

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

(ИСЗФ СО РАН)

**Отчет по основной референтной группе 5 Исследования космоса, астрофизика и
астрономия**

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

1. Отдел физики Солнца. Научная специализация – физика Солнца: активность; эволюция, структура солнечных магнитных полей и корональной плазмы; гелиосейсмология; мониторинг активных процессов; разработка новых методов и аппаратуры; проблемы астероидно-кометной опасности и экологии космоса.

2. Отдел радиоастрофизики. Научная специализация – физика Солнца и радиоастрофизика: активность; эволюция, структуры солнечных магнитных полей и корональной плазмы; гелиосейсмология; радиоизлучение и методы диагностики корональной плазмы; мониторинг активных процессов; разработка новых методов и аппаратуры.

3. 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 аппара-



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

3. Научно-исследовательская инфраструктура

1. Уникальные установки:

- Сибирский солнечный радиотелескоп (Рег. № 01-27).
- Иркутский радар некогерентного рассеяния (Рег. № 01-28).
- Большой солнечный вакуумный телескоп (Рег. № 01-29).

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 области астрофизического приборостроения в 2013 и 2015 гг. в обсерваториях отдела физики Солнца были введены в действие новые телескопы. В 2013 г. в Байкальской астрофизической обсерватории введен в эксплуатацию Солнечный телескоп оперативных прогнозов нового поколения, впоследствии тиражированный для установки в Уссурийской астрофизической обсерватории (УАФО) ДВО РАН и в Кисловодской горной астрономической станции Главной астрономической обсерватории РАН (ГАС ГАО РАН). В совокупности с наблюдениями на телескопе СТОП Саянской солнечной обсерватории (СТОП



ССО) выполнены исследования крупномасштабных магнитных полей (КМП) Солнца в период переполюсовки глобального магнитного поля (2013-2015 гг.), а также исследованы особенности проявлений в наблюдениях КМП мелкомасштабных магнитных элементов с килогауссовой напряженностью.

Публикации:

1. Пещеров В.С., Григорьев В.М., Свидский П.М., Бевзрв А.Н., Будников К.И., Власов С.В., Зотов А.А., Котов В.Н., Китов А.К, Лубков А.А., Лылов С.А., Перебейнос С.В. Солнечный телескоп оперативных прогнозов нового поколения // Автотриетрия. 2013. Т. 49. №.6. с.62-69.

2. Tlatov, A.G., Dormidontov, D.V., Kirpichev, R.V., Pashenko, M.P., Shramko, A.D., Peshcherov, V.S., Grigoryev, V.M., Demidov, M.L., Svidskii, P.M. Study of Some Characteristics of Large-Scale Solar Magnetic Fields during the Global Field Polarity Reversal according to Observations at the Telescope-Magnetograph Kislovodsk Observatory // Geomagnetism and Aeronomy/ 2015. V.55. N.7.P.969-975.

3. Demidov, M.L. Veretsky, R.M., Kiselev, A.V. On the Peculiarities of Manifestation of kG Magnetic Elements in Observations of the Sun with Low Spatial Resolution // "Polarimetry: From the Sun to Stars ans Stellar Environments", Proceedings of the IAU Symposium 305, 30.11-05.12. 2014. Costa Rica. P. 86-91.

В 2015 г. в Саянской солнечной обсерватории введен в опытную эксплуатацию уникальный астрономический инструмент - первый в России широкоугольный телескоп АЗТ-33ВМ скоростного обзора неба с высокой проникающей способностью (Григорьев В.М., Еселевич М.В., Тергоев В.И. и др.). Создание телескопа АЗТ-33ВМ явилось результатом успешной кооперации Сибирского отделения РАН (СО РАН) и Роскосмоса, а также ряда предприятий отечественной промышленности и научных учреждений (АО ЛОМО, АО ЛЗОС, ЦНИИмаш, САО РАН и др). 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.

Публикации:

Еселевич М.В., Караваев Ю.С., Коробцев И.В., Тергоев В.И., Цуккер Т.Г., Широугольный телескоп АЗТ-33ВМ, Материалы научно-практической конференции «Научное приборостроение – современное состояние и перспективы развития», 15-16 ноября 2016 г., Москва, с. 272-274.

2. В отделе радиоастрофизики в 2015 г. с использованием наблюдений на Сибирском солнечном радиотелескопе получены новые результаты в области теории и наблюдений волновых и колебательных процессов в солнечной атмосфере:



1) Идентифицированы как кинк-мода незатухающие поперечные колебания высоких петель, видимые в ультрафиолетовых линиях;

2) Показана возможность инициации и модуляции вспышечных процессов волнами, распространяющимися из тени пятен по магнитным петлям во вспышечную область.

