Федеральное агентство научных организаций

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ КОСМОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И АЭРОНОМИИ
им. Ю.Г. ШАФЕРА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

УДК 550.38+551.510.53+550.343+537.874
№ госрегистрации №01201351545
Инв. №

УТВЕРЖДАЮ
Врио директора
_____ Стародубцев С.А.
"25" 01 2017 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

II.16.2.3. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЯВЛЕНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ В СУБАВРОРАЛЬНОЙ И АВРОРАЛЬНОЙ ЗОНАХ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА ЯКУТСКОЙ МЕРИДИОНАЛЬНОЙ ЦЕПОЧКЕ СТАНЦИЙ

(заключительный)

Номер проекта в ИСГЗ ФАНО 0375-2014-0003

Приоритетное направление II.16. Современные проблемы астрономии, астрофизики и исследования космического пространства, в том числе происхождение, строение и эволюция Вселенной, природа темной материи и темной энергии, исследование Луны и планет, Солнца и солнечно-земных связей, исследование экзопланет и поиски внеземных цивилизаций, развитие методов и аппаратуры внеатмосферной астрономии и исследований космоса, координатно-временное обеспечение фундаментальных исследований и практических задач.

Программа ФНИ СО РАН II.16.2. Физика космических лучей и солнечно-земных связей (координатор д.ф.-м.н. С.А.Стародубцев)

Протокол Ученого совета ИКФИА СО РАН
№ _12_ от «_30_» __11___ 2016 г.

Руководитель проекта
к.ф.-м.н. 25.01.2017 Баишев Д.Г.
(подпись, дата)

Якутск, 2016

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы,
зав.лаб. МИИ,
к.ф.-м.н. _____ 25.01.2017 Д.Г. Баишев (введение, результаты, заключение)
(подпись, дата)

Ответственные исполнители
и.о.зав.лаб. РИМ,
к.ф.-м.н. _____ 25.01.2017 Р.Р. Каримов (результаты)
(подпись, дата)

гл.науч.сотр.
д.ф.-м.н. _____ 25.01.2017 И.А. Голиков (результаты)
(подпись, дата)

вед.науч.сотр.
к.ф.-м.н. _____ 25.01.2017 В.И. Козлов (результаты)
(подпись, дата)

вед.науч.сотр.
к.ф.-м.н. _____ 25.01.2017 С.Н. Самсонов (результаты)
(подпись, дата)

вед.науч.сотр.
к.ф.-м.н. _____ 25.01.2017 Г.А. Макаров (результаты)
(подпись, дата)

ст.науч.сотр.
к.ф.-м.н. _____ 25.01.2017 Р.Н. Бороев (результаты)
(подпись, дата)

ст.науч.сотр.
к.ф.-м.н. _____ 25.01.2017 А.Е. Степанов (результаты)
(подпись, дата)

Исполнители темы
мл.науч.сотр. _____ 25.01.2017 С.Е. Кобякова (результаты)
(подпись, дата)

мл.науч.сотр. _____ 25.01.17 В.И. Маныкина (результаты)
(подпись, дата)

мл.науч.сотр. _____ 25.01.2017 А.А. Торопов (результаты)
(подпись, дата)

мл.науч.сотр. _____ 25.01.2017 А.А. Корсаков (результаты)
(подпись, дата)

мл.науч.сотр. _____ 25.01.2017 В.В. Аргунов (результаты)
(подпись, дата)

мл.науч.сотр. _____ 25.01.2017 Л.Д. Тарабукина (результаты)
(подпись, дата)

Реферат

Отчет 50 с., 10 рис., 10 источников, 4 прил.

космическая погода, солнечная активность, межпланетное магнитное поле, солнечный ветер, магнитосфера, магнитосферные возмущения, авроральная активность, геомагнитные вариации и пульсации, низкочастотные поля и волны, взаимодействие волна-частица, ионосфера, Якутская меридиональная цепочка станций

Объектом исследования являются геофизические проявления космической погоды, наблюдаемые на Якутской меридиональной цепочке станций с привлечением данных, полученных на спутниках и на других геофизических станциях.

Цель работы – уточнение региональной и глобальной картины проявлений космической погоды в магнитосферно-ионосферных процессах, выяснение взаимосвязей между процессами и явлениями в различных геосферах Земли и создание основ прогноза наиболее геоэффективных проявлений солнечной активности.

Цель работы этапа 2016 года – изучение геофизических проявлений гелиосферных возмущений на сети магнитных станций на северо-востоке России, исследование дрейфов ионосферной плазмы на субавроральных широтах, вариаций величины атмосферного электрического поля в авроральной и субавроральной зонах и динамической связи атмосферных электрических полей и грозовой активности с проявлениями «космической погоды», а также продолжение изучения степени воздействия параметров космической погоды на здоровье человека на разных фазах 11-летнего цикла солнечной активности.

Основные экспериментальные измерения для изучения физической картины явлений в субавроральной и авроральной зонах проводятся на базе Якутской меридиональной цепочки станций. Геофизические явления в периоды суббурь и магнитных бурь часто охватывают значительный широтный и долготный интервал. Поэтому в ряде ситуаций только наземный метод регистрации проявлений космической погоды может обеспечить сведения об общей картине магнитосферных процессов. В то же время привлекаются спутниковые наблюдения, которые позволяют детализировать протекание процессов в магнитосферно-ионосферной плазме. Для получения более полной картины явлений дополнительно используются данные других геомагнитных проектов.

Важнейшие результаты, полученные в ходе выполнения проекта:

На примере развития геомагнитных пульсаций во время внезапного начала магнитной бури 04.08.2010 г. показано, что возможна одновременная генерация геомагнитных пульсаций в магнитосфере Земли как в виде вынужденных колебаний под воздействием вариаций параметров межпланетной среды, так и виде альвеновских резонансных колебаний, обусловленных резким сжатием магнитосферы.

По результатам исследований влияния вариаций параметров космической погоды на заболевания сердечно-сосудистой системы человека в субавроральных и средних широтах установлено, что в отличие от средних широт, в субавроральных широтах на возрастание числа инфарктов миокарда наряду с другими погодными факторами могут оказывать авроральные магнитные возмущения.

Проведена адаптация параметров модели внезапных фазовых аномалий радиосигналов диапазона 3-30 кГц для радиотрасс Краснодар-Якутск и Новосибирск-Якутск, что позволило в дневных условиях оценивать поток рентгеновского излучения от Солнца наземными методами.

2016

По данным геомагнитных субавроральных индексов a_n и a_s обнаружено, что: а) северо-южная асимметрия магнитной активности проявляется в 6-18-часовой компоненте суточной вариации магнитной активности, а в 0-12-часовой компоненте отсутствует полностью, б) северо-южная асимметрия тем больше, чем выше уровень магнитной активности.

Важнейший результат по проекту в целом: Построена усредненная за летние месяцы 2009-2014 гг. карта плотности молний для континентальной части северного региона Азии. Получено аналитическое выражение для определения количественной оценки плотности молний по географическим координатам в пределах северного региона Азии, которое согласуется с усредненными результатами инструментальных наблюдений с коэффициентом детерминации выше 80%.

Содержание

Определения и сокращения	6
ВВЕДЕНИЕ	7
Важнейшие результаты работы	13
Важнейший результат этапа 2016 г.	16
Важнейший результат по проекту в целом	18
Основные результаты этапа 2016 года	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	27
Список использованных источников	30
Приложение 1	32
Приложение 2	33
Приложение 3	41
Приложение 4	45

Определения и сокращения

космическая погода – состояние околоземного космического пространства,
солнечная активность – широкий спектр динамических процессов на Солнце (в том числе солнечные вспышки, выбросы вещества),
межпланетное магнитное поле – солнечное магнитное поле в межпланетном пространстве,
солнечный ветер – поток солнечной плазмы,
магнитосфера – магнитная оболочка Земли, обусловленная наличием магнитного поля Земли и формируемая солнечным ветром,
магнитосферные возмущения – возмущения геомагнитного поля и потоков заряженных частиц в магнитосфере,
авроральная активность – возмущения в магнитосфере, проявляющиеся, прежде всего, в возникновении полярных сияний,
ионосфера – верхняя ионизированная часть атмосферы приблизительно с высот 50 км до 1000 км

ММП – межпланетное магнитное поле
МУВ – межпланетная ударная волна
СВ – солнечный ветер (поток частиц от Солнца)
Bz-компонента – вертикальная компонента магнитного поля относительно экваториальной плоскости
Кр-индекс – индекс, характеризующий глобальную геомагнитную активность (определяемый по данным среднеширотных станций)
ΣКр-индекс – суммарный за сутки Кр-индекс
Dst-индекс – индекс глобальной магнитной возмущенности, определяемый по данным приэкваториальных станций
AE-индекс – индекс, характеризующий авроральную (высокоширотную) геомагнитную активность
Pc5 – геомагнитные пульсации в диапазоне периодов 150-600 с
УНЧ, ОНЧ, НЧ, СЧ – диапазоны частот волн (ультранизкочастотные, очень низкочастотные, низкочастотные, среднечастотные, соответственно)
SAR-дуга – дуга диффузного красного свечения в верхней атмосфере
PJ-поляризационный джет – узкий по широте (~1-2°) поток плазмы на высотах ионосферы, формируемый в период разделения зарядов в магнитосфере (возникновения электрического поля)
SAPS-субавроральный поляризационный поток – существенно более широкий поток плазмы (~5-10°) по сравнению с поляризационным джетом
ПИВ - перемещающиеся ионосферные возмущения

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий отчет является заключительным по теме: II.16.2.3. Исследование проявлений космической погоды в субавроральной и авроральной зонах по наблюдениям на Якутской меридиональной цепочке станций, по которой были представлены отчеты по этапам 2013, 2014, 2015 годов.

Состояние околоземного космического пространства, определяемое термином «космическая погода», управляется солнечной активностью (солнечные вспышки, выбросы корональных масс вещества, высокоскоростные потоки солнечного ветра и т.д.). Текущий 24-й солнечный цикл в определенной мере является аномальным, учитывая существенную задержку его начала и значительно меньшую интенсивность формирования пятен на Солнце по сравнению с расчетной, ожидаемой из анализа длительной серии предшествующих циклов. Проявления космической погоды многообразны и еще недостаточно изучены. Имеются убедительные доказательства того, что эти процессы оказывают влияние на биосферу, здоровье человека, на различные космические и наземные технологические системы. Поэтому изучение закономерностей формирования космической погоды является крайне важной научной и практической задачей и проводится в ряде институтов и университетов - наиболее широко в России, Европе, США, Японии и Китае.

Энергия солнечного ветра, поступающая в земную магнитосферу в результате плазменных взаимодействий через электромагнитные поля, токи и волны, накапливается в геомагнитном хвосте и в радиационных поясах во внутренней магнитосфере (повышается плотность энергичных заряженных частиц), и диссипирует в верхней атмосфере, оказывая возможное влияние на климат. Проявления космической погоды наиболее выражены в авроральной области, вместе с тем важны исследования процессов и во внутренней магнитосфере, поскольку в этом магнитосферном домене располагаются

такие образования, как внутренняя область плазменного слоя, кольцевой ток, главный ионосферный провал, спорадические ионосферные структуры, среднеширотные красные дуги (области субвизуального красного свечения), термосферные слои с вариациями температуры, обусловленными как авроральными, так и атмосферными процессами.

Цели и задачи по проекту в целом.

1. С целью построения региональной и уточнения глобальной картины проявлений космической погоды в магнитосферно-ионосферных процессах будут:

- проведены комплексные исследования особенностей развития авроральных и субавроральных возмущений, волновой активности на разных широтах как отклика на нестационарные условия в солнечном ветре и как отражение спорадических магнитосферных возмущений по данным глобальных геомагнитных наблюдений, риометрических, ионосферных, оптических и ОНЧ измерений на Якутском меридиане;

- изучены свойства перемещающихся ионосферных возмущений в Северо-Восточной Азии. Будут выполнены модельные расчеты структуры и динамики высокоширотной ионосферы на основе разработанной трехмерной численной модели;

- исследованы волновые взаимодействия в авроральных областях ускорения частиц;

- проведен анализ связи пульсирующих высыпаний энергичных частиц на широтах диффузного сияния и SAR дуг с генерацией гидромагнитных волн на циклотронном резонансе с энергичными ионами H+ и O+ кольцевого тока;

- рассмотрено влияния гелиогеофизических параметров на здоровье человека.

2. С целью выяснения взаимосвязей между процессами и явлениями в различных геосферах Земли будут проведены:

- исследования проявлений сейсмической активности в характеристиках низкочастотных радиосигналов и в ионосферных параметрах;

- исследования взаимосвязи электродинамических грозовых процессов в Северо-Восточной Азии с состоянием космической погоды, в том числе с генерацией нуклонов и жесткого электромагнитного излучения.

3. С целью создания основ прогноза наиболее геоэффективных проявлений солнечной активности будут:

- изучены причины интенсивных геомагнитных возмущений, обусловленных как прямым переносом энергии солнечного ветра вовнутрь магнитосферы, так и с накоплением энергии в геомагнитосфере;

- исследованы тонкая структура подготовительной и начальной фаз геоэффективных возмущений, связанных с проявлениями солнечной активности (вспышечная активность, корональные выбросы масс и др.);

- проведены экспериментальные и теоретические исследования вклада изменений межпланетного электрического поля в геомагнитные вариации, связанные с динамикой ионосферных токов.

Цели и задачи текущего этапа НИР.

1. С целью построения региональной и уточнения глобальной картины проявлений космической погоды в магнитосферно-ионосферных процессах будут:

- изучены геофизические проявления гелиосферных возмущений на сети магнитных станций на северо-востоке России;

- исследованы дрейфы ионосферной плазмы на субавроральных широтах;

- исследованы влияния параметров межпланетной среды на долготное распределение максимальной амплитуды пульсаций в диапазоне Pc5 в дневном секторе, проникающих из межпланетной среды;

- продолжено изучение степени воздействия параметров космической погоды на состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) человека на разных фазах 11-летнего цикла солнечной активности;

2. С целью выяснения взаимосвязей между процессами и явлениями в различных геосферах Земли будет проведены:

- исследование вариаций величины напряженности атмосферного электрического поля в авроральной и субавроральной зонах.
- исследование динамической связи атмосферных электрических полей и грозовой активности с проявлениями «космической погоды».
- исследование характеристик ионосферных проявлений сейсмических процессов по результатам наблюдений грозовых электромагнитных сигналов.

3. С целью создания основ прогноза наиболее геоэффективных проявлений солнечной активности будут:

- исследовано влияние скорости солнечного ветра на развитие магнитосферно-ионосферных возмущений, в частности, на долготное положение суббурь по данным наземных наблюдений.

