

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии  
наук**

**(ИСЗФ СО РАН)**

**Отчет по дополнительной референтной группе 13 Физика океана и атмосферы, гео-  
физика**

Дата формирования отчета: **19.05.2017**

## **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**

Отдел физики околоземного космического пространства. Научная специализация – физика околоземного космического пространства: магнитосфера, ионосфера и верхняя атмосфера Земли, магнитосферно-ионосферно-атмосферно-литосферные связи, механизмы влияния гелиосферных факторов на околоземное космическое пространство и атмосферу Земли, эффекты космической погоды, ионосферное распространение радиоволн и радиофизические методы дистанционного зондирования, разработка новых методов и аппаратуры для диагностики и мониторинга окружающей среды и активного воздействия на нее, анализ и прогноз состояния климатической системы Земли.

В составе отдела физики околоземного космического пространства в 2014-2016 гг. в рамках проекта по гранту РФФИ № 14-37-00027 с 2014 по 2016 гг. действовала совместная научно-исследовательская лаборатория комплексного мониторинга ионосферы Арктической зоны ИСЗФ СО РАН и физического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (2014-2016 гг.). Научная специализация - физика магнитосферно-ионосферного и ионосферно-атмосферного взаимодействия при различной солнечной активности, разработка научно-



060000

технических основ и новых методов мониторинга ионосферных возмущений в Арктической зоне с территории Российской Федерации.

### 3. Научно-исследовательская инфраструктура

1. Уникальные установки:

- Иркутский радар некогерентного рассеяния (Рег. № 01-28).

2. Центр коллективного пользования «Солнечно-земная физики и контроль околоземного космического пространства» (ЦКП «Ангара») в составе:

1) Автоматизированный солнечный телескоп.

2) Астроизмерительный комплекс.

3) Комплекс цифровых ионозондов DPS-4.

4) Магнитометрический комплекс.

5) Многопозиционный ионозонд с линейной частотной модуляцией излучаемого сигнала (ЛЧМ-ионозонд).

6) Оптический комплекс.

7) Прибайкальская сеть приемников ГЛОНАСС/GPS.

8) Радиоспектрограф e-Callisto (программируемый гетеродинный приемник).

9) Саянский спектрографический комплекс космических лучей.

10) Сибирский солнечный радиотелескоп, уникальная научная установка рег. № 01-27.

11) Солнечный спектрополяриметр 2-24 ГГц.

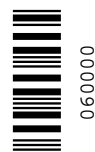
12) Солнечный телескоп оперативных прогнозов.

Результаты:

1. В 2013 г. в ИСЗФ СО РАН в результате экспериментального исследования с использованием наблюдений на Иркутском радаре некогерентного рассеяния проявления внутренних гравитационных волн в верхней атмосфере Земли на основе разработанных ранее метода определения трехмерной пространственно-временной структуры перемещающихся ионосферных возмущений и автоматического метода выделения волновых возмущений получена представительная статистика характеристик перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) с периодами 1-6 часов. Впервые на основе статистических данных о параметрах ПИВ получен среднемесячный суточный ход меридионального и зонального ветра в верхней атмосфере. Этот результат особенно важен тем, что в настоящее время существует очень мало способов определения зонального ветра на высотах термосферы. Параметры нейтрального ветра удовлетворительно согласуются как с данными модели NWM2007, так и с независимыми измерениями меридионального ветра Иркутским радаром ИР.

Публикации:

1. Медведев А.В., Ратовский К.Г., Толстикова М.В., Щербаков А.А., Алсаткин С.С. Статистическое исследование характеристик распространения перемещающихся ионо-



сферных возмущений по данным радиофизического комплекса ИСЗФ СО РАН // Солнечно-земная физика. – 2012. – Вып.20. – С. 85–91.

2. Medvedev A.V., Ratovsky K.G., Tolstikov M.V., Alsatkin S.S., Scherbakov A.A. Studying of the spatial-temporal structure of wavelike ionospheric disturbances on the base of Irkutsk incoherent scatter radar and Digisonde data // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. – 2013. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.jastp.2013.09.001>.

**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 данных геомагнитного поля (вариации геомагнитного поля по обсерваториям Иркутск (Патроны), Узуры, Монды, Норильск с временным разрешением от 40 гц до 1 мин., данные по МО "Иркутск" публикуются на сайте INTERMAGNET и ИСЗФ СО РАН, электронный файловый архив, отдел физики околоземного космического пространства, бумажный вариант существует с 1903 г., электронная база – с 1998 г., регулярное пополнение архива).

2. База данных дистанционного зондирования Земли из космоса (спутниковые данные (NOAA), изображения облачности, архив телеметрии расписание приёма спутникового комплекса Алиса, электронный файловый архив, MySQL, отдел физики околоземного космического пространства, создан в 1998 г., регулярное пополнение архива).

3. База данных спектрографа Андор (интенсивность излучения полосы ОН (6-2) и O2, электронный архив MySQL, отдел физики околоземного космического пространства, создан в 2008 г., регулярное пополнение архива).

4. База данных фотокамеры для исследования люминесцентного излучения неба (цветная камера ФИЛИН-1Ц, электронный файловый архив, отдел физики околоземного космического пространства, создан в 2009 г., регулярное пополнение архива).

5. База данных фотокамеры для исследования люминесцентного излучения неба (черно-белая камера ФИЛИН-1Ч, электронный файловый архив, отдел физики околоземного космического пространства, создан в 2009 г., регулярное пополнение архива).

6. База спутниковых данных (NOAA) (изображения облачности, архив телеметрии расписание приёма спутникового комплекса Алиса, спектрометр для атмосферных исследова-



дований, электронный файловый архив, отдел физики околоземного космического пространства, создан в 2012 г., регулярное пополнение архива).

7. Сервер отдела физики околоземного космического пространства (данные спектрометра для атмосферных исследований (САТИ-1М), электронный файловый архив, WEB-доступ, для внутреннего использования, реальное время, отдел физики околоземного космического пространства, создан в 2005 г., регулярное пополнение архива).

8. Сервер баз данных обсерватории радиофизической диагностики атмосферы (ОРДА) (данные дистанционного зондирования ионосферы, База данных некогерентного рассеивания. Данные Иркутского и Норильского дигизондов, результаты зондирования, Базы данных изображений ионограмм Иркутского и Норильского дигизондов, обработанные данные Иркутского и Норильского дигизондов, электронный файловый архив, WEB-доступ, отдельные базы для внутреннего и внешнего использования, отдел физики околоземного космического пространства, создан в 2000 г., регулярное пополнение архива).

9. Сервер баз данных BUG (данные прохождения радиоволн ДВ-СВ-КВ диапазона по данным сети пассивных приемников ИСЗФ в Байкальском регионе, файловый архив, для внутреннего использования, наполнение нерегулярное, отдел физики околоземного космического пространства, создан в 2010 г., регулярное пополнение архива).

10. Сервер баз данных BUG (База данных радара ЕКВ российского сегмента когерентных радаров, файловый архив для внутреннего использования, наполнение нерегулярное, отдел физики околоземного космического пространства, создан в 2013 г., регулярное пополнение архива).

11. Сервер баз данных SDRUS (База графиков обработанных данных радара ЕКВ российского сегмента когерентных радаров, архив изображений, WEB-интерфейс, отдел физики околоземного космического пространства, создан в 2013 г., регулярное пополнение архива).

12. Сервер отдела физики околоземного космического пространства (База результатов вертикального и наклонного зондирования ЛЧМ-ионозондов ИСЗФ СО РАН. Выборочные изображения в реальном времени, полные исходные и обработанные данные - для внутреннего использования, наполнение регулярное, выборочно - в режиме реального времени).

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

1. Байкальский регион является одним из наиболее сейсмически активных регионов, поэтому задачи мониторинга природных процессов стоят здесь наиболее остро. В рамках междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 11 «Литосфера-ионосферные взаимодействия в Байкальской рифтовой системе» в 2013-2014 гг. в ИСЗФ СО РАН организован непрерывный многопараметрический мониторинг геофизических полей, атмосферных и ионосферных процессов в Байкальском регионе на комплексе геофизических



инструментов, включающем более десяти разнообразных установок. В рамках проекта налажено тесное сотрудничество с ИЗК СО РАН, ИФМ СО РАН, ГИ СО РАН, благодаря которому получена новая важная информация о пространственно-временных характеристиках сейсмической активности в регионе и ее взаимосвязях с атмосферой, ионосферой, электромагнитным полем Земли. Полученные данные способствуют углублению знаний о литосферно-атмосферно-ионосферном взаимодействии и могут быть полезны при разработке систем оперативной диагностики и прогноза сейсмической активности, а также при решении проблем влияния естественных природных процессов и техногенной активности на состояние окружающей среды.