3) Определены характерные особенности колебаний микроволнового гиротронного излучения, сопутствующие возбуждению сосисочных мод во вспышечных петлях;

4) Определено влияние эффектов диссипации, давления плазмы, гравитационной стратификации и переменного радиуса магнитных трубок на частоты отсечки продольных магнитозвуковых волн;

5) Показана перспективность использования методов корональной сейсмологии для диагностики параметров плазмы в атмосфере Солнца.

Публикации:

1. Anfinogentov, S.A., Nakariakov, V.M., Nisticò, G. Decayless low-amplitude kink oscillations: a common phenomenon in the solar corona? *Astronomy & Astrophysics*, 583, A136, 2015.

2. Sych, R., Karlický, M., Altyntsev, A., Dudík, J., Kashapova, L., Sunspot waves and flare energy release, *Astronomy & Astrophysics*, 577, A43, 2015.

3. Сыч, Р., Волны и колебания в атмосфере солнечных пятен: обзор, *Солнечно-земная физика*, 1, 3, 2015.

4. Afanasyev, A.N., Nakariakov, V.M., Cut-off period for slow magnetoacoustic waves in coronal plasma structures, *Astronomy & Astrophysics*, 582, A57, 2015.

5. Afanasyev, A.N., Nakariakov, V.M., Nonlinear slow magnetoacoustic waves in coronal plasma structures, *Astronomy & Astrophysics*, 573, A32, 2015.

6. Deres, A.S., Anfinogentov, S.A., Measurement of the formation heights of UV and EUV emission above sunspot umbrae from observations of three-minute oscillation, *Astronomy Reports*, 59, 959, 2015.

7. Kuznetsov, A.A., Van Doorselaere, T., Reznikova, V.E., Simulations of Gyrosynchrotron Microwave Emission from an Oscillating 3D Magnetic Loop, *Solar Physics*, 290, 1173, 2015.

8. Reznikova, V.E., Van Doorselaere, T., Kuznetsov, A.A., Perturbations of gyrosynchrotron emission polarization from solar flares by sausage modes: forward modeling, *Astronomy & Astrophysics*, 575, A47, 2015.

3. В отделе физики околоземного космического пространства в 2013 г. на Иркутском радаре некогерентного рассеяния в результате экспериментального исследования с использованием наблюдений 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 HWM2007, 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 ионосферных 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

Базы и архивы данных:

1. Сервер анализа и обработки данных ССРТ в реальном времени и их представления в сети Интернет (обработанные изображения Солнца, получаемые на Сибирском солнечном радиотелескопе 5.7 ГГц (Параметры Стокса I и V), дополненные восстановленными силовыми линиями магнитного поля, электронный файловый архив, отдел радиоастрофизики, создан в 2010 г., оперативный доступ к данным Сибирского солнечного радиотелескопа через WEB-интерфейс, регулярное пополнение архива).

2. База данных векторных магнитограмм спутника HINODE с устранённой 180-неопределённостью (векторные магнитограммы Hinode SOT/SP с устранённой 180-неопределённостью полного вектора магнитного поля, электронный файловый архив, отдел радиоастрофизики, создана в 2012 г., регулярное пополнение архива).

3. Сервер оперативных данных ССРТ (Обработанные данные ССРТ (Параметры Стокса I и V) полученные за последнюю неделю наблюдений, данные прототипа много-



волнового радиогелиографа, спектрометра 4-8 ГГц, спектрополяриметра 2-24 ГГц, электронный файловый архив, отдел радиоастрофизики, создан в 2001 г., оперативный доступ к данным Сибирского солнечного радиотелескопа через WEB-интерфейс, регулярное пополнение архива).

4. База данных карт колеблющихся областей на Солнце (ежедневные карты колеблющихся областей по данным SDO/AIA, построенные с помощью метода поточечной вейвлет-фильтрации, электронный файловый архив, отдел радиоастрофизики, создана в 2011 г., пополнение архива в автоматическом режиме).

5. Сервер хранения данных ССРТ (радиоизлучение Солнца, солнечная активность, радиоинтерферометры, солнечные магнитные поля, электронный файловый архив, отдел радиоастрофизики, создан в 2011 г., хранение и доступ к данным ССРТ только из локальной сети Института, регулярное пополнение архива).