Методы и подходы, используемые в работе:

- использование экспериментальных геофизических (магнитных, оптических, ионосферных, риометрических) данных, полученных на Якутской меридиональной цепочке станций.

- использование современных методов обработки и анализа данных, их развитие и применение специально разработанных программ для решения поставленных исследований.

- применение современных компьютерных методов расчета для развития модельных представлений и их согласования с имеющимися экспериментальными данными. Привлечение развитых другими авторами современных моделей магнитосферно-ионосферного взаимодействия.

- верификация полученных результатов с имеющимися данными в научной литературе.

Основные экспериментальные измерения для изучения физической картины явлений в субавроральной и авроральной зонах проводятся на базе Якутской меридиональной цепочки станций. Геофизические явления в периоды суббурь и магнитных бурь часто охватывают значительный

широтный и долготный интервал. Поэтому в ряде ситуаций только наземный метод регистрации проявлений космической погоды может обеспечить сведения об общей картине магнитосферных процессов. В то же время привлекаются спутниковые наблюдения, которые позволяют детализировать протекание процессов в магнитосферно-ионосферной плазме. Для получения более полной картины явлений дополнительно используются данные других геомагнитных проектов.

Для решения задач проекта на экспериментальной базе, являющейся составной частью Якутской меридиональной цепочки станций, проведены:

а) непрерывные наблюдения вариаций геомагнитного поля с помощью цифровых феррозондовых магнитометров на шести станциях на территории Якутии: о.Котельный, Тикси, Чокурдах, Жиганск, Зырянка и Якутск;

б) непрерывные наблюдения с помощью цифровой магнито-метрической системы по проекту «Интермагнет» в обс.Якутск и обработка данных по программе магнитной службы. Выполнены абсолютные измерения величины магнитного поля Земли в Якутске. На основе цифровых данных магнитной обс.Якутск производился автоматизированный расчёт К-индекса геомагнитной активности. Одноминутные данные магнитной обс.Якутск представлены в сети Интернет (http://www.ysn.ru/).

в) непрерывная регистрация риометрического поглощения с 1-сек разрешением на меридиональной цепочке - о.Котельный, Тикси, Джарджан, Кыстатыам, Маймага;

д) непрерывные круглосуточные измерения в 15-минутном режиме параметров ионосферы в Якутске (DPS-4) и Жиганске (DPS-4);

е) непрерывная регистрация с помощью двух синхронизирующих GPS приемников Trimble 5700 с 15-сек разрешением на КГС Жиганск и на станции Джарджан;

ж) регистрация полярных сияний с помощью телевизионных (ТВ) камер всего неба с 4-сек разрешением Жиганске с октября 2013 г. по март 2014 г.

з) непрерывная регистрация в Якутске низкочастотных электромагнитных сигналов с помощью многоканального регистратора и многокомпонентных приемно-измерительных комплексов с возможностью пеленгования источников сигналов. Осуществлено развертывание приемно-измерительного комплекса для исследования радиоизлучений в ОНЧ-НЧ-СЧ диапазоне в авроральной зоне (п. Тикси).

и) с целью исследования воздействия факторов внешней среды (изменение геофизических и метеорологических параметров и т.д.) на функциональное состояние людей в период март-апрель 2015 г. были проведены синхронные измерения состояния сердечно-сосудистой системы добровольцев в трех пунктах наблюдения (ИКФИА СО РАН, Мединститут СФВУ и ПГО Тикси) с помощью прибора «Фазаграф». Дополнительно в ИКФИА СО РАН были проведены измерения с применением прибора Фолля (электропунктурная диагностика биологически активных точек).

к) непрерывная регистрация напряженности атмосферного электрического поля с ежесекундным разрешением данных с помощью электростатических флюксметров на меридиональной цепочке (56,6° N – 71,5° N): Нерюнгри, Тикси, Октемцы, Ойбенкель и Якутск.

Важнейшие результаты работы

2013

На примере развития геомагнитных пульсаций во время внезапного начала магнитной бури 04.08.2010 г., обусловленной приходом ударной волны солнечного ветра, показано, что возможна одновременная генерация геомагнитных пульсаций в магнитосфере Земли как в виде вынужденных колебаний под воздействием вариаций параметров межпланетной среды, так и виде альвеновских резонансных колебаний, обусловленных резким сжатием магнитосферы (рис. 1).

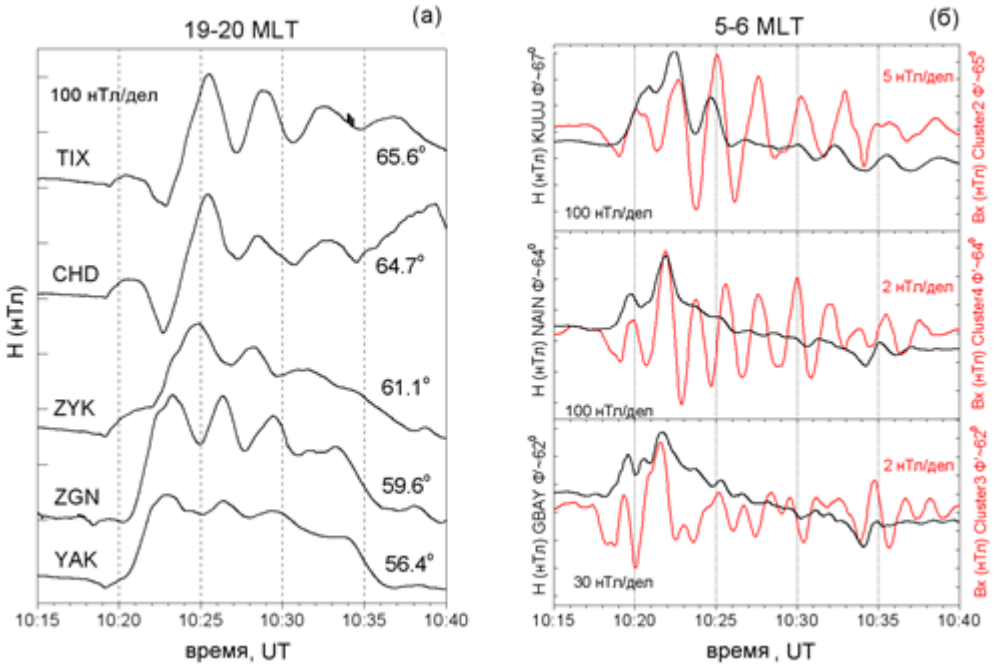


Рис. 1. Геомагнитные пульсации как вынужденные колебания (один период колебаний на всех широтах) в вариациях H-компоненты геомагнитного поля в секторе 19-20 ч местного времени (а) и как резонансные альвеновские колебания (период колебаний зависит от широты) в секторе 5-6 ч местного времени по данным наземных и спутниковых (Bx-компонента магнитного поля на спутниках Cluster 2, 3, 4) наблюдений (б). Приведены условные обозначения наземных станций и их исправленные геомагнитные широты.

Моисеев А.В., Попов В.И., Муллаяров В.А., Самсонов С.Н., Ду А. Пространственно-временные характеристики геомагнитных пульсаций во время внезапного начала магнитной бури 4 августа 2010 г. // Известия высших учебных заведений. Физика. 2013. Т.56. №10/3. С. 33-35).

2014

По результатам исследований влияния вариаций параметров космической погоды на заболевания сердечно-сосудистой системы человека в субавроральных и средних широтах (сопоставление месячных данных о смертности от инфаркта миокарда на средних широтах в Болгарии [Иванова и др., 2002] с месячными данными о вызовах "скорой помощи" по поводу инфаркта миокарда в Якутске в 1992 г.) установлено, что в отличие от средних широт, в субавроральных широтах на возрастание числа инфарктов миокарда наряду с другими погодными факторами могут оказывать авроральные магнитные возмущения (рис. 2).

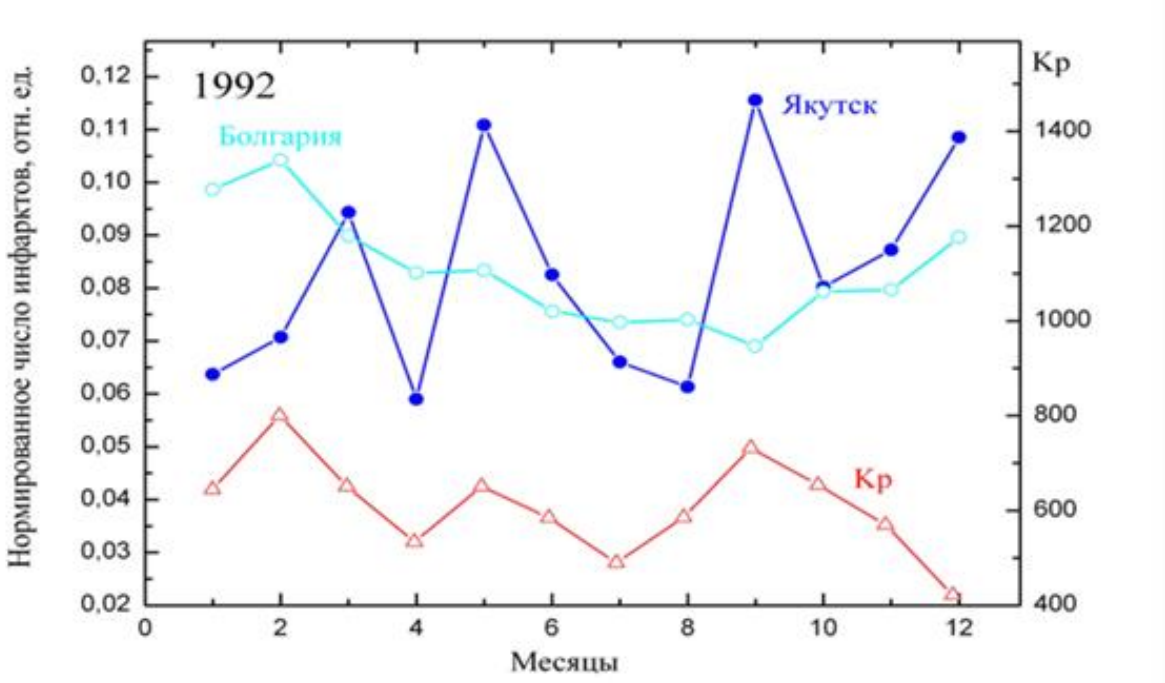


Рис.2. Сопоставление месячных данных о смертности от инфаркта миокарда в Болгарии и месячных данных о вызовах "скорой помощи" по поводу инфаркта миокарда в Якутске с изменениями индекса Кр геомагнитной возмущенности.

Самсонов С.Н., Клейменова Н.Г., Козырева О.В., Петрова П.Г. Влияние космической погоды на заболевания сердечно-сосудистой системы человека в субавроральных широтах // Геофизические процессы и биосфера. Т.12. №4. С.67-80. 2013.

2015

Проведена адаптация параметров модели внезапных фазовых аномалий радиосигналов диапазона 3-30 кГц для радиотрасс Краснодар-Якутск и Новосибирск-Якутск, что позволяет в дневных условиях оценивать поток рентгеновского излучения наземными методами (рис.3).

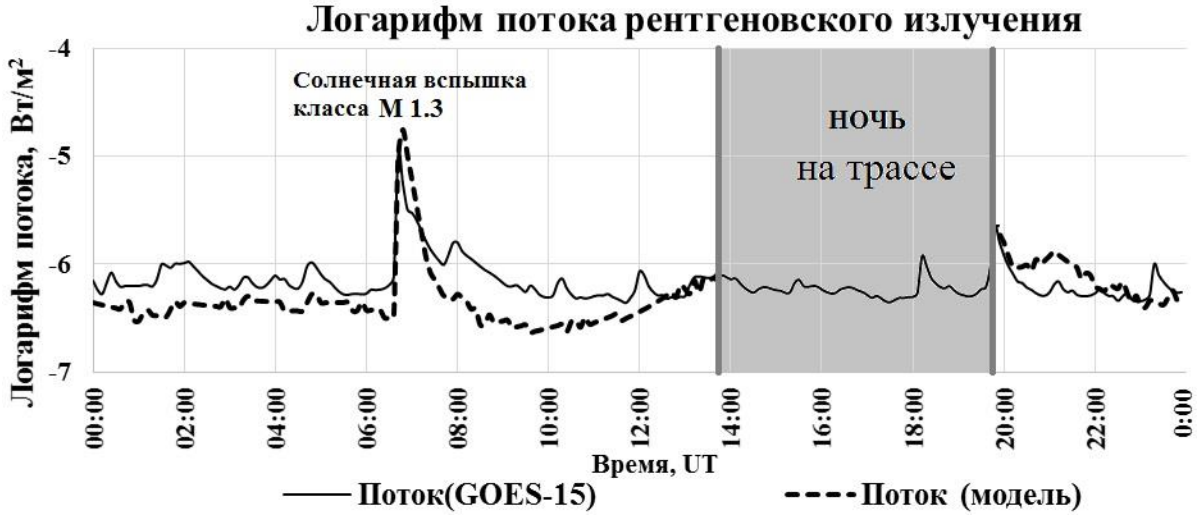


Рис.3. Сравнение потока рентгеновского излучения (спутник GOES-15) с потоком, полученным на основе модели [Беленький М.И., Орлов А.Б., Пронин А.Е., Уваров А.Н. О зависимости величины ВФА СДВ от зенитного угла Солнца на протяжённых трассах в различных широтах // Труды VIII региональной конференции по распространению радиоволн. Санкт-Петербург. 2002 г., С. 25.] с адаптированными параметрами для радиотрассы Новосибирск – Якутск.

Korsakov A.A., Kozlov V.I., Mullayarov V.A., Karimov R.R. Adaptation of model parameters of VLF radio signals phase variations on the Novosibirsk-Yakutsk propagation path // Proc. SPIE. 2014. V.9292. 20th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 92924H (25 November 2014). doi: 10.1117/12.2074611.

2. По данным геомагнитных субавроральных индексов a_n и a_s обнаружено, что: а) северо-южная асимметрия магнитной активности проявляется в 6-18-часовой компоненте суточной вариации магнитной активности, а в 0-12-часовой компоненте отсутствует полностью, б) северо-южная асимметрия тем больше, чем выше уровень магнитной активности (рис.5). Предполагается, что непосредственной причиной северо-южной асимметрии являются меридиональные токи Педерсена, текущие между высокими и средними широтами в ионосфере [1].