2. Уже более десяти лет (в том числе и в 2013-2015 гг.) в ИСЗФ СО РАН ведётся непрерывный мониторинг уровня аэрозоля в атмосфере и регистрация спутниковых изображений Байкальского региона в рамках международного проекта AERONET и в рамках проекта П.16.1.2. «Изучение динамических процессов в системе нейтральная атмосфера – ионосфера – магнитосфера Земли». Специализированный фотометр измеряет уровень прямой солнечной УФ радиации, по которому восстанавливаются количественные характеристики аэрозоля в атмосфере. На спутниковых снимках регистрируется состояние атмосферы в целом и состояние земного покрова, в частности для оперативной регистрации лесных пожаров. Данные фотометра в настоящий момент используются в международных программах по изучению изменения климата Земли AERONET и PEEH, полученные спутниковые снимки используются специалистами ФБУ «Авиалесоохрана».

3. В апреле 2015 года ИСЗФ СО РАН по согласованию с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Объединенная дирекция государственного природного заповедника «Байкало-Ленский» и Прибайкальского национального парка» разработал проект по созданию Байкальской обсерватории физики атмосферы и экологического мониторинга ИСЗФ СО РАН (БОФАЭМ). БОФАЭМ будет способствовать развитию заповедника и национального парка в области экологического мониторинга и организации познавательного туризма.

Экспериментальные установки БОФАЭМ, создаваемые в рамках НГК РАН, позволят проводить мониторинг всех экологических зон, выделенных на Байкальской природной территории а полученные данные могут быть использованы для оценки и прогноза экологической обстановки и опасных природных процессов в регионе:

- Мезосферно-стратосферно-тропосферный радар и радар некогерентного рассеяния (радар НР-МСТ) для исследования атмосферы в диапазоне высот 0-100 км и ионосферы на высотах 100-1000 км охватывает центральную экологическую зону, буферную экологическую зону и зону атмосферного влияния на оз. Байкал. Основные измеряемые характеристики атмосферы: состав, трехмерный профиль скорости ветра, параметры турбулентности атмосферы и др., которые могут быть использованы для расчета превышения нормативов предельно допустимых вредных воздействий.



- Мезосферно-стратосферный лидар (МС лидар) обеспечивает круглосуточный мониторинг основных термодинамических параметров безоблачной атмосферы (температура, скорость и направление ветра), а также содержание озона, паров воды, аэрозолей и примесей, в том числе от производственных объектов, оказывающих негативное воздействие на уникальную экологическую систему озера Байкал, в центральной экологической зоне от поверхности Земли до 100 км.

Специфика указанных установок обеспечит регулярный мониторинг приземных слоев атмосферы над промышленными центрами Иркутской области, расположенными в экологической зоне атмосферного влияния оз. Байкал, с точки зрения массового содержания взвешенных частиц (аэрозолей) и ряда загрязняющих газовых примесей (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>). При условии выполнения аттестационных процедур совместно с органами Министерства природных ресурсов и экологии РФ эти установки могут рассматриваться в качестве средств картирования указанных промышленных центров по источникам выбросов в атмосферу с оценкой их интенсивности. Отмеченное обстоятельство может делать НР-МСТ радар и МС лидар штатными средствами органов контроля и охраны окружающей среды.

Размещение БОФАЭМ вблизи территории национального парка позволит создать новый культурно-образовательный центр мирового уровня для проведения научных и эколого-просветительских мероприятий. Планируется организация широкого доступа к инструментам БОФАЭМ и пропаганда знаний, получаемых на них, среди школьников, туристов и местного населения. Реализация этих планов будет способствовать повышению образовательного уровня населения, привлекательности и известности региона для экологического и познавательного туризма.

## **8. Стратегическое развитие научной организации**

С 2008 г. Институт работает над проектом по созданию Национального гелиогеофизического комплекса Российской академии наук (НГК РАН). В 2014 г. создание НГК РАН было утверждено Постановлением Правительства РФ № 1504 от 26.12.2014 г. «Об осуществлении бюджетных инвестиций в проектирование и строительство объектов капитального строительства «Укрупненный инвестиционный проект «национальный гелиогеофизический комплекс Российской академии наук», 1 этап». НГК РАН включает крупные экспериментальные установки и комплексы инструментов с принципиально новыми возможностями измерений и экспериментов, которые позволят достигнуть мирового уровня в исследовании Солнца, Околосолнечного космического пространства, магнитосферы и атмосферы Земли и обеспечить стратегический задел на 25–30 лет. Партнерами в работе по НГК РАН являются: ГК РОСТЕХ, АО ЛЗОС, ООО ОКП АРС, АО НПФ МИКРАН, ЗАО «ЧЭАЗ», ОАО РТИ им. Минца, ИРЭ РАН, ИКИ РАН, САО РАН, ИКФИА, ИЗМИРАН, ИОА СО РАН, ИДГ РАН и др.



## **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**

В 2013-2015 гг. в рамках программ космических экспериментов (КЭ) на Российском сегменте МКС совместно с ФГУП ЦНИИмаш провели измерения параметров ионосферных неоднородностей, генерируемых при работе ЖРД ТГК «Прогресс» при проведении сеансов КЭ «Радар-Прогресс» (договора с ЦНИИмаш 2013- 2014 г. г.). Выполнен комплексный анализ результатов измерений параметров ионосферных неоднородностей, полученных при проведении сеансов КЭ «Радар-Прогресс» в 2010-2015 гг. (договор с ЦНИИмаш от 2015 г.).

### **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**

Общее количество зарубежных грантов и проектов за период 2013-2015 гг. – 11.

1. Связанные процессы суббури в магнитосфере и ионосфере Земли (РФФИ, № 12-05-91159-ГФЕН\_а, Китай, Школа наук о Земле и космосе Пекинского университета, 2012-2013 гг.). На основе анализа суббури 27.08.2001 методом ТИМ (техника инверсии наземных магнитограмм), разработанным в ИСЗФ СО РАН, 1) описан новый эмпирический сценарий начала взрывной фазы суббури; 2) показано, что в рассматриваемой суббуре с интервалом 2–3 мин наблюдались два последовательных главных внезапных начала ЕО1 и ЕО2 взрывной фазы суббури; 3) показано, что ЕО1 создается пересоединением в замкнутом магнитном хвосте Земли, а ЕО2 – в открытом.

2. Координированные солнечные, магнитные и сейсмоэлектромагнитные исследования в интересах мониторинга геофизической среды и космического пространства (проект СО РАН и АН Монголии, Монголия, Исследовательский Центр астрономии и геофизики МАН, 2011–2013 гг.). Проведенные исследования включали в себя совместные наблюдения солнечных активных областей, анализ материалов наблюдений полного солнечного затмения, синхронные магнитные измерения в обсерваториях Монголии и Восточной Сибири, их анализ и интерпретацию, изучение закономерностей электрических полей и токов возмущенной ионосферы и магнитосферы, исследование возможностей диагностики и краткосрочного прогноза усиления потоков высокоэнергичных протонов на геостационарной орбите путем анализа режима геомагнитных пульсаций и ультранизкочастотных волн



в солнечном ветре. Выполнялся также предварительный поиск отклика сейсмических событий в низкочастотном электромагнитном поле Земли.

3. Разработка новых методов исследования динамики ионосферы с использованием данных SuperDARN и ЛЧМ зондирования (РФФИ, № 12-05-92103-ЯФ\_а, Япония, Лаборатория солнечно-земной среды Университета Нагои, 2012-2013 гг.). В рамках работы разработан автоматизированный программный комплекс для определения характеристик крупномасштабных и среднемасштабных перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) и их возможных источников по данным ВНЗ на радарх SuperDARN, а также ВЗ и НЗ на российской сети ЛЧМ-ионозондов. Разработаны и реализованы программные алгоритмы анализа экспериментальных данных ВЗ, НЗ и ВНЗ с целью определения параметров наблюдаемых ПИВ. Создана уникальная база данных характеристик крупномасштабных и среднемасштабных ПИВ, позволяющая проводить дальнейшие исследования динамики ионосферы при различных гелиогеофизических условиях.

4. Атмосферно-ионосферное взаимодействие во время внезапных стратосферных потеплений (проект в рамках межакадемических Соглашений о научном сотрудничестве между РАН и АН Болгарии области фундаментальных космических исследований, Болгария, Национальный институт геофизики, геодезии и географии Болгарской академии наук, 2012–201 гг.). В рамках проекта впервые были обнаружены резкие долготные вариации параметров ионосферы над активными зонами стратосферных потеплений.