6. Сервер хранения данных станций КЛ ИСЗФ СО РАН и их обработки в реальном времени (интенсивность нейтронной компоненты космических лучей, регистрируемая на станциях КЛ ИСЗФ СО РАН и атмосферное давление на станциях КЛ, разрешение от 1-й минуты, электронный файловый архив, отдел физики Солнца, создан в 2001 г., оперативный доступ к данным станций КЛ ИСЗФ СО РАН через WEB-интерфейс, регулярное пополнение архива в автоматическом режиме).

7. 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).

8. 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).

9. 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).

10. 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).

11. 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).

12. 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).

13. 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).

14. 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).

15. 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).

16. 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).

17. 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).

18. 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 «Литосферно-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 (SO₂, NO₂). 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

1. 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 гг.). 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.).

2. В 2013-2015 гг. проводились исследования в рамках 7-й Европейской рамочной программы международного обмена сотрудников научных учреждений (Marie Curie Actions-International Research Exchange Scheme (IRSES), № FP7-IRSES-295272-RADIOSUN, Великобритания, Чехия, Польша, Китай, Университет Уорика, Университет Глазго, Университет Марии Кюри-Склодовски, Астрономический институт АН ЧР, ЦАО Пулковско РАН, Национальные астрономические обсерватории КАН, 2012–2016 гг.). Результаты: 1) На основе анализа динамики 3-минутных волн, идущих от солнечного пятна, обнаружена корреляция между усилением мощности колебаний и инициацией солнечной вспышки в области, связанной с пятном магнитным каналом. 2) Сделан обзор проведенных в последнее время экспериментальных и теоретических исследований источников колебаний и волн в атмосфере солнечных пятен. 3) Сделана оценка высоты формирования над пятном спектральных полос 1700, 1600, 304, 171 и 193 Å на основе анализа 3-минутных колебаний, наблюдавшихся телескопом AIA/SDO. 4) Получено волновое уравнение для медленных магнитозвуковых волн в магнитоплазменной трубке, которое приведено к виду уравнения Клена–Гордона с переменными коэффициентами, описывающего эффект отсечки волн в солнечной короне. 5) Получено эволюционное уравнение типа уравнения Бюргерса для медленных магнитозвуковых волн в нестратифицированных магнитоплазменных трубках. 6) Проведено изучение корреляции между параметрами микроволновых всплесков, наблюдавшихся на 35 ГГц, и протонными солнечными событиями. 7) Предложен новый сценарий эруптивной вспышки, выброса корональной массы и эволюции ударной волны на основе многоволновых наблюдений двух событий с выбросом волокна (24 февраля и 11 мая 2011 г.). 8) Проведено исследование проявления «сосисочной» моды МГД-колебаний в giro-синхротронном радиоизлучении вспышечной петли с помощью моделирования на примере полукруглой магнитной петли.



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. – 16.

1. «Исследования нетепловых процессов, связанных с солнечными вспышками на основе радионаблюдений» (РФФИ, № 12-02-91161-ГФЕН_а, Китай, Национальные астрономические обсерватории Китая, 2012-2013). Проведены совместные исследования тонкой структуры микроволнового излучения Солнца по данным ССРТ и китайских спектрографов. Получен уникальный материал, показавший тесную связь распространяющихся волн с пятен и инициацией вспышек в близлежащих областях.

2. «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). 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.

3. «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). 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.

4. «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). 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.

5. «Модели солнечного и звездного динамо» (РФФИ, № РФФИ 12-02-92691_ИНД-а, Индия, Кафедра физики Индийского института естественных наук, 2012–2013). Развита модель динамо с учетом флуктуаций альфа-эффекта генерации магнитного поля во времени и пространстве.

6. «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, 2012–2014). В рамках проекта впервые были обнаружены резкие долготные вариации параметров ионосферы над активными зонами стратосферных потеплений.

7. «Особенности реакции ионосферы Восточно-Азиатского региона на геомагнитные возмущения» (РФФИ, № 13-05-91159-ГФЕН_а, Китай, Национальный центр космических исследований КАН, 2013-2014). 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 иозондов 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.

8. «Новые источники энергии возмущенной магнитосферы Земли и космической погоды» (РФФИ, № 13-05-92219 Монг_а, Монголия, Исследовательский Центр астрономии и геофизики МАН, 2013–2014). 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 геомаг-



нитных данных. На примере магнитной съёмки вблизи г. Улан-Батор (Монголия) развита методика выделения аномального поля, связанного с тектонической структурой местности.