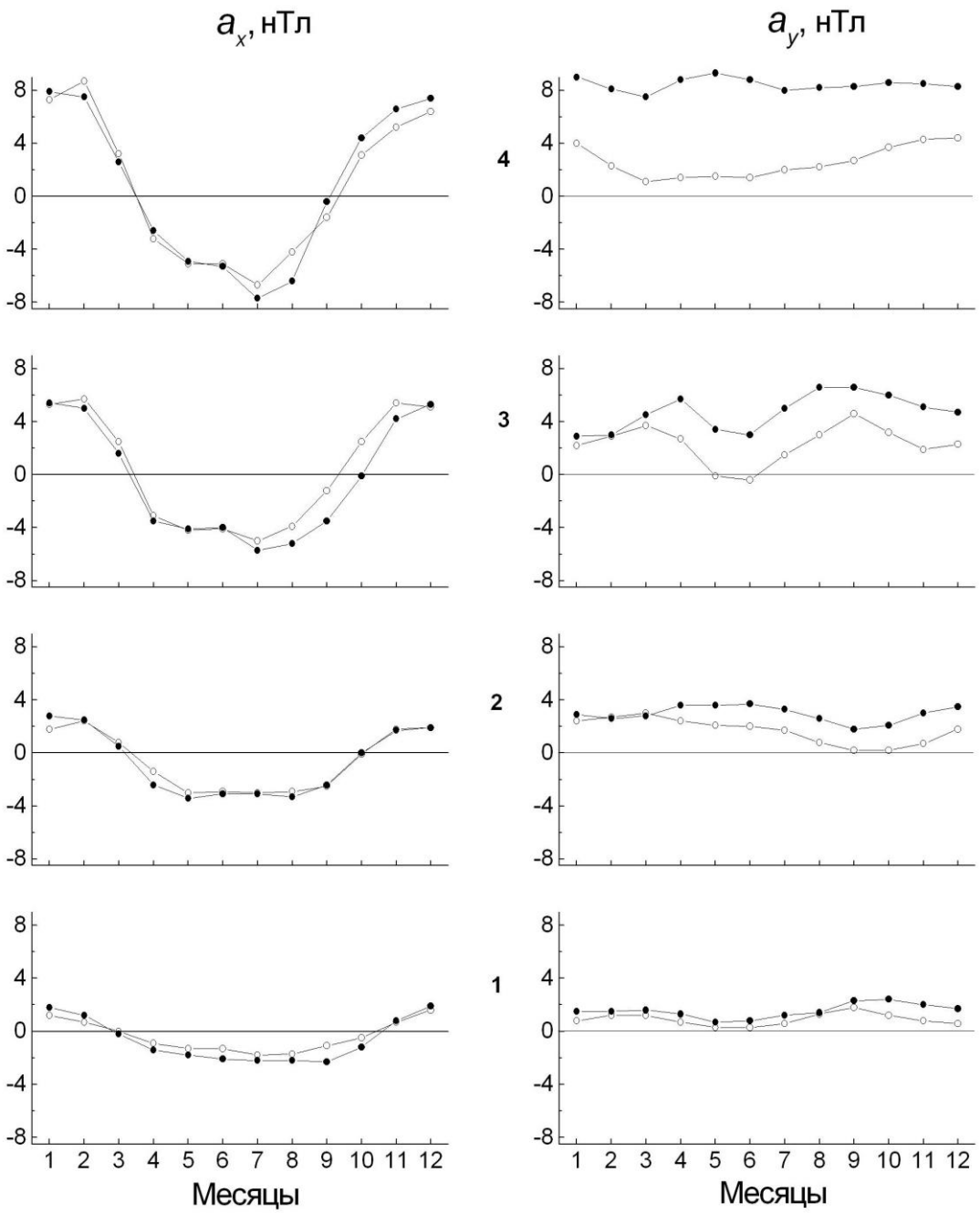


Рис.5. Годовой ход 0-12-ти (a_x) и 6-18-ти (a_y) часовых компонент суточной вариации магнитной активности в активном (●—●) и контрольном (○—○) вариантах; активный вариант отражает превышение магнитной активности в положительном (отрицательном) секторе межпланетного магнитного поля (ММП) в северном n (южном s) полушарии Земли и получается в виде суммы (a^+_n + a^-_s), где знаки «+» и «-» относятся к положительному и отрицательному секторам ММП, контрольный вариант (a^-_n + a^+_s) образуется для сравнения, цифрами **1**-**4** обозначены уровни магнитной активности: **1** – ΣK_p = 0-12; **2** - 13-18; **3** - 19-23; **4** - 24-33.

Важнейший результат по проекту в целом

По данным глобальной сети определения местоположения молний WWLLN была построена усредненная за летние месяцы 2009-2014 гг. карта плотности молний для континентальной части северного региона Азии с пределами от 60º до 180º в.д. и от 40º до 80º с.ш. (рис.4а). Выявлены три области повышенной грозовой активности, в которых плотность молний превышает в 10-100 раз плотность разрядов на окружающих территориях. Две протяженные области находятся на Западносибирской равнине (60º-90º в.д.), и в долине рек Амур и Сунгари (110º-140º в.д.), третья малая область расположена около 100º в.д., ограниченная реками Енисеем и Ангарой, а также Восточными Саянами с юга. Получено аналитическое выражение, дающее количественную оценку плотности молний по северному региону Азии с учетом пространственного распределения (рис.4б). Зависимость плотности молний от географического положения предложено описывать гауссовой функцией широты, параметры которой изменяются с долготой в виде суммы трех гауссовых функций, соответствующих трем выделенным областям повышенной активности. Аналитическое выражение показывает хорошее соответствие с данными: коэффициент детерминации равен 0,8 ($p>0,99$) [2].

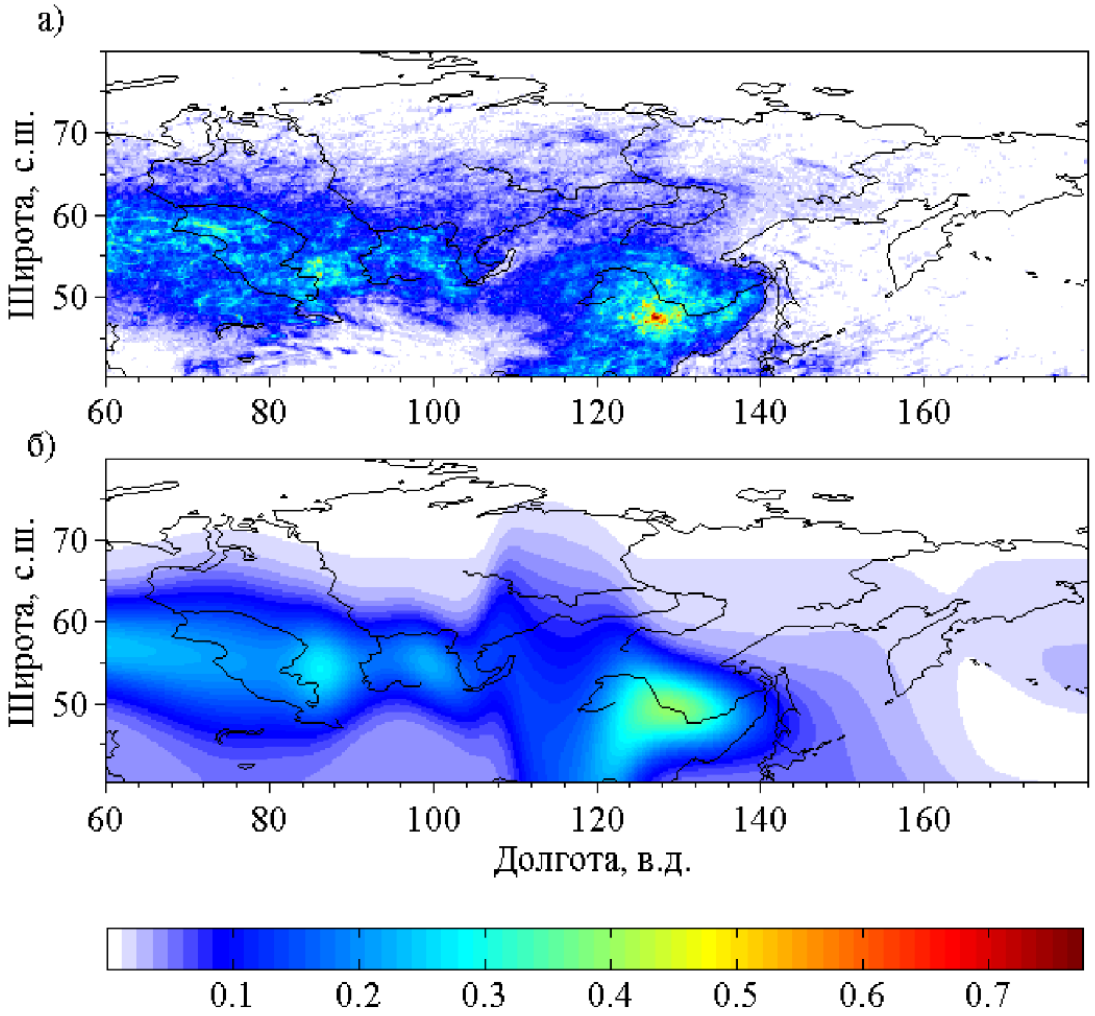


Рис.4. Пространственное распределение усредненной за летние сезоны 2009-2014 гг. плотности молний по территории Северной Азии (сетка с шагом 0,25º): а) по скорректированным согласно пространственной эффективности детектирования данным системы WWLLN; б) соответственно конечному аналитическому выражению – широтного хода плотности с изменяющимися с долготой параметрами. Шкала – молния км$^{-2}$ месяц$^{-1}$.

Основные результаты этапа 2016 г.

3. Рассмотрены геофизические эффекты солнечных событий 2014 г. на сети станций на северо-востоке России. Выявлены эффекты возбуждения волн в атмосферном электричестве приземного слоя воздуха в результате внезапного начала магнитной бури. Накануне событий 4 ноября 2014 г. и 27 августа 2014 г. в ионосфере выделены положительные аномалии, которые возникали независимо от местного времени на фоне спокойного и слабовозмущенного геомагнитного поля [3].

4. Выполнен анализ результатов измерений вертикальных и горизонтальных движений плазмы по доплеровским данным наземных ионозондов (станция Якутск, долгота 129°8′, L = 3.0; станция Магадан, долгота 150°48′, L = 2.9; станция Петропавловск-Камчатский, долгота 158°39′, L = 2.1) и данным дрейфометров на спутниках DMSP на высоте ~850 км (рис.6). Два вида измерений хорошо согласуются между собой. Во время магнитной бури 23.06.2005 г. скорости восходящих потоков плазмы по измерениям спутников DMSP составляли 1.0-1.4 км/с на высоте спутника 850 км, а в области *F2* ионосферы эта скорость соответствовала 150 м/с. Полоса SAPS расширилась до 15° по широте и около 5 ч по MLT, охватывая наземные измерительные пункты Петропавловск-Камчатский, Магадан, Якутск, что вызвало уменьшение электронной концентрации в области F2 на порядок и на высоте 850 км - в несколько раз [4].

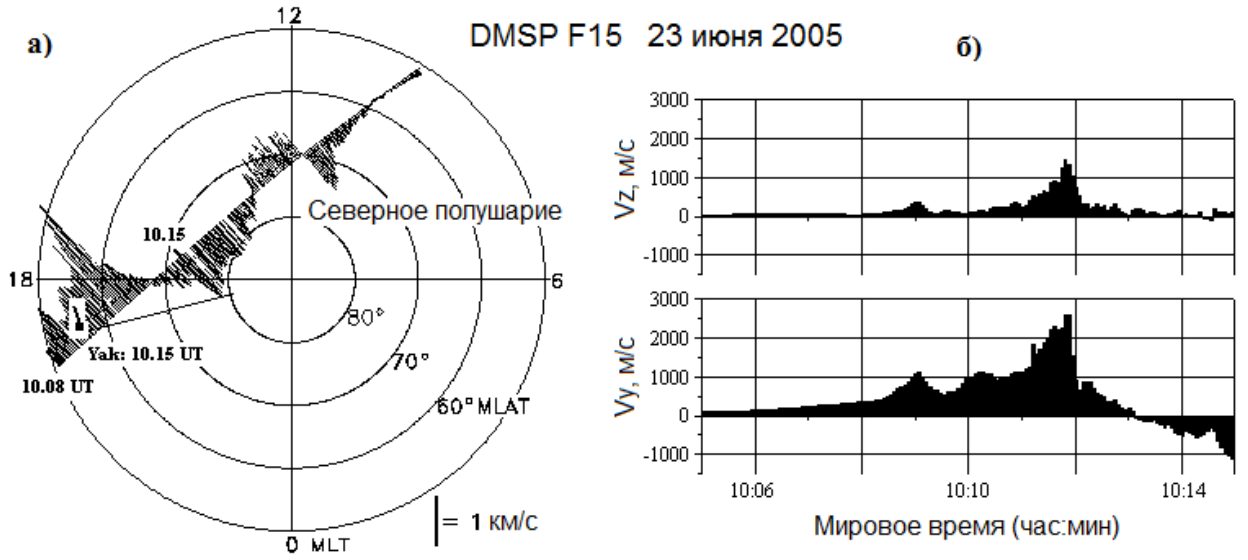


Рис.6 Одновременные измерения дрейфа плазмы на спутнике DMSP F15 при пролете в северном полушарии и дигизондом DPS-4 на станции Якутск.

а) вариации горизонтальной скорости вдоль пролета спутника DMSP F15 и одно значение горизонтальной скорости на станции Якутск в виде отрезка в момент 10.15 UT (см. вставку) в координатах местное магнитное время (MLT) – геомагнитная широта. Полоса субаврорального поляризационного потока (SAPS) перекрывает диапазон более 15 градусов по широте;

б) вариации вертикальной Vz (верхняя панель) и горизонтальной Vz (нижняя панель) скоростей по данным спутника DMSP F15 в интервале 10.04-10.16 UT.

5. Исследована связь между скоростью развития магнитной бури на главной фазе и средней величиной AE индекса ($\Sigma AE/\Delta T$) за время главной фазы (где ΣAE – суммарное значение AE индекса за время главной фазы магнитной бури, ΔT – длительность главной фазы). Были рассмотрены бури, инициированные высокоскоростными потоками CIR и межпланетными проявлениями корональных выбросов ICME (магнитные облака и Ejecta). Анализ показал, что величина $\Sigma AE/\Delta T$ коррелирует со скоростью развития магнитной бури для CIR событий, в отличие от бурь, инициированных ICME событиями. Обнаружено, отсутствие зависимости между $\Sigma AE/\Delta T$ и минимальным значением Dst индекса магнитной бури для CIR и ICME событий [5].

