

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им.
Н.В.Пушкова Российской академии наук
(ИЗМИРАН)**

**Отчет по основной 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 науч- ных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструк- торские 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

Направление “ Солнечно-земная физика”

1. Отдел физики Солнца

1.1 Лаборатория радиоизлучения Солнца

1.2 Гелиофизическая лаборатория

1.2.1 Сектор солнечных магнитографических измерений

1.3 Лаборатория солнечной активности

1.3.1 Сектор коронально - гелиосферных исследований

2 Отдел физики солнечно-земных связей

2.1 Сектор солнечной цикличности

2.2 Сектор гелиоэкологических связей

2.3 Сектор солнечно-ионосферных связей

2.4 Сектор информационной поддержки исследований по солнечно-земной физике

2.5 Сектор инженерно-технической поддержки проектов по солнечно-земной физике

3 Отдел космической гелиофизики.



- 3.1 Лаборатория гелиокосмических исследований .
- 3.2 Сектор электродинамики Солнца и прогностической поддержки космических экспериментов.
- 3.3 Сектор технической электродинамики
- 4. Отдел вариаций космических лучей
 - 4.1. Лаборатория экспериментальных исследований
 - 4.2. Лаборатория исследования вариаций космических лучей
 - 4.3. Лаборатория астрофизических исследований
- 5 Лаборатория динамики ионосферы
- 6. Лаборатория ионосферного мониторинга и прогноза
- 7. Лаборатория физики и моделирования ионосферы
- 8 Лаборатория исследований верхней атмосферы.
- 9 Лаборатория спутниковых исследований ионосферы
- 10 Лаборатория ионосферной плазмы
- Направление “Ионосфера и распространение радиоволн”
 - 1 Отдел распространения радиоволн.
 - 1.1 Лаборатория дифракции радиоволн в ионосфере.
 - 1.2 Лаборатория моделирования волновых полей в ионосфере
 - 1.3 Сектор широкополосного радиозондирования
 - 1.4 Сектор нелинейных волновых процессов
 - 2 Отдел космической геофизики.
 - 2.1. Лаборатория активных экспериментов в космосе
 - 2.1.1 Сектор малых спутниковых систем
 - 2.2 Лаборатория физики приземной плазмы
 - 2.3. Лаборатория низкочастотных излучений и электромагнитной совместимости
 - 2.4. Лаборатория теории электромагнитных полей
 - 2.5. Лаборатория электрических и магнитных полей в магнитосфере
 - 2.6 Лаборатория динамики системы литосфера-гидросфера-атмосфера.
 - 2.7 Сектор магнитно-ионосферных взаимодействий
 - 3. Лаборатория диагностики ионосферных процессов
 - 4. Лаборатория цифровых ионозондов.
 - 5. Лаборатория исследования неоднородностей ионосферы
 - 6. Сектор коротковолнового зондирования ионосферы
 - 7. Лаборатория наземных ионосферных наблюдений
 - 8. Лаборатория экспериментальных радиофизических исследований.
 - 9. Калининградский филиал ИЗМИРАН
 - 9.1 Лаборатория экспериментальных исследований.
 - 9.2 Лаборатория моделирования ионосферных процессов
 - 9.3 Обсерватория магнитно-ионосферных и радионаблюдений.



10. Владикавказский филиал ИЗМИРАН

Направление “Магнетизм Земли и планет”

1. Отдел постоянного магнитного поля Земли.
 - 1.1. Лаборатория главного магнитного поля Земли
 - 1.2. Лаборатория геомагнитных спутниковых исследований.
 - 1.3. Лаборатория стратосферных геомагнитных исследований
- 2 Отдел переменного магнитного поля Земли
 - 2.1 Лаборатория геомагнитных вариаций
 - 2.2 Научно-производственная лаборатория геомагнитных приборов и измерений
 - 2.3 Магнитная обсерватория
 - 2.3.1 Сектор магнитных наблюдений
 - 2.3.2 Сектор информационной и технической поддержки
 - 2.4 Лаборатория магнитных космических исследований
 - 2.5. Сектор прикладной криоэлектроники.
 - 2.6 Сектор полярных геофизических исследований
3. Лаборатория квантовой и криогенной магнитометрии.
4. Сектор космической магнитоплазмотоники
5. Сектор планирования экспериментов

Научные подразделения центрального подчинения

- 1 Теоретический отдел
2. Информационно-вычислительный центр
3. Центр космических информационных технологий.
 - 3.1 Сектор телеметрических систем
 - 3.2 Сектор радиотехнических систем
4. Центр прогнозов космической погоды

Санкт-Петербургский филиал

1. Отдел геомагнитных исследований.
 - 1.1. Лаборатория наземных геомагнитных исследований.
 - 1.2 Сектор магнитной картографии.
 - 1.3 Группа магнитных свойств.
2. Группа аэромагнитных исследований
3. Сектор информационных геомагнитных технологий
4. Лаборатория морских геомагнитных исследований.
5. Лаборатория магнитосферных возмущений.
6. Магнитно-ионосферная обсерватория

3. Научно-исследовательская инфраструктура

В области исследований солнечно-земных связей и физики Солнца институт имеет следующие ресурсы:



1. Башенный солнечный телескоп (БСТ) со спектрографом и магнитографом для исследования солнечных магнитных полей

2. Солнечные цифровые радиоспектрографы в метровом диапазоне длин волн (280-25 МГц) (http://www.izmiran.ru/stp/lars/s_archiv.htm). Данные радиоспектрографы являются единственными в России и на территории СНГ. Одновременно они являются единственными в мире, на которых подобные наблюдения Солнца проводятся в данном частотном диапазоне и в часовом интервале 05-14 UT (мировое время).

3. Интерференционно-поляризационные фильтры фирм "Opton" и Халле, CCD камера TE, CCD камера "Vers Array" для измерения магнитных полей в активных областях на Солнце.

4. Нейтронные супермониторы и мюонный телескоп для непрерывного мониторинга нейтронной и мюонной компонент КЛ на станции Москва и антарктической станции Мирный с проведением оперативной обработки минутных и часовых данных, оперативного анализа и представления этих данных в режиме реального времени в ИНТЕРНЕТ, а также их передачи в Международные Центры Данных С и В и сборник Solar Geophysical DATA для оперативной публикации. ИЗМИРАН является базовой организацией Уникальной Научной Установки «Российская национальная наземная сеть станций космических лучей (Сеть СКЛ)»

В области исследований геомагнитного поля Земли институт располагает следующими ресурсами:

Магнитные обсерватории ИЗМИРАН, Санкт-Петербург, Калининград с полным комплектом цифровых приборов для измерения полного магнитного поля и его вариаций.

Сеть цифровых магнитовариационных станций для измерения вариаций магнитного поля (Казань, Нальчик, Карпогоры и Климовское -Архангельской обл., о. Белый, Гыда, Харасавей, Салехард и Надым – Ямал).

Уникальный аэростатный магнитный градиентометр. Состоит из трёх магнитометров разнесённых по высоте на 6 км, позволил впервые в мировой практике получить высотные градиенты магнитного поля от магнитных источников, расположенных в земной коре. На основании данных выполненных полетов показано, что в аэростатном профиле аномального МПЗ содержатся реальные магнитные неоднородности, размером до 500 км, обусловленные глубинными источниками. Доказано, что в наземном профиле аномального МПЗ, магнитные неоднородности ограничены максимальным размером 130 км, и этот профиль ошибочно не содержит реальных крупных неоднородностей (150-500 км). Этим объясняется важнейший дефект наземных карт аномального МПЗ, заключающийся в отсутствии в них полей глубинных магнитных источников. По этой причине невозможно правильно пересчитывать магнитные аномалии, представленные наземными магнитными картами, вверх от поверхности Земли и строить по ним надежную аналитическую модель аномального МПЗ для околоземного пространства. (Цветков Ю.П., Брехов О.М., Бондарь Т.Н., Филиппов С.В., Петров В.Г., Цветкова Н.М., Фрунзе А.Х. Оценки точности некоторых



глобальных аналитических моделей постоянного магнитного поля земли с помощью данных градиентных магнитных съемок на стратосферных аэростатах Геомagnetизм и аэрoномия Т.54, №2, с. 1-6, 2014; Цветков Ю.П., Брехов О.М., Бондарь Т.Н., Цветкова Н.М. Особенности геомагнитного поля, выявленные по градиентным магнитным измерениям на стратосферных высотах // Геомagnetизм и аэрoномия, 2015, том 55, № 1, с. 130-138.; Brekhov O.M., Tsvetkov Yu.P., Ivanov V/V, Filippov S.V., Tsvetkova N.M. Role stratospheric balloon magnetic surveys in development of analytical global models of the geomagnetic field. Proceedings 22nd ESA Symposium on European Rocket and Balloon Programmes and Related Research. 7-12 June 2015, Tromso, Norway, pp. 357-360.)