9. «Накопление, выделение и перенос энергии в солнечных вспышках» (РФФИ, № 13-02-90472 Укр_ф_а, Украина, НИИ КраО Киевского национального университета им. Т. Шевченко, 2013–2014). Исследованы закономерности изменения характеристик вспыхивающего излучения активной области NOAA 0069 в период с 14 по 24 августа 2002. Прибором СОНГ, установленным на борту Российской солнечной обсерватории КОРОНАС-Ф, зарегистрировано жесткое рентгеновское и гамма-излучение во время девяти из тридцати вспышек класса выше C5, произошедших в данной активной области. Проведено совместное исследование солнечной вспышки класса X6.9, произошедшей 9 августа 2011 года. Использование данных микроволновых и рентгеновских наблюдений выявило существование в данном событии высокотемпературного источника (Т больше 30 МК), что раскрывает новые диагностические возможности спектральных наблюдений хромосферы.

10. «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). 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.

11. «Комплексы активности в период максимума солнечного цикла» (проект СО РАН и АН Монголии № 2, Монголия, Исследовательский Центр астрономии и геофизики МАН, 2013–2014). В Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН и обсерватории Хурэл Тогоот в Улан-Баторе были проведены координированные наблюдения, получены фильтрограммы в линии Н-альфа всего диска Солнца и его активных областей. Определены характеристики комплексов активности в текущем цикле, составлен их общий каталог.

12. «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). 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.



13. «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). 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: (а) систематическое расхождение между данными радара и спутника COSMIC/FORMOSAT-3 слабо зависит от уровня солнечной активности; (б) среднеквадратичное отклонение между данными инструментов возрастает с уровнем солнечной активности; (в) 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.

14. «Многоволновая диагностика динамических процессов на Солнце с использованием новых радиоастрономических инструментов» (РФФИ, № 14-02-91157-М, Китай, Национальные астрономические обсерватории КАН, 2014-2015). Результаты: 1). Продолжена модернизация Сибирского Солнечного Радиотелескопа. Были установлены широкополосные антенны нового многоволнового радиогелиографа и соответствующее приемное оборудование. Разработана и протестирована система коррекции наведения антенн. Получены изображения солнечных вспышек с помощью многоволнового радиогелиографа; 2). Проведено моделирование гиротронного микроволнового излучения осциллирующих магнитных петель в солнечной короне; впервые использована трехмерная модель МГД-волн (типа сосисочных мод); 3). Проведено моделирование радиоизлучения магнитных жгутов и волокон в солнечной короне; 4). На основании наблюдений в микроволновом и ультрафиолетовом излучении обнаружена связь между усилением волновой активности в солнечных пятнах и возникновением вспышек; 5) На основе многоволновых данных (микроволновое, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, магнитограммы) были исследованы особенности ряда солнечных вспышек. Построены качественные сценарии вспышек, получены оценки различных физических параметров в источниках излучения.

15. «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). 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.

16. «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). Результаты: 1). Получены новые результаты по явлению (эффекту) насыщения магнитосферы во время супербурь, состоящему в резком замедлении роста скорости переноса магнитного потока Ψ 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 исследование проявления внутренних гравитационных волн (ВГВ) в верхней атмосфере Земли (Медведев А.В.). Разработан автоматизированный метод анализа трехмерных пространственно-временных неоднородностей электронной концентрации в ионосфере с использованием данных Иркутского радара некогерентного рассеяния и ионозонда вертикального зондирования. С помощью разработанного метода впервые получена представительная статистика характеристик распространения перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) для ряда длительных непрерывных измерений. На основе данных о полном трехмерном векторе скорости ПИВ осуществлен анализ дисперсионных зависимостей для наблюдаемых волновых возмущений.

2. Активные космические эксперименты «Плазма-Прогресс» и «Радар-Прогресс» (В.В. Хахинов, А.П. Потехин, В.П. Лебедев, Д.С. Кушнарев, С.С. Алсаткин, Е.В. Клушко). С целью исследования влияния выхлопных струй жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) транспортных грузовых кораблей (ТГК) серии «Прогресс» на окружающую ионосферу и радиооблик ТГК с 2006 г. выполнено 84 эксперимента в различных гелио-геофизических условиях. Использовались остатки топлива ТГК перед затоплением. Количество сжигаемого топлива в одном сеансе не превышало 11 кг. После кратковременного (до 11 сек) включения ЖРД в ионосфере образуется область пониженной концентрации электронов (на 10-40 % от фоновой) с временем существования 10-20 мин. Меняется радиооблик ТГК – эффективная площадь рассеяния (ЭПР).

3. На базе современных подходов к решению задач распространения и обратного рассеяния коротких радиоволн, разработаны методики и алгоритмы, расширяющие диагностические возможности радаров сети SuperDARN. (Бернгардт О.И.) Апробация методик проводилась с использованием когерентного радара декаметрового диапазона ЕКВ ИСЗФ СО РАН (Свердловская область).