6. Рассмотрено развитие геомагнитных пульсаций, локализованных на магнитных широтах 66-74° в полуденном (11 MLT) и вечернем (20 MLT) секторах, при взаимодействии межпланетной ударной волны (МУВ), фронт которой имел наклон в плоскости эклиптики, с магнитосферой. Показано, что положение волновых возмущений в магнитосфере на разном радиальном расстоянии: X~5.5 Re в полуденном и X~-6.3÷-7.3 Re в вечернем секторе (рис.7), согласуется с наклоном фронта МУВ в плоскости эклиптики. Предполагается что фронт МУВ распространяясь в магнитосфере со скоростью Vsh ~ 53 км/с вызвал вихревые возмущения в областях сдвиговых течений плазмы [6].

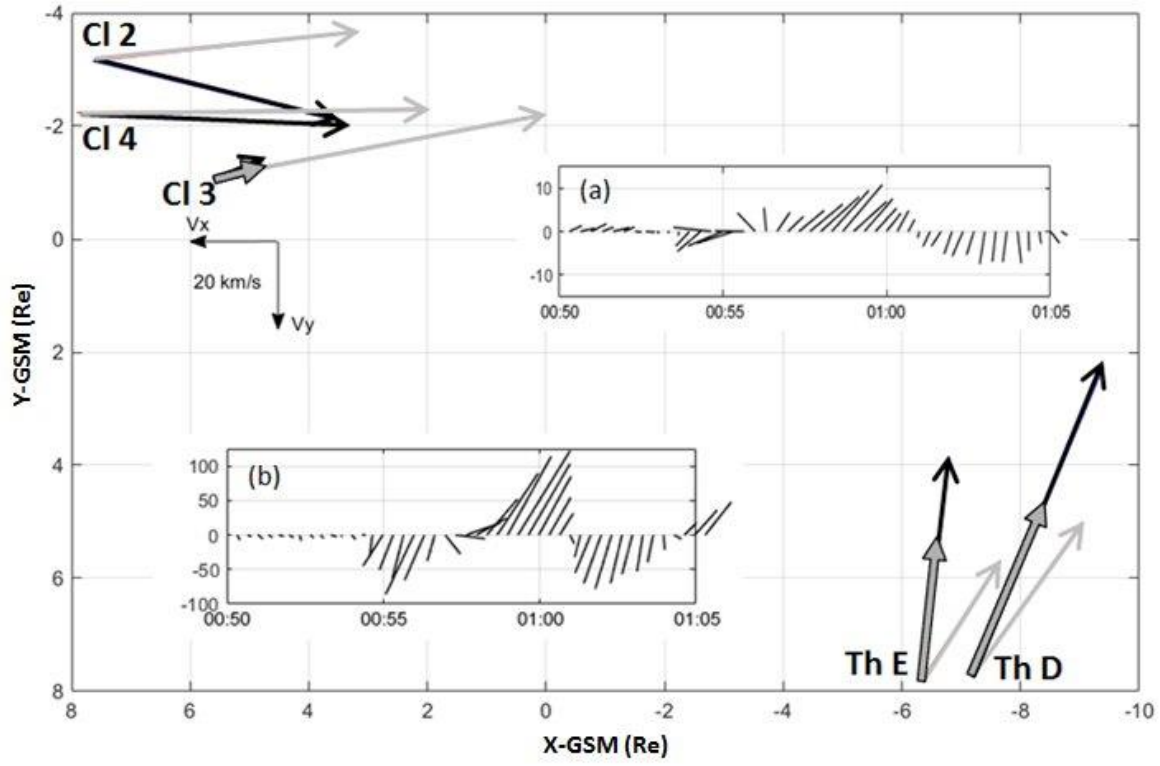


Рис.7. Распределение горизонтальных скоростей распространения фронта МУВ (V1, серые стрелки) и течения плазмы (V2, черные стрелки) в 0055 UT. Видно, что на спутнике Cluster 3 (Cl3) скорости сильно отличались по величине (проекция V2 на V1 показана контурной стрелкой) т.е. регистрировались интенсивные сдвиговые течения. На спутниках Themis D и E (ThD и ThE) наблюдается подобное отличие скоростей, но меньшей величины. Вставки a и b иллюстрируют динамику горизонтального вектора скорости течения плазмы на спутниках Cl3 и ThD, соответственно. На обоих спутниках в интервале 0054-0059 UT наблюдается вращение вектора скорости, соответствующее вихревым возмущениям, которое сменяется, вначале западным, затем восточным течением плазмы.

7. В период март-апрель 2011 г. был продолжен биомедицинский мониторинговый эксперимент по измерению состояния сердечно-сосудистой системы добровольцев с помощью экспресс-кардиографа «Фазаграф». Измерения проводились ежедневно в двух пунктах: г. Якутске (в ИКФИА и Медицинском институте Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова) и в пос. Тикси (в обсерватории ИКФИА). Обнаружено совпадение максимумов временного изменения геомагнитной возмущенности и коэффициента симметрии Т-зубца у половины добровольцев групп МИ (г. Якутск) и Тикси, принимавших участие в эксперименте. На этом основании сделано предположение о влиянии геомагнитной возмущенности на состояние сердечно-сосудистой системы человека. В год роста солнечной активности наблюдалось лучшее отслеживание вариаций геомагнитной активности у молодых испытуемых (МИ) и добровольцев группы полярного региона (Тикси). Сравнение результатов данного эксперимента с результатами эксперимента 2009 г. позволяет предположить, что отличие в реакции сердечно-сосудистой системы человека может быть связано с фазой 11-летнего цикла активности [7].

8. По результатам анализа данных атмосферного электрического поля с 2009 по 2013 гг. в г.Якутске, установлено, что суточный ход имеет два максимума в весенние, летние и осенние месяцы. В зимние месяцы суточный ход имеет один максимумом и один минимумом. Сезонный ход среднемесячных значений напряженности поля имеет максимумы в весенние и осенние месяцы и минимумы, которые приходятся на летние и зимние месяцы. Годовые вариации напряженности поля в условиях «хорошей погоды» за период наблюдений повторяются из года в год, минимумы и максимумы практически не смещаются по месяцам (рис.8). В вариациях среднемесячных значений напряженности электрического поля за пятилетний период, наблюдается тренд к уменьшению амплитуды сезонных вариаций напряженности поля и общих значений величины напряженности поля. В

качестве возможной причины, наблюдаемого тренда к уменьшению амплитуды среднемесячных значений напряженности поля, предполагается изменение уровня солнечной активности, которая в период 2009-2013 гг. находится в фазе возрастания [8].

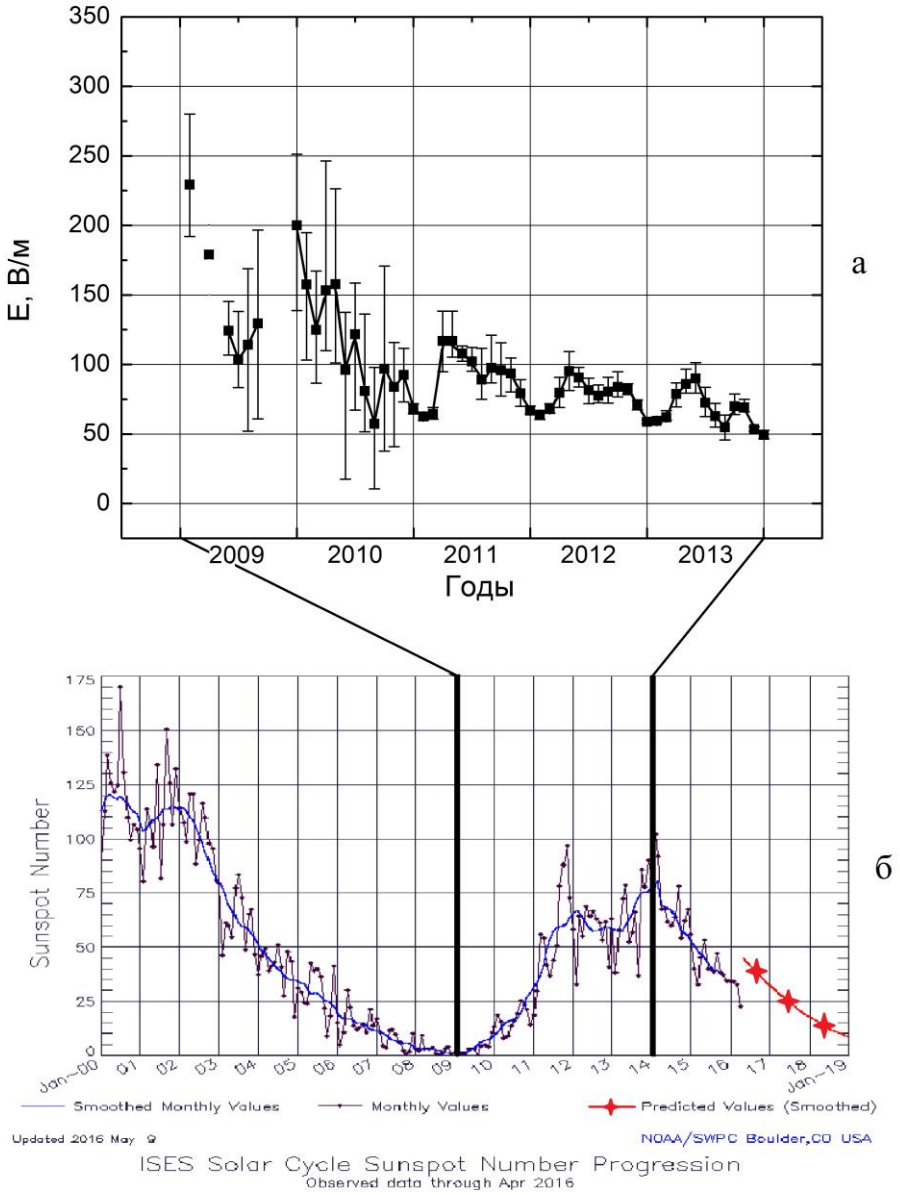
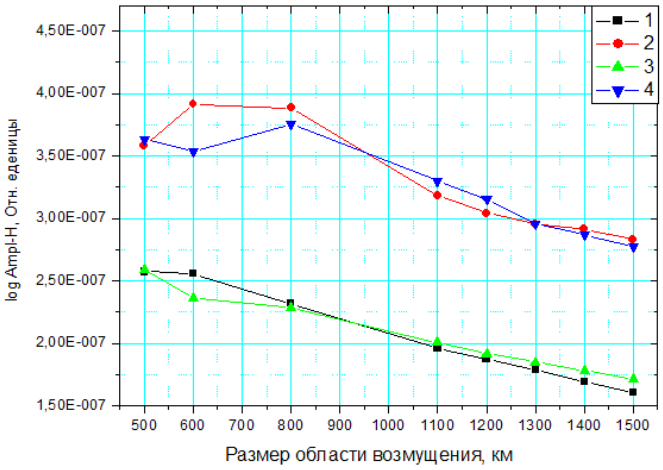


Рис.8. Вариации среднемесячных значений напряженности атмосферного электрического поля по наблюдениям в Якутске в условиях «хорошей погоды» (а) и количества солнечных пятен на Солнце (б).

9. Проведены модельные расчеты амплитудно-спектральных вариаций низкочастотных импульсных радиосигналов от грозовых разрядов, распространяющихся в волноводе "Земля-ионосфера" при воздействии

сейсмических возмущений на ионосферу. В дневных условиях возрастание крутизны профиля электронной концентрации приводит к наблюдаемому в экспериментах возрастанию амплитуды сигналов. При этом, степень увеличения амплитуды сигнала будет одновременно определяется и высотой волновода. Так одновременное изменение высоты волновода в ходе возмущения с 60 до 72 км и возрастания малой крутизны электронной концентрации с 0.258 до 0.31 км$^{-1}$, может обеспечить весьма значительное повышение амплитуды сигнала на частоте 10 кГц до 5-6 раз. Если проявление сейсмического возмущения в нижней ионосфере сопровождается повышением высоты волновода, то можно ожидать существенного возрастания амплитуды принимаемых низкочастотных сигналов и в дневных условиях. При больших значениях крутизны профиля электронной концентрации ($\beta > 0{,}286$ км$^{-1}$), в случае дальних источников, эффект интерференции мод в высокочастотной части спектра практически не проявляется. В ночных условиях степень влияния интерференции мод сигнала в области частот спектрального максимума будет определяться также поперечными размерами области возмущения [9]. Чем выше значение крутизны профиля электронной концентрации, тем значительней проявляются интерференционные эффекты в амплитуде сигналов (рис. 9).



1. β=0.3 км$^{-1}$, h=82 км (на всей трассе)
2. β=0.5 км$^{-1}$, h=82 км (возмущенный участок)
3. β=0.3 км$^{-1}$, h=90 км (возмущенный участок)
4. β=0.5 км$^{-1}$, h=90 км (возмущенный участок)

Рис.9. Зависимость значений среднеквадратичной амплитуды электромагнитного сигнала в ночных условиях от размеров возмущенной области

10. Выделен эффект затмения Солнца 20 марта 2015 г., проявившийся в увеличении амплитуды (23,7% суточной вариации) принимаемого в г. Якутске сигнала станции DHO (23.4 кГц) и в вариациях фазы сигнала станции Краснодар (14.9 кГц) при приеме в г. Якутске (на 0.39 радиан) и в г. Улан-Удэ (на 0.45 радиан). По вариациям фазы ОНЧ-радиосигнала определен нормировочный коэффициент, связывающий изменение эффективной высоты волновода Земля-ионосфера и логарифм отношения потока солнечного излучения во время затмения к полному потоку в дневное время. Для трассы Краснодар–Якутск нормировочный коэффициент составляет 4.69±0.42 км, для трассы Краснодар–Улан-Удэ – 7.62±0.37 км. Оценка изменения эффективной высоты ночного и дневного волновода на трассе Краснодар–Якутск составляет 21.6 км, а на трассе Краснодар–Улан-Удэ – 35.1 км. Максимальное изменение высоты волновода Земля–ионосфера в период максимального затенения трассы Краснодар–Якутск составило 2.88 км (фаза затмения 0.59). На трассе Краснодар–Улан-Удэ максимальное изменение высоты волновода составило 2.43 км (фаза затмения 0.42) [10].