В области исследований ионосферы и распространения радиоволн проводятся работы по изучению ионосферной плазмы, совершенствованию экспериментальной радиофизической аппаратуры и методов диагностики ионосферной плазмы, по проведению комплексных экспериментов, по развитию теории распространения радиоволн и построению моделей ионосферы и магнитосферно-ионосферных явлений.

Для проведения экспериментальных исследований ионосферной плазмы институтом была разработана целая серия автоматизированных цифровых ионосферных станций (ионозондов) - «Сойка 6000», «Базис», «Парус», с использованием которых проводятся регулярные измерения состояния ионосферы методами вертикального, наклонного и возвратно-наклонного импульсного зондирования:

1. Вертикальное зондирование ионосферы в регулярном режиме на сети обсерваторий - Москва Троицк, Воейково (Ленинградская область), Ладушкин (Калининградская область) с выставлением на сайте ИЗМИРАН [http:// icenter.izmiran.ru](http://icenter.izmiran.ru) , в расширенной базе данных <http://sphere.izmiran.ru:43080> (более 15000 посещений за последние 4 года) и выдачей данных и Институт прикладной геофизики Росгидромета, в Мировой центр данных Б-2, и Национальный институт геофизики и вулканологии (NIGV), Италия, Рим. (Ионозонды «Парус», DPS-4 и CADI).

2. Ионосферный комплекс «Базис» . Комплекс предназначен для исследования естественных и искусственных возмущений ионосферы методами вертикального и наклонного зондирования КВ радиоволнами.

3. Ионосферный комплекс «Сойка» . Комплекс предназначен для исследования ионосферы методами вертикального, наклонного и возвратно-наклонного зондирования.

4. Доплеровский комплекс РФИ-М. Многоканальная доплеровская радиоприемная установка РФИ-М предназначена для исследования нестационарных характеристик ионосферных возмущений на трассах вертикального и наклонного распространения радиоволн

5. Аппаратура ЛЧМ-зондирования ионосферы . Установка предназначена для многопозиционного мониторинга ионосферы на радиотрассах наклонного распространения КВ радиоволн. В частности, в активных экспериментах по модификации ионосферы мощным КВ излучением стенда "Сура" с использованием наземных и космических средств диагно-



стики (магнитные обсерватории, доплеровский комплекс, Международная космическая станция, спутник "Деметер" и др.) обнаружены случаи идентичной суббуревой активности, стимулированной работой стенда, что свидетельствует о возможности управляемого эффективного воздействия на ионосферу средних широт мощным радиоизлучением (в кооперации с НИРФИ и ЦНИИМАШ). Ружин Ю.Я., В. Д. Кузнецов, Ю.А.Пластинин, Г.Ф.Карабаджак, В.Л. Фролов, М. Парро. Авроральная активность, вызванная мощным радиоизлучением стенда "СУРА". //Геомagnetизм и аэрономия. 2013, Том 53, № 1, с. 46–52. DOI: 10.7868/S0016794013010173

В 2013-2015 г. на борту Российского сегмента Международной космической станции реализовывался космический эксперимент «Сейсмопрогноз» - «Экспериментальная обработка методов мониторинга электромагнитных и плазменных предвестников землетрясений, чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф» с использованием прибора "Радиочастотный анализатор спектра", который был разработан и изготовлен ИЗМИРАН. При головной роли ИЗМИРАН с 2013 года ведется разработка новой научной аппаратуры и подготовка космических экспериментов (КЭ) на РС МКС - КЭ "Гидроксил" («Оптические наблюдения состояния верхней атмосферы для прогнозирования геофизических катастроф. Создание методик мониторинга состояния верхней атмосферы (с учетом эффектов "глобального потепления") с использованием спектрофотометрического комплекса, КЭ "Тахомаг" ("Тестирование спектромагнитографа и первичные наблюдения быстрых процессов в солнечной атмосфере в условиях отсутствия атмосферных дрожаний").

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

Число архивов, баз данных, созданных или поддерживаемых в актуальном состоянии в период 2013-2015 годы, двадцать три.

В области исследований солнечно-земных связей, космической погоды и физики Солнца:

1) idb ИЗМИРАН база данных всех детекторов, работающих с момента создания Мировой сети нейтронных мониторов <http://cr0.izmiran.ru/common/links.htm>). Число включенных детекторов – более 100. Временное разрешение – минутное и часовое.



2) nmdb база данных высокого временного разрешения (<https://previ.obspm.fr/hidden3/search.php>) совместного европейского проекта в Киле и на зеркале в Москве (<http://db10.nmdb.eu>). База данных обновляется в реальном времени и число включенных детекторов – около 40. Временное разрешение – минутное и часовое.

3) mddb сетевая база данных общего пользования мюонных детекторов Мировой сети. (<http://crsa.izmiran.ru/phpmyadmin, user/user>). База данных частично обновляется в реальном времени, частично из архивов локальных серверов и число включенных детекторов – около 20. Временное разрешение – часовое.

4) fdb база данных межпланетных возмущений и Форбуш-понижений на сети станций космических лучей. Включает в себя более 7000 событий за период с 1957 года по настоящее время. Реализована в виде локальной базы данных и веб каталога (<http://spaceweather.izmiran.ru/rus/dbs.html>). Является результатом анализа.

5) xfs - база данных солнечных вспышек и протонных возрастаний. Включает в себя около 75000 рентгеновских вспышек и около 1400 солнечных протонных событий начиная с 1975 года по настоящее время. Реализована в виде локальной базы данных.

6) forecast - база данных прогнозов индексов геомагнитной активности мировых центров прогнозирования космической погоды начиная с 2003 года и по настоящее время.

7) vcr - база данных вариаций плотности и векторной анизотропии космических лучей за 1957-2016 гг. Реализована в виде локальной базы данных.

8) mag - база данных индексов геомагнитной активности и сопутствующих параметров. Реализована в виде локальной базы данных.

9) sme - база данных корональных выбросов масс. Включает в себя более 27000 событий начиная с 1996 года по настоящее время. Реализована в виде локальной базы данных.

10) chs - база данных корональных дыр. Реализована в виде локальной базы данных.

11) ace - база данные измерений спутника ACE начиная с 2001 года и по настоящее время.

12) goes - база данных измерений спутника GOES начиная с 1986 года и по настоящее время.

13) dst - база данных dst индекса геомагнитной активности начиная с 1957 года и по настоящее время.

14) radio - база данных среднесуточных значений радиоизлучения Солнца (F10.7) начиная с 1994 года и по настоящее время.

15) satan – база данных спутниковых неисправностей. Содержит сведения о почти 600 неисправностях на 324 спутниках за 1973-1994 гг. Реализована в виде локальной базы данных.

16) nms - база данных, содержащая сведения о 183 нейтронных мониторах мировой сети, работающих сейчас или работавших ранее. Реализована в виде локальной базы данных.

В список не включены рабочие или разрабатываемые в настоящий момент базы данных.



В области исследований магнитного поля Земли:

1) База данных 1-минутных цифровых магнитовариационных данных по всем обсерваториям и пунктам измерения ИЗМИРАН. Общий объем за 2013-2015 год более 250 станций*месяцев, пополняется ежедневно.

2) Цифровые данные передаются в мировые центры данных и международные проекты Supermag и Intermagnet.

3) Архив среднечасовых значений магнитного поля по мировой и российской сети обсерваторий для исследования динамики главного магнитного поля Земли, данные передаются в мировой центр Б2. Данные в центры данных передаются ежегодно.

4) Архив аналоговых магнитограмм обс. Москва с 1947 г. по 2016, с 2017 полностью переведён на цифровую форму регистрации.

5) Архив аналоговых магнитограмм сети магнитных обсерваторий СССР и проекта Геомагнитный меридиан 145 – более 100 тысяч магнитограмм за период 1930-1980 гг.

В области исследований ионосферы и распространения радиоволн:

1) Расширенная база данных вертикального зондирования ионосферы в регулярном режиме на сети обсерваторий - Москва Троицк, Воейково (Ленинградская область), Ладужкин (Калининградская область), <http://sphere.izmiran.ru:43080> (более 15000 посещений за последние 4 года).

2) На основе собственных и мировых данных создан открытый интернет-ресурс - сервер ионосферной погоды, <http://www.izmiran.ru/ionosphere/weather> (более 2000 посещений в год).