5. Особенности реакции ионосферы Восточно-Азиатского региона на геомагнитные возмущения (РФФИ, № 13-05-91159-ГФЕН\_а, Китай, Национальный центр космических исследований КАН, 2013-2014 гг.). 1) Проведены координированные наблюдения характеристик ионосферы северо-восточного региона Азии; 2) Выполнен морфологический анализ полученных экспериментальных данных и статистический анализ ионосферной возмущенности для средних, высоких и экваториальных широт восточно-азиатского долготного сектора в условиях различной солнечной активности; 3) Исследованы возмущения в ионосфере во время магнитных бурь разной интенсивности на основе данных сети ионозондов и приемников GPS, расположенных вблизи географического меридиана 120°E; 4) Выполнен сравнительный анализ регулярных свойств полярной, среднеширотной и экваториальной ионосферы на основе локальных эмпирических моделей; 5) Выполнена интерпретация результатов измерений в рамках теоретической модели ионосферы экваториальных широт.

6. Новые источники энергии возмущенной магнитосферы Земли и космической погоды (РФФИ, № 13-05-92219 Монг\_а, Монголия, Исследовательский Центр астрономии и геофизики МАН, 2013–2014 гг.). 1) По данным наземных магнитометров и спутниковых измерений параметров солнечного ветра вычислена энергия, накапливаемая и расходуемая в магнитосфере и ионосфере в ходе суббури 27 августа 2001 г. и супербури 20 ноября 2003 г.; 2) Изучены длиннопериодные геомагнитные пульсации, возбуждаемые фронтом внезапного начала сильной бури (Ssc) 14.07.2012 по данным наземных станций всего се-





верного полушария; 3) Изучено влияние учета геомагнитных вариаций на методику обработки геомагнитных данных. На примере магнитной съёмки вблизи г. Улан-Батор (Монголия) развита методика выделения аномального поля, связанного с тектонической структурой местности.

7. Многопозиционные радарные исследования ионосферных неоднородностей в средних и высоких широтах над евроазиатским регионом (проект СО РАН и НАН Украины № 14, Украина, Радиоастрономический институт Национальной академии наук Украины, 2013–2014 гг.). Получены первые результаты совместных российско-украинских экспериментов по наблюдению рассеяния пробных сигналов на магнитоориентированных ионосферных неоднородностях (МОИН) плазмы высокоширотной ионосферы. Разработаны рекомендации по требуемой модернизации программно-аппаратного обеспечения радаров SuperDARN, необходимой для реализации пассивной сети диагностики МОИН с использованием сети радаров SuperDARN в качестве источников зондирующих сигналов.

8. Совместные исследования геофизической среды по данным наблюдений на сети Монголии и Восточной Сибири (проект СО РАН и АН Монголии №13, Монголия, Исследовательский Центр астрономии и геофизики МАН, 2013–2014 гг.). Выполнялось целенаправленное исследование условий формирования магнитосферных возмущений в зависимости от воздействия солнечного ветра на конфигурацию высокоширотной области магнитосферы, в первую очередь геомагнитного хвоста и полярной шапки. Выявлено тесное соответствие между характером высотного профиля ионосферных параметров и структурой колебаний, возбуждаемых в так называемом ионосферном альвеновском резонаторе – плазменно-магнитной структуре, формирующейся между нижней и верхней границами ионосферы.

9. Исследование динамики среднеширотной ионосферы на основе радиозатменных измерений COSMIC/FORMOSAT-3, данных радара некогерентного рассеяния, ионозондов и магнитных измерений (РФФИ, № 14-05-92002-М\_2013, Тайвань, Национальный университет Чэн Кун, 2014-2016 гг.). Результаты: 1). Сравнение максимума электронной концентрации не выявило систематических расхождений между инструментами; 2). Сравнение электронного содержания в нижней части ионосферы выявило, что данные COSMIC/FORMOSAT-3 завышают данные радара в среднем на 0.2 TECU, что близко ранее полученным результатам; 3). Сравнение электронного содержания в верхней части ионосферы выявило, что данные COSMIC/FORMOSAT-3 завышают данные радара в среднем на 1 TECU, что близко ранее полученным результатам. Результаты, полученные для условий умеренной солнечной активности, показали: (1) систематическое расхождение между данными радара и спутника COSMIC/FORMOSAT-3 слабо зависит от уровня солнечной активности; (2) среднеквадратичное отклонение между данными инструментов возрастает с уровнем солнечной активности; (3) в отличие от условий низкой солнечной активности расхождение между инструментами в электронном содержании верхней части ионосферы меньше, чем расхождение данных COSMIC/FORMOSAT-3 и модели IRI.



10. Исследование оптических проявлений в средней и верхней атмосфере Земли, магнитосферно-атмосферных явлений при гелиогеофизических возмущениях на основе наземных и спутниковых наблюдений (проект в рамках межакадемических Соглашений о научном сотрудничестве между РАН и АН Болгарии области фундаментальных космических исследований (условное название – Атмос), Болгария, Институт космических исследований и технологии БАН, 2014-2015 гг.). Результаты: 1). Продолжались регулярные наблюдения собственного излучения верхней атмосферы Земли в основных эмиссионных линиях атомарного кислорода [OI] 557.7 и 630.0 нм, дуплета натрия [NaI] 589.0–589.6 нм с помощью патрульного спектрометра САТИ-1М с низким спектральным разрешением и интегрального излучения в R-G-B цветовых каналах с помощью цветной камеры ФИЛИН-1Ц; 2). Проведено исследование среднеширотных сияний по данным наблюдений в Геофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН. Выполнен анализ фотометрических и спектральных характеристик среднеширотных сияний, наблюдаемых в регионе Восточной Сибири, во время магнитных бурь 27 февраля 2014 и 17 марта 2015 г.; 3). Были продолжены исследования оптических эффектов падения Челябинского метеорита: исследовалось поведение собственного излучения верхней атмосферы в основных эмиссионных линиях атомарного кислорода [OI] 557.7 и 630 нм, дуплета натрия NaI 589.0–589.6 нм.

11. Электрические токи в магнитосфере и ионосфере и граница полярной шапки: сравнение результатов МГД-модели PPMRL и техники инверсии магнитограмм (РФФИ, № 14-05-91165 ГФЕН\_а, Китай, Национальный центр космических исследований КАН, 2014-2015 гг.). Результаты: 1). Получены новые результаты по явлению (эффекту) насыщения магнитосферы во время супербурь, состоящему в резком замедлении роста скорости переноса магнитного потока  $\Psi$  и потока электромагнитной энергии (потока Пойнтинга  $S$ ) в магнитосферу и ионосферу полярной шапки из солнечного ветра; 2). Изучено влияние южной компоненты ММП на положение дневной магнитопаузы. Показано, что глобальная модель дает эффект насыщения только для условий супербури, но не для устойчивых условий. Результаты качественно совпадают с гипотезой сжатия магнитосферы из-за уменьшения геомагнитного поля внутри магнитопаузы вследствие диффузионного проникновения южного ММП; 3) Проверка эмпирической модели показала, что она дает правильную зависимость  $\text{mp}(B_z)$  только для значений  $-20 \text{ нТл} < B_z < 20 \text{ нТл}$ . Из полученных в проекте результатов следует, что известный сайт NASA (<http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/>), использующий цитированную модель, дает неверные значения положения дневной магнитопаузы и головной ударной волны при больших значениях вертикальной компоненты ММП ( $|B_z| > 20 \text{ нТл}$ ).

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

Наиболее значимые результаты за период 2013-2015 гг.:

1. Экспериментальное исследования азимутальных характеристик ионосферных и сейсмических эффектов, связанных с падением метеорита «Челябинск», по данным когерентного радара, GPS и сейсмических сетей (Бернгардт О.И., Жеребцов Г.А, Первалова Н.П.). На основе данных сети GPS-приемников, когерентного радара декаметрового диапазона ЕКВ и сети сейсмических станций, расположенных вблизи траектории падения метеорита зарегистрирован процесс трансформации ударной акустической волны в собственные колебания атмосферы. Показано, что через 6–14 мин после взрыва болида GPS-сетью наблюдался волновой фронт перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) конической формы, что интерпретируется как баллистическая акустическая волна. Наблюдаемая скорость распространения типичных ПИВ составляла  $(661 \pm 256)$  м/с, что соответствует ожидаемой скорости акустической волны на высоте 240 км. Через 14 мин после взрыва болида на расстоянии 200 км наблюдалось появление и распространение ПИВ с кольцевым фронтом, что интерпретируется как гравитационная мода внутренних атмосферных волн. Оцененный центр сферической волны находился в точке с координатами  $54.90^\circ$  N;  $60.85^\circ$  E. Скорость распространения ПИВ была  $(337 \pm 89)$  м/с, что соответствует скорости распространения этих волн в подобных ситуациях. На радаре ЕКВ наблюдались ПИВ в секторе азимутальных углов, близких к перпендикуляру к траектории метеорита. Наблюдаемая скорость ПИВ (400 м/с) и азимутальные характеристики хорошо коррелируют с моделью баллистической волны, распространяющейся на высоте 120–140 км.