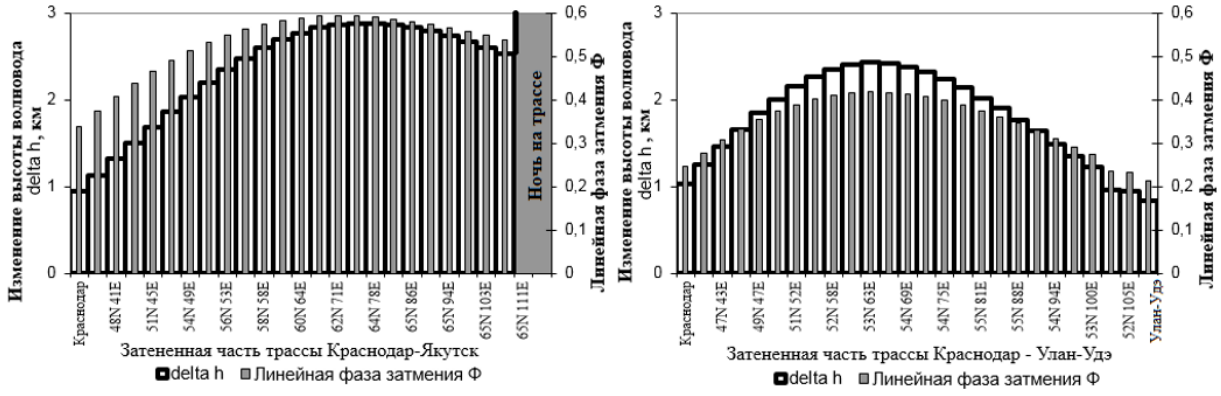


Рис.10. Изменения высоты волновода Земля-ионосфера в период максимального затенения трасс Краснодар – Якутск (10:45 UT) и Краснодар – Улан-Удэ (10:54 UT)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научные задачи проекта в целом по изучению физической картины проявлений космической погоды в субавроральной и авроральной зонах на основе измерений на Якутской меридиональной цепочки станций с привлечением спутниковых данных и данных других геомагнитных проектов выполнены.

Суммируем кратко выводы по результатам НИР.

Были продолжены непрерывные, в течении нескольких предыдущих циклов солнечной активности, геофизические и радиофизические экспериментальные исследования влияние космической погоды на процессы в магнитосфере, ионосфере и атмосфере Земли по наблюдениям на Якутской меридиональной цепочке от авроральных до средних широт. В эти исследования включены наблюдения вариаций: величины магнитного поля, активности полярных сияний, параметров ионосферных возмущений, электронной концентрации на разных ионосферных высотах, величины риометрического поглощения радиоволн и интенсивности электромагнитных излучений в ОНЧ-диапазоне искусственного и природного происхождения.

Закончена модернизация сети магнитных станций новыми MAGDAS-9 магнитометрами. Совместно с учеными из ИКИР ДВО РАН начаты работы по развитию и внедрению программных средств и методик обработки магнитных и ионосферных данных на основе вейвлет-преобразования.

С целью уточнения региональной и глобальной картины проявлений космической погоды в магнитосферно-ионосферных процессах получены результаты комплексного анализа магнитосферно-ионосферных возмущений в течение магнитной бури 5 апреля 2010 г., волновой активности на разных широтах как отклика на нестационарные условия в солнечном ветре и как отражение спорадических магнитосферных возмущений во время внезапного начала магнитной бури 04.08.2010 г., и исследования вертикальных и

горизонтальных движений плазмы по доплеровским данным наземных ионозондов на субавроральных широтах.

С целью выяснения взаимосвязей между процессами и явлениями в различных геосферах Земли выполнен анализ данных атмосферного электрического поля с 2009 по 2013 гг. в г.Якутске, проведена адаптация параметров модели внезапных фазовых аномалий радиосигналов диапазона 3-30 кГц для радиотрасс Краснодар-Якутск и Новосибирск-Якутск для оценки потока рентгеновского излучения наземными методами, по данным глобальной сети определения местоположения молний WWLLN построена усредненная за летние месяцы 2009-2014 гг. карта плотности молний для континентальной части северного региона Азии, получены результаты исследования влияния вариаций параметров космической погоды на заболевания сердечно-сосудистой системы человека в субавроральных и средних широтах, и выполнены модельные расчеты амплитудно-спектральных вариаций низкочастотных импульсных радиосигналов от грозовых разрядов, распространяющихся в волноводе "Земля-ионосфера" при воздействии сейсмических возмущений на ионосферу.

С целью создания основ прогноза наиболее геоэффективных проявлений солнечной активности исследовано влияние скорости солнечного ветра на авроральную активность в периоды восстановительной фазы магнитной бури и рассмотрена связь между скоростью развития магнитной бури на главной фазе и средней величиной AE индекса для событий, инициированных высокоскоростными потоками CIR и межпланетными проявлениями корональных выбросов ICME (магнитные облака и Ejecta).

Результаты комплексных исследований динамических магнитосферно-ионосферных процессов на широтах авроральной и субавроральных зон в периоды возмущений, анализа особенностей проявления космической погоды в структуре и развитии субавроральных возмущений могут быть применены для уточнения модельных численных расчетов в сложной трехмерной системе ионосфера-магнитосфера.

Результаты исследования влияния космической погоды на функциональное состояние человека, в частности, на сердечно-сосудистые заболевания, изучение предвестников сильных землетрясений по данным ОНЧ-излучений и анализ грозовой активности, представляющей опасность для магистральных объектов (ЛЭП, трубопроводы, линии связи) и лесопожарную обстановку могут быть использованы для прикладного использования в Министерстве здравоохранения, МЧС и в других заинтересованных организациях.

Большинство полученных результатов исследований по проекту соответствуют мировому уровню, апробированы на российских и международных конференциях и опубликованы в зарубежных и российских изданиях и трудах конференций.

Список использованных источников

1. Макаров Г.А. Северо-южная асимметрия геомагнитной активности и электрическое поле солнечного ветра // Солнечно-земная физика. 2016. Т. 2. № 1. С. 32-35. DOI: 10.12737/13403.

2. Тарабукина Л.Д., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Аналитическое выражение для распределения плотности грозовых разрядов по территории Северной Азии // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 3. С. 184-191.

3. Смирнов С.Э., Бычков В.В., Мандрикова О.В., Соловьев И.С., Полозов Ю.А., Заляев Т.Л., Хомутов С.Ю., Поддельский И.Н., Думбрава З.Ф., Баишев Д.Г. Анализ явлений космической погоды в 2014 году по наблюдениям в северо-восточном регионе России // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. 2016. № 1(12). С. 66-84. DOI: 10.18454/2079-6641-2016-12-1-66-84.

4. Халипов В.Л., Степанов А.Е., Котова Г.А., Кобякова С.Е., Богданов В.В., Кайсин А.В., Панченко В.А. Вертикальные скорости дрейфа плазмы при наблюдении поляризационного джета по наземным доплеровским измерениям и данным дрейфометров на спутниках DMSP // Геомагнетизм и аэрономия. 2016. Т. 56. № 5, С. 568-578. DOI: 10.7868/S0016794016050060.

5. Бороев Р.Н. Корреляция скорости развития магнитной бури на главной фазе и авроральной активности // Солнечно-земная физика. 2016. Т. 2. № 4. DOI: 10.12737/21404.

6. Moiseev A., Baishev D., Mishin V., Uozumi T., Yoshikawa A., Du A. Features of formation of small-scale vortex disturbances during the sudden magnetosphere compression // Abstracts of 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, Yakutsk, Russia, Aug. 15-19, 2016. P. 14.

7. Самсонов С.Н., Стрекаловская А.А., Малышева Л.А., Петрова П.Г., Захарова Ф.А. Связь геомагнитной возмущенности с состоянием сердечно-сосудистой системы человека в высоких широтах на фазе роста 11-летнего

цикла солнечной активности // Якутский медицинский журнал. 2016. № 2 (54). С.52-54.

8. Торопов А.А., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Вариации атмосферного электрического поля по наблюдениям в Якутске // Наука и образование. 2016. № 2 (82). С. 58-65.

9. Argunov V.V. Modelling consideration of amplitude variations of signals of lightning discharges with the availability of disturbances in the Earth-ionosphere waveguide // Proc. SPIE. 10035. 22nd International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 100356A (November 29, 2016). DOI: 10.1117/12.

10. Козлов В.И., Корсаков А.А., Каримов Р.Р., Аргунов В.В., Мельчинов В.П. Башкуев Ю.Б., Бояров А.Л. Вариации амплитуды и фазы сигналов ОНЧ-радиостанций в период солнечного затмения 20 марта 2015 г. при регистрации в Якутске и Улан-Удэ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 195-203.

Приложение 1.

Количество публикаций по тематике проекта в 2016 г. в соответствии с государственным заданием

индикатор	Ед. измерения	Всего за 2013-2016 гг.	2013	2014	2015	2016
Количество публикаций в ведущих российских и международных журналах по результатам исследований, полученных в процессе реализации проекта	единиц	**73**	**17**	**19**	**16**	**21**
Количество публикаций в мировых научных журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки» (WEB of Science)	единиц	**25**	**4**	**4**	**8**	**9**
Число тезисов в конференциях	единиц	**86**	**15**	**27**	**13**	**31**
Число охраняемых объектов интеллектуальной собственности: зарегистрированных патентов в России зарегистрированных патентов за рубежом	 единиц единиц	**1**		**1**		

Приложение 2

Публикации за 2016 г.

Статьи в зарубежных изданиях:

1. Baishev D.G., Moiseyev A.V., Boroyev R.N., Kobyakova S.E., Stepanov A.E., Mandrikova O.V., Solovev I.S., Khomutov S.Yu., Polozov Yu.A., Yoshikawa A., Yumoto K. Magnetic and ionospheric observations in the far eastern region of Russia during the magnetic storm of 5 April 2010 // Sun and Geosphere. 2015. Vol.10/2, P.133-140.
2. Boroyev R.N. Intensity of the auroral electrojets during a recovery phase of magnetic storm // Adv. Space Res., 2016, Vol.57, P.2479-2486. doi: 10.1016/j.asr.2016.04.001.
3. Mandrikova O.V., Solovjev I.S., Khomutov S.Yu., Baishev D.G., Geppener V.V., Klionskiy D.M. Estimation of geomagnetic field storminess using the wavelet transform // Pattern Recognition and Image Analysis, 2016, Vol. 26, No. 4, P.71-79.
4. Parshina S.S., Samsonov S.N., Manykina V.I., Afanaseva T.N., Vishnevsky V.V., Petrova P.G., Petrova V.D., Strekalovskaya A.A., Tokaeva L.K., Kaplanova T.I., Potapova M.V. Peculiarities of a group response of cardiovascular system of volunteers at different latitudes to changes of space weather parameters // Odessa Astronomical Publications, 2015, Vol.28, Issue 2, P.270-271.
5. Samsonov S.N., Manykina V.I., Kleimenova N.G., Parshina S.S., Strekalovskaya A.A., Petrova P.G. The HELIO-geophysical storminess health effects in the cardio-vascular system of a human in the middle and high latitudes // Wiadomości Lekarskie 2016, tom LXIX, nr 3 (cz. II), P. 537-541.
6. Shadrina L., Petrova P., Samsonov S., Manykina V. Changes of the cardiovascular system during sporadic and recurrent storms // Nauka i studia, 2016, Vol. 3. P.477-483.
7. Takahashi K., Hartinger M.D., Malaspina D.M., Smith C.W., Koga K., Singer H.J., Fruhauf D., Baishev D.G., Moiseev A.V., Yoshikawa A. Propagation of ULF waves from the upstream region to the midnight sector of the inner magnetosphere // J. Geophys. Res., 2016, Vol.121, doi:10.1002/2016JA022958.
8. Uozumi T., Yoshikawa A., Ohtani S., Imajo S., Baishev D.G., Moiseev A.V., Yumoto K. Initial deflection of middle-latitude Pi2 pulsations in the premidnight sector: Remote detection of oscillatory upward field-aligned current at substorm onset // J. Geophys. Res., 2016, Vol.121, doi:10.1002/2015JA021698.

Статьи в российских рецензируемых изданиях:

1. Белаховский В.Б., Пилипенко В.А., Самсонов С.Н., Лоренцен Д. Особенности пульсаций Pc5 диапазона в геомагнитном поле, авроральной светимости и риометрическом поглощении // Геомагнетизм и аэрономия. 2016. Т.56, №1. С.46-63.
2. Бороев Р.Н. Корреляция скорости развития магнитной бури на главной фазе и авроральной активности // Солнечно-земная физика. 2016. Т.2. №4. С. 9-12. doi: 10.12737/21404.
3. Голиков И.А., Гололобов А.Ю. Математическое моделирование долготных особенностей формирования области повышенной электронной температуры в высокоширотной ионосфере // Вестник СВФУ. 2016. Т.52. №2. С. 53-63.
4. Голиков И.А., Гололобов А.Ю., Попов В.И. Моделирование распределения температур электронов в области F2 высокоширотной ионосферы для условий зимнего солнцестояния. // Солнечно-земная физика. 2016. Т.2, № 4, С. 54-62. doi: 10.12737/19424.
5. Клибанова Ю.Ю., Мишин В.В., Цэгмэд Б., Моисеев А.В. Свойства дневных длиннопериодных пульсаций во время начала магнитной бури // Геомагнетизм и аэрономия Т.56, №4, С. 457-471, 2016.
6. Козлов В.И., Корсаков А.А., Каримов Р.Р., Аргунов В.В., Мельчинов В.П. Башкуев Ю.Б., Бояров А.Л. Вариации амплитуды и фазы сигналов ОНЧ-радиостанций в период солнечного затмения 20 марта 2015 г. при регистрации в Якутске и Улан-Удэ //

Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 4. С. 195–203. DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-4-195-203.
7. Макаров Г.А. Северо-южная асимметрия геомагнитной активности и электрическое поле солнечного ветра // Солнечно-земная физика. 2016. Т.2, №1, С. 32-35. doi: 10.12737/13403.
8. Мишин В.М., Мишин В.В., Моисеев А.В. Распределение продольных токов в ионосфере: асимметрия утро - вечер и ее связь с асимметрией в двух полушариях // Геомагнетизм и аэрономия. 2016. Т.56, №5, С. 558-567.
9. Моисеев А.В., Баишев Д.Г., Муллаяров В.А., Самсонов С.Н., Иозуми Т., Иошикава А., Кога К., Матсумото Х. Развитие компрессионных длиннопериодных пульсаций на восстановительной фазе магнитной бури 23 мая 2007 г. // Космические исследования. 2016. Т.54, № 1. С.31-40.
10. Потапов А.С., Довбня Б.В., Баишев Д.Г., Полюшкина Т.Н., Рахматулин Р.А. Узкополосное излучение с изменяющейся от 0.5 до 3.5 Гц частотой на фоне главной фазы магнитной бури 17 марта 2013 г. // Солнечно-земная физика. 2016. Т. 2, № 4, С.13-23. doi: 10.12737/21240.
11. Самсонов С.Н., Стрекаловская А.А., Малышева Л.А., Петрова П.Г., Захарова Ф.А. Связь геомагнитной возмущенности с состоянием сердечно-сосудистой системы человека в высоких широтах на фазе роста 11-летнего цикла солнечной активности // Якутский медицинский журнал, 2016, Вып.2 (54) С.52-54.
12. Смирнов С.Э., Бычков В.В., Мандрикова О.В., Соловьев И.С., Полозов Ю.А., Заляев Т.Л., Хомутов С.Ю., Поддельский И.Н., Думбрава З.Ф., Баишев Д.Г. Анализ явлений космической погоды в 2014 году по наблюдениям в северо-восточном регионе России // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. - 2016. - № 1(12). С. 66-84. doi: 10.18454/2079-6641-2016-12-1-66-84.
13. Степанов А.Е., Халипов В.Л., Котова Г.А., Заболоцкий М.С., Голиков И.А. Данные наблюдений крупномасштабной конвекции плазмы в магнитосфере в зависимости от уровня геомагнитной активности // Геомагнетизм и аэрономия, Т.56, №2, С.194-199, 2016, doi: 10.7868/S0016794016010119.
14. Тарабукина Л. Д., Козлов В. И. Параметры радиоимпульсов многокомпонентных молний «облако-земля» в северо-восточной Азии // Известия РАН. Физика атмосферы и океана, 2016. Т. 52. № 3. С. 309–315.
15. Тарабукина Л.Д., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Аналитическое выражение для распределения плотности грозовых разрядов по территории Северной Азии // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 3. С. 184–191.
16. Торопов А.А., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Вариации атмосферного электрического поля по наблюдениям в Якутске // Наука и образование. 2016. №2(82). С. 58-65.
17. Халипов В.Л., Степанов А.Е., Котова Г.А., Бондарь Е.Д. Вариации положения поляризационного джета и границы инжекции энергичных ионов во время суббурь // Геомагнетизм и аэрономия. 2016. Т.56, №2. С.187-193. doi: 10.7868/S0016794016020085.
18. Халипов В.Л., Степанов А.Е., Котова Г.А., Кобякова С.Е., Богданов В.В., Кайсин А.В., Панченко В.А. Вертикальные скорости дрейфа плазмы при наблюдении поляризационного джета по наземным доплеровским измерениям и данным дрейфометров на спутниках DMSP // Геомагнетизм и аэрономия. 2016. Т.56, №5. С.568-578. doi: 10.7868/S0016794016050060.
19. Шпынев Б.Г., Черниговская М.А., Куркин В.И., Ратовский К.Г., Белинская А.Ю., Степанов А.Е., Бычков В.В., Григорьева С.А., Панченко В.А., Коренькова Н.А., Лещенко В.С., Мелич Й. Пространственные вариации параметров ионосферы северного полушария над зимними струйными течениями // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, Т. 13, №4, С.204-215, 2016.

В Трудах конференций и сборниках:

1. Аргунов В.В. Вариации амплитуд сигналов грозовых разрядов, проходящих над эпицентрами землетрясений // XXV Всероссийская открытая научная конференция «Распространение радиоволн», посвященная 80-летию отечественных ионосферных исследований. РРВ-25: тр. конф., Томск, 4–9 июля 2016 г. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – Т. III. С 211 – 213.
2. Аргунов В.В. Модельный анализ ионосферных возмущений в вариациях амплитуды ОНЧ-сигналов дальних грозовых разрядов // XXV Всероссийская открытая научная конференция «Распространение радиоволн», посвященная 80-летию отечественных ионосферных исследований. РРВ-25: тр. конф., Томск, 4–9 июля 2016 г. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – Т. III. С. 250-252.
3. Аргунов В.В. Модельный анализ влияния возмущений в волноводе Земля-ионосфера на амплитудные вариации сигналов грозовых разрядов // Материалы XXII Международного симпозиума [Электронный ресурс]. — Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2016. — 1 CDROM. ISBN 978-5-94458-159-4.
4. Аргунов В.В., Каримов Р.Р. Вариации амплитуды сигналов грозовых разрядов, проходящих над эпицентрами землетрясений // Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений: VII международная конференция, с. Паратунка, Камчатский край, 29 августа – 2 сентября 2016 г.: сб. докл. – Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2016. – 350 с. С. 264-266
5. Васильев П.А., Клопова А.И., Артеменко К.А., Калугин Д.В., Клименко М.В., Карпачев А.Т., Клименко В.В., Ратовский К.Г., Коренькова Н.А., Белинская А.Ю., Степанов А.Е. Проверка адекватности описания эмпирическими моделями зимнего ночного главного ионосферного провала в минимуме солнечной активности // Труды Кольского научного центра. Гелиогеофизика. 2015. Т.32, № 6, С.163-169.
6. Гололобов А.Ю., Голиков И.А. Моделирование ионосферы с учетом явления «полной тени» // Современные методы и материалы радиофизики: материалы Всероссийской научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, посвященной 120-летию дня изобретения радио (Якутск, 19-20 мая 2015 г.) / редкол А. М. Тимофеев. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. С. 5-8.
7. Гололобов А.Ю., Голиков И.А., Попов В.И. Численное моделирование распределения температуры электронов в области F высокоширотной ионосферы для условий зимнего солнцестояния // Материалы XII Международной школы молодых ученых «Физика окружающей среды», Томск, 2016. С. 62-66.
8. Каримов Р.Р., Башкуев Ю.Б., Козлов В.И., Торопов А.А., Корсаков А.А., Аргунов В.В. Вариации амплитуд сигналов СДВ-радиостанций по данным регистрации радиоизлучения в Тикси // XXV Всероссийская открытая научная конференция «Распространение радиоволн», посвященная 80-летию отечественных ионосферных исследований. РРВ-25: тр. конф., Томск, 4–9 июля 2016 г. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – Т. II. – 299 с. С. 148-151.
9. Каримов Р.Р., Козлов В.И., Торопов А.А. Вариации интенсивности ОНЧ-шумов на 8,7 кГц в циклах солнечной активности за период 2001-2015 годов // Сборник докладов VII Международной конференции «Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений», с. Паратунка, 2016, С. 5-7.
10. Козлов В.И., Каримов Р.Р., Корсаков А.А., Тарабукина Л.Д., Григорьев Ю.М. Влияние грозовых разрядов и вариаций скорости изменения геомагнитной активности на токи в подземных трубопроводах и потенциал «труба - земля» / Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Материалы XXII Международного симпозиума [Электронный ресурс]. — Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2016. — 1 CD-ROM. ISBN 978-5-94458-159-4. D148-D151.
11. Козлов В.И., Корсаков А.А., Тарабукина Л.Д. Вариации импульсной составляющей грозовых радиошумов по наблюдениям в Якутске в течение цикла солнечной активности

2001–2015 гг. // XXV Всероссийская открытая научная конференция «Распространение радиоволн», посвященная 80-летию отечественных ионосферных исследований. РРВ-25: тр. конф., Томск, 4–9 июля 2016 г. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – Т. III. С. 241-244.
12. Козлов В.И., Корсаков А.А., Тарабукина Л.Д. Вариации числа радиоимпульсов грозовых разрядов по наблюдения в Якутске в 2001-2014 гг. // Материалы 34-я Всероссийская конференция по космическим лучам Дубна, 15-19 августа 2016 г. http://rcrc-2016.msu.ru/node/45.
13. Козлов В.И., Корсаков А.А., Тарабукина Л.Д. Вариации числа атмосфериков по наблюдениям в Якутске в летние месяцы 2001-2015 гг. // Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений: VII международная конференция, с. Паратунка, Камчатский край, 29 августа – 2 сентября 2016 г.: сб. докл. – Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2016. –350 с. С. 8-12.
14. Корсаков А.А., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Адаптация параметров модели внезапных фазовых аномалий ОНЧ радиосигнала в течение цикла активности Солнца // XXV Всероссийская открытая научная конференция «Распространение радиоволн», посвященная 80-летию отечественных ионосферных исследований. РРВ-25: тр. конф., Томск, 4-9 июля 2016 г. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – Т. II. – 299 с. С. 144-147.
15. Корсаков А.А., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Оценка изменения эффективной высоты волновода Земля–ионосфера по вариациям фазы ОНЧ радиосигналов, регистрируемых в Якутске в период солнечного затмения 20–21 мая 2012 года // Материалы XII Международной Школы молодых ученых «Физика окружающей среды» им. А.Г. Колесника. – Томск: ТМЛ- Пресс, 2016. – 204 с. С. 119-123.
16. Корсаков А.А., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Оценка изменения эффективной высоты волновода Земля-ионосфера по вариациям фазы ОНЧ-НЧ радиосигналов в период солнечного затмения // Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений: VII международная конференция, с. Паратунка, Камчатский край, 29 августа – 2 сентября 2016 г.: сб. докл. – Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2016. –350 с. С. 111-114.
17. Корсаков А.А., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Оценка изменения эффективной высоты волновода Земля-ионосфера по вариациям фазы ОНЧ сигналов радиостанций в период солнечного затмения // Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Материалы XXII Международного симпозиума [Электронный ресурс]. - Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2016. - 1 CD-ROM. ISBN 978-5-94458-159-4. В20-В23.
18. Корсаков А.А., Пинигина И.Я. Внезапные фазовые аномалии ОНЧ радиосигнала на трассе Новосибирск – Якутск в 11-летнем цикле активности Солнца // Материалы 54-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2016: Геология / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2016. 130 с. ISBN 978-5-4437-0494-4. С.48.
19. Паршина С.С., Водолагин А.В., Афанасьева Т.Н., Тупикин В.Д., Головачева Т.В., Самсонов С.Н., Петрова В.Д., Водолагина Е.С. Терагерцовое излучение на частоте оксида азота и КВЧ-терапия с частотой 42,2 ГГц в коррекции хронического диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови у больных стенокардией // Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии: материалы Международной конференции IT + M&Ec`2016, Гурзуф, 2-12 июня 2016 г. С.106-113. (РИНЦ)
20. Паршина С.С., Токаева Л.К., Долгова Е.М., Афанасьева Т.Н., Самсонов С.Н., Петрова В.Д., Капланова Т.И., Потапова М.В., Водолагина Е.С. Патофизиологические и адаптационно-компенсаторные механизмы гемореологических нарушений у больных нестабильной стенокардией в различные периоды 11-летнего солнечного цикла // Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии: Международная конференция IT + M&Ec`2016, Гурзуф, 2-12 июня 2016 г. С.294-299.
21. Пинигина И.Я., Корсаков А.А. Внезапные фазовые аномалии ОНЧ радиосигналов навигационных станций на радиотрассе Краснодар – Якутск в период 11-летнего цикла

активности Солнца / Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием, посвященной 60-летию со дня образования Якутского государственного университета (СВФУ). Секции 1-3. – Нерюнгри: Изд-во Технического института (ф) СВФУ, 2016. – 463 с. ISBN 978-5-91243-071-8. С. 403-407.
22. Самсонов С.Н., Маныкина В.И., Клейменова Н.Г., Паршина С.С., Петрова П.Г., Стрекаловская А.А. Геомагнитные пульсации и жизнь на Земле // Информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии. Материалы Международной конференции IT + M&Ec`2016, Гурзуф, 2-12 июня 2016 г. 2016. С.299-307.
23. Самсонов С.Н. Космическая погода 2016: последствия для жизни на Земле // Новые информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии: материалы Международной конференции IT + M&Ec`2016, Гурзуф, 2-12 июня 2016 г. С.307-312.
24. Степанов А.Е., Халипов В.Л., Котова Г.А., Кобякова С.Е. Вертикальные скорости дрейфа плазмы в поляризационном джете по наземным и спутниковым данным // Тр. XXV Всероссийской научной конференции "Распространение радиоволн", Т.1, с. 93-96, ТГУСУР, Томск, 2016.
25. Тарабукина Л.Д., Козлов В.И. Грозовая, солнечная и геомагнитная активности – северная Азия // XXV Всероссийская открытая научная конференция «Распространение радиоволн», посвященная 80-летию отечественных ионосферных исследований. РРВ-25: тр. конф., Томск, 4–9 июля2016 г. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – Т. III. С. 214-217.
26. Тарабукина Л.Д., Козлов В.И. Пространственно-временная динамика грозовой активности в северной Азии по радиотехническим наблюдениям с 2009-2014 гг. // Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Материалы XXII Международного симпозиума [Электронный ресурс]. — Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2016. — 1 CD-ROM. — PC Pentium 1 или выше; ОС Microsoft Windows; CD-ROM 16-х или выше; мышка. С. D140-D143.
27. Тарабукина Л.Д., Козлов В.И. Сравнение радиотехнических данных мировой сети грозопеленгации WWLLN и прогностических индексов конвекции атмосферы. / Физика окружающей среды: Материалы XII Международной Школы молодых ученых «Физика окружающей среды» им. А.Г. Колесника. – Томск: ТМЛ-Пресс, 2016. С. 169-172.
28. Тарабукина Л.Д., Козлов В.И. Эффекты солнечных вспышек в вариациях грозовой активности на территории Северной Азии (летние сезоны 2009-2014 гг.) // Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений: VII международная конференция, с. Паратунка, Камчатский край, 29 августа – 2 сентября 2016 г.: сб. докл. – Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2016. С. 166-170.
29. Торопов А.А., Муллаяров В.А. Узкополосные низкочастотные сигналы, связанные с грозовой активностью. / XXV Всероссийская открытая научная конференция «Распространение радиоволн», посвященная 80-летию отечественных ионосферных исследований. РРВ-25: тр. конф., Томск, 4–9 июля2016 г. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2016. – Т. III. С. 222-225.
30. Торопов А.А., Каримов Р.Р., Козлов В.И Напряженность атмосферного электрического поля в зависимости от географической широты местности Сборник докладов VII Международной конференции «Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений», Паратунка, 2016, С.97-100.
31. Халипов В.Л., Степанов А.Е., Котова Г.А., Бондарь Е.Д. Совпадение экваториальной границы поляризационного джета и границы инжекции энергичных ионов во время суббурь // KSC RAS, “Physics of Auroral Phenomena”, Proc. XXXVIII Annual Seminar, Apatity, pp. 169-172, 2015.
32. Черниговская М.А., Шпынев Б.Г., Куркин В.И., Ратовский К.Г., Белинская А.Ю., Степанов А.Е., Бычков В.В., Григорьева С.А., Панченко В.А., Коренькова Н.А., Лещенко В.С., Мелич Й. Ионосферные эффекты зимних стратосферных струйных течений

северного полушария // Тр. XXV Всероссийской научной конференции "Распространение радиоволн", Т.1, с. 135-138, ТГУСУР, Томск, 2016.
33. Argunov V.V. Modelling consideration of amplitude variations of signals of lightning discharges with the availability of disturbances in the Earth-ionosphere waveguide // Proc. SPIE. 10035. 22nd International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 100356A (November 29, 2016). doi: 10.1117/12.2249034.
34. Korsakov A.A., Kozlov V.I., Karimov R.R. Estimation of effective height changes of Earth-ionosphere waveguide by VLF radio signals phase variations during a solar eclipse // Proc. SPIE 10035. 22nd International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 100351J (November 29, 2016). doi: 10.1117/12.2248802.
35. Kozlov V.I., Karimov R.R., Korsakov A.A., Tarabukina L.D., Grigoriev Yu.M. Influence of lightning discharges and geomagnetic activity variation rate on currents in buried pipelines and “pipe-ground” potential // Proc. SPIE 10035. 22nd International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 100355S (November 29, 2016). doi:10.1117/12.2248712.
36. Tarabukina L.D., V.I. Kozlov Spatial and temporal variations of lightning activity in North Asia in 2009-2014 // Proc. SPIE 10035. 22nd International Symposium Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics, 1003561 (November 29, 2016). doi: 10.1117/12.2248803.