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

Проводились расчеты магнитного склонения для нефтегазовых компаний и гражданских аэропортов. Данные о склонении повышают точность наклонного бурения скважин и безопасность полётов авиации

За период 2013-2015 гг. выполнены расчеты для 7 регионов и 21 запрос для отдельных пунктов.

8. Стратегическое развитие научной организации

В институте имеется разработанный в 2009 - 2010 г.г. План развития до 2025 г., скорректированный в 2015 г. в соответствии с программой на очередных выборах директора. В настоящее время ИЗМИРАН вместе с ИНАСАН, ГАО РАН, САО РАН и КРАО разработали Комплексную программу научных исследований (КПНИ) «Фундаментальные и прикладные аспекты астрономических исследований космоса», утвержденную ФАНО России 17.04.2017. На стадии рассмотрения находится другая КПНИ с участием ИЗМИРАН, «Прикладные проблемы гелиогеофизики».



В 2015 г. ИЗМИРАН вместе с рядом ведущих научно-исследовательских институтов и предприятий России вошел в Консорциум «МЕТЕОГЛОМЕД». Ведущим партнером Консорциума, осуществляющим оперативное управление его деятельностью, является ОАО «Радиотехнический институт имени академика А.Л. Минца». Целью создания Консорциума является инициативная разработка перспективных технологий и средств в интересах создания новых интеллектуальных наукоемких и конкурентоспособных продуктов на основе имеющихся достижений предприятий радиотехнической отрасли для их широкого использования в области информатики, системы здравоохранения, гидрометеорологии, в том числе и гелиогеофизики, экологии.

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

Информация не предоставлена

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 "SuperMag". Руководители: Jesper W Gjerloev, John Hopkins University, Applied Physics Laboratory, USA; В.Д.Кузнецов, ИЗМИРАН (продолжающийся)

2. Проект «Интермагнет». Руководители: Alan Tomson, British Geological Survey, UK; А.Д.Гвишиани, ГЦ РАН (продолжающийся)

3. Международный проект SCOSTEP "Переменность Солнца и ее воздействие на Землю" (Variability of the Sun and Its Terrestrial Impact - VarSITI, 2014 - 2018)

Подпроект "Эволюция Солнца и экстремальные события"(Solar Evolution and Extrema (SEE) Руководители: Piet Martens (Smithsonian Astrophysical Observatory, USA); Vladimir Obridko (IZMIRAN, Russia); Dibyendu Nandi (IISER Kolkata, India) (Участники в России: ИЗМИРАН, ИКИ РАН, ФИАН, НИИЯФ МГУ, ГАО РАН, ИСЗФ СО РАН, КРАО), Более 30 чел.

4. Договор с Туринским Университетом о научном сотрудничестве и педагогической деятельности (Convenzione di Accoglienza di Universita' degli studi di Torino, Torino, via verdi 8 – 10124). Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 10-05-00129-а, № 11-02-00755-а, проекта Европейской комиссии CAMBIFORRUS и гранта Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение 14.В37.21.1248). - Ю.А. Копытенко, СПбФ ИЗМИРАН



5. Проект TU 1208 - Европейской программы научно-технического сотрудничества COST. Руководители: Dr. Lara Rajewski, Italy; Попов А.В., ИЗМИРАН (продолжающийся)

Программа Союзного государства «Разработка космических и наземных средств обеспечения потребителей России и Беларуси информацией дистанционного зондирования Земли» («Мониторинг-СГ») 2013-2017 г.г.

Постановление Совета Министров Союзного государства от 13.12.2013

6. Проект «Разработка и создание экспериментального образца малогабаритной бортовой научной аппаратуры микроспутников для исследования верхней атмосферы Земли методами радиомаяковой томографии» - Институт прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко Белорусского государственного университета (НИИПФП БГУ). - В.М.Синельников, ИЗМИРАН

Программа Национального космического агентства Республики Казахстан: «Выполнение прикладных научных исследований в области космической деятельности по теме «Исследование пространственно-временных особенностей поведения галактических космических лучей во время прихода потоков высокоскоростной плазмы с учетом данных нейтронной и мюонной компонент»»

7. Проект НИР: Разработка методики оценки вероятности протонных событий разных энергий на различных фазах циклов солнечной активности - ДТОО «Институт ионосферы» - В.Г.Янке, ИЗМИРАН

Совместные российско-болгарские проекты в области фундаментальных космических исследований, выполняемые в соответствии с Соглашением между Российской академией наук (РАН) и Болгарской академией наук (БАН) о научном сотрудничестве в области ФКИ от 19 сентября 2002 года

8. Проект «Геоэффективность» - Исследование геоэффективности солнечных агентов. Руководители: Катя Георгиева, Институт космических исследований и технологий (ИКИТ) БАН; В.Н. Обридко, ИЗМИРАН

9. Проект «Шуман» - Совместный анализ спутниковых и наземных данных по регистрации ультранизкочастотных электромагнитных полей для диагностики эффектов солнечной и сейсмической активности в околоземном космическом пространстве. Руководители: Димитър Теодосиев, ИКИТ БАН; И.Г. Шибяев, ИЗМИРАН

10. Проект «Космическая погода» - Космическая погода: источники, влияние на Землю, прогнозы. Руководители: Петар И. Велинов, ИКИТ БАН; С.П. Гайдаш, ИЗМИРАН

11. Проект «Аврора-Р» - Исследование динамики ионосферной плазмы и авроральных явлений на основе экспериментальных данных по параметрам ионосферы при воздействии мощных возмущений. Руководители: Бойчо Бойчев, ИКИТ БАН; Г.Г. Беляев, ИЗМИРАН (продолжающийся)

Совместные российско-польские проекты в области фундаментальных космических исследований, выполняемые в рамках Соглашения о научном сотрудничестве между



Российской академией наук (РАН) и Польской академией наук (ПАН) в области ФКИ от 14 марта 2005г. (продолжающиеся)

12. Проект «Турбулентность и пылевая плазма» - Моделирование динамической и маломодовой плазменной турбулентности, исследование нелинейных процессов и стохастизации с конечным числом волн, моделирование природных плазменно-пылевых систем. Руководители: Барбара Атаманюк, Центр космических исследований (ЦКИ) ПАН; Л.М. Зеленый, ИКИ РАН; А.В.Волокитин, ИЗМИРАН.

13. Проект «Асимптотика» - Асимптотические и численные решения задач дифракции на основе параболического уравнения и операторных методов» Руководители: Барбара Атаманюк, Центр космических исследований (ЦКИ) ПАН; А.В.Попов, И.В.Прокопович, ИЗМИРАН

14. Проект «Интергелиозонд» - Анализ и интерпретация солнечных данных, полученных на спутнике «КОРОНАС-Ф»; Разработка предложений для Бреговского анализатора химического состава корональной плазмы («СНЕМ-Х»). Руководители: Януш Сильвестр, ЦКИ ПАН; В.Д.Кузнецов, ИЗМИРАН.

15. Проект «Диагностика» - Волновая диагностика электромагнитных процессов в межпланетном ОКП, включая:

- эксперимент «Радиоспектрометр-детектор (РСД)» в рамках проекта «ИНТЕРГЕЛИОЗОНД»;

- эксперимент «ВЧ - диагностика космической плазмы и среды вокруг Международной космической станции (МКС)». Руководители: Ханна Роткель, ЦКИ ПАН; В.Д. Кузнецов, С.Е. Андреевский, ИЗМИРАН.

16. Проект «GNSS -ГЛОНАСС Мониторинг» - GNSS - ГЛОНАСС диагностика ионосферы Земли. Руководители: Анджей Кранковский, Варминьско-Мазурский Университет; И.И. Шагимуратов, Калининградский филиал ИЗМИРАН.

17. Проект «Ионосферная погода» - Моделирование ионосферной погоды для радиосвязи и навигации. Руководители: Ивона Станиславска, ЦКИ ПАН; Т.Л.Гуляева, И.В. Крашенинников, ИЗМИРАН.

18. Проект «Инжекция» - Исследование процессов инъекции нейтральных и заряженных частиц с борта космического аппарата на основе анализа данных КА «АПЭКС». Руководители: Збигнев Клосс, ЦКИ ПАН; Ю.М.Михайлов, ИЗМИРАН.

РФФИ-Украина

19. Проект № 14-02-90424 УКР а. "Роль нормальных и экстремальных гелиофизических процессов в эволюции биосферы" - (2014 - 2015 г.г.) Руководители: Шахов Б.А., ГАО НАНУ; В.Н. Обридко, ИЗМИРАН.

