поля Земли.

(3) Институт входит в Глобальную сеть автоматического определения и анализа вистлеров AWDANet (Соглашение с Отделом геофизики и космоса Университета им. Этвеша, Будапешт, Венгрия, рег. №731 от 21.06.12 ДВО РАН; 0537/01/12 НТИМИ). Глобальная сеть AWDANet может детектировать и анализировать вистлеры в квази-реальном времени и получать данные об экваториальной плотности электронов, являющимися ключевым параметром для плазмосферных моделей в исследованиях космической погоды, в частности, в моделировании ускорения заряженных частиц и потерь в радиационных поясах. В квази-реальном режиме сеть работает с середины 2014 года с возможностью автоматического анализа в PLASMON (<http://plasmon.elte.hu>). 14 станций обеспечивают данными об экваториальной плотности электронов, которые используются в качестве входных для ассимилятивных моделей плазмасферы и в моделировании космической погоды.

(4) MAGDAS (Соглашение с Международным центром по изучению космической погоды и образованию (МЦИКПО) при Кюсю университете, Япония (рег. № 788 от 24.06.13). Магнитные данные с магнитометров MAGDAS COLD, установленных в трех обсерваториях ИКИР «Паратунка», «Магадан», «Мыс Шмидта», ежедневно поступают в информационный центр МЦИКПО при Кюсю университете и доступны пользователям сети ИНТЕРНЕТ для научных исследований.

10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»

Информация не предоставлена

11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год



1. Проект VarSITI/SCOSTEP. В 2014 г. ИКИР ДВО РАН в рамках международного проекта VarSITI (Variability of the Sun and Its Terrestrial Impact (VarSITI) /Scientific Committee on Solar-Terrestrial Physics-Международный научный совет по солнечно-земной физике, США, Германия, Канада <http://www.varsiti.org/>) получил грант "Создание базы изображений аналоговых магнитограмм Геофизической обсерватории "Паратунка", 1967-2006 гг". ("The creation of the database of images of old analogue magnetograms of Geophysical Observatory "Paratunka", Kamchatka, Russia, 1967-2006") при финансовой поддержке SCOSTEP (<http://www.yorku.ca/scostep/>). Целью гранта было сохранение исторических магнитограмм и обеспечение доступа к ним мирового научного сообщества. База подготовлена (всего более 40 тыс. образов в виде графических файлов разрешением 300x300 dpi) и передана в МЦД по солнечно-земной физике (Москва, http://www.wdcb.ru/stp/magnetogr_list.ru.html) и МЦД по геомагнетизму (Киото, <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/film/index.html>). Результаты по проекту опубликованы в VarSITI Newsletter, 2014, vol. 3 (http://newserver.stil.bas.bg/varsiti/newsL/VarSITI_Newsletter_Vol3_high_reso.pdf). Эти данные могут быть использованы участниками VarSITI и всего мирового сообщества при исследовании экстремальных и редких событий на Солнце и их проявления в околоземном пространстве и геосферах в годы, когда высокочастотные цифровые магнитные измерения были ограничены.

2. Грант U.S. Civilian Research and Development Foundation (CRDF) - Американского фонда гражданских исследований и развития RUG1-7084-PA-13 (6 ноября 2013 – 30 июня 2015). При сопоставлении потока вистлеров, регистрируемых на станции AWDANet на Камчатке обнаружены корреляции грозовой активности в тропической зоне Тихого океана и на территории США в районе Карибского бассейна с вистлерами на Камчатке, объясняющиеся сильным ракурсным рассеянием (на большие углы) вистлеров в магнитосфере, причины которого необходимо исследовать с привлечением наземных и спутниковых данных по космической погоде.

Показана эффективность использования двух систем, WWLLN и AWDANet, в целях определения путей прохождения вистлеров в магнитосфере. Это использовано нами в развитии дистанционного зондирования магнитосферы с помощью вистлеров.

3. Программа PLASMON (<http://plasmon.elte.hu>), космический проект Eu FP7/ Соглашение с Отделом геофизики и космоса Университета им. Этвеша, Будапешт, Венгрия (рег. №731 от 21.06.12 ДВО РАН; 0537/01/12 НТИМИ). С помощью Сети для автоматического определения и анализа вистлеров (AWDANet) определяются и анализируются вистлеры в квази-реальном времени с целью получения данных плотности плазмосферных электронов, которые вместе с взаимодействующими потоками ионосферы-плазмосферы являются ключевыми параметрами для моделей плазмосферы в исследованиях, связанных с космической погодой, в частности, в моделировании ускорения заряженных частиц и потери радиационных поясов.



Результаты работ по Соглашениям с Отдела геофизики и космоса Университета Этвеша, Венгрия и Университетом им. Вашингтона являются примером эффективности использования двух систем, WWLLN и AWDANet, в целях определения путей прохождения вистлеров в магнитосфере. Это использовано нами в развитии дистанционного зондирования магнитосферы с помощью вистлеров.

4. Программа "Изучение УНЧ волн солнечно-земного и литосферного происхождения"/"Study on ULF Waves of Solar-Terrestrial and Lithospheric Origins"/ Соглашение с Международным центром по изучению космической погоды и образованию (МЦИКПО) при Кюсю университете, Япония (рег. № 788 от 24.06.13 ДВО РАН). Мониторинг космической погоды. Суточные файлы минутных и секундных магнитных данных с японских магнитометров MAGDAS COLD доступны японским коллегам через FTP-серверы ИКИР ДВО РАН.

5. Программа "Наземные и спутниковые измерения околоземного окружающего пространства на Дальнем Востоке России и Японии"/"Ground and Satellite Measurements of Geospace Environment in the Far Eastern Russia and Japan"/Соглашение с Лабораторией солнечно-земного окружающего пространства, Нагойский университет, Япония (рег. №381 от 20.04.07). Исследование волновых структур в атмосфере. Мониторинг магнитного поля.