Абстракты:

1. Аргунов В.В., Каримов Р.Р. Вариации амплитуды сигналов грозовых разрядов, проходящих над эпицентрами землетрясений // Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений: VII международная конференция, с. Паратунка, Камчатский край, 29 августа-2 сентября 2016 г.: сб. тез. докл. – Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2016. – 206 с. С 79.
2. Козлов В.И., Каримов Р.Р., Корсаков А.А., Тарабукина Л.Д., Григорьев Ю.М. Влияние грозовых разрядов и вариаций скорости изменения геомагнитной активности на токи в подземных трубопроводах и потенциал «труба-земля» // Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Тезисы докладов XXII Международного симпозиума. Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2016. С. 141.
3. Козлов В.И., Корсаков А.А., Тарабукина Л.Д. Вариации числа атмосфериков по наблюдениям в Якутске в летние месяцы 2001-2015 гг. // Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений: VII международная конференция, с. Паратунка, Камчатский край, 29 августа – 2 сентября 2016 г.: сб. тез. докл. – Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2016. – 206 с. С. 7.
4. Корсаков А.А., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Оценка изменения эффективной высоты волновода Земля-ионосфера по вариациям фазы ОНЧ-НЧ радиосигналов в период солнечного затмения // Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений: VII международная конференция, с. Паратунка, Камчатский край, 29 августа – 2 сентября 2016 г.: сб. тез. докл. – Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2016. – 206 с. С. 33-34.
5. Тарабукина Л.Д., Козлов В.И. Эффекты солнечных вспышек в вариациях грозовой активности на территории Северной Азии (летние сезоны 2009-2014 гг.) // Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений: VII международная конференция, с. Паратунка, Камчатский край, 29 августа – 2 сентября 2016 г.: сборник тезисов докладов – Петропавловск-Камчатский: ИКИР ДВО РАН, 2016. – 206 с. С. 49-50.
6. Тарабукина Л.Д., Козлов В.И. Пространственно-временная динамика грозовой активности в Северной Азии по радиотехническим наблюдениям с 2009-2014 гг. // Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Тезисы докладов XXII Международного симпозиума. Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2016. С. 140.

7. Argunov V.V. Ionospheric response to earthquakes according to observations of the thunderstorm signals variations // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 44.
8. Argunov V.V. Remote sensing of seismic disturbances in the lower ionosphere according to observations of lightning electromagnetic signals in Yakutsk // Collaborative Conference on Earthquake Science and Engineering 2016. PROGRAM & ABSTRACT, September 4-8, 2015, Budapest, Hungary, P. 11.
9. Argunov V.V. Variations of impulsive natural VLF signals passing over epicenters of earthquakes by observations in Yakutsk // Book of abstracts: 11th international conference «Problems of Geocosmos». St. Petersburg. 2016. P. 222.
10. Baishev D.G., Samsonov S.N., Karimov R.R., Moiseyev A.V., Boroyev R.N., Stepanov A.E., Yoshikawa A., Yumoto K. // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 38-39.
11. Belakhovsky V.B., Pilipenko V.A., Baddeley L., Sakharov Ya.A., Samsonov S.N. Geomagnetic and ionospheric response to SSC as observed by the complex of instruments // Book of abstracts: 11th international conference «Problems of Geocosmos». St. Petersburg. 2016. P. 30.
12. Belakhovsky V.B., Pilipenko V.A., Samsonov S.N. Energization of the outer radiation belt electrons due to wave-particle interaction // Book of abstracts: 11th international conference «Problems of Geocosmos». St. Petersburg. 2016. P. 31.
13. Boroyev R.N., Struchkov I.I. Intensity of the auroral electrojets during a recovery phase of magnetic storm // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August 15-19, 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 19.
14. Gololobov A.Yu., Golikov I.A., Varlamov I.I. Modeling of influence of magnetospheric heat flux on the electron temperature distribution in the subauroral ionosphere // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August 15-19, 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 20.
15. Grigor’ev Yu.M., Efremova E.N., Kozlov V.I. The effect of variations of geomagnetic activity on the growth phase of the 24th solar cycle on the pipeline // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 42.
16. Karimov R.R., Argunov V.V., Korsakov A.A. Research of lithosphere-ionosphere relationships by observations radio signal amplitude variations in the range of 16-60 kHz, registered in Tiksi // Book of abstracts: 11th international conference «Problems of Geocosmos». St. Petersburg. 2016. P. 226.
17. Karimov R.R., Kozlov V.I., Toropov A.A. Variations of intensity of medium-altitude VLF-radiation at 8.7 kHz in the solar activity cycle for the period 2001-2015 years // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 26.
18. Kobyakova S.E., Stepanov A.E., Konstantinov A.L., Tokusarov D.I. Long-term trend of the minimum frequency of ionospheric reflections and F10.7 solar radio emission // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 32-33.
19. Korsakov A.A., Kozlov V.I., Karimov R.R. Estimation of effective height changes of Earth-ionosphere waveguide using phase variations of low and very low frequency radio signals during a solar eclipse // Book of abstracts: 11th international conference «Problems of Geocosmos». St. Petersburg. 2016. P. 69-70.
20. Korsakov A.A., Kozlov V.I., Karimov R.R., Pinigina I.Ya. Sudden phase anomalies of VLF radio signals registered in Yakutsk during solar cycle activity // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 26.

21. Mandrikova O., Polozov Yu., Soloviev I., Fetisova (Glushkova) N., Baishev D., Khomutov S., Shevtsov B. Features of the generation and propagation of ionospheric disturbances during periods of solar events and geomagnetic storms // AOGS13th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society, 31 July – 05 August, Beijing, 2016. ST03-15-D2-PM2-P-014 (ST03-15-A014).
22. Mandrikova O.V., Zalyaev T.L., Solovev I.S., Khomutov S.Y., Baishev D.G. Analysis of geomagnetic field data and cosmic rays variations during solar events and geomagnetic storms // AOGS13th Annual Meeting Asia Oceania Geosciences Society, 31 July – 05 August, Beijing, 2016. ST03-15-D2-AM2-309B(L3N)-005 (ST03-15-A013).
23. Manykina V.I., Samsonov S.N., Olenova S.V. Effect of space weather on a cardiovascular system condition of human during a phase of minimum and maximum of the 11-year solar activity cycle // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 43.
24. Moiseyev A., Baishev D., Mishin V., Uozumi T., Yoshikawa A., Du A. Features of formation of small-scale vortex disturbances during the sudden magnetosphere compression // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August 15-19, 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 15.
25. Potapov A.S., Dovbnya B.V., Baishev D.G., Polyushkina T.N., Rakhmatulin R.A. Narrow-band emission with varying frequency from 0.5 up to 3.5 Hz in the background of the main phase of the 17 March 2013 magnetic storm // Book of abstracts: 11th international conference «Problems of Geocosmos». St. Petersburg. 2016. P. 90-91.
26. Stepanov A.E., Khalipov V.L., Kotova G.A., Kobyakova S.E., Bogdanov V.V., Kaisin A.V. Upflow ionospheric plasma in the polarization jet region // Book of abstracts: 11th international conference «Problems of Geocosmos». St. Petersburg. 2016. P. 108.
27. Stepanov A.E., Khalipov V.L., Pirog O.M., Telegin V.A., Panchenko V.A. The dynamics of the dayside polar cusp by measurements at auroral stations Tixie Bay and Norilsk // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 30.
28. Stepanov A.E., Kobyakova S.E., Khalipov V.L., Struchkov I.I., Petrov V.V. The sharp drop of the F-layer critical frequency as the boundary of a large-scale ionospheric plasma convection // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 27.
29. Stepanova G.K., Dmitrieva S.M., Ustinova M.V., Kozlov V.I. Features of heart rate reaction parameters in young men at the geomagnetic and meteo perturbation // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 42-43.
30. Tarabukina L.D., Kozlov V.I., Karimov R.R Spatial and temporal distribution of lightning strikes over North Asia and their comparison with variations of solar activity in 2009-2015 // 13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, August, 15-19 2016, Yakutsk, Russia, Abstracts. “Sfera Publishing” Ltd., 2016. P. 43-44.
31. Tarabukina L.D., Kozlov V.I., Korsakov A.A. Solar activity and variations in radio frequency pulse number of lightning discharges recorded in Yakutsk in summer 2001-2015 // Book of abstracts: 11th international conference «Problems of Geocosmos». St. Petersburg. 2016. P. 109-110.

Приложение 3

Участие в конференциях, совещаниях и других мероприятиях в 2016 г.

11-я ежегодная конференция «Физика плазмы в Солнечной системе», ИКИ РАН, Москва, 15-19 февраля 2016 г.

Колтовской И.И., Аммосов П.П., Гаврильева Г.А., Аммосова А.М., Степанов А.Е. Предварительные результаты измерений вращательной температуры гидроксила на высоте мезопаузы в ПГО Тикси – стендовый доклад.

Степанов А.Е., Колтовской И.И., Гаврильева Г.А., Кобякова С.Е. Вариации минимальной высоты F-слоя и флуктуации интенсивностей ночного неба на мезосферных высотах – стендовый доклад.

Степанов А.Е., Халипов В.Л., Котова Г.А., Заболоцкий М.С., Голиков И.А., Кобякова С.Е. Крупномасштабная конвекция ионосферной плазмы в высоких широтах по наземных измерениям – **устный доклад.**

Халипов В.Л., Степанов А.Е., Котова Г.А., Кобякова С.Е., Богданов В.В., Кайсин А.В. Развитие поляризационного джета во время больших мировых магнитных бурь и во время рекуррентных магнитных возмущений – стендовый доклад.

Халипов В.Л., Степанов А.Е., Телегин В.А., Панченко В.А. Наблюдения дневного полярного каспа на авроральной станции б.Тикси – стендовый доклад.

Чирик Н.В., Клименко В.В., Клименко М.В., Карпачев А.Т., Захаренкова И.Е., Веснин А.М., Ратовский К.Г., Степанов А.Е., Коренькова Н.А. Долготная зависимость суточных аномалий электронной концентрации в F2 слое ионосферы на средних и авроральных широтах – стендовый доклад.

XVII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием, посвященной 60-летию со дня образования Якутского государственного университета (СВФУ), г. Нерюнгри, 31 марта-02 апреля 2016 г.

Пинигина И.Я., Корсаков А.А., научный руководитель: Козлов В.И. Внезапные фазовые аномалии ОНЧ радиосигналов навигационных станций на радиотрассе Краснодар – Якутск в период 11-летнего цикла активности Солнца – заочно.

54-я Международная научная студенческая конференция МНСК-2016, г. Новосибирск, 16-20 апреля 2016 г.

Корсаков А.А., Пинигина И.Я., научный руководитель: Козлов В.И. Внезапные фазовые аномалии ОНЧ радиосигнала на трассе Новосибирск – Якутск в 11-летнем цикле активности Солнца – заочно.

Международная конференция «Информационные технологии в медицине, биологии, фармакологии и экологии» - IT + M&Ec`2016, Гурзуф, Украина, 2-12 июня 2016 г.

Паршина С.С., Водолагин А.В., Афанасьева Т.Н., Тупикин В.Д., Головачева Т.В., Самсонов С.Н., Петрова В.Д., Водолагина Е.С. Терагерцовое излучение на частоте оксида азота и КВЧ-терапия с частотой 42,2 ГГц в коррекции хронического диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови у больных стенокардией – устный доклад.

Паршина С.С., Токаева Л.К., Долгова Е.М., Афанасьева Т.Н., Самсонов С.Н., Петрова В.Д., Капланова Т.И., Потапова М.В., Водолагина Е.С. Патофизиологические и адаптационно-компенсаторные механизмы гемореологических нарушений у больных нестабильной стенокардией в различные периоды 11-летнего солнечного цикла – устный доклад.

Самсонов С.Н. Космическая погода 2016: последствия для жизни на Земле – пленарный заказной устный доклад.

Самсонов С.Н., Манькина В.И., Клейменова Н.Г., Паршина С.С., Петрова П.Г., Стрекаловская А.А. Геомагнитные пульсации и жизнь на Земле – устный доклад.

22-й Международный Симпозиум «Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы», г. Томск, 30 июня-3 июля 2016.

Аргунов В. В. Расчет спектров сигналов грозовых разрядов, распространяющихся в волноводе земля-ионосфера – устный доклад.

Козлов В.И., Каримов Р.Р., Корсаков А.А., Тарабукина Л.Д., Григорьев Ю.М. Влияние грозовых разрядов и вариаций скорости изменения геомагнитной активности на токи в подземных трубопроводах и потенциал «труба - земля» – устный доклад.

Корсаков А.А., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Оценка изменения эффективной высоты волновода земля-ионосфера по вариациям фазы ОНЧ сигналов радиостанций в период солнечного затмения – устный доклад.

Тарабукина Л.Д., Козлов В.И. Пространственно-временная динамика грозовой активности в северной Азии по радиотехническим наблюдениям с 2009-2014 гг. – устный доклад.

12-я международная школа молодых ученых «Физика окружающей среды», г. Томск, 3-8 июля 2016 г.

Аргунов В.В. Вариации амплитуды сигналов грозовых разрядов, проходящих над эпицентрами землетрясений– стендовый доклад.

Тарабукина Л.Д., Козлов В.И. Сравнение радиотехнических данных мировой сети грозопеленгации WWLLN и прогностических индексов конвекции атмосферы – стендовый доклад.

25-я Всероссийская научная конференция с международным участием «Распространение радиоволн», г. Томск, 4-9 июля 2016 г.

Аргунов В.В. Вариации амплитуды сигналов грозовых разрядов, проходящих над эпицентрами землетрясений – устный доклад.

Аргунов В.В. Расчет спектров сигналов грозовых разрядов, распространяющихся в волноводе земля-ионосфера при наличии возмущений на трассе – стендовый доклад.