РФФИ - ГФЕН (Китай)

20. Проект № 15-52-53125 ГФЕН_а. "Систематические наблюдения солнечных магнитных полей и их спиральных характеристик в свете теории динамо" (2015 - 2016 г.г.) Руко-



водители: Хонгки Жанг (Hongqi Zhang), Национальная астрономическая обсерватория КАН; К.М. Кузанын, ИЗМИРАН.

РФФИ-ДНТ(Индия)

21. Проект № 12-02-92692 ИНД а. "Изучение роли магнитных полей во вспышечных и эруптивных областях солнечной атмосферы" (2012 - 2013 г.г.) Руководители: В.Уддин (W.Uddin), Научно-исследовательский институт наблюдательных наук им. Ариабхатты (ARIES); Б.П. Филиппов, ИЗМИРАН.

7-ая рамочная программа Европейского сообщества

22. Проект «Электромагнитная безопасность» № 265772 (EM SAFETY-7FP-SCPOGA-2011-265772, 2012 - 2014) Н.Г. Птицына (исполнитель), СПбФ ИЗМИРАН.

Национальный научный фонд, США

23. Грант NSF (Award Abstract # 1433323) "Toward an understanding of Neogene plate dynamics: Completion of a high-resolution, closure-enforced chronology of global plate motions since 20 Ma", University of Wisconsin, USA. (2014 - 2018) - С.А. Меркурьев (исполнитель), СПбФ ИЗМИРАН.

НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

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

Направление II.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.

Научные результаты

1) Получены новые данные о свойствах солнечной активности на различных пространственных и временных масштабах и ее влияние на космическую погоду. В частности:

- выявлены особенности динамики глобальных магнитных полей на Солнце, определены характеристики различных структурных образований в атмосфере Солнца, разработаны основы ультрафиолетовой диагностики крупномасштабных солнечных эрупций - источников интенсивных нерекуррентных возмущений космической погоды.

- на основе простейших динамо моделей описан процесс переполюсовки глобального магнитного поля Солнца. Показано, что по мере приближения ко времени смены ориентации поля ориентация магнитной оси глобального диполя становится случайной, так что в период смены ориентации диполь естественно рассматривать как сравнительно долго-



живущую флуктуацию. По мере удаления от момента смены ориентации роль флуктуационного поведения падает. Подобное поведение обнаружено как в наблюдательных данных, так и по результатам теоретического моделирования солнечных магнитных полей.

2) Рассмотрено взаимодействие распространяющегося в плазме солнечного ветра электронного пучка с ленгмюровскими волнами, для описания динамики которых использовано одномерное уравнение Захарова. Показано, что при низком уровне флуктуаций электронной плотности ($\delta n / n < 3(kLD)^2$) режим релаксации пучка очень похож на случай распространения в плазме без флуктуаций электронной плотности, и он может быть описан квазилинейной теорией. При высоком уровне флуктуаций электронной плотности ($\delta n / n > 3(kLD)^2$, $\delta n / n \ll 1$), флуктуации оказывают существенное влияние на процесс релаксации пучка. Во-первых, формируются волновые пакеты (сгустки волн), которые доминируют в полном спектре волн. Во-вторых, происходит генерация ускоренных электронов со скоростями, превышающими начальную скорость пучка до двух раз. Плотность ускоренных электронов может достигать величин превышающих 10 ÷ 20 % от плотности пучка, а поток энергии переносимой этой популяцией ускоренных частиц может быть больше 40% от начального потока энергии пучка. Исследованный процесс может объяснить сохранение электронных пучков в солнечном ветре при их распространении от солнечной короны до орбиты Земли и далее, а также может служить важной составной частью механизма генерации солнечных радиовсплесков III типа.

3) Осуществлен мониторинг солнечных (СКЛ) и галактических лучей (ГКЛ) на нейтронных супермониторах (в том числе на Антарктической станции Мирный). и мюонных телескопах Уникальной научной установки УНУ-85 «Российская национальная наземная сеть станций космических лучей» (сайт УНУ <http://cr.izmiran.ru/unu.html>, каталог на портале Миннауки <http://www.ckp-rf.ru/usu/433536>, ИЗМИРАН – базовая организация), осуществлялась координация этих работ в России и странах бывшего СНГ. На основе полученных данных выполнены фундаментальные исследования связи потоков космических лучей с возмущениями на Солнце при их распространении в солнечном ветре и взаимодействии с магнитосферой и атмосферой Земли.

Исследованы процессы ускорения космических лучей ударными волнами. Определены спектры космических лучей, произведенных в галактических остатках сверхновых. Поставлена и решена для некоторых частных случаев обратная задача о распространении внегалактических космических лучей в расширяющейся Вселенной. Решена обратная задача определения спектров источников метагалактических космических лучей по наблюдаемому спектру.

Статьи

1. V. V. Pipin, D. Moss, D. Sokoloff, J. T. Hoeksema Reversals of the solar magnetic dipole in the light of observational data and simple dynamo models, *A&A* 567, A90, 8 pages, 2014. <http://dx.doi.org/10.1051/0004-6361/201323319> if – 4.378



2. Chertok I.M., V.V. Grechnev, A.V. Belov, A.A. Abunin. Magnetic Flux of EUV Arcade and Dimming Regions as a Relevant Parameter for Early Diagnostics of Solar Eruptions – Sources of Non-Recurrent Geomagnetic Storms and Forbush Decreases. *Solar Phys.*, 282, 175–199, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s11207-012-0127-1> if 3.805

3. V.S.Ptuskin, S.I.Rogovaya, V.N.Zirakashvili, Inverse problem for extragalactic transport of ultra-high energy cosmic rays, *J. Cosmology and Astroparticle Physics*, 2015, issue 03, 054 doi: 10.1088/1475-7516/2015/03/054. if 5.810.

4. Krafft, C.; Volokitin, A. S. & Krasnoselskikh, V. V., Interaction of energetic particles with waves in strongly inhomogeneous solar wind plasmas, *Astroph. J.*, 2013, 778, 111. <http://dx.doi.org/10.1088/0004-637X/778/2/111> if- 6.28

5. Belov A., Abunin A., Abunina M., Eroshenko E., Oleneva V., Yanke V., Papaioannou A., Mavromichalaki H. Galactic Cosmic Ray Density Variation in Magnetic Clouds, *Solar Physics*, Volume 290, Issue 5, pp. 1429-1444. 2015, doi:10.1007/s11207-015-0678-z if - 2.86

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

1. Разработаны численные модели, включая глобальную самосогласованную модель системы термосфера, ионосфера и протоносфера, и созданы новые эмпирические модели ионосферы. На основе этих моделей, теоретических оценок и решения обратных задач ионосферы впервые: а) доказана слабая зависимость сечений и скоростей фотодиссоциации и фотоотрыва электронов от отрицательных ионов области D ионосферы средних и низких широт от солнечной активности; б) дано объяснение годовой асимметрии (декабрьской аномалии) в ионосфере при низкой солнечной активности; в) детально обоснованы механизмы эффектов внезапных стратосферных потеплений в ионосфере, когда это потепление происходит в высоких широтах, а наиболее отчетливый эффект в ионосфере наблюдается над экватором. Эти и другие полученные в ИЗМИРАН результаты являются передовыми, в значительной степени определяя мировой уровень исследований по физике ионосферы.

1. Klimenko M.V., Klimenko V.V., Bessarab F.S., Korenkov Y.N., Liu H., Goncharenko L.P., Tolstikov M. V. Study of the thermospheric and ionospheric response to the 2009 sudden stratospheric warming using TIME-GCM and GSM TIP models: First results // *J. Geophys. Res. Space Physics.*, 2015. V. 120. P. 7873–7888, <http://dx.doi.org/10.1002/2014JA020861>. (IF = 3.318).

2. Mikhailov A.V., Perrone L. The annual asymmetry in the F2 layer during deep solar minimum (2008–2009): December anomaly // *J. Geophys. Res. Space Physics.* 2015. V. 120. P. 1341–1354, <http://dx.doi.org/10.1002/2014JA020929>. (IF = 3.318).

3. Pavlov A.V. Photochemistry of ions at D-region altitudes of the ionosphere: A review // *Surveys in Geophysics.* 2014. V. 35. N. 2. P. 259–314, <http://dx.doi.org/10.1007/s10712-013-9253-z>. (IF = 5.112).