6. Проект «Наблюдения геокосмоса в России»/ "Geospace observations in Russia"/Меморандум о взаимопонимании с Национальным институтом информационных и коммуникационных технологий, Япония (рег. №856 от 18.12.15). На обсерваториях "Магадан" и "Паратунка" в течение 2013-2015 гг. проведены регулярные измерения вариаций магнитного поля с помощью магнитометров FRG-601. Суточные файлы минутных и секундных магнитных данных используются при мониторинге космической погоды в дальневосточном регионе России и Японии (доступны японским коллегам через FTP-серверы ИКИР ДВО РАН), в соответствии с Предложением для сотрудничества выполнялся обмен данными, получаемыми на станции "King Salmon" (Аляска, широта 58.7N, долгота 203.3E) и на обсерватории ГФО "Мыс Шмидта" ИКИР ДВО РАН (через специализированную систему Scientific Data Exchange Service, реализованную на сайте ИКИР ДВО РАН).

7. Проект «Наблюдения магнитного поля Земли на магнитных обсерваториях ИКИР ДВО РАН» /"Observations of Earth's magnetic field at magnetic observatories of IKIR FEB RAS"/Соглашение с Потсдамским центром Гельмгольца Немецкого исследовательского центра по геонаукам (ГИЦ), Потсдам, Германия (№858 от 18.12.15 ДВО РАН). Данные трёх сертифицированных магнитных обсерваторий ИКИР ДВО РАН ("Паратунка" РЕТ, "Магадан" MGD и "Хабаровск" КНВ) в соответствии со стандартами INTERMAGNET передаются в Центр сбора данных в Эдинбурге, обеспечивая доступность всему мировому сообществу.



Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

II. Физические науки:

10. Актуальные проблемы оптики и лазерной физики, в том числе достижение предельных концентраций мощности и энергии во времени, пространстве и спектральном диапазоне, освоение новых диапазонов спектра, спектроскопия сверхвысокого разрешения и стандарты частоты, прецизионные оптические измерения, проблемы квантовой и атомной оптики, взаимодействие излучения с веществом;

1. Получены новые результаты, подтверждающие возможность регистрации лидарной системой резонансного рассеяния излучения с длиной волны 532 нм с ионосферных высот на возбужденных ионах атомарного азота во время высыпаний электронов в ионосферу. Предложен и обоснован метод регистрации рассеяния на возбужденных ионах атомарного кислорода, соответствующий переходам возбужденного иона кислорода: $2s^{22}p^{2}(^3P)4p \rightarrow 2s^{22}p^{2}(^1S)3s$ (561.106 нм) и $2s^{22}p^{2}(^3P)4p - 2s^{22}p^{2}(^1S)3s$ (558.323 нм)

Бычков В.В., Непомнящий Ю.А., Пережогин А.С., Шевцов Б.М., Полех Н.М. Лидарные отражения верхней атмосферы Камчатки по результатам наблюдений 2008 г. // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 2. С. 111-116.

V. V. Bychkov, Yu. F. Nepomnyashchiy, A. S. Perezhogin, and B. M. Shevtsov Resonance scattering at excited atoms and ions of the upper atmosphere as a possible mechanism for ionosphere investigations // SPIE, Paper Number A200-256, V.2, 2015.

Бычков В.В., Непомнящий Ю.А., Пережогин А.С., Шевцов Б.М. Лидарные сигналы верхней атмосферы и возможный механизм их формирования // Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28. № 3. С. 210-214.

2. Совместно с ИОА СО РАН и ИКФИА СО РАН проведен ретроспективный анализ стратосферных потеплений по данным лидарных измерений температуры в стратосфере за зимние периоды 2010-2012 г. Выполнен анализ региональных особенностей стратосферных потеплений. Сделан вывод о том, что стратосферные потепления в 2010-2012 гг. наиболее сильно проявлялись над Томском и были выражены слабее над Якутском и еще слабее над Камчаткой. Данные температуры, полученные из лидарных наблюдений, соответствуют результатам спутниковых измерений.

Николашкин С.В., Титов С.В., Маричев В.Н., Бычков В.В., Куркин В.И., Черниговская М.А., Непомнящий Ю.А. Лидарные исследования поведения внезапных стратосферных потеплений на территории Сибири и Дальнего Востока. // Наука и образование, № 1(69), 2013, С. 10-17.



12. Современные проблемы радиофизики и акустики, в том числе фундаментальные основы радиофизических и акустических методов связи, локации и диагностики, изучение нелинейных волновых явлений;

1. Разработан метод оценки эффективности сброса энергичных частиц из радиационных поясов Земли, заключающийся в использовании эффекта нелинейного взаимодействия вистлеров и искусственного излучения, отличающийся тем, что критерием пространственного масштаба воздействия служит наличие модуляции вистлеров, а результативность определяется изменением концентрации энергичных частиц, устанавливаемой из частотной дисперсии и глубины модуляции вистлеров. Подход позволяет оценить эффективность экспериментов по сбросу энергичных частиц проводимых с целью защиты спутников от высотных ядерных взрывов.

Сивоконь В.П., Богданов В.В., Дружин Г.И., Чернева Н.В., Кубышкин А.В., Санников Д.В., Агранат И.В. Модуляция вистлеров // Геомагнетизм и аэрономия. 2014. Т.54. №6. С.851-857;

Сивоконь В.П., Чернева Н.В., Дружин Г.И., Санников Д.В. Амплитудная модуляция вистлеров // Оптика атмосферы и океана. 2014. Т. 27. № 2. С. 167–172.

2. Показано, что причиной появления максимумов в спектральных составляющих огибающей ОНЧ-излучения с периодами 1440 мин. и 1436 мин. могут являться рентгеновское излучение Солнца и галактическое рентгеновское излучение. Результат является новым и может быть использован в дальнейшем для более полного понимания процессов, происходящих в космическом пространстве и атмосфере Земли, в частности, в области D ионосферы.