2. Проведен статистический анализ продолжительных рядов данных по ионосферному рассеянию, полученных на первом российском среднеширотном когерентном декаметровом радаре (ЕКВ) и разработан автоматизированный программный комплекс для определения характеристик крупномасштабных и среднемасштабных перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) и их возможных источников по данным ВНЗ на радарх SuperDARN (Бернгардт О.И., Ойнац А.В.). Появляемость ионосферного рассеяния, наблюдаемая на радаре ЕКВ, максимальна в 04MLT и на скорректированной геомагнитной широте  $\phi_S \approx 63$  градуса; - суточная вариация появляемости ионосферного рассеяния коррелирует с инвертированной суточной вариацией широты экваториальной границы конвективной зоны (определяемой по модели Weimer-2001). Разработаны и реализованы алгоритмы анализа экспериментальных данных ВНЗ с целью определения параметров наблюдаемых ПИВ. Создана уникальная база данных характеристик крупномасштабных и среднемас-



штабных ПИВ, позволяющая проводить дальнейшие исследования динамики ионосферы Азиатского региона России при различных гелиогеофизических условиях.

3. Разработка методов определения динамических характеристик ионосферной плазмы по данным Иркутского радара некогерентного рассеяния с учетом его индивидуальных конструктивных особенностей. (Медведев А.В., Кушнарев Д.С., Щербаков А.А.). С помощью автокорреляционной методики анализа фазы АКФ сигнала НР получена скорость дрейфа плазмы вдоль двух лучей зрения радара. На основе длинных рядов таких данных с помощью разработанной методики рассчитана скорость нейтрального меридионального ветра с учетом перпендикулярных магнитному полю движений плазмы как в зональном, так и в меридиональном направлениях. Показано, что возможный недоучет влияния таких движений плазмы, вызываемых воздействием электрических полей, потенциально может приводить к серьезным ошибкам в определяемой скорости нейтральных ветров.

Основные публикации по направлению № 12:

1. Bergardt O.I., Perevalova N.P., Dobrynina A.A., Kutelev K.A., Shestakov N.V., Bakhtiyarov V.F., Kusonsky O.A., Zagretidinov R.V., Zherebtsov G.A. Towards the azimuthal characteristics of ionospheric and seismic effects of "Chelyabinsk" meteorite fall according to the data from coherent radar, GPS and seismic networks // *J. Geophys. Res. Space Phys.* 2015. V. 120. DOI:10.1002/2015JA021549.

2. Perevalova N.P., Shestakov N.V., Voeykov S.V., Takahashi H., Guojie M. Ionospheric disturbances in the vicinity of the Chelyabinsk meteoroid explosive disruption as inferred from dense GPS observations // *Geophys. Res. Lett.* 2015. V. 42. P. 6535–6543. DOI:10.1002/2015GL064792.

3. Oleg I. Bergardt, Nina A. Zolotukhina, Alexey V. Oinats. Observations of field-aligned ionospheric irregularities during quiet and disturbed conditions with EKB radar: first results // *Earth, Planets and Space*, 2015. 67:143 doi: 10.1186/s40623-015-0302-3. 4. Oinats, A.V., V.I. Kurkin, and N. Nishitani, Statistical study of medium-scale traveling ionospheric disturbances using SuperDARN Hokkaido ground backscatter data for 2011 // *Earth Planets Space*, 67, 22, doi:10.1186/s40623-015-0192-4, 2015.

5. Chernigovskaya M.A., Shpynev B.G., Ratovsky K.G. Meteorological effects of ionospheric disturbances from vertical radio sounding data // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* (2015), pp. 235-243 DOI information: 10.1016/j.jastp.2015.07.006

6. Shcherbakov A.A., Medvedev A.V., Kushnarev D.S., Tolstikov M.V., Alsatkin S.S., Calculation of meridional neutral winds in the middle latitudes from the Irkutsk Incoherent Scatter Radar // *J. Geophys. Res. Space Phys.* 2015. V. 120. DOI: 10.1002/2015JA021678.

Направление 16. Современные проблемы астрономии, астрофизики и исследования космического пространства, в том числе происхождения, 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, раз-



витие методов и аппаратуры внеатмосферной астрономии и исследований космоса, координатно-временное обеспечение фундаментальных исследований и практических задач.

Наиболее значимые результаты за период 2013-2015 гг.:

1. Связанные волновые процессы в диапазоне УНЧ колебаний на Солнце, в межпланетной среде и в магнитосфере Земли (Потапов А.С., Мишин В.В., Леонович А.С. и др.). Получены результаты, подтверждающие важную роль ультранизкочастотных (УНЧ) колебаний в передаче волновой энергии от Солнца до магнитосферы Земли. Обнаружено, что колебания плазмы в атмосфере Солнца над корональными дырами коррелируют с колебаниями межпланетного магнитного поля на орбите Земли. Аналогичные УНЧ-колебания могут генерироваться на границе магнитосферы Земли – магнитопаузы – при ее взаимодействии с фронтами ударных волн, распространяющихся в солнечном ветре. Поток УНЧ-волн, проникая в магнитосферу способен передать значительный импульс ионам магнитосферной плазмы, в результате чего может сформироваться обратный (по отношению к обычному) конвекционный поток магнитосферной плазмы.

2. Установлено, что в периоды усиления стратосферной волновой активности в осенне-зимние периоды (с ноября по февраль) в 2008 -2010 гг. наблюдалось заметное повышение высокочастотной части изменчивости в максимуме электронной концентрации F2-слоя. (Черниговская М.А., Шпынев Б.Г., Ратовский К.Г.). Вариабельность среднеширотной и субполярной ионосферы Азиатского региона России в диапазоне периодов от 0,5 до 6 ч., выявленная по данным ионозондов, вызвана перемещающимися ионосферными возмущениями, связанными с распространением внутренних гравитационных волн снизу из атмосферы.

3. Экспериментальное подтверждение существования предсказанных теоретически альфвеновских волн с пространственно-зависимой поляризацией. (Леонович А.С., Климушкин Ю.Д., Магер П.Н.). В области генерации они представляют собой полоидальные стоячие альфвеновские волны, а в области поглощения, куда они прибегают из области генерации поперек магнитных оболочек, - тороидальные стоячие альфвеновские волны. В процессе такого перемещения стоячие альфвеновские волны постепенно трансформируются из полоидальных в тороидальные. До сих пор не удавалось зарегистрировать колебания с пространственно изменяющейся поляризацией. В представляемой работе впервые в наблюдениях обнаружены колебания такого типа. Они зарегистрированы при пересечении плазмопаузы спутником RBSP-A. Проведен подробный анализ их структуры, что позволило доказать идентичность зарегистрированных колебаний теоретически предсказанным модам поперечно-мелкомасштабных стоячих альфвеновских волн с пространственно-зависимой поляризацией.

Основные публикации по направлению № 16:

1. Potapov A.S., T.N. Polyushkina, V.A. Pulyaev, Observations of ULF waves in the solar corona and in the solar wind at the Earth's orbit, *J. Atmosph. Solar-Terrestrial Phys.* 102(2013), 235–242. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jastp.2013.06.001>.



2. Leonovich A.S., D.A. Kozlov, Magnetosonic resonances in the magnetospheric plasma, *Earth Planets and Space*, 65, 369–384, 2013.

3. Chernigovskaya M.A., Shpynev B.G., Ratovsky K.G. Meteorological effects of ionospheric disturbances from vertical radio sounding data // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* (2015), pp. 235-243 DOI information: 10.1016/j.jastp.2015.07.006.

4. Leonovich A.S., Klimushkin D.Yu., Mager P.N. «Experimental evidence for existence of monochromatic transverse small-scale standing Alfvén waves with spatially depending polarization », *J. Geophys. Res., Space Physics*, V. 120, pp. 5443–5454, doi:10.1002/2015JA021044, 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**

Наиболее значимые публикации (импакт-фактор журнала, DOI статьи):

1. Polyachenko E. V., Polyachenko V. L., Shukhman I. G. Equilibrium models of radially anisotropic spherical stellar systems with softened central potentials // *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 2013. V. 434. P. 3208-3217. – ИФ - 5.226 DOI: 10.1093/mnras/stt1236.

2. Polyachenko E.V., Shukhman I.G. On the nature of the radial orbit instability in spherically symmetric collisionless stellar systems // *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.* 2015. Vol.451, №1. P. 601-610. – ИФ - 5.107 DOI: 10.1093/mnras/stv844.