2. В активных экспериментах по модификации ионосферы мощным КВ-излучением стенда "Сура" с использованием наземных и космических средств диагностики (магнитные обсерватории, Международная космическая станция, спутник "Деметер" и др.) обнаружены случаи идентичной суббуревой геомагнитной активности, стимулированной работой стенда, что свидетельствует о возможности управляемого эффективного воздействия на ионосферу средних широт мощным радиоизлучением (ИЗМИРАН, НИРФИ, ЦНИИМАШ). Ружин Ю.Я., Кузнецов В.Д., Пластинин Ю.А., Карабаджак Г.Ф., Фролов В.Л., Парро М. Авроральная активность, вызванная мощным радиоизлучением стенда "СУРА". // Геомагнетизм и аэрономия, Т.53, № 1, стр. 46–52, 2013.

3. Выведено новое модельное кинетическое уравнение для описания неравновесных процессов в плазме и газах, которое может служить основой для численного моделирования сложных задач газодинамики. Модель свободна от недостатков широко используемой модели Бхатнагара-Гросса-Крука, точно учитывает релаксацию первых 13 гидродинамических моментов, не содержит сложной экспоненциальной зависимости и позволяет снять неоднозначность в выборе коэффициентов при моделировании многокомпонентных систем. Для модели доказана H-теорема Больцмана на всех этапах релаксации функции распределения. Belyi V.V. Derivation of model kinetic equation. // European Physics Letters., N2, 111 (2015).

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. Bludova, N.G.; Obridko, V.N.; Badalyan O.G. The Relative Umbral Area in Spot Groups as an Index of Cyclic Variation of Solar Activity Solar Physics, 2014, Volume 289, Issue 3, pp. 1013-1028 DOI 10.1007/s11207-013-0370-0 if – 4.039

2. Zank G.P., le Roux J.A., Webb G.M., Dosch A., and O. Khabarova. Particle acceleration via reconnection processes in the supersonic solar wind. Astrophysical Journal, V.797, 2014 Doi:10.1088/0004-637X/797/1/28 if – 5.993

3. Grechnev V.V., A.M. Uralov, V.A. Slemzin, I.M. Chertok, G.V. Rudenko, B.P. Filippov, M. Temmer. A Challenging Solar Eruptive Event of 18 November 2003 Event and Causes of the 20 November Geomagnetic Superstorm. I. Unusual History of an Eruptive Filament. Solar Phys., Volume 289, Issue 1, pp 289-318, 2014, doi: 10.1007/s11207-013-0316-6. <http://arxiv.org/pdf/1304.7950v1.pdf> if – 4.039

4. Grechnev V.V., A.M. Uralov, I.M. Chertok, V.A. Slemzin, B.P. Filippov, Ya.I. Egorov, V.G. Fainshtein, A.N. Afanasyev, N.P. Prestage, M. Temmer. A Challenging Solar Eruptive



Event of 18 November 2003 Event and Causes of the 20 November Geomagnetic Superstorm. II. CMEs, Shock Waves, and Drifting Radio Bursts. *Solar Phys.*, Volume 289, Issue 4, pp 1279-1312, 2014, doi: 10.1007/s11207-013-0397-2. <http://arxiv.org/pdf/1308.3010v1.pdf> if – 4.039

5. Chernov, G.P., Fomichev, V.V., Tan B.L., Yan, Y.H., Tan Ch.M., Fu. Q.J.: Dynamics of flare processes and variety of the fine structure of solar radio emission over a wide frequency range of 30 - 7000 MHz, 2015, *Solar Physics*, 289, 11, 1-25. <http://dx.doi.org/10.1007/s11207-014-0598-3> if – 2.862

6. Chertok I.M., V.V. Grechnev, A.V. Belov, A.A. Abunin. Magnetic Flux of EUV Arcade and Dimming Regions as a Relevant Parameter for Early Diagnostics of Solar Eruptions – Sources of Non-Recurrent Geomagnetic Storms and Forbush Decreases. *Solar Phys.*, 282, 175–199, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s11207-012-0127-1> if – 3.805

7. Ptuskin, Vladimir; Zirakashvili Vladimir; Seo, Eun-Suk . Spectra of Cosmic-Ray Protons and Helium Produced in Supernova Remnants *The Astrophysical Journal*, Volume 763, Issue 1, article id. 47, 5 pp. (2013). <http://dx.doi.org/10.1088/0004-637X/763/1/47> if – 6.28

8. M.A. Livshits, G.V. Rudenko, M.M. Katsova, I. I. Myshyakov The magnetic virial theorem and the nature of flares on the Sun and other G stars” *Advances in Space Research*, 2015, V. 55, Issue 3, P. 920-926, DOI: 10.1016/j.asr.2014.08.026 if – 1.409

9. Sokoloff D., Khlystova A., Abramenko V., Solar small-scale dynamo and polarity of sunspot groups, *MNRAS*, 451, 6040–6045, 2015 <https://doi.org/10.1093/mnras/stv1036> if – 4.952

10. Filippov B., A filament eruption with an apparent reshuffle of endpoints .*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 442, Issue 4, p.2892-2900. 2014 <http://dx.doi.org/10.1093/mnras/stu1021> if – 5.107

Монографии

1. The CORONAS-F Space Mission. Key Results for Solar Terrestrial Physics. Kuznetsov Vladimir (Ed.). *Astrophysics and Space Science Library*, Vol. 400. Springer, 520 p. ISSN 0067-0057, ISBN 978-3-642-39267-2 , ISBN 978-3-642-39268-9 (eBook) ,DOI 10.1007/978-3-642-39268-9 ; http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-39268-9_1

2. Leonty Miroshnichenko. *Solar Cosmic Rays: Fundamentals and Applications*. *Astrophysics and Space Science Library*, Vol. 405. Springer, 2015, 521 p. ISBN: 978-3-319-09428-1 (Print) 978-3-319-09429-8 (Online); <http://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-09429-8> .

3. Dorman Lev I., Dorman Irina V. “Cosmic Ray History”, Nova Science Publishers, New York, 2014. 738 p. ISBN-13: 978-1633218376, ISBN-10: 1633218376 ; https://www.amazon.com/Cosmic-History-Science-Exploration-Policies/dp/1633218376/ref=sr_1_7/135-5737741-919269?s=books&ie=UTF8&qid=1494511654&sr=1-7

4. Чибисов С.М., Катинас Г.С., Рагульская М.В. Биоритмы и космос: мониторинг космобиосферных связей. М.:Издательство«Капитал Принт». 2013 г. , 442 с.. Тираж 2000. УДК



612.17:577, 3+616.12-008, ISBN 978 - 5 - 905106 - 14 - 9 ; http://www.chronobiology.ru/wp-content/uploads/chibisov_2013_opisanije.pdf

5. Sorokin V.M., Chmyrev V.M., Hayakawa M. *Electrodynamic Coupling of Lithosphere – Atmosphere – Ionosphere of the Earth.* /New York: Nova Science Publishers. 2015. 355 p. ISBN: 978-1-63483-030-0. 2015.

6. Vadim Surkov, Masashi Hayakawa. *Ultra and Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields.* Springer Tokio Heidelberg New York Dordrecht London, 2014, 486 p. ISBN 978-4-431-54366-4. DOI 10.1007/978-4-431-54367-1.

7. Горшков Э.С., Иванов В.В., Соколовский В.В. *Редокс реакции в космобиологии. Учебное пособие.* – СПб,:Изд-во Политехнич. Ун-та, 2014, ISBN 978-5-7422-4615-2, 194 с. Тираж – 300 экз.

8. Гак Е.З., Ананьев И.П., Горшков Э.С. и др. *Магнитные поля и водные электролиты – в природе, научных исследованиях, технологиях.* - СПб, :Изд-во «Наука», 2013, ISBN 5-7399-0192-8, 535 с. Тираж – 1000 экз.

9. Soloviev A., Khokhlov A., Berezko A., Lebedev A., Kharin E., Shestopalov I.,Mandea M., Kuznetsov V., Bondar T.,MabieJ., Nisilevich M., Nechitailenko V., Rybkina A., Pyatygina O., Shibaeva A. // *The Atlas of the Earth's Magnetic Field.* 364 pp. 2013. ISBN 978-5-904509-13-2 doi: 10.2205/2013BS011_Atlas_MPZ /: A. Gvishiani, A. Frolov V. Lapshin (Eds)

10. M.Ya. Marov, V.D. Kuznetsov. *Solar Flares and Impact on Earth.* In: *Handbook of Space Hazards and Planetary Defense,* Allahdadi, Firooz, Pelton, Joseph N. (Eds.), Springer, 2015, 1200 p. 400 illus., 100 illus. in color. pp.47-78.DOI: 10.1007/978-3-319-03952-7_1 ISBN 978-3-319-03953-4

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

Всего в ИЗМИРАН в течение 2013 - 2015 г.г. выполнялись работы по 44 проектам, поддержанных грантами РФФИ.