Дружин Г.И., Мельников А.Н., Чернева Н.В. Проявление суточных периодов Земли в ОНЧ-излучениях // Доклады АН. 2014. Т. 457, № 1, С.92-94.

Дружин Г.И. Суточные периоды в ОНЧ излучении и связь их с рентгеновским излучением // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 8-2 (39). С. 98-102.

3. Проведены исследования зависимости количества свистящих атмосфериков, зарегистрированных на Камчатке, от грозовых разрядов, произошедших на Камчатке и в магнито-сопряженной точке (в Австралии). Показано, что грозовые разряды, генерирующие атмосферерики в магнито-сопряженных точках, не всегда имеют высокую корреляцию с количеством зарегистрированных на Камчатке свистящих атмосфериков, что объясняется их частичным прохождением по другим каналам распространения. Результат может быть использован при мониторинге электронной концентрации ионосферы и магнитосферы

Shevtsov V.M., Cherneva N.V., Vodinchar G.M. Analysis of whistler rates in connection with lightning activity change in the world lightning centers // SPIE Conference Proceedings, 2014. Vol.9292: 20th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics// doi: 10.1117/12.2074421.

16. Современные проблемы астрономии, астрофизики и исследования космического пространства, в том числе происхождение, строение и эволюция Вселенной, природа



темной материи и темной энергии, исследование Луны и планет, Солнца и солнечно-земных связей, исследование экзопланет и поиски внеземных цивилизаций, развитие методов и аппаратуры внеатмосферной астрономии и исследований космоса, координатно-временное обеспечение фундаментальных исследований и практических задач.

1. Разработаны новые методы анализа геомагнитных данных и космических лучей (КЛ) по данным нейтронных мониторов, на их основе для станций Мыс Шмидта, Апатиты и Новосибирск построены нейросетевые программные модули по аппроксимации и прогнозу временного хода КЛ и выявлению аномалий, связанных с повышенной активностью Солнца. Созданное средство, в отличие от существующих пороговых методов, позволяет более оперативно выделять аномалии в вариациях КЛ, предшествующие сильным магнитным бурям и GLE-событиям. Показана эффективность разработанных средств в задачах прогноза космической погоды. Их применение позволит повысить качество оценки состояния околоземного пространства и уменьшить последствия негативного влияния магнитных бурь на космонавтов, спутники и бортовую аппаратуру.

Mandrikova O.V., Solovev I.S, Zalyaev T.L. Methods of analysis of geomagnetic field variations and cosmic ray data // *Earth, Planets and Space*. 2014. Vol. 66, I. 1 doi:10.1186/s40623-014-0148-0.

Мандрикова О.В., Соловьев И.С., Заляев Т.Л. Методы анализа вариаций геомагнитного поля и данных космических лучей. - *Информационные технологии*. 2015. № 11. С. 24-38.

Baishev D.G., Moiseyev A.V., Boroyev R.N., Kobyakova S.E., Stepanov A.E., Mandrikova O.V., Solovev I.S., Khomutov S.Yu., Polozov Yu.A., Yoshikawa A., Yumoto K. Magnetic and Ionospheric Observations in the Far Eastern Region of Russia During the Magnetic Storm of 5 April 2010 // *Sun and Geosphere*. 2015. Vol. 10. No. 2. pp. 49-53.

2. Усовершенствованы алгоритмы и методы выделения отклика ионосферы на солнечные вспышки; что позволяет идентифицировать отклик полного электронного содержания (ПЭС) в ионосфере даже на достаточно близкие по времени слабые солнечные вспышки С-класса. Обнаружено, что в отдельных случаях отклик на достаточно сильную по интенсивности рентгеновского излучения вспышку может практически не проявиться, что обусловлено отличием динамики излучения в рентгеновской и ультрафиолетовой части спектра; это следует учитывать при решении задачи восстановления параметров солнечного излучения по ионосферным данным. Установлена также вариабельность отклика ионосферы на близкие по мощности вспышки. Продемонстрированная технология картирования производной ПЭС позволяет анализировать пространственные характеристики отклика солнечных вспышек, в частности, на территории Японии среднее разрешение достигает ~18 км.

Ясюкевич Ю.В., Воейков С.В., Живетьев И.В., Косоголов Е.А. Отклик ионосферы на солнечные вспышки С и М классов в январе–феврале 2010 г. // *Космические исследования*. 2013. Т. 51. № 2. С. 125.



3. Разработана новая технология анализа быстрых динамических процессов в ионосфере в периоды солнечных вспышек и выбросов частиц. Технология позволяет выполнять детальный анализ параметров ионосферы, выделять признаки аномального поведения и исследовать отклик ионосферы на магнитную бурю. Используемые решения обеспечивают получение точных оценок с заданной доверительной вероятностью и реализуются в автоматическом режиме. Эффективность технологии доказана на основе сравнения с Международной моделью ИРИ. Показано, что применение технологии позволит повысить качество прогноза сильных магнитных бурь, что подтверждает её важное прикладное значение.

Mandrikova O.V., Fetisova N.V., Polozov Y.A., Solovlev I.S., Kupriyanov M.S. Method for modeling of the components of ionospheric parameter time variations and detection of anomalies in the ionosphere // *Earth Planet Space*. 2015. Vol. 67. doi: 10.1186/s40623-015-0301-4.

O.V. Mandrikova, N.V. Fetisova (Glushkova), Riad Taha Al-Kasasbeh, D.M. Klionskiy, V.V. Geppener, M.Y. Ilyash Ionospheric parameter modelling and anomaly discovery by combining the wavelet transform with autoregressive models // *Annals of geophysics*. 2015. 58, 5. doi:10.4401/ag-6729.

Мандрикова О.В., Глушкова Н.В., Живетьев И.В. Моделирование и анализ параметров ионосферы на основе совмещения вейвлет-преобразования и авторегрессионных моделей // *Геомагнетизм и аэрономия*. 2014. Т.54, №5. С.638-645.