Каримов Р.Р., Башкуев Ю.Б., Козлов В.И., Торопов А.А., Корсаков А.А., Аргунов В.В. Вариации амплитуд сигналов СДВ-радиостанций по данным регистрации радиоизлучения в Тикси – устный доклад.

Козлов В.И., Корсаков А.А., Тарабукина Л.Д. Вариации импульсной составляющей грозовых радиошумов по наблюдениям в Якутске в течение цикла солнечной активности 2001-2015 гг. – устный доклад.

Степанов А.Е., Кобякова С.Е., Халипов В.Л., Котова Г.А. Вертикальные скорости дрейфа плазмы в поляризационном джете по наземным и спутниковым данным – устный доклад.

Тарабукина Л.Д., Козлов В.И. Грозовая, солнечная и геомагнитная активности – северная Азия – устный доклад.

Черниговская М.А., Шпынев Б.Г., Куркин В.И., Ратовский К.Г., Белинская А.Ю., Степанов А.Е., Бычков В.В., Григорьева С.А., Панченко В.А., Коренькова Н.А., Лещенко В.С., Мелич Й. Ионосферные эффекты зимних стратосферных струйных течений Северного полушария – устный доклад.

13th Russian-Chinese Conference on Space Weather, Якутск, 15-19 августа 2016 г.

Argunov V.V. Ionospheric Response to earthquakes according to observations of thunderstorm signals variations – устный доклад.

Baishev D.G., Samsonov S.N., Karimov R.R., Moiseyev A.V., Boroyev R.N., Stepanov A.E., Yoshikawa A., Yumoto K. Effects of space weather by the data of meridional chain stations in Yakutia – приглашенный устный доклад.

Boroyev R.N. Intensity of the auroral electrojets during a recovery phase of magnetic storm – устный доклад.

Kobyakova S.E., Stepanov A.E., Konstantinov A.L., Tokusarov D.I. Long-term trend of the minimum frequency of ionospheric reflections and F10.7 solar radio emission – стендовый доклад.

Korsakov A.A., Kozlov V.I., Karimov R.R., Pinigina I.Ya. Sudden phase anomalies of VLF radio signals registered in Yakutsk during solar cycle activity – устный доклад.

Manykina V.I., Samsonov S.N., Olenova S.V. Effect of space weather on a cardiovascular system condition of human during a phase of minimum and maximum of the 11-year solar activity cycle – стендовый доклад.

Stepanov A.E., Kobyakova S.E., Khalipov V.L., Struchkov I.I., Petrov V.V. The sharp drop of the F-layer critical frequency as the boundary of a large-scale ionospheric plasma convection– стендовый доклад.

Tarabukina L.D., Kozlov V.I., Karimov R.R. Spatial and temporal distribution of lightning strikes over North Asia and their comparison with variations of solar activity in 2009-2015 – устный доклад.

16-th Gamow Summer School "Astronomy and beyond: Astrophysics, Cosmology, Cosmomicrophysics, Astroparticle Physics, Radioastronomy and Astrobiology", Одесса, Украина, 14-20 августа, 2016 г.

Parshina S.S., Tokaeyva L.K., Dolgova E.M., Afanas'eva T.N., Samsonov S.N., Petrova V.D., Vodolagina E.S., Kaplanova T.P., Potapova M.V. Erythrocytes functional features in the 11-year solar cycle – устный доклад.

Samsonov S.N., Manykina V.I., Kleymenova N.G., Parshina S.S., Petrova P.G., Strekalovskaya A.A. The role of short-period geomagnetic Pcl and Pil pulsations in the middle and high latitudes– устный доклад.

34-я Всероссийская конференция по космическим лучам, Дубна, 15-19 августа 2016 г.

Козлов В.И., Корсаков А.А., Тарабукина Л.Д. Вариации числа радиоимпульсов грозовых разрядов по наблюдения в Якутске в 2001-2014 гг. – устный доклад.

7-я Международная конференция «Солнечно-земные связи и физика предвестников землетрясений», с. Паратунка, 29 августа - 2 сентября 2016 г.

Аргунов В.В., Каримов Р.Р. Вариации амплитуды сигналов грозовых разрядов, проходящих над эпицентрами землетрясений– устный доклад.

Корсаков А.А., Козлов В.И., Каримов Р.Р. Оценка изменения эффективной высоты волновода Земля-ионосфера по вариациям фазы ОНЧ-НЧ радиосигналов в период солнечного затмения – устный доклад.

Тарабукина Л.Д., Козлов В.И. Эффекты солнечных вспышек в вариациях грозовой активности на территории Северной Азии (летние сезоны 2009-2014 гг.) – устный доклад.

Торопов А.А., Каримов Р.Р., Козлов В.И Напряженность атмосферного электрического поля в зависимости от географической широты местности– устный доклад.

Collaborative Conference on Earthquake Science and Engineering, г. Будапешт, Венгрия, 4-8 сентября 2016 г.

Argunov V.V. Remote sensing of seismic disturbances in the lower ionosphere according to observations of lightning electromagnetic signals in Yakutsk - приглашенный устный доклад.

EuroSensors 2016, г. Будапешт, Венгрия, 4-7 сентября 2016 г.

Mochalov V., Sannikov D., Karimov R., Shevtsov B., Drugin G., Cherneva N.,. Mochalova A, Lichtenberger J., Argunov V. VLF sensors for lightning research – стендовый доклад.

11th international conference and school «Problems of Geocosmos», г. Санкт-Петербург, 3-7 октября 2016 г.

Argunov V. Variations of impulsive natural VLF signals passing over epicenters of earthquakes by observations in Yakutsk– устный доклад.

Karimov R.R., Argunov V.V., Korsakov A.A Research of lithosphere-ionosphere relationships by observations radio signal amplitude variations in the range of 16-60 kHz, registered in Tiksi – устный доклад.

Stepanov A.E., Khalipov V.L., Kotova G.A., Kobyakova S.E., Bogdanov V.V., Kaisin A.V. Upflow ionospheric plasma in the polarization jet region – стендовый доклад.

Tarabukina L.D., Kozlov V.I., Korsakov A.A. Solar activity and variations in radio frequency pulse number of lightning discharges recorded in Yakutsk in summer 2001-2015. – устный доклад.

Участие в научных школах:

COSPAR Capacity Building Workshop «Impact of space weather on Earth», с. Паратунка, Камчатский край, 15-26 августа 2016 г. Получен сертификат участника на имя Тарабукиной Л.Д.

Утвержден ученым советом
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института космофизических исследований и аэрономии им.
Ю.Г.Шафера Сибирского отделения Российской академии наук
Протокол заседания ученого совета
от « 21» декабря 2015 г. № 9

План научно-исследовательской работы
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института космофизических исследований и аэрономии им. Ю.Г.Шафера Сибирского отделения Российской академии наук
на 2016-2018 годы

1. Наименование государственной работы – Выполнение фундаментальных научных исследований
2. Характеристика работы

Пункт программы ФНИ государственных академий наук на 2013-2020 годы и наименование направления исследований	Содержание работы	Объём финансирования, тыс. руб.			Планируемый результат выполнения работы, подразделение научного учреждения РАН и руководитель работы
		2016	2017	2018	
16. Современные проблемы астрономии, астрофизики и исследования космического пространства, в том числе происхожде-ние, 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	С целью выявления природы космических лучей сверхвысоких энергий будут получены новые, значительно уточненные характеристики космических лучей сверхвысоких энергий – энергетический спектр, анизотропия для разных интервалов по энергии и экспериментальная оценка массового состава космических лучей в области энергий 10**15-10**19 эВ. 1. Получение экспериментальных данных на различных детекторах Якутской установки широких атмосферных ливней (ШАЛ). 2. Продолжение анализа мюонной компоненты	55 668.90	49 135.04	-	Лаборатория широких атмосферных ливней, филиал Института "Якутская комплексная установка ШАЛ" 1. Будет обеспечена непрерывная регистрация всех основных компонент ШАЛ (электронов, мюонов, черенковского излучения и радиоизлучения ШАЛ на частоте 32 МГц) в течение сезона наблюдений. Будет продолжено накопление новых экспериментальных данных на 3-х комплексных станциях Обскура 1, 2, 3, включающих дифференциальные черенковские детекторы.

Копия утвержденного плана НИР по проекту

Приложение 4

16. Современные проблемы	Проект направлен на изучение закономерностей	72 697.72	62 626.35	-	Лаборатория магнитосферно-ионосферных
астрономии, астрофизики и исследования космического пространства, в том числе происхожде-ние, 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. "Тема№16.2.3. Исследование проявлений космической погоды в субавроральной и авроральной зонах по наблюдениям на Якутской меридиональной цепочке станций." (№ 0375-2014-0003)	формирования космической погоды. Исследования проводятся с целью построения региональной и уточнения глобальной картины проявлений космической погоды в магнитосферно-ионосферных процессах, выяснения взаимосвязей между процессами и явлениями в различных геосферах Земли, создания основ прогноза наиболее геоэффективных проявлений солнечной активности, влияния гелио-геофизических параметров на здоровье человека. 1. Исследование крупномасштабных волн диффузного свечения в периоды низкой геомагнитной активности. 2. Развитие модели высокоширотной ионосферы и исследование роли физико-химических процессов, протекающих в высокоширотной ионосфере, в пространственном распределении параметров ионосферной плазмы. 3. Исследование влияния процессов вблизи границы магнитосферы на возбуждение длиннопериодных геомагнитных пульсаций в диапазоне Pc5. 4. Исследование особенностей авроральной активности в период восстановительной фазы магнитной бури во время прихода к Земле магнитных облаков и высокоскоростных потоков солнечного ветра. 5. Исследование проявлений космической погоды в атмосферном электрическом поле в авроральной и субавроральной зонах. 6. Исследование крупномасштабных перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) по данным высокоширотных станций.				исследований, лаборатория радиоизлучений ионосферы и магнитосферы, филиал Института «Полярная геокосмофизическая обсерватория», филиал Института «Комплексная геофизическая станция». 1. Будет исследовано, в какой степени генерация диффузных волн свечения при низкой магнитной активности зависит от внутримагнитосферных процессов. Муллаяров Виктор Арсланович 2. На основе сравнения модельных расчетов с экспериментальными данными будет определена степень влияния основных физико-химических процессов в ионосфере на формирование пространственных особенностей плотности и температуры электронов и ионов. Муллаяров Виктор Арсланович 3. Будут исследованы пространственно-временные характеристики пульсаций в диапазоне Pc5, связанных с форшок-областью, как возможный индикатор волновой активности в солнечном ветре. Муллаяров Виктор Арсланович 4. Будут установлены различия авроральной активности на восстановительной фазе магнитных бурь в периоды прихода к Земле магнитных облаков и высокоскоростных потоков солнечного

	7. Исследование влияния параметров солнечного ветра (СВ) на магнитосферные процессы, наблюдаемые в период восстановительной фазы магнитной бури. 8. Изучение степени воздействия параметров космической погоды на состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) человека на разных фазах 11-летнего цикла солнечной активности. 9. Исследование динамической связи высокоширотных атмосферных электрических полей с проявлениями космической погоды. 10. Исследование взаимосвязи авроральных процессов через проявления в радиоизлучении ОНЧ и СЧ диапазонов по наземным измерениям. 11. Изучение быстрых процессов во всплесках нейтронов в периоды ближних грозовых разрядов. 12. Изучение геофизических проявлений гелиосферных возмущений на сети магнитных станций на северо-востоке России. 13. Исследование дрейфов ионосферной плазмы на субавроральных широтах. 14. Исследование влияния параметров солнечного ветра на развитие магнитосферно-ионосферных возмущений, в частности, на долготное положение суббурь по данным наземных наблюдений. 15. Исследование вариаций величины атмосферного электрического поля в авроральной и субавроральной зонах. 16. Исследование характеристик ионосферных проявлений сейсмических процессов по результатам наблюдений грозовых электромагнитных сигналов.		ветра. Муллаяров Виктор Арсланович 5. Будут получены результаты по проявлениям космической погоды (магнитосферных возмущений) в приземном электрическом поле по измерениям на меридиональной сети флюксметров Муллаяров Виктор Арсланович 6. Будет продолжен дальнейший отбор событий перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ) по данным измерений меридиональной цепочки ионосферных станций. Будет исследована связь между ПИВ и источниками акустико-гравитационных волн. Муллаяров Виктор Арсланович 7. Будет показано, как скорость солнечного ветра влияет на продолжительность восстановительной фазы магнитной бури. Муллаяров Виктор Арсланович 8. Изучение позволит уточнить степень влияния параметров космической погоды на состояние сердечно-сосудистой системы человека в зависимости от фазы 11-летнего цикла солнечной активности. Муллаяров Виктор Арсланович 9. Будут рассмотрены вариации высокоширотного

						атмосферного электрического поля в периоды возмущений космической погоды. Муллаяров Виктор Арсланович
						10. Будет рассмотрена связь авроральных радиоизлучений в ОНЧ и СЧ диапазонах по наземным измерениям. Муллаяров Виктор Арсланович
						11. Будет исследована возможная связь быстрых процессов во всплесках нейтронов, регистрируемых нейтронным монитором с микросекундным разрешением, с ближними грозовыми разрядами. Муллаяров Виктор Арсланович
						12. По данным сети наземных магнитных станций на северо-востоке России будут проанализированы события магнитных бурь с целью уточнения последовательности физических процессов, происходящих в магнитосферно-ионосферной системе. Баишев Дмитрий Гаврильевич
						13. Будут определены ионосферные проявления крупномасштабной конвекции плазмы в магнитосфере в зависимости от уровня геомагнитной активности. Баишев Дмитрий Гаврильевич

					14. По данным наземных измерений будет изучено влияние скорости солнечного ветра на долготное распределение магнитных суббурь. Баишев Дмитрий Гаврильевич 15. Будут получены результаты исследования вариаций приземного электрического поля по измерениям на меридиональной сети флюксметров. Баишев Дмитрий Гаврильевич 16. По результатам радиофизических наблюдений будут определены основные факторы возможности выделения ионосферных проявлений сейсмических процессов по мониторинговым измерениям грозовых электромагнитных сигналов. Баишев Дмитрий Гаврильевич

	Задачи: 1. Получение экспериментальных данных на Якутской установке широких атмосферных ливней (ШАЛ) по основной программе регистрации и на модернизированной части установки. 2. Исследование углового распределения и энергетического спектра космических лучей по данным регистрации ШАЛ на модернизированной части установки. 3.Продолжение работ по модернизации Якутской установки ШАЛ.				
	Итого	177 058.31	154 396.78	0.00	

Вр.и.о.Директора
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института космофизических исследований и аэрономии им.
Ю.Г.Шафера Сибирского отделения Российской академии наук

_____ / С.А.Гвоздубцев /

МП