В частности:

1. Проект № 12-05-00817 а. Руководитель - Кувшинов А.В. "Глубинное электромагнитное зондирование Земли из космоса с использованием сигналов магнитосферного происхождения: новая методология обнаружения трехмерных аномалий мантийной электропроводности". (2012-2014гг.; 1245000 руб.)

2. Проект № 11-05-00200 а. Руководитель - Деминов М.Г. "Изменчивость и аномальные свойства F2-слоя ионосферы (закономерности и механизмы)". (2011-2013 гг; 955000 руб.)

3. Проект № 11-02-00264 а. Руководитель - Лившиц М.А. "Исследование различных стадий эволюции активных областей в солнечной короне". (2011-2013 гг; 850000 руб.)

4. Проект № 13-05-00893 а. Руководитель - Старченко С.В. "Энергетическое масштабирование гидромагнитного динамо в недрах Земли и планет". (2013-2015 гг; 1230000 руб.)



5. Проект № 14-05-00204 а. Руководитель - Цветков Ю.П. "Изучение геомагнитного поля и внутреннего строения земной коры на основе геомагнитных полей и их градиентов, полученных в стратосфере на высотах 20-40 км". (2014-2016 гг; 1630000 руб.)

6. Проект № 14-02-00977 а. Руководитель - Черкашин Ю.Н. "Искусственные волноводы в ионосфере". (2014-2016 гг; 1320000 руб.)

7. Проект № 14-05-00179 а. Руководитель - Деминов М.Г. "Статистические и аномальные свойства F2-слоя ионосферы (закономерности и механизмы)". (2014-2016 гг; 1290000 руб.)

8. Проект № 14-02-00769 а. Руководитель - Кузнецов В.Д. "Токовые слои гелиосферы и магнитосферы: аналогия и различия". (2014-2016 гг; 1519000 руб)

9. Проект № 14-02-00308 а. Руководитель - Обридко В.Н. "Экстремальные события и циклы в системе Солнце-Земля". (2014-2016 гг; 1872000 руб.)

10. Проект № 13-02-00056 а. Руководитель - Птускин В.С. "Ускорение и распространение космических лучей галактического и внегалактического происхождения". (2013-2015 гг; 910000 руб.)

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

Всего в ИЗМИРАН за период 2013 - 2015 г.г. выполнялись работы по 56 проектам, реализованных в рамках федеральных целевых программ, а также 29 проектов в рамках ведомственных программ.

Федеральная космическая программа России на период 2006-2015 годы (ФКА)

Подпрограмма АСПОС ОКП

1. Проект СЧ ОКР «АСПОС ОКП 2014-ДР ИЗМИРАН»: Доработка сегмента по расчету параметров солнечной и геомагнитной активности в 2014 году по рекомендациям МВИ. 3000,0 тыс.руб.

Подпрограмма МКС-РН



2. Проект СЧ ОКР «МКС» (ЛИ): Разработка оперативных прогнозов гелиогеофизической обстановки для учета при планировании запусков КК, а также при проведении пусков РКН и выведении КК «Союз - ТМА» и «Прогресс-М» на орбиту по программе МКС в 2014-2015 годах, 700,0 тыс.руб.

Подпрограмма Интергелио-Зонд

3. Проект СЧ ОКР «Интергелио-Зонд-КНА-ИЗМИРАН-И»: «Создание прибора ГЕЛИО-МАГ для комплекса научной аппаратуры проекта “Интергелио-Зонд”. Создание прибора «Радиоспектрометр-детектор» (РСД) для комплекса научной аппаратуры проекта “Интергелио-Зонд”. Создание прибора ХЕМИКС для комплекса научной аппаратуры проекта “Интергелио-Зонд”» в период 2014-2015 годов, 13576,0 тыс.руб.

4. Проект СЧ ОКР «Интергелио-Зонд-КНА-ИЗМИРАН»: Создание прибора ТАХОМАГ для комплекса научной аппаратуры проекта “Интергелио-Зонд”. Создание прибора ФОТОСКОП для комплекса научной аппаратуры проекта “Интергелио-Зонд”» в период 2014-2015 годов, 78924,0 тыс.руб.

Подпрограмма ИОНОЗОНД

5. Проект СЧ ОКР «Ионозонд-ИЗМИРАН»: Разработка, изготовление, испытания, поставка и наземная отработка технологических, опытных и летных образцов целевой аппаратуры (ЦА) ионосферного мониторинга для КА «Ионосфера» и КА «Зонд» (2014 г., договор с ИКИ РАН - 10930,0 тыс. руб.)

Подпрограмма СЧ ОКР «Магистраль» (Облик)

6. НИР «Ионосфера»: Проектно-поисковые исследования и обоснование требований к составу и параметрам измерений в задачах мониторинга ионосферных возмущений и их воздействий на ракетно-космическую технику (2013 г., договор с ЦНИИмаш - 895 тыс. руб.)

7. Проект СЧ ОКР «МКС» (Надежность-Наука) ИЗМИРАН: Обработка и комплексный анализ результатов, полученных в завершеном КЭ «Молния-Гамма» в 2013 году (договор с ЦНИИмаш - 750 тыс. руб.)

Подпрограмма ОКР «МКС-Эксперименты»

8. Проект ОКР «Сейсмопрогноз-СМ»: Изготовление, испытания и поставка научной аппаратуры «Сейсмопрогноз-СМ» (2014 г., договор с ОАО "РКК Энергия" - 1680,0 тыс. руб.)

9. Проект ОКР «Гидроксил-МКС»: Разработка научной аппаратуры «Спектрофотометрический комплекс» для исследования верхней атмосферы Земли с борта МКС» (договор с ОАО "РКК Энергия" - 400,0 тыс. руб.)

Федеральная целевая программа «Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации на 2008-2015 годы» (Росгидромет)



10. Проект НИР «2014-93-2-Н»: Разработка методов выявления возмущений параметров ионосферы и электромагнитного поля, вызванных наземными ВЧ радиосредствами, 400,0 тыс.руб.

Внедренческий потенциал научной организации

18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований

Разработаны и изготовлены для собственных нужд и по заказам сторонних организаций цифровые кварцевые магнитовариационные станции. Станция прошла государственную регистрацию и включена в Государственный реестр типа средств измерения за номером RU.E.34/001.A № 61608 Станция трёхкомпонентная магнитовариационная (МВС) «КВАРЦ-4АС»

(<http://reestr.si.ru/reestr/16221-Stantsiya-trehkomponentnaya-tsifrovaya-magnitovariatsionnaya-MVS.html>)

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

Научно-производственная лаборатория геомагнитных приборов и измерений ИЗМИРАН является единственной в России лабораторией производящей кварцевые цифровые магнитометры для измерения вариаций магнитного поля, удовлетворяющих требованиям для магнитных обсерваторий.

Магнитная обсерватория ИЗМИРАН обеспечивает научные и прикладные задачи данными о вариациях магнитного поля в центральном регионе и позволяет проводить сверку магнитных приборов.

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

Руководство Подкомитетом ПК 2 «Процессы в магнитосфере Земли. Магнитные измерения» Технического комитета по стандартизации «Метрологическое обеспечение измерений физических полей в околоземном космическом пространстве, магнитосфере, ионосфере, атмосфере и гидросфере поверхностных вод суши и морей»

Разработана окончательная редакция ГОСТа 25645.109 «Магнитосфера Земли Термины и определения»



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

1. СЧ ОКР «КОРОНАС-К» (ПЭС): Создание (доработка) научного прибора ПЭС, обеспечивающего проведение исследований высотного распределения электронной концентрации ионосферы и проведение космического эксперимента (2013 г., договор с РОСКОСМОСом - 3900 тыс. руб.).

2. Проект ОКР «МКС» (ЛИ): Разработка оперативных прогнозов гелиогеофизической обстановки для учета при планировании запусков КА, подготовке составных частей РКН к пуску на технических и стартовых комплексах, а также при проведении пусков РКН и выведении КА на расчетную орбиту по программе МКС (2013 г., договор с ФГУП ЦЭНКИ - 252 тыс. руб.).

3. СЧ ОКР «МКС» (ЛИ): Разработка оперативных прогнозов гелиогеофизической обстановки для учета при планировании запусков КК, а также при проведении пусков РКН и выведении КК «Союз - ТМА» и «Прогресс-М» на орбиту по программе МКС в 2013 г. (2013 г., договор с ФГУП ЦЭНКИ - 532 тыс. руб.).

4. Проект НИР: Исследование ускорения космических лучей в остатках сверхновых (2013 г., договор с НИИЯФ МГУ - 130,0 тыс. руб.)