Мандрикова О.В., Богданов В.В., Соловьев И.С. Вейвлет-анализ данных магнитного поля Земли // *Геомагнетизм и аэрономия*. 2013. Т. 53. № 2. С. 282.

VIII. Науки о Земле: 77(135). Физические и химические процессы в атмосфере, включая ионосферу и магнитосферу Земли, криосфере и на поверхности Земли, механизмы формирования и современные изменения климата, ландшафтов, оледенения и многолетнемерзлых грунтов.

Обнаружены геофизические эффекты во время полного солнечного затмения 1 августа 2008 г. в Новосибирске, в т.ч., (1) понижение критических частот слоев E, F1 и F2 ионосферы до 20-40% при задержках 1-10 мин. относительно максимума затмения, (2) сложная отрицательная аномалия напряженности атмосферного электрического поля с относительной амплитудой более 100% и (3) падение до 15% концентрации поверхностного озона с запаздыванием около 15 мин. При сопоставлении с данными других обсерваторий выделен эффект в магнитном поле в Новосибирске амплитудой несколько нТл.

Babakhanov I.Y., Belinskaya A.Y., Grekhov O.M., Khomutov S.Y., Pavlov A.F., Bizin M.A., Kuznetsov V.V. The geophysical disturbances during the total solar eclipse of 1 august 2008 in Novosibirsk, Russia // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 2013. V. 92. P. 1-6.

13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».



Информация не предоставлена

14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год

1. Mandrikova O.V., Fetisova N.V., Polozov Y.A., Solovev I.S., Kupriyanov M.S. Method for modeling of the components of ionospheric parameter time variations and detection of anomalies in the ionosphere // *Earth Planet Space*. 2015. Vol. 67. UNSP 131.

DOI: 10.1186/s40623-015-0301-4

Impact Factor WOS 2.038

2. O.V. Mandrikova, N.V. Fetisova (Glushkova), Riad Taha Al-Kasasbeh, D.M. Klionskiy, V.V. Geppener, M.Y. Ilyash Ionospheric parameter modelling and anomaly discovery by combining the wavelet transform with autoregressive models // *Annals of Geophysics*. 2015. V. 58. I. 5. A0550.

DOI: 10.4401/ag-6729

Impact Factor WOS 1.308

3. Mandrikova O.V., Solovev I.S., Zalyaev T.L. Methods of analysis of geomagnetic field variations and cosmic ray data // *Earth, Planets and Space*. 2014. Vol. 66, 148.

DOI: 10.1186/s40623-014-0148-0

Impact Factor WOS 2.038

4. Babakhanov I.Y., Belinskaya A.Y., Grekhov O.M., Khomutov S.Y., Pavlov A.F., Bizin M.A., Kuznetsov V.V. The geophysical disturbances during the total solar eclipse of 1 august 2008 in Novosibirsk, Russia // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 2013. V. 92. P. 1-6. DOI: 10.1016/j.jastp.2012.09.016

Impact Factor WOS 1.506

5. Korotkov V., Berkova M., Belov A., Eroshenko E., Yanke V., Pyle R. Procedure to emend neutron monitor data that are affected by snow accumulations on and around the detector housing // *Journal of Geophysical Research*. 2013. T. 118. № 11. C. 6852-6857.

DOI: 10.1002/2013JA018647

Impact Factor WOS 3.651

6. Shpynev B.G., Kurkin V.I., Ratovsky K.G., Chernigovskaya M.A., Belinskaya A.Y., Grigorieva S.A., Stepanov A.E., Bychkov V.V. High-midlatitude ionosphere response to major stratospheric warming // *Earth, Planets and Space*. 2015. Vol. 67, 18.

DOI: 10.1186/s40623-015-0187-1

Impact Factor WOS 2.038

7. Sivokon' V. P., Bogdanov V. V., Druzhin, G. I., Cherneva N.V., Kubyshkin A.V., Sannikov D.V., Agranat I.V. Modulation of whistlers // *Geomagnetism And Aeronomy*. 2014. V.54. № 6. P. 858-864;

DOI: 10.1134/S0016793214060188

Impact Factor WOS 0.472



РИНЦ DOI: 10.7868/S0016794014060182

ИФ РИНЦ 0,628

8. Druzhin G. I., Mel'nikov A. N., Cherneva, N. V. Manifestation of Earth's Diurnal Periods in VLF Radiation //Doklady Earth Sciences. 2014. V. 457. I. 1. - pp. 842-844

DOI: 10.1134/S1028334X14070046

Impact Factor WOS 0.533

РИНЦ DOI: 10.7868/S0869565214190219

ИФ РИНЦ 0,790

9.Hwang K-J., Goldstein M. L., Moore T. E., Walsh B.M., Baishev D.G., Moiseyev A.V., Shevtsov B.M., Yumoto K. A tailward moving current sheet normal magnetic field front followed by an earthward moving dipolarization front //Journal Of Geophysical Research-Space Physics. 2014.V. 119. I.7. -pp. 5316-5327

DOI: 10.1002/2013JA019657

Impact Factor WOS 3.651

10. Imajo S., Yoshikawa A., Uozumi T., Ohtani S., Nakamizo A., Marshall R., Shevtsov B.M. et al.

Pi2 pulsations observed around the dawn terminator //Journal Of Geophysical Research-Space Physics. 2015. V. 120, I. 3. -pp. 2088-2098.

DOI: 10.1002/2013JA019691

Impact Factor WOS 3.651

Монография

Мандрикова О.В., Полозов Ю.А., Богданов В.В., Геппенер В.В. Анализ и интерпретация геофизических параметров на основе многокомпонентных моделей. - Владивосток: Дальнаука, 2013. -154 с.