Основные публикации по направлению № 12:

1. Medvedev A.V., et. al. // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. 2013. V. 105-106, pp 350-357.

2. Хахинов В.В., Потехин А.П., Лебедев В.П., Кушнарев Д.С., Алсаткин С.С. Некоторые результаты активных космических экспериментов «ПЛАЗМА-ПРОГРЕСС» и «РАДАР-ПРОГРЕСС» // *Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева*. 2013. Специальный выпуск 5 (51). С. 160-163.

3. O.I. Berngardt et al., Optimal signals for spectral measurements at EKV SuperDARN radar: Theory and Experiment//*Radio Science*, 50(6):486–500, 2015.

4. О.И.Бернгардт и др., Двухпозиционная локация высокоширотных ионосферных неоднородностей с использованием декаметрового радара ЕКВ и радиотелескопа УТР-2: первые результаты// *Известия вузов. Радиофизика*, 58(6), 433-453, 2015.

5. Oinats, A.V. et al, Statistical study of medium-scale traveling ionospheric disturbances using SuperDARN Hokkaido ground backscatter data for 2011 // *Earth, Planets and Space*, 67, 22, doi:10.1186/s40623-015-0192-4, 2015.



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, развитие 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. Предложен новый метод обнаружения позитронов, образующихся в ядерных реакциях во время солнечных вспышек, основанный на наблюдениях поляризации микроволнового излучения. (А.Т. Алтынцев, Н.С. Мешалкина, Г.Д. Флэйшман). Метод основывается на том, что электроны и позитроны генерируют излучение с противоположным знаком круговой поляризации. Метод апробирован на 20-летнем архиве пространственно-разрешенных микроволновых данных, дополненных измерениями магнитного поля. Обнаружено несколько солнечных вспышек со значимым вкладом в излучение релятивистских позитронов.

2. Влияние солнечной и геомагнитной активности на изменение климата (Г.А. Жеребцов, В.А. Коваленко, С.И. Молодых, К.Е. Кириченко). На основе комплексного анализа данных наблюдений и разрабатываемой авторами модели влияния солнечной активности (СА) на климатическую систему выявлен достоверный отклик в основных климатических характеристиках: приземной температуре воздуха, температуре поверхности океана и осадках на воздействие солнечной активности. Установлено, что климатический отклик на воздействие солнечной и геомагнитной активности характеризуется значительной пространственно-временной неоднородностью, носит региональный характер и зависит от климатической эпохи. Кроме того выявлены регионы, в которых долговременные изменения температуры за весь рассмотренный период (1854–2013 гг.) определяются в основном вариациями СА.

3. Асинхронность обращения полярных магнитных полей Солнца и нарушение закона Джоя в текущем цикле (Мордвинов А.В., Григорьев В.М., Ерофеев Д.В.). Установлено, что причина асинхронности обращения полярных магнитных полей Солнца связана с северо-южной асимметрией его магнитной активности. Широтно-временной анализ показывает обращение полярных магнитных полей в текущем цикле. Обнаружено, что униполярные магнитные области (УМО) хвостовых полярностей образовались после распада активных областей, наклоны которых соответствовали закону Джоя: ведущие пятна ближе к экватору, чем хвостовые. УМО ведущих полярностей (пунктирные стрелки) возникли после распада активных областей, в которых нарушался закон Джоя: ведущие пятна были расположены дальше от экватора, чем хвостовые.

Основные публикации по направлению № 16:

1. Fleishman G.D., Altyntsev A.T., Meshalkina N.S., Microwave Signature of Relativistic Positrons in Solar Flares, Publ. Astr.Soc.Jap., v.65, S1, 2013.



2. Grechnev, V. V.; Uralov, A. M.; Chertok, I. M.; Slemzin, V. A.; Filippov, B. P.; Egorov, Y. I.; Fainshtein, V. G.; Afanasyev, A. N.; Prestage, N. P.; Temmer, M. A Challenging Solar Eruptive Event of 18 November 2003 and the Causes of the 20 November Geomagnetic Superstorm. II. CMEs, Shock Waves, and Drifting Radio Bursts, *Solar Physics*, Volume 289, Issue 1, pp.289-318, 2014

3. Deminov M.G., Deminova G.F., Zherebtsov G.A., Polekh N.M. Statistical properties of variability of the quiet ionosphere F2-layer maximum parameters over Irkutsk under low solar activity // *Adv. Space Res.* 2013. V. 51. No. 5. P. 702-711.