3. Perevalova N.P., Shestakov N.V., Voeykov S.V., Takanashi N., Guojie M. Ionospheric disturbances in the vicinity of the Chelyabinsk meteoroid explosive disruption as inferred from dense GPS observations // *Geophys. Res. Lett.* 2015. Vol.42, №16. P. 6535-6543. – ИФ - 4.196 DOI: 10.1002/2015GL064792.

4. Guglielmi A., Potapov A.S., Dovbnya B.V. Fine- minute solar oscillations and ion - cyclotron waves in the solar wind // *Sol. physics.* 2015. Vol.290, №10. P. 3023-3032. – ИФ - 4.039 DOI: 10.1007/s11207-015-0772-2.

5. Mager P., Klimushkin D., Kostarev D.V. Drift-compressional modes generated by inverted plasma distributions in the magnetosphere // *J. Geophys. Res.* 2013. Vol.118. P. 4915-4923. – ИФ - 3.44 DOI: 10.1002/jgra.50471.

6. Potapov A.S. ULF wave activity in high - speed streams of the solar wind: Impact on magnetosphere // *J. Geophys. Res.* 2013. Vol.118, № A10. P. 6465-6477. – ИФ - 3.44 DOI: 10.1002/2013JA0191197.

8. Shcherbakov A.A., Medvedev A.V., Kutelev K.A., Kushnarev D.S., Tolstikov M.V., Alsatkin S.S. Calculation of meridional neutral winds in the middle latitudes from the Irkutsk



incoherent scatter radar // J. Geophys. Res. 2015. Vol.120, №12. – ИФ - 3.426 DOI:10.1002/2015JA021678.

9. Bergardt O.I., Perevalova N.P., Kutelev K.A., Zherebtsov G.A., Dobrynina A.A., Shestakov N.V., Zagretdinov R.V., Bakhtiyarov V.F., Kusonski O.A. Towards the azimuthal characteristics of ionospheric and seismic effects of "Chelyabinsk" meteorite fall according to the data from coherent radar, GPS and seismic network // JGR.2015. Vol. 120 – ИФ - 3.426 DOI: 10.1002/2015JA021549.

10. Leonovich A.S., Kozlov D.A. Magnetosonic resonances in the magnetospheric plasma // Earth Planets Space. 2013. Vol.65, №5. P. 369-384. – ИФ - 3.056 DOI: 10.5047/eps.2012.07.002.

Наиболее значимые монографии и др. (ISBN, тираж):

1. Мордвинов В.И., Латышева И.В. Теория общей циркуляции атмосферы, изменчивость крупномасштабных движений: Монография. Иркутск, Изд-во ИГУ, 2013. 197с. ISBN 978-5-9624-0820-0. Тираж 70 экз.

2. Демьянов В.В., Ясюкевич Ю.В. Механизмы воздействия нерегулярных геофизических факторов на функционирование спутниковых радионавигационных систем: Монография. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014. 349 с. - (Солнечно-земная физика). ISBN 978-5-9624-1098-2. Тираж 100 экз.

3. Институт солнечно - земной физики СО РАН: создание и развитие. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2015. 610 с.: ил. – ISBN 978-5-7692-1418-9. Тираж 500 экз.

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

Общее количество грантов РФФИ, РНФ и др. – 46.

Наиболее значимые гранты и результаты по ним:

1. «Разработка новых методов исследования динамики ионосферы с использованием данных SuperDARN и ЛЧМ зондирования» (РФФИ, № 12-05-92103-ЯФ\_а, Япония, Лаборатория солнечно-земной среды Университета Нагои, 2012-2013 гг., 1200 тыс. руб.). В рамках работы разработан автоматизированный программный комплекс для определения характеристик крупномасштабных и среднемасштабных перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) и их возможных источников по данным ВНЗ на радарх SuperDARN, а также ВЗ и НЗ на российской сети ЛЧМ-иозондов. Разработаны и реализованы программные алгоритмы анализа экспериментальных данных ВЗ, НЗ и ВНЗ с целью определения параметров наблюдаемых ПИВ. Создана уникальная база данных характеристик крупномасштабных и среднемасштабных ПИВ, позволяющая проводить дальнейшие исследования динамики ионосферы при различных гелиогеофизических условиях.

2. «Особенности реакции ионосферы Восточно-Азиатского региона на геомагнитные возмущения» (РФФИ, № 13-05-91159-ГФЕН\_а, Китай, Национальный центр космических



исследований КАН, 2013-2014 гг., 1200 тыс. руб.). 1) Проведены координированные наблюдения характеристик ионосферы северо-восточного региона Азии. 2) Выполнен морфологический анализ полученных экспериментальных данных и статистический анализ ионосферной возмущенности для средних, высоких и экваториальных широт восточно-азиатского долготного сектора в условиях различной солнечной активности. 3) Исследованы возмущения в ионосфере во время магнитных бурь разной интенсивности на основе данных сети ионозондов и приемников GPS, расположенных вблизи географического меридиана 120E. 4). Выполнен сравнительный анализ регулярных свойств полярной, среднеширотной и экваториальной ионосферы на основе локальных эмпирических моделей. 5). Выполнена интерпретация результатов измерений в рамках теоретической модели ионосферы экваториальных широт.

3. «Новые источники энергии возмущенной магнитосферы Земли и космической погоды» (РФФИ, № 13-05-92219 Монг\_а, Монголия, Исследовательский Центр астрономии и геофизики МАН, 2013–2014 гг., 1150 тыс. руб.). 1) По данным наземных магнитометров и спутниковых измерений параметров солнечного ветра вычислена энергия, накапливаемая и расходуемая в магнитосфере и ионосфере в ходе суббури 27 августа 2001 и супербури 20.11. 2003. 2) Изучены длиннопериодные геомагнитные пульсации, возбуждаемые фронтом внезапного начала сильной бури (Ssc) 14.07.2012 по данным наземных станций всего северного полушария. 3) Изучено влияние учета геомагнитных вариаций на методику обработки геомагнитных данных. На примере магнитной съёмки вблизи г. Улан-Батор (Монголия) развита методика выделения аномального поля, связанного с тектонической структурой местности.

4. «Исследование динамики среднеширотной ионосферы на основе радиозатменных измерений COSMIC/FORMOSAT-3, данных радара некогерентного рассеяния, ионозондов и магнитных измерений» (РФФИ, № 14-05-92002-М\_2013, Тайвань, Национальный университет Чэн Кун, 2014-2016 гг., 1900 тыс. руб.). Результаты: 1) Сравнение максимума электронной концентрации не выявило систематических расхождений между инструментами. 2) Сравнение электронного содержания в нижней части ионосферы выявило, что данные COSMIC/FORMOSAT-3 завышают данные радара в среднем на 0.2 TECU, что близко ранее полученным результатам. 3) Сравнение электронного содержания в верхней части ионосферы выявило, что данные COSMIC/FORMOSAT-3 завышают данные радара в среднем на 1 TECU, что близко ранее полученным результатам. Результаты, полученные для условий умеренной солнечной активности, показали: (1) систематическое расхождение между данными радара и спутника COSMIC/FORMOSAT-3 слабо зависит от уровня солнечной активности; (2) среднеквадратичное отклонение между данными инструментов возрастает с уровнем солнечной активности; (3) в отличие от условий низкой солнечной активности расхождение между инструментами в электронном содержании верхней части ионосферы меньше, чем расхождение данных COSMIC/FORMOSAT-3 и модели IRI.





5. «Электрические токи в магнитосфере и ионосфере и граница полярной шапки: сравнение результатов МГД-модели PPMRL и техники инверсии магнитограмм» (РФФИ, № 14-05-91165 ГФЕН\_а, Китай, Национальный центр космических исследований КАН, 2014-2015 гг., 1200 тыс. руб.). Результаты: 1) Получены новые результаты по явлению (эффекту) насыщения магнитосферы во время супербури, состоящему в резком замедлении роста скорости переноса магнитного потока  $\Psi$  и потока электромагнитной энергии (потока Пойнтинга  $S$ ) в магнитосферу и ионосферу полярной шапки из солнечного ветра; 2) Изучено влияние южной компоненты ММП на положение дневной магнитопаузы. Показано, что глобальная модель дает эффект насыщения только для условий супербури, но не для устойчивых условий. Результаты качественно совпадают с гипотезой сжатия магнитосферы из-за уменьшения геомагнитного поля внутри магнитопаузы вследствие диффузионного проникновения южного ММП; 3) Проверка эмпирической модели показала, что она дает правильную зависимость  $\text{mp}(B_z)$  только для значений  $-20 \text{ нТл} < B_z < 20 \text{ нТл}$ . Из полученных в проекте результатов следует, что известный сайт NASA (<http://cdaweb.gsfc.nasa.gov/>), использующий цитированную модель, дает неверные значения положения дневной магнитопаузы и головной ударной волны при больших значениях вертикальной компоненты ММП ( $|B_z| > 20 \text{ нТл}$ ).