15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие

1. Грант РНФ 14-11-00194, соглашение от 16.07.14 г. (до 2016 года). Интеллектуальные средства и программные системы анализа динамических процессов в магнитосферно-ионосферной системе в периоды возмущений. Руководитель зав. лабораторией, д.т.н. Мандрикова О.В. 9900 тыс.руб

Проект направлен на разработку теоретических и программных средств по изучению динамических процессов в магнитосферно-ионосферной системе в периоды возмущений. Область исследований относится к одному из наиболее важных направлений проблематики теории обработки прямых экспериментальных данных и связана с мониторингом и прогнозом состояния околоземного пространства. Исследования в проекте были основаны на комплексном подходе, объединяющем классические методы анализа данных и последние научные достижения в области информационных технологий и систем.



Основные реализованные задачи проекта:

- Созданы теоретические и программные средства оценки и контроля состояния геомагнитного поля.

- Разработаны методы и алгоритмы анализа вариаций космических лучей и изучения их пространственно-временных особенностей (по данным сети наблюдений), на их основе созданы программные средства оперативного выделения аномальных эффектов, возникающих в периоды Форбуш событий и GLE событий.

- Создана технология по изучению динамических процессов в ионосфере и выделению аномалий, обусловленных повышенной солнечной активностью и литосферно-ионосферными связями.

- Создана технология комплексного анализа геофизических параметров и изучения процессов в магнитосферно-ионосферной системе в периоды возмущений по данным наземных и космических средств регистрации.

- Создана интерактивная среда на платформе баз данных, реализующая хранение, обновление, предоставление пользователям и комплексный научный анализ геофизических данных с пунктов наблюдений ИКИР ДВО РАН (Камчатка, Магадан, Хабаровск, Чукотка).

2. Стипендия Президента РФ молодым ученым и аспирантам СП-2976.2013.5 (2013-2015). «Интеллектуальные системы анализа ионосферных данных». К.т.н. Полозов Ю.А. 720 тыс.руб.

На основе разработанных методов и программных средств проведено исследование процессов в ионосфере в периоды сильных и умеренных магнитных бурь. Предложена методика вычислительные алгоритмы по выделению и оценке разномасштабных положительных и отрицательных ионосферных аномалий. Выполнено создание программной системы обработки и анализа ионосферных данных, которая интегрирована в систему комплексного анализа геофизических параметров, разработанную в лаборатории системного анализа ИКИР ДВО РАН. Полученный результат важен для задач космической погоды

3. Грант РФФИ-ДВО РАН-рег. № 11-07-98514 (2011-2013) «Теоретические основы и алгоритмическое обеспечение систем анализа ионосферных и геомагнитных данных». Руководитель д.т.н. Мандрикова О.В. 600 тыс. руб.

Предложена обобщенная многокомпонентная модель ионосферных данных, включающая компоненты вейвлет-преобразования и авторегрессионные составляющие, и разработаны два способа ее идентификации. На основе модели предложен способ прогнозирования параметров ионосферы и выявления аномалий, возникающих в ионосфере в периоды возмущений.

Предложен способ выделения характерного хода вариации геомагнитного поля и локальных возмущений. Разработаны, предложены численные решения по оценке изменений энергетических характеристик поля (оцениваются интенсивность, длительность и масштабы возмущений). Применение данных средств позволило изучить динамику Н-компоненты



геомагнитного поля в периоды магнитных бурь на станциях «Паратунка», п-ов Камчатка, и «Якутск», г. Якутск. Статистический анализ результатов показал, что накануне сильных магнитных бурь может наблюдаться локальное слабое увеличение интенсивности возмущений поля, возникающее в среднем за 2,5 суток до момента бури.

4. Грант РФФИ №11-05-00915 (2011-2013) «Исследование волновых процессов в ионосфере над Камчатским регионом комплексными радиофизическими методами». Руководитель д.ф.-м.н. Богданов В.В. 930 тыс. руб.

На базе томографических станций проведено исследование влияния Камчатских циклонов на меридиональное распределение электронов в ионосфере. Анализ показал, что влияние циклона приводит к турбулизации ионосферы и уменьшению концентрации ее электронов, начиная с высот более 200 км. Последнее может быть объяснено изменением химического состава ионосферы за счет переноса нижележащих слоев ионосферы, обусловленного передачей механического импульса вихревого движения воздушных масс циклона на высоты F-слоя и влиянием АГВ, генерируемых циклоном. Показано, что чем мощней циклон, тем большее воздействие он оказывает на ионосферу. Эти результаты совпадают с результатами работ, в которых изучалось влияние тропических циклонов на параметры ионосферы. Влияние циклона на концентрацию электронов зависит от расстояния до его эпицентра: чем больше это расстояние, тем меньше влияние циклона. Также зарегистрировано смещение максимумов концентрации электронов по высоте на большие высоты.

- Проанализированы аномалии, возникающие в ионосфере перед крупным сейсмическим событием ($M > 5$) на фоне повышенной солнечной активности. Выделены осенне-весенние периоды проявления таких аномалий.

- Был продолжен анализ компонент магнитного поля с целью выявления влияния на них антропогенных факторов. Показано, что их динамика (на уровне чувствительности аппаратуры) определяется суточным ходом и уровнем активности Солнца.

- Анализ томограмм позволяет сделать вывод, что ионосферная плазма подвержена быстрым изменениям в пространственном распределении с формированием плазменных сгустков повышенной плотности и их распада. Последнее можно объяснить перемещениями плазмы. В свою очередь, перемещение плазмы связано с процессами, определяемыми механизмами, с одной стороны, амбиполярной диффузии, с другой – с вариациями вертикальной компоненты дрейфовой скорости в ионосфере, которые обусловлены системой атмосферных ветров. Таким образом, с помощью методов томографии можно оценить структурные и количественные изменения в электронной концентрации над рассматриваемым регионом, отметить наличие дрейфа максимума концентрации, в то время как технология GPS позволяет получить параметры скорости и направления перемещения волновых возмущений.