4. Коваленко В.А., Жеребцов Г.А. Влияние солнечной активности на изменение климата. // *Оптика атмосферы и океана.* 2014. Т. 27. № 02. С. 134–138.

5. Mordvinov A.V., Grigoryev V.M., Erofeev D.V. Evolution of sunspot activity and inversion of the Sun's polar magnetic field in the current cycle // *Advances in Space Research* 2015. V. 55. P. 2739.

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 за период 2013-2015 гг. (импакт-фактор журнала, DOI статьи):

1. Hallinan G., Littlefair S.P., Cotter G., Bourke S., Harding L.K., Pineda J.S., Butler R.P., Golden A., Basri G., Doyle J.G., Kao M.M., Berdyugina S.V., Kuznetsov A.A., Rupen M.P., Antonova A. Magnetospherically driven optical and radio aurorae at the end of the stellar main sequence // *Nature.* 2015. Vol.523, №7562. P. 568-571. ИФ – 41.456 DOI:10.1038/nature14619.

2. Soon W., Herrera V.M.V., Selvaraj K., Traversi R., Usoskin I.G., Chen C.T.A., Lou J.Y., Kao S.J., Carter R.M., Pipin V.V. A review of Holocene solar - linked climatic variations on centennial to millennial timescales: Physical processes, interpretative frameworks and a new multiple cross - wavelet transform algorithm // *Earth - Science Reviews.* 2014. Vol.134. P. 1-15. ИФ – 7.885 DOI:10.1016/j.earscirev.2014.03.003.

3. Olemskoy S.V., Kitchatinov L.L. Grand Minima and North - South Asymmetry of Solar Activity // *Astrophys. J.* 2013. Vol.777, №1. Art. No.71. ИФ – 6.28 DOI: 10.1088/0004-637X/777/1/71.

4. Kitchatinov L.L. Baroclinic instability in stellar radiation zones // *Astrophys. J.* 2014. Vol. 784, №1. P. 81. ИФ – 5.993 DOI:10.1134/S1063773713080045.

5. Alissandrakis C.E., Kochanov A.A., Patsourakos S., Altyntsev A.T., Lesovoi S.V., Lesovaya N.N., Microwave and EUV Observations of an Erupting Filament and Associated Flare and



CME // Publ. Astron. Soc. Japan. 2013. Vol.65. № SP1. P. S8. ИФ – 4.618 DOI: 10.1093/pasj/65.sp1.S8.

6. Kobanov N.I., Chelpanov A., Kolobov D.Y. Oscillations above sunspots from the temperature minimum to the corona // Astron. Astrophys. 2013. Vol. 554. P. A146. ИФ – 4.479 DOI: 10.1051/0004-6361/201220548.

7. Sych R.A., Karlicky M., Altyntsev A.T., Dudik J., Kashapova L.K. Sunspot waves and flare energy release // Astron. Astrophys. 2015. Vol.577. Art. id. A43. ИФ-4.378 DOI: 10.1051/0004-6361/201424834.

8. 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.

9. Grechnev V.V., Uralov A.M., Slemzin V., Chertok I.M., Filippov B., Rudenko G.V., Temmer M. A challenging solar eruptive event of 18 November 2003 and the causes of the 20 November geomagnetic superstorm. I. Unusual history of an eruptive filament // Sol. physics. 2014. Vol.289, №1. P. 289-318. ИФ – 4.039 DOI:10.1007/s11207-013-0316-6.

10. 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.

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

1. Ruediger G., Kitchatinov L.L., Hollerbach R. Magnetic Processes in Astrophysics: Theory, Simulations, Experiments. Wiley-VCH. 2013. 346p. DOI: 10.1002/9783527648924.refs Print ISBN 978-3-5274-1034-7; On-line ISBN 978-3-5276-4892-4.

2. Ясюкевич Ю.В., Едемский И.К., Перевалова Н.П., Полякова А.С. Отклик ионосферы на гелио- и геофизические возмущающие факторы по данным GPS: Монография. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. 271 с. – (Солнечно-земная физика; Вып. 5). ISBN 978-5-9624-0879-8. Тираж 120 экз.

3. 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.

4. Алтынцев А.Т., Кашапова Л.К. Введение в радиоастрономию Солнца: Монография. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014. 203 с. (Солнечно-земная физика) ISBN 978-5-9624-1055-5. Тираж 150 экз.

5. Язев С.А. Феномен комплексов активности на Солнце: Монография. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014. 377 с. (Солнечно-земная физика). ISBN 978-5-9624-1089-0. Тираж 100 экз.

6. 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.



7. 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. – 79.