6. «Исследование особенностей динамического режима ионосферы над территорией Сибири с использованием навигационных систем GPS и ГЛОНАСС» (РФФИ, № 12-05-33032-мол\_а\_вед, 2012-2013 гг., 3350 тыс. руб.). В ходе выполнения проекта на полигонах ИСЗФ СО РАН размещены 7 постоянно действующих приемных пунктов сигналов GPS/ГЛОНАСС. Разработана методика, позволяющая исследовать многосуточные изменения интенсивности вариаций ПЭС, по данным измерений на одной станции GPS/ГЛОНАСС. Проведен анализ землетрясений различной интенсивности в сейсмоактивных регионах Земли. Выполнено исследование вариаций ПЭС в ионосфере, сопровождавших падение и взрыв Челябинского метеороида. Проведены уникальные эксперименты по исследованию динамического режима ионосферы во время работы 100-тонного сеймовибратора.

7. «Научный проект по проведению комплексной экспедиции по исследованию ионосферных возмущений в азиатском регионе России» (РФФИ, № 15-05-10110-к, 2015 г., 1000 тыс. руб.). Результаты: 1) Впервые проведена экспедиция по измерению трех компонент геомагнитного поля на западном побережье центральной части оз. Байкал (четыре пункта, 11 наблюдений). Проведены повторные абсолютные измерения в районе обсерватории «Торы» Тункинской долины (три пункта, 10 наблюдений); 2) Подтверждено наличие сильной магнитной аномалии в районе обс. «Торы». Магнитное склонение на расстоянии менее 3 км изменяется на  $2.5^\circ$ . В центральной и северной частях Тункинской долины значение склонения примерно соответствует склонению на обсерватории «Иркутск»  $-3^\circ$ , в то время как у южного края долины склонение  $-5.7^\circ$ ; 3) Установлено, что значения компонент магнитного поля на западном берегу оз. Байкал в целом соответствуют значениям,



полученным для о. Ольхон и центральной акватории оз. Байкал; 4) Впервые проведен анализ векового хода в Тункинской долине (р-он обс. Торы, 2010-2014 гг.). Изменения во всех трех компонентах магнитного поля и в Иркутске и в Торах идут в одном направлении: значения F и Z увеличиваются, H - уменьшаются, D - также уменьшается. При этом скорость изменения значений магнитного поля в Торах в среднем в 2 раза выше и эта скорость увеличивается; 5) Для определения границ магнитной аномалии центрального Байкала результаты экспедиций 2009, 2010, 2014 гг. представлены в виде профиля по оси Иркутск – Ольхон - Ушканьи о-ва. На профиле отчетливо прослеживается аномалия, но для более точного пространственного определения границ не хватает пунктов наблюдений. Используя архивные данные, приведенные к эпохе 1903г., построен аналогичный профиль. Согласно архивным данным граница магнитной аномалии по оси Иркутск-Ольхон-Ушканьи о-ва лежит около 52.6° с.ш.

8. «Разработка научно-технических основ мониторинга атмосферно-ионосферно-магнитосферного взаимодействия в Арктической зоне с территории Российской Федерации» (РНФ, № 14-37-00027, 2014-2016 гг., 75000 тыс. руб.). Результаты: 1) Осуществлено развитие теоретического описания волнового взаимодействия и структуры полей в системе магнитосфера-ионосфера, разработка методов диагностики ионосферных возмущений, обусловленных воздействием со стороны магнитосферы; 2) Проведено исследование морфологии и динамики ионосферных возмущений в Арктической зоне России, вызванных процессами, происходящими в нижележащих слоях средней атмосферы, разработка методов диагностики ключевых атмосферных характеристик по данным радиофизических и оптических инструментов; 3) Разработаны методики и технологии мониторинга состояния ионосферы Арктической зоны по данным комплекса наземных радиофизических, магнитометрических и оптических средств. Развита наземная средства мониторинга в Арктической зоне РФ и создана базы экспериментальных данных.

**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**

Общее количество проектов, реализованных в рамках федеральных целевых программ за период 2013-2015 гг. – 3.

1. «Проведение исследований верхней атмосферы в обсерватории радиофизической диагностики атмосферы с использованием УСУ «Иркутский радар некогерентного рассеяния», ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы», 2012-2013 гг., 1700 тыс. руб.

2. «Развитие современных технологий мониторинга ионосферы с использованием наземных и космических средств измерений», ФЦП «Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации на 2008-2015 годы», 2011-2013 гг., 32430 тыс. руб.

3. «Оперативная диагностика ионосферы с использованием действующих макетов когерентного КВ радара и однопозиционного (моностатического) ЛЧМ ионозонда; апробация полуэмпирической прогностической модели ионосферы», ФЦП «Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации на 2008-2015 годы», 2014-2015 гг., 12590 тыс. руб.

### **Внедренческий потенциал научной организации**

#### **18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований**

Институт имеет следующую технологическую инфраструктуру для прикладных исследований:

Конструкторский отдел и Экспериментальный цех.

Специализация технологической инфраструктуры – разработка конструкторской документации и изготовление экспериментальных образцов элементов, узлов, приборов и устройств для обеспечения НИОКР, проводимых в научных подразделениях Института; модернизация инструментов для выполнения научных исследований; техническое сопровождение оборудования экспериментальных баз Института, выполнение работ по заказам подразделений Института, юридических и физических лиц.

Конструкторский отдел:

Сектор разработки и конструирования оптико-механических и радиоэлектронных устройств, приборов, узлов;

Разработка конструкторской документации с использованием систем автоматизированного проектирования.

Служба нормативно-технической документации;

Участок макетирования приборов и узлов радиоэлектронной аппаратуры;



Экспериментальный цех:

Станочный парк содержит станки с ЧПУ и общезаводского назначения.

Прикладные результаты и разработки за 2013-2015 гг.:

- Аспирационный конденсатор для измерения проводимости атмосферного электричества (Аспиратор).

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

1. «Электрические свойства земной поверхности в КВ диапазоне» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2015613913 от 30 марта 2015 г., регистрационный номер РИД АААА-Г16-616071210012-3, регистрационный номер карты об использовании РИД АААА-Е17-716110310004-2, область применения – геофизика, радиосвязь; собственное использование).

2. «Автоматическая обработка и интерпретация ионограмм вертикального зондирования непрерывным ЛЧМ – сигналом» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2015614025 от 3 апреля 2015 г., регистрационный номер РИД АААА-Г16-616071210013-0, регистрационный номер карты об использовании РИД АААА-Е17-716110310003-6, область применения – геофизика, радиосвязь, радиолокация, контроль космического пространства; собственное использование).

3. «Автоматическая обработка и интерпретация ионограмм наклонного зондирования непрерывным ЛЧМ – сигналом» (свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2015614024 от 3 апреля 2015 г., регистрационный номер РИД АААА-Г16-616071210014-7, регистрационный номер карты об использовании РИД АААА-Е17-716110310002-8, область применения – геофизика, радиосвязь, радиолокация, контроль космического пространства; собственное использование).

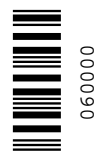
## **ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **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**

Таких документов нет.

**Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций**



060000

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

1. «Разработка модели пространственно-временных изменений параметров ионосферы» (договор с ОАО РТИ им. Минца от 2012 г., срок исполнения - 2013 г.).
2. «Разработка материалов эскизных проектов в части «Особенности среды распространения РЛ-сигналов» изделия 77Я6-ВП объект 5560» (договор с ОАО РТИ им. Минца от 2013 г., срок исполнения - 2013 г.).
3. «Проведение измерений параметров ионосферных неоднородностей, генерируемых при работе ЖРД ТГК «Прогресс» в 2013 году при проведении сеансов КЭ «Радар-Прогресс» (договор с ЦНИИмаш от 2013 г., срок исполнения - 2013 г.).
4. «Проведение измерений параметров ионосферных неоднородностей, генерируемых при работе ЖРД ТГК «Прогресс» в 2014 году при проведении сеансов КЭ «Радар-Прогресс» (договор с ЦНИИмаш от 2014 г., срок исполнения – 2014 г.).
5. «Разработка программно-алгоритмического обеспечения ионосферного канала» (договор с ОАО РТИ им. Минца от 2014 г., срок исполнения - 2014 г.).
6. «Комплексный анализ результатов измерений параметров ионосферных неоднородностей, полученных при проведении сеансов КЭ «Радар-Прогресс» в 2010-2015 гг.» (договор с ЦНИИмаш от 2015 г., срок исполнения - 2015 г.).
7. «Изготовление и поставка ЛЧМ ионозонда» (договор с ОАО «НТИ «Радиосвязь» от 2015 г., срок исполнения - 2015 г.).