Проекты фундаментальных исследований по Программе Президиума РАН (2012-2014)



5. Проект №12-I-П4-05 «Обнаружение изменений климатообразующих характеристик на основе мониторинга вариаций геофизических полей» рук. Сивоконь В.П. 600 тыс.руб.

Разработан метод селекции естественных и антропогенных изменений параметров ионосферно-магнитосферных связей. Создан метод оценки влияния экспериментов по модификации ионосферы на вариации климатообразующих характеристик.

Показана роль геофизических полей в формировании вариаций климатообразующих характеристик.

Установлена возможность использования вариаций геомагнитных полей в качестве индикаторов искусственного изменения климатообразующих характеристик.

Выполнен анализ вариаций геофизических полей естественного и искусственного происхождения, на основе которого разработан механизм взаимодействия глобальных резонансных систем Земли.

Разработан метод идентификации искусственных возмущений магнитного поля Земли обусловленных активным воздействием на ионосферу.

На основе спектрального анализа вистлеров создан способ оценки эффективности сброса энергичных частиц из радиационных поясов Земли.

Предложен метод оценки количества энергии поступающей в ионосферу при регулируемом сбросе энергичных частиц.

Показана возможность влияния модификации ионосферы на энергетику магнитосферно-ионосферных связей.

Установлена связь длительности и механизма активного воздействия на ионосферу с вариациями тока в электроджете.

Обнаружено взаимодействие глобальных резонансных систем, как следствие активного воздействия на ионосферу.

6. Проект №12-1-П22-01 «Исследование комплексными радиофизическими методами динамических процессов в ионосферно-магнитосферной плазме на северо-востоке России» рук. Богданов В.В. 720 тыс. руб

Анализ томограмм позволяет сделать вывод, что ионосферная плазма подвержена быстрым изменениям в высотном распределении с образованием плазменных сгустков повышенной плотности с их распадом или перемещением из плоскости меридионального разреза (или совместным действием обоих механизмов). В то же время совмещение томографических методов с методами GPS-радиоинтерферометрии показывает, что изменения в пространственном распределении ионосферной плазмы можно объяснить её перемещением (в дневное по LT время): обнаружены перемещающиеся ионосферные неоднородности с амплитудой до 1.5 TECU, периодами порядка 60 мин, которые двигались в экваториальном и юго-восточном направлении со скоростями до 1000 м/с. Методами вертикального радиозондирования ионосферы определялись моменты корпускулярного высыпания заряженных частиц и методами вертикальной томографии приблизительно для этого времени определялся меридиональный разрез распределения электронов, соответствующий кри-



тической частоте foF2. Методами вейвлет-анализа предпринята попытка выделения повышенной электронной концентрации на высотах соответствующие корпускулярным слоям. Из вейвлет-разложения видно, что цветовое представление коэффициентов разложения на высотах от 0 до 200 км в интервале широт 50-56 град. с.ш. наблюдается изменение цвета от синего до голубого, что говорит об изменении корреляции между самим вейвлетом и реальным сигналом (распределение концентрации по высоте для фиксированной широты).

Впервые проведено сравнение влияния циклонов на распределение профилей электронов в ионосфере над Камчаткой средствами томографии и ассимиляционными методами. В основе последнего лежат численные теоретические расчеты текущего состояния физически обоснованной модели ионосферы, корректирующейся в реальном времени с помощью доступных экспериментальных данных. Реализация ассимиляционного подхода для моделирования ионосферы возможна с использованием оперативных данных измерений полного содержания электронов (ПЭС) с помощью радиозондирования ионосферы сигналами космических навигационных систем GPS.

Проекты фундаментальных исследований по Программе Отделения физических наук РАН (2012-2014)

7. Проект №12-I-ОФН-15 «Научное обоснование и разработка технологии комплексного мониторинга эффективности воздействия мощными радиоволнами на ионосферу и плазмосферу Земли» рук. Б.М.Шевцов 480 тыс.руб

Наблюдения за активными экспериментами по программе HAARP позволили получить информацию о новых нагревных технологиях и усовершенствовать методы наблюдения. Установлено, что в период наблюдений отрабатывались технологии «Beat wave», «Ionospheric current Drive», широкополосные нагревные модуляционные схемы. Основные усилия в нагревных экспериментах были направлены на решение задачи сброса энергичных частиц из радиационных поясов Земли. Для этого использовались модуляционные схемы и технологии, в результате применения которых, происходит генерация в ионосфере электромагнитных колебаний с частотами от геомагнитных пульсаций до свистовых волн. Нами наблюдались вариации электромагнитных полей в декаметровом диапазоне длин волн. В ряде случаев удалось зафиксировать вариации магнитного поля Земли, вероятнее всего обусловленные активным воздействием на ионосферу.

Выборка обработанных спектрограмм из базы данных программы HAARP, состоящая из 55 экстремальных нагревных экспериментов сопоставлена с уровнем геомагнитной возмущенности, для оценки которой использовались данные Kp-индекса МЦД (Киото).

Из анализа следует, что в дни интенсивных сеансов нагрева отмечается как возмущенное, так и спокойное магнитное поле. Заметные возмущения с $Kp > 20$ отмечаются в 14 из 55 сут. В отдельные дни, при наличии интенсивного воздействия на ионосферу никакой реакции магнитного поля Земли не следовало, но наибольшее возмущение магнитного поля Земли имело место 5 апреля 2010 г., по времени совпадающее с экспериментами по



активному воздействию на ионосферу. Для дальнейшего анализа использованы данные сети магнитных станций на Аляске (the University of Alaska Fairbanks). Были рассмотрены временные соотношения между началом магнитных возмущений и сеансами HAARP и выбраны те сутки, где сеансы предшествовали или совпадали с возмущениями.

Обнаружено, что:

- Пять из четырнадцати магнитных бурь предположительно не связаны с проведением экспериментов по активному воздействию на ионосферу.

- Наибольшее возмущение магнитного поля Земли имело место 5 апреля 2010 г. по времени совпадающее с экспериментами по активному воздействию на ионосферу.