5. Услуги "Расчет значений склонения полного поля Земли для использования при обновлении топографических карт". (2014 г., договор с ООО «Оборонкадастр» - 100,0 тыс. руб.).

6. «Формирование и обновление Баз картографических данных магнитного склонения на акваторию Мирового океана на эпоху 2015 года» (Государственный контракт № 2015.290750, Управление навигации и океанографии Министерства обороны Российской Федерации. (1.01.2015 - 31.12.2015, – 1500,0 тыс. руб.).

7. Проект СЧ ОКР «МКС» (Надежность-Наука) Релаксация: "Выбор условий наблюдения возмущенной ионосферы при проведении сеансов КЭ "Релаксация" в 2015 г. с использованием радионагревного стенда с учетом геофизической обстановки. Регистрация ионограмм и вариаций геомагнитного поля наземными средствами ИЗМИРАН обеспечения КЭ" (2015 г., договор с ЦНИИмаш - 1700,0 тыс. руб.)

8. Проект НИР «2014-93-2-Н»: Разработка методов выявления возмущений параметров ионосферы и электромагнитного поля, вызванных наземными ВЧ радиосредствами (2015 г., договор с ИКИ РАН - 800,0 тыс. руб.)



9. Услуги "Определение поправок в склонении магнитной стрелки для сопровождения наклонно-направленного бурения скважин на 32 лицензионных участках ОАО "НК "Роснефть" в ХМАО" (2015 г., договор с ООО «РН-Юганскнефтегаз» - 491,0 тыс. руб.)

10. СЧ проекта «Акватория-3М» Исследование методов дистанционного обнаружения подводных объектов по геофизическим возмущениям электромагнитных полей" (2015 - 2017 гг., договор с Институтом океанологии РАН им. П.П. Ширшова - 1366,7 тыс. руб.)

Детализация договорной деятельности по проектам 2 и 3 :

В ИЗМИРАН с августа 1998 г. работает Центр прогнозов космической погоды (ЦПКП), который выдает ежедневную информацию о состоянии и прогнозе космической погоды в Роскосмос (Центр управления космическим полетом, г. Королев, ЦНИИМАШ; ЦЭНКИ - Центр эксплуатации наземной космической инфраструктуры - космодромы Плесецк, Байконур, Восточный) для целей обеспечения безопасности космической деятельности при запусках ракет-носителей, Международной космической станции и спутниковых систем различного назначения. Центр является составной частью системы АСПОС (Автоматизированная система предупреждения о чрезвычайных ситуациях в космосе) Роскосмоса, обеспечивая круглосуточную службу по контролю космической погоды.

В рамках ЦПКП ИЗМИРАН результаты фундаментальных исследований по солнечно-земной физике практически реализуются на уровне мониторинга и прогнозирования космической погоды в интересах потребителей в сфере науки, экономики и обороны страны.

Основные направления работы ЦПКП:

- проведение комплексных фундаментальных исследований космической погоды с целью разработки новых и модернизации имеющихся прогнозов основных параметров космической погоды на различные интервалы упреждения;

- ежедневный мониторинг состояния космической погоды, разработка основных параметров космической погоды на заданные интервалы упреждения и оперативное обеспечение ими потребителей;

- совместные с потребителями исследования влияния аспектов космической погоды на функционирование различных систем сферы экономики и обороны страны.

Номенклатура создаваемых прогнозов совпадает с этим показателями других мировых центров прогнозов космической погоды, а точность – не ниже.

Основные потребители – организации и предприятия Государственной корпорации по космической деятельности «Роскосмос», подразделения МЧС, организации и учебные заведения медицины, науки и Министерства обороны.

В период 2013-2015 годы ЦПКП на уровне интегрированных сегментов отраслевых систем принял участие в работах по контрактам Роскосмоса (Федеральная космическая программа России на 2006-2015 годы, раздел 1):

- СЧ ОКР «Разработка комплексов отраслевой автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве в 2013 -2015



годах». Шифр СЧ ОКР: «АСПОС ОКП (2013-2015)», включая «Проведение опытной эксплуатации сегмента по расчету параметров солнечной и геомагнитной активности в составе первой очереди АСПОС ОКП в 2013 - 2015 годах»; «Доработку сегмента по расчету параметров солнечной и геомагнитной активности по рекомендациям МВИ в 2013 - 2015 годах». «Участие в подготовке и проведении испытаний второй очереди АСПОС ОКП в части сегмента по расчету параметров солнечной и геомагнитной активности. Корректировка РКД, доработка сегмента по расчету параметров солнечной и геомагнитной активности по результатам испытаний» Шифр составной части ОКР: «АСПОС ОКП 2013 - 2015 ИЗМИРАН». Заказчик – ФГУП «ЦНИИмаш»;

- разработка отраслевой системы мониторинга воздействия ионизирующих излучений космического пространства на радиоэлектронную аппаратуру космических аппаратов – ОКР «РАД-ИКВ». Заказчик – (ОАО «Объединенная ракетно-космическая корпорация» – «Научно-исследовательский институт космического приборостроения»);

- СЧ ОКР «Разработка оперативных прогнозов гелиогеофизической обстановки для учета при планировании запусков КК, а также при проведении пусков РКН и выведении КК «Союз - ТМА» и «Прогресс-М» на орбиту по программе МКС в 2013 -2015 гг.», шифр СЧ ОКР - «МКС» (ЛИ) и «ЦЭНКИ-НАСА-Р». Заказчик – ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры»;

- «Прогноз космической погоды для информационного обеспечения ЦУП «Ямал»». Заказчик – ОАО "Газпром космические системы".

Имеется лицензия Роскосмоса на осуществление космической деятельности по данному направлению. Работы ведутся при техническом контроле 3199 Военного представительства Минобороны России

В соответствии с согласованными регламентами информационного обмена ЦПКП в ежедневном режиме передаёт свою продукцию в Национальный центр управления в кризисных ситуациях МЧС и Всероссийский центр мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций МЧС России (Центр "Антистихия").

В НИИЦ Ракетно-космической обороны (г. Москва) ЦНИИ войск Воздушно-космических сил Минобороны России регулярно направляются Циркуляры космической погоды и ведется совместная работа по созданию Специализированной системы гелиогеофизического обеспечения специальных средств с целью разработки методов парирования воздействия космической погоды на боевое функционирование этих средств.

Ведутся исследования влияния космической погоды на здоровье человека и разработка методов парирования этого влияния с использованием прогнозов геофизической обстановки. В результате совместной работы с учеными Московской медицинской академии им. И.М. Сеченова и врачами-кардиологами Щелковской районной больницы разработан способ профилактики воздействия магнитных бурь на больных с ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью, защищенный патентом РФ изобретение № 2 341 30920.



В рамках международного сотрудничества оказывается методическая помощь в создании в лаборатории диагностики и прогноза геофизической обстановки в ДТОО Институт ионосферы АО «Национальный центр космических исследований и технологий», Республика Казахстан (договорные отношения) и в Центре прогнозов космической погоды и космического климата Института космических исследований и технологий Болгарской академии наук (проект 2.7. «Космическая погода – источники, влияние на Землю, прогнозы» по программе научного сотрудничества между Российской академией наук и Болгарской академией наук в области фундаментальных космических исследований на 2012-2015 годы).

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

ИЗМИРАН занимает лидирующие положения по ряду научных направлений.

1. Направление «Солнечно-земная физика»

- ИЗМИРАН - головная организация в области исследования вариаций космических лучей (КЛ) (<http://www.izmiran.ru/IZMIRAN75/STP/Belov.pdf>). Осуществляется непрерывный мониторинг нейтронной и мюонной компонент КЛ на станции Москва с проведением оперативной обработки минутных и часовых данных, оперативного анализа и представления этих данных в режиме реального времени в ИНТЕРНЕТ, а также их передачи в Международные Центры Данных С и В и сборник Solar Geophysical DATA для оперативной публикации. С 2008 г. минутные и часовые данные стандартного НМ, а также походного варианта (MCRL - 6NM64) поступают в международную базу данных НМДБ (Real –Time database for high resolution Neutron Monitor Measurements) в реальном времени, (www.nmdb.eu).

- ИЗМИРАН является базовой организацией Уникальной научной установки УНУ-85 «Российская национальная наземная сеть станций космических лучей» (сайт УНУ <http://cr.izmiran.ru/unu.html>, каталог на портале Миннауки <http://www.ckp-rf.ru/usu/433536>,

- Создается и поддерживается база данных по Форбуш эффектам и межпланетным возмущениям за полный период работы нейтронных мониторов (с1957г. по настоящее время).