**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**

1. Институт солнечно-земной физики СО РАН является ведущим в стране научным учреждением в области комплексных исследований Солнца и солнечной активности, физики околоземного космического пространства (ОКП), включая магнитосферу, ионосферу, верхнюю атмосферу, солнечно-земные связи.

Институт солнечно-земной физики СО РАН уникален по своей структуре. Он располагает сетью астрофизических и геофизических обсерваторий, представляющих собой единый пространственно-разнесенный инструмент. Восемь экспериментальных баз расположены от Заполярья до Монгольской границы. Уникален Институт и по своему долготному расположению, что важно для получения гелиогеофизических данных, контроля



космического пространства в центре Сибири. Пространственно-разнесенная структура вызвана спецификой получения планетарных знаний и требованием отсутствия помех и чистоты атмосферы.

В 2013-2015 гг. Институте получены фундаментальные результаты в исследовании солнечного магнетизма, процессов солнечной активности, магнитосферных возмущений, взаимодействия магнитосферы с солнечным ветром, ионосферного распространения радиоволн, дистанционной диагностики ионосферы и контроля космического пространства.

Создана сеть из трех солнечных телескопов оперативных прогнозов нового поколения для мониторинга крупномасштабных магнитных полей Солнца, как основы контроля и прогноза гелиогеофизической обстановки в околоземном космическом пространстве, которые установлены в Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН, Уссурийской астрофизической обсерватории ДВО РАН и Горной астрономической станции ГАО РАН.

В Саянской солнечной обсерватории введен в опытную эксплуатацию первый в России широкоугольный телескоп АЗТ-33 ВМ скоростного обзора неба с высокой проникающей способностью. С вводом АЗТ 33 ВМ завершено создание Астрокомплекса, состоящего из телескоп АЗТ 33 ИК, АЗТ 33 ВМ и технического корпуса. Астрокомплекс предназначен для решения фундаментальных проблем строения Вселенной, практических задач контроля околоземного космического пространства, информационного обеспечения функционирования группировок космических аппаратов, техногенного засорения космического пространства и задач астероидно-кометной опасности.

В Радиоастрофизической обсерватории Института введен в действие многочастотный радиогелиограф и начаты регулярные наблюдения.

В Байкальской астрофизической обсерватории разработана и введена в эксплуатацию автоматизированная система управления Большим солнечным вакуумным телескопом.

В рамках ФЦП «Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации на 2008-2015 годы» созданы и введены в действие цифровые спектрополяриметры диапазонов 2-24 ГГц и 4-8 ГГц, многоканальный радиометр диапазона 50-1000 МГц, предназначенные для наблюдений радиоспектра солнечных вспышек.

Введен в строй 1-й российский когерентный радар международной сети SuperDARN (обсерватория Арти, г. Екатеринбург).

Создан пространственно-разнесенный комплекс геофизических инструментов (когерентный ионосферный радар, сеть приемников GPS/ГЛОНАСС, инфразвуковая станция, оптические комплексы для измерения свечения верхней атмосферы, сеть магнитных станций, ионозонды), обеспечивающий мониторинг околоземного космического пространства, в том числе потенциально опасных явлений и объектов.



Разработан метод и создан программно-аппаратный комплекс для наблюдения дискретных космических радиоисточников в диапазоне 149-164 МГц с использованием Иркутского радара некогерентного рассеяния (ИРНР).

Созданы базы данных длительных рядов гелиогеофизических наблюдений, полученных на инструментах Института.

С целью обеспечения надежного функционирования космических аппаратов, контроля околоземного космического пространства, работы различных сложных систем связи, радиолокации и навигации в решении проблем техногенного засорения ближнего космоса, астероидной опасности и практической экологии совместно с РКК «Энергия» и ФГУП «ЦНИИМАШ» проведены серии космических экспериментов «Плазма-Прогресс» и «Радар-Прогресс» для исследования особенностей поведения параметров плазменного окружения транспортного грузового космического корабля и отражательных характеристик УКВ радиолокационных сигналов, возникающих при включении двигательных установок.

Во исполнение Постановления Правительства РФ (№ 1504 от 26.12.2014 г.) «Об осуществлении бюджетных инвестиций в проектирование и строительство объектов капитального строительства «Укрупнённый инвестиционный проект «Национальный гелиогеофизический комплекс Российской академии наук», 1 этап», в котором застройщиком (заказчиком) определен Институт, проводятся работы по реализации данного Мегапроекта по созданию Национального гелиогеофизического комплекса Российской академии наук.

В Институте уделяется большое внимание подготовке кадров высокой квалификации. Под председательством научного руководителя Института академика Г.А. Жеребцова в Институте действует диссертационный совет Д 003.034.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, утвержденный приказом Рособрнадзора Министерства образования и науки РФ № 2249-1351 от 2 ноября 2007 года.

В Институте долгие годы действуют две научные школы: по физике Солнца под руководством чл.-корр. РАН В.М. Григорьева и по физике ионосферы и распространению радиоволн под руководством академика Г.А. Жеребцова. Имеющие многолетнюю историю научные школы Института объединяют как молодых ученых, так и специалистов мирового уровня и регулярно становились и становятся победителями конкурса на право получения грантов Президента Российской Федерации по государственной поддержке ведущих научных школ. В 2014 г. по школе академика Г.А. Жеребцова был получен грант «Влияние солнечной активности на динамические процессы и долговременные тренды в нейтральной атмосфере, ионосфере и магнитосфере Земли» по конкурсу на право получения грантов Президента РФ для государственной поддержки ведущих научных школ.

Научные школы Института получают свое воплощение также в ежегодно с 1998 по 2007 гг. проводимой Международной Байкальской молодежной научной школе по фундаментальной физике, которая после 2007г. проводится раз в два года. Школа принимает до 200 участников. Лекции читают ведущие отечественные и зарубежные ученые. В рамках школы проводится конференция молодых ученых «Взаимодействие полей и излу-



чения с веществом». В 2013 и 2015 гг. в мероприятии участвовали студенты, аспиранты и молодые ученые из Китая (Beijing, Institute of Atmospheric Physics), Украины (Харьков, РИ НАНУ, ИИ НАНУ и МОНУ), Казахстана (Алматы, ДТОО Институт ионосферы), Москвы (МГУ, ИКИ РАН, МФТИ, ИЗМИРАН, ИДГ РАН, ИФЗ им. Шмидта, ИФА РАН, ОАО РТИ им. Минца), Санкт-Петербурга (РГГМУ, СПбГУ, ААНИИ), Нижнего Новгорода (ИПФ РАН, ННГУ им. Лобачевского), Казани (КФУ), Апатит (ПГИ КНЦ РАН), Калининграда (ЗО ИЗМИРАН, БФУ им. Канта), Томска (ИОА СО РАН, НИ ТГУ), Якутска (ИКФИА СО РАН, СВФУ), Паратунки (ИКИР ДВО РАН), Иркутска (ИСЗФ СО РАН, ИГУ, АО ИГУ, ИрГТУ, ИФ ИЛФ СО РАН, ИрГУПС), Новосибирска (ИЛФ СО РАН), Красноярска (СФУ), Братска (БрГТУ), Иркутска (ИСЗФ СО РАН, ИГУ, ИрГТУ, Иркутский филиал ФГБУН ИЛФ СО РАН).

Институт большое внимание уделяет развитию международного сотрудничества. С 2000 г. в Институте работает Объединенный Российско-Китайский научный центр по космической погоде (ОНЦ-КП), созданный в рамках Соглашения от 1999 г. о научном сотрудничестве между Китайской академией наук и Сибирским отделением РАН и Соглашения от 2000 г. о совместных исследованиях по солнечно-земной физике между Национальным центром космических исследований Китайской академии наук (НЦКИ КАН) и ИСЗФ СО РАН. Нашими партнерами с китайской стороны являются НЦКИ КАН, Национальные астрономические обсерватории Китая, Институт геологии и геофизики КАН, Пекинский университет, Юннаньская астрономическая обсерватория. Результаты научного сотрудничества регулярно освещаются на российско-китайских рабочих совещаниях по космической погоде, которые поочередно проводятся российской и китайской стороной. К 2017 г. проведено 13 совещаний. За годы работы Центра было получено много важных результатов по изучению физических процессов, происходящих на Солнце и в ОКП. Было выполнено более 40 совместных научных проектов и опубликовано более 200 научных работ, вышло в свет две коллективных монографии. В 2016 г. начаты первые совместные экспериментальные исследования ОКП в рамках международного проекта International Space Weather Meridian Circle Program. Основателем Центра с российской стороны является первый со-директор ОНЦ-КП академик Г.А. Жеребцов. За большие заслуги в международном научно-техническом сотрудничестве академик Г.А. Жеребцов в 2012 г. был награжден Золотой медалью Китайской академии наук, в 2013 г. - Премией Национального управления Китайской народной республики в области науки и техники, а в 2015 г. председатель КНР Си Цзиньпин вручил академику Г.А. Жеребцову Орден Дружбы Китайской народной республики.