- Полученные результаты не противоречат предположению о том, что активное воздействие на ионосферу способно локально модифицировать ионосферно-магнитосферные связи.

- Локальная модификация ионосферы может выступать спусковым механизмом сброса энергии из магнитосферы в ионосферу, что в ряде случаев может привести к развитию магнитных бурь.

- Активное воздействие на ионосферу с целью регулируемого сброса энергии по ионосферно-магнитосферному каналу может снизить риск деструктивного проявления магнитных бурь в техногенных системах.

В результате экспериментальных наблюдений обнаружено нелинейное взаимодействие в магнитосфере вистлеров с низкочастотными электромагнитными импульсами формируемыми, вероятнее всего, в рамках программы HAARP. Показана возможность использования вистлеров в качестве индикаторов нелинейных эффектов в магнитосфере, которые несут одновременно информацию о вариациях электронной концентрации в магнитосфере.

8. Проект №12-И-ОФН-16 «Лидарное зондирование ионосферной плазмы с использованием ридберговских эффектов» рук. Б.М.Шевцов 480 тыс. руб.

Проводилось развитие комплекса средств наблюдений. Выполнены экспериментальные работы на нагревном стенде Сура в Нижегородской области с целью обнаружения рассеяния на искусственно созданных в ионосфере возбужденных атомах. Продолжались регулярные лидарные наблюдения на Камчатке.

По результатам наблюдений получены новые экспериментальные данные появления повышенного светорассеяния в области слоя F2 ионосферы. Ретроспективный анализ полученных данных подтвердил сделанный ранее вывод о том, что повышенное светорассеяние появляется как в магнитоспокойных условиях, так и в периоды геомагнитных возмущений. Оно всегда сопровождается появлением в области высот 100-140 км спорадических слоев E корпускулярного типа. При этом величина сигнала либо коррелирует с содержанием плазмы в слое F2, либо совпадает во времени с появлением корпускулярного E слоя. Таким образом, возникновение повышенного светорассеяния можно связать с появлением дополнительных источников ионизации.



Проведенные эксперименты с синхронными измерениями на разных светофильтрах позволили сделать вывод о том, что рассеяние происходит без сдвига частоты. При этом установлено, что ширина полосы рассеянного излучения не превышает 1 нм. Эти факты позволяли сделать заключение о том, что основным процессом, обеспечивающим возникновение лидарного сигнала, является резонансное рассеяние на ионах. Анализом базы спектральных данных NIST ASD, 1978 установлено, что рассеяние происходит на возбужденных ионах атомарного азота, относительное содержание которого в F слое ионосферной плазмы около процента.

Основной процесс, приводящий к появлению этого рассеяния - резонансное поглощение фотона с длиной волны 532 нм ионом N^+ в возбужденном состоянии $2s2p2(4P)3p$ с изменением значений Term и J (см. NIST ASD, 1978) и обратным переходом с изотропным излучением на той же частоте. Таких переходов два, один из которых находится почти в центре линии излучения лазера, а другой - на ее краю. Последний можно не рассматривать. Есть еще переход в возбужденном состоянии $2s2p(3P^o)3p$ иона N^{++} , который попадает в центр линии лазера, но концентрация иона N^{++} значительно ниже чем иона N^+ .

Проведенные оценки показали, что величина наблюдавшегося лидарного сигнала соответствует содержанию возбужденных состояний в ионосфере, которые в данном случае не являются ридберговскими, но очевидно, что сильно возбужденные состояния также могут давать вклад в резонансное рассеяние сигнала, если переходы между ними попадают в линию излучения лазера.

Полученные результаты являются обоснованием метода лазерной диагностики компонентного состава ионосферной плазмы. Принципиальным его отличием от общепринятого метода радиозондирования электронной плотности является возможность непосредственного измерения высотных профилей концентрации компонентов ионосферной плазмы во всей области высот, как ниже, так и выше максимума слоя F2, с пространственным разрешением в несколько километров, как по высоте, так и по горизонтали.

Обнаружен также дипольный переход основного иона O^+ , попадающий в полосу излучения мощных твердотельных YAG лазеров на длине волны 1064 нм. Дополнительная комплектация лидарной станции комплексом регистрации сигналов на этой частоте позволит провести работы по оценке возможности создания двухчастотного ионосферного лидара для непосредственного измерения содержания ионов N^+ и O^+ .

Показана принципиальная возможность лидарного зондирования ионосферной плазмы на высотах 200-400 км.

Обоснован механизм формирования повышенного светорассеяния в F области ионосферы. В случае использования второй гармоники твердотельного лазера Nd in YAG это резонансное рассеяние на возбужденных ионах атомарного азота в состояниях $2s2p2(4P)3p$.

Обоснован метод лазерного зондирования ионосферной плазмы для исследования структуры, компонентного состава и динамики слоя F2 ионосферы в периоды резких изменений его состояния.



Опыт работы с нагревным стендом показал, что его эффективность в десятки раз ниже по сравнению с теми природными процессами, которые возникают при высыпаниях заряженных частиц из радиационных поясов. Это позволило оценить, какие нужны лидарные системы для исследования динамики нагреваемой области.

16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».

Информация не предоставлена

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований

17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год

Поддержка Американского фонда гражданских исследований и развития (АФГИР - CRDF, США) по Grant agreement cover sheet (Грантовое соглашение) RUG1-7084-PA-13 «Development of Complex Radio Physical Methods for Investigation of Weather and Climate Systems/ «Развитие комплексных радиофизических методов исследования погодных и климатических систем». Проект направлен на исследования очагов грозовой активности и возбуждаемых ею электромагнитных сигналов, на выявление связи этих процессов с природными явлениями, на разработку дистанционных методов зондирования окружающей среды и мониторинг состояния погодных систем в нижних и верхних слоях атмосферы. В 2014-2015 году проект включен в программу «Дальний Восток» с бюджетным финансированием 600 тыс. руб.