- Осуществляется мониторинг спорадического радиоизлучения Солнца на цифровых радиоспектрографах в метровом диапазоне длин волн (280-25 МГц) (http://www.izmiran.ru/stp/lars/s_archiv.htm). Данные радиоспектрографы являются единственными в России и на территории СНГ. Одновременно они являются единственными



в мире, на которых подобные наблюдения Солнца проводятся в данном частотном диапазоне и в часовом интервале 05-14 UT (мировое время). Наблюдения на радиоспектрографах необходимы как для выполнения фундаментальных исследований в области солнечной и солнечно-земной физики (процессы энерговыделения в солнечных вспышках, физическая природа возмущений в солнечной атмосфере), так и для решения практически важной проблемы прогнозирования космической погоды (прогноза геофизических возмущений, радиационной обстановки в околоземном пространстве, состояния ионосферы и атмосферы Земли) и разработки методов предотвращения или уменьшения отрицательных эффектов воздействия солнечной и обусловленной ею геофизической активности на жизнь и деятельность человека на Земле.

- Реализованы два крупных космических проекта по исследованию Солнца – КОРОНАС-И и КОРОНАС-Ф, явившихся составной частью программы КОРОНАС (Комплексные Орбитальные Околоземные Наблюдения Активности Солнца). По результатам проекта издана книга по КОРОНАС-Ф (Солнечно-земная физика, Ключевые результаты по солнечно-земной физике) на русском и англ языке (2014) , http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-39268-9_1

- Осуществляется подготовка международного космического проекта по исследованию Солнца с близких расстояний "Интергелиозонд" Федеральной космической программы (В.Д. Кузнецов- соруководитель проекта).

- Выполнена серия совместных российско-польских и российско-болгарских проектов в рамках академических соглашений в области фундаментальных космических исследований.

- Осуществляется информационная поддержка по направлению «Космическая погода» всех запусков космической техники гражданского направления на стадии планирования и проведения запусков. ИЗМИРАН также является интегрированным сегментом автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях в околоземном космическом пространстве (АСПОС ОКП – РОСКОСМОС), обеспечивающим информацией о текущем состоянии и прогнозах изменений основных параметров космической погоды.

- Премия Правительства РФ 2009г. в области науки и техники В.Д.Кузнецову и А.И.Степанову в составе авторского коллектива за реализацию космического проекта КОРОНАС-Ф.

- Премия Российской и Польской академий наук по физике (2010г.) В.Д. Кузнецову и Д.В. Лисину в составе авторского коллектива за цикл работ "Рентгеновская спектроскопия Солнца"

- В составе Бюро Научного совета Солнце-Земля" два представителя ИЗМИРАН. Ряд сотрудников являются членами Совета "Солнце-Земля", Совета по астрономии, Совета по космосу РАН. Более 10 сотрудников являются членами Международного астрономического союза (IAU). В.Д.Кузнецов - единственный представитель РФ в составе Бюро SCOSTEP (Международного комитета по солнечно-земной физике), член Экспертного



совета МЧС по вопросам чрезвычайных ситуаций, вызываемых воздействием солнечной активности на Землю, действительный член Международной академии астронавтики, председатель секции "Физика Солнца" Совета РАН по космосу, эксперт от РАН в рабочих органах Комитета по мирному использованию космического пространства ООН по вопросам космической погоды и солнечно-земных связей. В.Н.Обридко – сопредседатель Международного астрономического общества, соруководитель от России подпроекта "Эволюция Солнца и экстремальные события" Международного проекта SCOSTEP "Переменность Солнца и ее воздействие на Землю" (VarSITI). В подпроекте участвуют представители 10 стран.

2. Направление «Физика ионосферы и распространение радиоволн».

- ИЗМИРАН является ведущей организацией по созданию эмпирических и прогностических моделей ионосферы, определяя в значительной степени мировой уровень этого научного направления. В частности, в институте создана эмпирическая модель медианы высоты максимума F2-слоя, которая включена в международную модель ионосферы IRI как лучшая среди моделей такого типа. Создана прогностическая модель EUROMAP для краткосрочного (1-24 ч) прогноза критической частоты максимума F2-слоя по Европейскому региону. Модель входит в Систему Ионосферного Прогноза РФ.

Mikhailov A.V., Perrone L. A method for foF2 short-term (1-24h) forecast using both historical and real-time foF2 observations over European stations: EUROMAP model // *Radio Sci.* 2014. V. 49. P. 1–18, doi:10.1002/2014RS005373 (IF = 1.450).

Shubin V.N. Global median model of the F2-layer peak height based on ionospheric radio-occultation and ground-based Digisonde observations // *Adv. Space Res.* 2015. V. 56. N. 5. P. 916–928, doi:10.1016/j.asr.2015.05.029 (IF = 1.409).

- Осуществлены активные эксперименты в ионосфере, в частности, в кооперации с рядом научных организаций (НИРФИ, ЦНИИМАШ) при координирующей роли ИЗМИРАН реализуется серия экспериментов по регистрации с борта РС МКС воздействия радионагревного стенда «Сура» на ионосферу Земли, (<http://www.izmiran.ru/IZMIRAN75/IRP/Ruzhin.pdf>).

- В Научном совете РАН по распространению радиоволн представлено 5 сотрудников ИЗМИРАН. В.И. Ларкина и Ю.Я. Ружин являются официальными представителями РФ в Комиссиях E «Электромагнитное окружение и совместимость» и G «Ионосферное распространение радиоволн» Международного Радиосоюза (URSI) соответственно. В.М. Сорокин — действительный член Международной академии астронавтики (IAA).

3. Направление «Магнетизм Земли и планет»

- Непрерывные измерения геомагнитного поля на сети магнитных обсерваторий - Москва Троицк, Воейково и Красное озеро (Ленинградская область), Ладушкин (Калининградская область). Ряд наблюдений магнитного склонения (с 1724 г.), компонент H, Z и полного поля T (с 1878 г.) в Санкт-Петербурге и его окрестностях (включая Воейково)



является практически непрерывным и наиболее длинным рядом наблюдений магнитного поля Земли в России.

- Данные магнитной обсерватории ИЗМИРАН и К-индекс в реальном времени представлены на сервере <http://serv.izmiran.ru/> - за 2013-2015 гг. поступало около 7 тыс. внешних запросов данных в год.

- Уникальное в мировом масштабе направление исследований - проведение экспериментов по градиентным магнитным измерениям на аэростатах (<http://www.izmiran.ru/IZMIRAN75/MEP/Tsvetkov.pdf>).

- Выполнение заказов по определению магнитного склонения отдельных районов РФ (в среднем более 10 запросов от различных организаций в год). Обсерватория Москва является единственным пунктом, в котором проводятся сверки магнитных буссолей, в основном по запросам МО, за период 2013-2015 было выполнено 15 запросов на сверку.

- Регулярная (каждые 5 лет) разработка Международной модели магнитного поля и представление материалов в Международную ассоциацию по геомагнетизму и аэронамии (МАГА). ИЗМИРАН является единственной российской организацией, создающей модели главного магнитного поля Земли и участвующей в создании международных моделей. ; К представленной на сайте ИЗМИРАН интерактивной модели главного магнитного поля Земли IGRF-11,12, <http://serv.izmiran.ru/cgi-bin/igrf-11a.py> поступало более 17 тыс. запросов на расчет в год.

- Подготовка и издание атласа геомагнитного поля на базе всех имеющихся данных, начиная с XV века (совместно с ГЦ РАН), Soloviev A., Khokhlov A., Berezko A., Lebedev A., Kharin E., Shestopalov I., Manda M., Kuznetsov V., Bondar T., Mabe J., Nisilevich M., Nechitailenko V., Rybkina A., Pyatygina O., Shibaeva A. // The Atlas of the Earth's Magnetic Field. 364 pp. 2013. ISBN 978-5-904509-13-2 doi: 10.2205/2013BS011_Atlas_MPZ /: A. Gvishiani, A. Frolov V. Lapshin (Eds)

Ранее совместно с Институтом геодезии и картографии Республики Польша был подготовлен и издан "Атлас магнитных карт Балтийского моря"

- Участие в подготавливаемом к реализации проекте "Резонанс" и "Интергелиозонд" Федеральной космической программы РФ с экспериментом по измерениям магнитного поля.

- Директор ИЗМИРАН В.Д.Кузнецов - председатель секции "Геомагнетизм и аэронамия" Национального геофизического комитета, единственный представитель от МАГА в бюро SCOSTEP, член SuperMag, главный редактор журнала "Геомагнетизм и аэронамия".

ФИО руководителя В.Д.Кузнецов

Подпись

Дата



057073