Наиболее значимые 10 грантов 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, 1200 тыс. руб.). В рамках работы разработан автоматизированный программный комплекс для определения характеристик крупномасштабных и среднемасштабных перемещающихся ионосферных возмущений (ПИБ) 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 ПИБ. Создана уникальная база данных характеристик крупномасштабных и среднемасштабных ПИБ, позволяющая проводить дальнейшие исследования динамики ионосферы при различных гелиогеофизических условиях.

2. «Модели солнечного и звездного динамо» (РФФИ, № 12-02-92691_ИНД-а, Индия, Кафедра физики Индийского института естественных наук, 2012–2013, 480 тыс. руб.). Развита модель динамо с учетом флуктуаций альфа-эффекта генерации магнитного поля во времени и пространстве.

3. «Особенности реакции ионосферы Восточно-Азиатского региона на геомагнитные возмущения» (РФФИ, № 13-05-91159-ГФЕН_а, Китай, Национальный центр космических исследований КАН, 2013-2014, 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 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.

4. «Новые источники энергии возмущенной магнитосферы Земли и космической погоды» (РФФИ, № 13-05-92219 Монг_а, Монголия, Исследовательский Центр астрономии и геофизики МАН, 2013–2014, 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.

5. «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, 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.

6. «Многоволновая диагностика динамических процессов на Солнце с использованием новых радиоастрономических инструментов» (РФФИ, № 14-02-91157-М, Китай, Национальные астрономические обсерватории КАН, 2014-2015, 1100 тыс. руб.). Результаты: 1) Продолжена модернизация Сибирского Солнечного Радиотелескопа. Были установлены широкополосные антенны нового многоволнового радиогелиографа и соответствующее приемное оборудование. Разработана и протестирована система коррекции наведения антенн. Получены изображения солнечных вспышек с помощью многоволнового радиогелиографа. 2) Проведено моделирование гиротронного микроволнового излучения осциллирующих магнитных петель в солнечной короне; впервые использована трехмерная модель МГД-волн (типа сосисочных мод). 3) Проведено моделирование радиоизлучения магнитных жгутов и волокон в солнечной короне. 4) На основании наблюдений в микроволновом и ультрафиолетовом излучении обнаружена связь между усилением волновой активности в солнечных пятнах и возникновением вспышек. 5) На основе многоволновых данных (микроволновое, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение, магнитограммы) были исследованы особенности ряда солнечных вспышек. Построены качественные сце-



нарии вспышек, получены оценки различных физических параметров в источниках излучения.

7. «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, 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 Ψ 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 [Ковнер и др., 1973]. 3) Проверка эмпирической модели [Shue et al., 1997, 1998] 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 ($|B_z| > 20 \text{ нТл}$).

8. «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° . В центральной и северной частях Тункинской долины значение склонения примерно соответствует склонению на обсерватории «Иркутск» -3° , в то время как у южного края долины склонение -5.7° ; 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 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.

9. «Научный проект проведения комплексной экспедиции для наблюдений солнечной активности в радиодиапазоне» (РФФИ, 15-02-10036-к, 2015 г., 270 тыс. руб.). Выполнен ежедневный, в течение светового дня, мониторинг солнечной активности с помощью УНУ "Сибирский солнечный радиотелескоп", позволяющей строить двумерные радиоизображения диска Солнца каждые 1–4 минуты на частоте 5.7 ГГц. Завершен монтаж оборудования многоволнового радиогелиографа для диапазона частот 4-8 ГГц. В 2015 г. получены первые радиоизображения Солнца на новом инструменте.

10. «Разработка научно-технических основ мониторинга атмосферно-ионосферно-магнитосферного взаимодействия в Арктической зоне с территории Российской Федерации» (РНФ, № 14-37-00027, 2014-2016, 75000 тыс. руб.). 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 наземные 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 в рамках ФЦП за период 2013-2015 гг. - 6.



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. «Исследование активных процессов на Солнце на основе УСУ «Сибирский солнечный радиотелескоп» (ССРТ) и УСУ «Большой солнечный вакуумный телескоп» (БСВТ) в целях развития методов диагностики среды в околоземном пространстве», ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы», 2012-2013 гг., 2880 тыс. руб.

3. «Разработка дополнительной аппаратуры для дооснащения действующих инструментов ИСЗФ СО РАН: Сибирского солнечного радиотелескопа (ССРТ) и коронографа», ФЦП «Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации на 2008-2015 годы», 2008-2015 гг., 37803 тыс. руб.