Институт уделяет большое внимание проведению как международных, так и всероссийских научных мероприятий. В период 2013-2015 гг. были проведены такие мероприятия как:

1) Всероссийская конференция по солнечно-земной физике, посвященная 100-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН В.Е. Степанова.





2) XXIV Всероссийская научная конференция «Распространение радиоволн», посвященная 100-летию со дня рождения профессора В.М. Полякова

3) Российско-Британское космическое научное кафе «Солнечные вспышки: предполагаемые последствия для нашей планеты».

4) Международная конференция по программе «Международная жизнь со звездой» (ILWS-2013).

5) Четвёртое международное рабочее совещание «MHD Waves in Space Plasma: Theory, Methods and Observations» (RadioSun-4) и в рамках совещания была проведена Летняя школа для аспирантов и молодых ученых.

В рамках подготовки научных кадров и проведения совместных научных исследований Институт тесно сотрудничает с вузами: Иркутский государственный университет, Иркутский государственный технический университет, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Московский физико-технический институт (государственный университет), Бурятский государственный университет, Иркутский институт железнодорожного транспорта, Иркутский педагогический университет, Иркутский филиал Института гражданской авиации, Поволжский государственный технологический университет и др.

Созданы три совместные структуры с вузами Иркутска:

1) Базовая кафедра радиоэлектроники и телекоммуникационных систем (ИСЗФ СО РАН и ФГБОУ ВПО Иркутский государственный технический университет, соглашение о сотрудничестве от 20 июля 2010 г., договор о сотрудничестве от 22 ноября 2011 г.);

2) Совместная научно-исследовательская лаборатория «Плазменная радиофизика» (ИСЗФ СО РАН и ФГБОУ ВПО Иркутский государственный технический университет, соглашение о сотрудничестве от 20 июля 2010 г., договор о сотрудничестве от 30 ноября 2011 г.);

3) Базовая кафедра ИСЗФ СО РАН – кафедра общей и космической физики ФГБОУ ВПО Иркутский государственный университет (Приказ по ФГБОУ ВПО ИГУ № 88 от 02.05.2012 г., протокол Ученого совета ФГБОУ ВПО ИГУ № 10 от 27.04.2012 г.).

Активно используется инструментальная база Института. В обсерваториях Института ежегодно проходят практику студенты ИГУ, ИрГТУ, БГУ, проводится популяризаторская деятельность.

В 2008 г. в Институте создан Научно-образовательный центр (НОЦ) ИСЗФ СО РАН. Основной задачей НОЦ является организация преподавательской и научно-популярной деятельности сотрудников Института с целью привлечения в Институт молодых перспективных научных кадров. Научные сотрудники Института привлекаются к работе в НОЦ для ведения учебных курсов, чтения научных и научно-популярных лекций, руководства учебной и производственной практикой студентов, руководства научной работой школьников, проведения экскурсий.



Научно-образовательный центр в своей работе тесно сотрудничает с Советом научной молодежи (СНМ) Института. Так, с 2011 г. НОЦ и СНМ ежегодно проводят региональную конференцию школьников «Человек и космос». Конференция проводится с целью развития у школьников интереса к астрономии и исследованиям космического пространства, формирования стремления заниматься исследовательской работой, ознакомления учащихся и педагогов с новейшими результатами исследований в данных областях науки. Проведение конференции поддержано Министерством образования Иркутской области и Иркутским государственным университетом (физический факультет ИГУ). В период с 2013 по 2015 гг. проведены три конференции, в которых принимали ежегодно участие более 40 школьников из 30 школ Иркутской области.

Руководство Института придает большое значение научно-просветительской работе с населением. В 2010 г. в Институте был открыт музей, в котором представлена экспозиция становления и развития Института и научных исследований. В музее проводятся экскурсии и выставки для школьников, студентов и населения. В обсерваториях Института также проводятся экскурсии. В 2013-2015 гг. для школьников и населения было проведено несколько десятков экскурсий в Байкальской астрофизической обсерватории (п. Листвянка), Саянской солнечной обсерватории (п. Монды), Радиоастрофизической обсерватории (ур. Бадары).

Институт уделяет большое внимание изданию научных трудов сотрудников. С 1963 г. Институт издавал сборник научных трудов «Солнечно-земная физика». С января 2015 г. Институт издает научный журнал «Солнечно-земная физика» в продолжение одноименного сборника научных трудов. В настоящее время вышли в свет 8 номеров журнала. Журнал вошел в международную реферативную базу данных Astrophysics Data System и в Перечень ВАК. Соучредителем журнала является Сибирское отделение Российской академии наук.

2. Дополнительные сведения к перечню наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год:

Тема: «Исследование и экспериментальная отработка методов и алгоритмов интерактивного взаимодействия радиолокационных и оптических информационных средств в интересах повышения точности и информативности получаемой информации для систем наблюдения и сопровождения космических объектов» (ГК № 1072/ЗК/2012/ДРГЗ от 16.08.2012г. с МО РФ, объем финансирования – 39900 тыс. руб.).

3. Дополнительные сведения по грантам и стипендиям:

1). «Влияние солнечной активности на динамические процессы и долговременные тренды в нейтральной атмосфере, ионосфере и магнитосфере Земли» (Грант конкурса на право получения грантов Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых и средств поддержки ведущих научных школ Российской Федерации, рук. - Жеребцов Г.А., Конкурс НШ-2014), НШ-2942.2014.5, 2014-



2015, 620.097 тыс. руб.). Проведено исследование процессов динамического воздействия тропосферы, стратосферы и мезосферы на ионосферу Земли в условиях гелиогеофизических возмущений различной природы. Проанализированы длинные ряды данных о параметрах атмосферы и ионосферы, полученных при разных уровнях солнечной активности. Проведен мониторинг и диагностика ионосферы, нейтральной атмосферы и магнитосферы Азиатского региона России с использованием комплекса уникальных наземных инструментов и спутниковых методов зондирования, пополнены длинные ряды данных. Проведено исследование физических процессов динамики ионосферы в периоды геомагнитных возмущений на основе данных наблюдений и теоретического моделирования. Разработаны и апробированы новые методики получения и анализа экспериментальных данных о параметрах нейтральной атмосферы и ионосферы.

2). «Исследование регулярной и нерегулярной структуры ионосферы в Сибирском регионе с использованием данных навигационных систем ГЛОНАСС и GPS» (Грант конкурса Президента Российской Федерации государственной поддержки молодых российских ученых, рук. – Ясюкевич Ю.В., договор от 04.02.2013 г. №14.122.13.3771-МК, 2013-2014, 1200 тыс. руб.). Проведен анализ динамики глобального электронного содержания (ГЭС) во время сильных магнитных бурь. Установлено, что во время бурь сначала имеет место резкое увеличение ГЭС, затем резкий спад, который может составлять до 30% от общего уровня ионизации. Далее в ряде случаев наблюдалось восстановление до невозмущенного уровня, а в ряде случаев ГЭС оставалось на пониженном уровне.

Выявлено, что во время сильных магнитных бурь происходит увеличение регистрируемых сбоев сопровождения фазы навигационного сигнала и сбоев полного электронного содержания (ПЭС). Область значительного усиления сбоев ПЭС соответствует границе аврорального овала и смещается вслед за этой областью.

Предложено использование данных спутников SBAS для исследования нерегулярной динамики ионосферы в Сибирском регионе.

#### 4. Стипендии Президента Российской Федерации:

2012-2014 гг.:

Едемский Илья Константинович. Тема – «Исследование генерации солнечным терминатором волновых возмущений в ионосфере с использованием сигналов навигационных систем».

2013-2015 гг.:

Ишин Артем Борисович. Тема – «Исследование влияния различных факторов космической погоды на распространение и прием сигналов систем ГЛОНАСС и GPS».

2015-2017 гг.:



Ясюкевич Юрий Владимирович. Тема – «Исследование мелкомасштабных ионосферных неоднородностей и их влияния на функционирование глобальных навигационных спутниковых систем».

ФИО руководителя Олеинской С. В.



Подпись Ю. В. Ясюкевич

Дата 19.05.2014