Со стороны АФГИР финансирование составляет 16000 долларов на весь период проекта с 1 ноября 2013 года до 30 июня 2015 года.

В проекте приняли участие 12 человек. С американской стороны — 2 человека, с Российской - 8 сотрудников ИКИР ДВО РАН и 2 научных сотрудника ТОИ ДВО РАН. Координаторы проекта - Холзворс Роберт Х., Директор Всемирной сети локализации гроз World Wide Lightning Location Network (WWLLN), отдела наук о Земле и космоса, Университет Вашингтона (Prof. Robert H. Holzworth, Director, WWLLN Departments of Earth and Space Sciences, University of Washington); профессор Борис Михайлович Шевцов, директор ИКИР ДВО РАН.



В рамках референтной группы 5 "Исследования космоса, астрофизика и астрономия" проведены исследования зависимости количества свистящих атмосфериков, зарегистрированных на Камчатке, от грозových разрядов, произошедших на Камчатке и в магнито-сопряженной точке (в Австралии). Показано, что грозовые разряды, генерирующие атмосферники в магнито-сопряженных точках, не всегда имеют высокую корреляцию с количеством зарегистрированных на Камчатке свистящих атмосфериков, что объясняется их частичным прохождением по другим каналам распространения. Результат может быть использован при мониторинге электронной концентрации ионосферы и магнитосферы.

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

Прикладные исследования ведутся по спец.тематике

19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год

1. Программный модуль по расчету индекса геомагнитной активности К / О.В. Мандрикова, И.С. Соловьев, С.Э. Смирнов / Свид-во о регистрации электронного ресурса № 19665. Дата выдачи 11.11.2013 № гос. рег. 50201351066/ Программа внедрена и реализована с марта 2013 г. в лаборатории системного анализа для автоматизации процедуры вычисления индекса геомагнитной активности К. Акт внедрения от 11.11.2013.

2. Программа для ЭВМ F2iowave версия 1.0 /О.В. Мандрикова, Ю.А. Полозов / Свид-во о регистрации электронного ресурса № 20240. Дата выдачи 26.06.2014 № гос.рег. 50201450557/ Программа внедрена и реализована с июня 2014 г. в лаборатории системного анализа для автоматизации процедуры анализа данных критической частоты ионосферы foF2 и выделения аномалий. Акт внедрения от 04.12.2014.

3. Программа для определения периодов повышения сейсмической активности на основе анализа ионосферно-магнитосферных параметров и гравитационного влияния Луны/ В.В. Богданов, А.В. Павлов / Свид-во о гос. регистрации программы для ЭВМ №2015618871. Дата гос.рег. 19.08.2015 № гос. рег. 50201550312 / Программа внедрена и реализована с июня 2015 г. в лаборатории физики атмосферы для автоматизирования поиска периодов повышения сейсмической активности Камчатского региона на основе анализа ионосферных параметров, индекса геомагнитной активности, фаз Луны и ее расстояния до Земли. Акт реализации от 02.11.2015.

ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ

Экспертная деятельность научных организаций



20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами

нет

Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций

21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год

Договор с Министерством обороны РФ №01/13 от 19.04.2013 на выполнение научно-исследовательской работы "Паллада-ДВО-15".

Договор с Камчатским филиалом Геофизической службы РАН от 05.03.2013 о проведении совместных комплексных работ по поиску и выделению электромагнитных предвестников сильных землетрясений в целях развития фундаментальных и прикладных геофизических исследований и прогноза сильных землетрясений на Камчатке.

Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении (представляются по желанию организации в свободной форме)

22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации в соответствующем научном направлении, а также информация, которую организация хочет сообщить о себе дополнительно

ИКИР ДВО РАН – институт физического профиля, который проводит комплексные исследования на Дальнем Востоке по направлению исследования космоса

Объекты исследований – космическая погода и ее геофизические проявления

Институт входит в состав Гелиогеофизического комплекса России и выполняет работы в Дальневосточном регионе по геокосмическим исследованиям и поддержке космических программ, в т.ч. и тех, которые реализуются на космодроме "Восточный".

Обсерватории ИКИР проводят комплексные наблюдения на Дальнем Востоке и в восточном секторе Арктики, результаты которых используются в первую очередь для геокосмических исследований.



Обсерватории института входят в центры коллективного пользования (сеть магнитных и ионосферных наблюдений, мониторы космических лучей, радиофизические, оптические и акустические системы).

Институт обладает уникальной научной установкой: ионосферный лидар (лазерный ионозонд) с рекордными высотами зондирования ионосферы.

Институт участвует в крупных международных проектах по геокосмическим исследованиям: VarSITI, MAGDAS, INTERMAGNET, AWDANet, WWLLN

Институт обеспечивает наблюдения на сверхдлинных радиотрассах в целях мониторинга условий распространения сигналов и диагностики ионосферной плазмы, как в периоды регулярных вариаций, так и в условиях экстремальных изменений космической погоды.

ИКИР выполняет вариационные магнитные наблюдения в целях мониторинга космической погоды. Для решения этих задач в дальневосточном регионе он имеет три магнитные обсерватории, сертифицированные как обсерватории международной сети INTERMAGNET ("Магадан", "Паратунка" и "Хабаровск").

В тех целях используются ионосферные станции ИКИР ("Магадан", "Паратунка" и "Хабаровск") и нейтронные мониторы космических лучей в обсерваториях "Магадан" и "Мыс Шмидта".

Институт является членом международной организации AOSWA (Asia Oceania Space Weather Alliance) с 2013 года <http://aoswa.nict.go.jp/about/associates.html>. - азиатско-океанского союза по космической погоде. Выполняются работы в рамках 7 международных проектов с организациями Венгрии, Германии, США, Японии в целях исследования космической погоды.

ФИО руководителя

Шелюков Б. М.

Подпись

Б. М. Шелюков

Дата

22.05.17