4. «Разработка и создание опытных образцов оптических телескопов и радиоспектрополяриметра нового поколения для мониторинга солнечной активности», ФЦП «Создание и развитие системы мониторинга геофизической обстановки над территорией Российской Федерации на 2008-2015 годы», 2008-2014 гг., 81000 тыс. руб.

5. «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.

6. «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.:

- Солнечный телескоп оперативных прогнозов (СТОП),
- Монтровка Солнечного синоптического телескопа (СОЛСИТ),
- 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. «Система разгрузки зеркала оптического телескопа» (патент на изобретение № 2498361, зарегистрирован 10.11.2013, регистрационный номер РИД АААА-Г16-616092250115-4, регистрационный номер карты об использовании РИД АААА-Е17-717013160003-5, область применения – астрофизика и оптика; собственное использование в АСУ Большого солнечного вакуумного телескопа (БСВТ) ИСЗФ СО РАН).

2. «Электрооптический модулятор поляризованного излучения» (патент на полезную модель № 130094, зарегистрирован 10.07.2013, регистрационный номер РИД АААА-Г16-616092250116-1, регистрационный номер карты об использовании РИД АААА-Е17-717013160005-9, область применения – астрофизика, лазерная физика; собственное использование на БСВТ ИСЗФ СО РАН).

3. «Способ компенсации температурного смещения полосы интерференционно-поляризационного фильтра» (патент на изобретение № 2539113, зарегистрирован 26.11.2014, регистрационный номер РИД АААА-Г16-616092250114-7, регистрационный номер карты об использовании РИД АААА-Е17-717013160004-2, область применения – астрофизика, лазерная физика, эллипсометрия; собственное использование на БСВТ ИСЗФ СО РАН).

4. «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).

5. «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).

6. «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).

7. «Телескоп солнечный синоптический» (патент на промышленный образец № 90736, зарегистрирован 16.11.2014, правообладатель – ОАО «ЛЮМО», соавторы – сотрудники ИСЗФ СО РАН: Демидов М.Л., Григорьев В.М., Ретюнский Л.Б., область применения – исследование магнетизма Солнца, публикация: Демидов М.Л., Григорьев В.М., Ретюнский Л.Б., Скоморовский В.И., Денисенко С.А., Пименов Ю.Д., Липин Н.А., Сокольский М.Н., Гусаров В.Ф. "СОЛСИТ - солнечный синоптический телескоп - новый российский проект для исследований магнетизма Солнца" // Физика Солнца и околоземного космического пространства. Труды Всеросс. конф., посв. 100-летию со дня рождения чл.-корр. РАН В.Е. Степанова. 16-21 сентября 2013 г., Иркутск. Иркутск: ИСЗФ СО РАН, 2013. С. 232-238.

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

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



1. «Регулярные наблюдения за высокоорбитальными космическими объектами» (договор с ОАО «Межгосударственная акционерная корпорация «Вымпел» от 2007 г., срок исполнения 2007 г. - н.в.).
2. «Разработка модели пространственно-временных изменений параметров ионосферы» (договор с ОАО РТИ им. Минца от 2012 г., срок исполнения - 2013 г.).
3. «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.).
4. «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.).
5. «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.).
6. «Разработка программно-алгоритмического обеспечения ионосферного канала» (договор с ОАО РТИ им. Минца от 2014 г., срок исполнения - 2014 г.).
7. «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.).
8. «Подготовка к оптической поддержке ЛИ СРГ на АЗТ-33ИК» (договор с ИКИ РАН от 2014 г., срок исполнения - 2015 г.).
9. «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 ор-
ганизация 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 дол-



готному 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). «Волновые процессы в солнечных образованиях с различной топологией магнитного поля» (Грант конкурса Президента Российской Федерации государственной поддержки молодых российских ученых, рук. – Колобов Д.Ю., договор от 01.02.2012 № 16.120.11.497-МК, 2012-2013, 1200 тыс. руб.). Был проведен анализ колебаний лучевой скорости и интенсивности излучения в солнечных факелах и пятнах по 31 временной серии. В результате измерена временная задержка между периодическими возмущениями в сигналах доплеровской скорости, относящихся к разным высотам в атмосфере Солнца. Полученная временная задержка говорит о том, что скорость распространения волны значительно превосходит 4-6 км/с для промежутка фотосфера-хромосфера. Для изучения высотной стратификации волновых процессов был проведен совместный анализ данных наблюдений космической обсерватории SDO и АСТ ССО. В результате установлено, что пространственное распределение мощности пятиминутных колебаний имеет форму похожую на круг, который расширяется при переходе от фотосферы к более высоким слоям.

3). «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

Олежской С.В.

Подпись

Олежской С.В.

Дата

19.05.2014



057654