Российская академия наук
Полярный геофизический институт

PGI-18-01-137

ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ

Вторая Всероссийская конференция
24 - 26 сентября 2018, г. Мурманск

Сборник тезисов



Апатиты
2018

Российская академия наук
Полярный геофизический институт

ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ

Вторая Всероссийская конференция
24 - 26 сентября 2018, г. Мурманск

Сборник тезисов

Апатиты
2018

Организаторы конференции:
ФБГНУ Полярный геофизический институт
Совет по космосу РАН

Организационный комитет:
Сафаргалеев В.В. (председатель)
Орлов К.Г.
Сахаров Я.А.
Миличенко А.Н.
Григорьев В.Ф.
Сидоренко А.Е.
Привалов А.В.

Адреса:

ул. Халтурина, 15
Мурманск 183010
Россия

Академгородок, 26А
Апатиты 184200
Мурманская обл.
Россия

Технический редактор:
Сафаргалеева Н.Н.

http://pgia.ru/lang/ru/conf/gelio/gelio_in_arctic2018

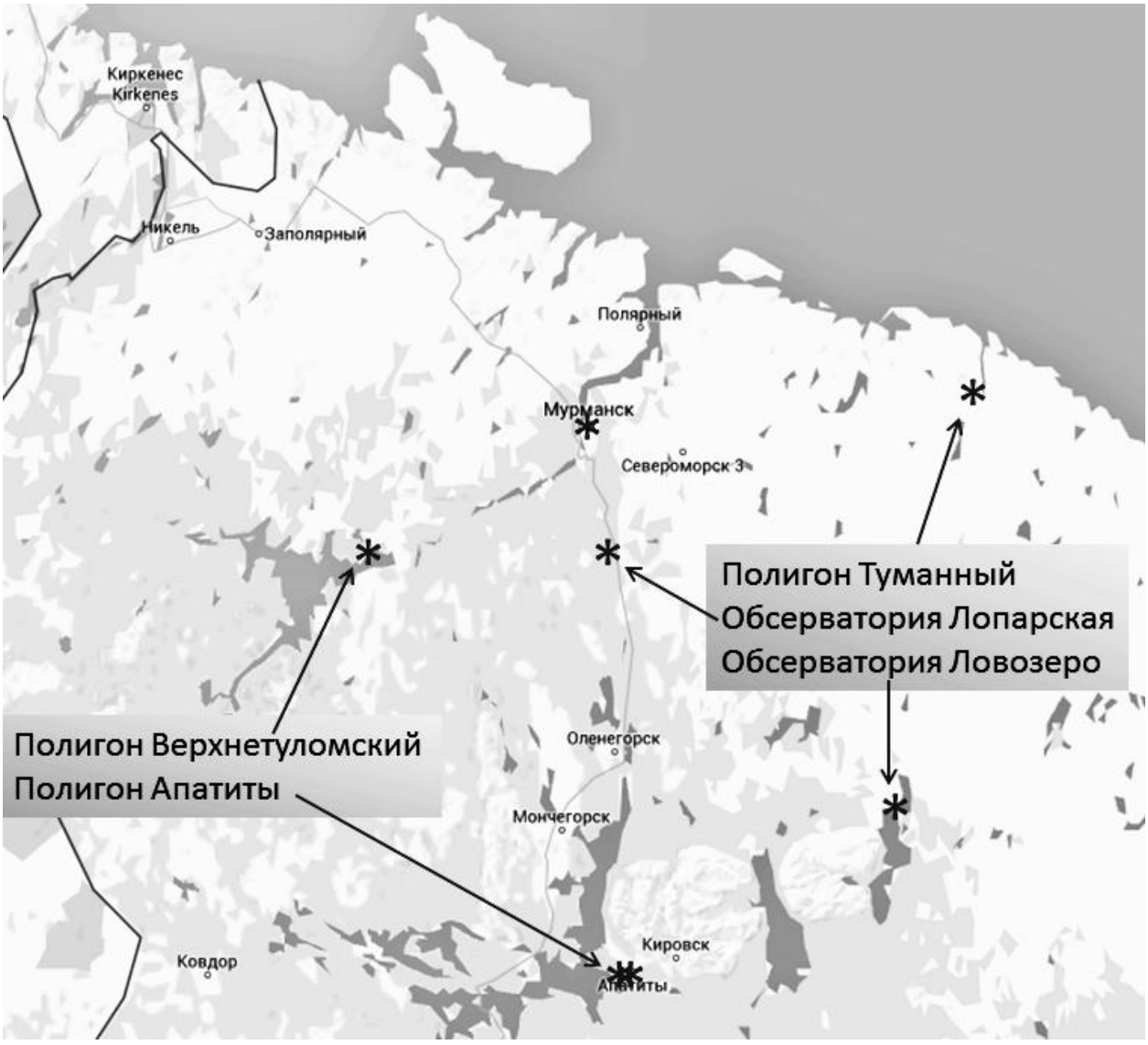
Печатается по решению Ученого совета Полярного геофизического института

© Полярный геофизический институт
Российская академия наук, 2018

ПОЛЯРНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Полярный геофизический институт (ПГИ) было основано постановлением Президиума РАН от 11 октября 1960 года для исследования физических процессов в области высоких широт.

ПГИ расположен в городах Мурманске и Апатитах (Кольский полуостров). Основные обсерватории ПГИ находятся в пос. Ловозеро (Кольский полуостров) и вблизи пос. Баренцбург (архипелаг Шпицберген). На Кольском полуострове наблюдения также проводятся на радиофизических полигонах Верхнетуломский и Туманный, в обс. Лопарская, на стратосферном полигоне и пункте приема космических лучей в Апатитах.



Тематика научных исследований ПГИ включает следующие основные направления:

1. Исследование актуальных проблем оптики полярных сияний и прецизионные оптические измерения в области высоких широт;

2. Исследование современных проблем радиофизики и акустики, в том числе фундаментальных основ радиофизических и акустических методов связи, локации и диагностики, изучение нелинейных явлений;
3. Исследование современных проблем физики плазмы, включая физику астрофизической плазмы (солнечный ветер) и низкотемпературной (ионосферной) плазмы;
4. Исследование современных проблем ядерной физики, включая астрофизические и космологические аспекты (физика космических лучей);
5. Исследование космического пространства, планет, Солнца и солнечно-земных связей.

Научная и прикладная деятельность ПГИ включает в себя разработку и передачу пользователям технических инноваций для высокоширотных гео- и радиофизических наблюдений, мониторинг геомагнитных вариаций в широком частотном диапазоне, мониторинг космических лучей, мониторинг атмосферы Арктики и другие задачи в области физики высоких широт, что обусловлено местонахождением Института.

ПГИ является организатором ежегодного международного семинара «Физика авроральных явлений», который пользуется большой популярностью среди научного сообщества России и зарубежных стран. Семинар проводится в Апатитах в феврале-марте. Программа семинара включает секции по магнитным бурям и суббурям, полярным сияниям, космическим лучам, солнечно-земным связям.

Конференция «Гелиогеофизические исследования в Арктике-2» проводится Полярным геофизическим институтом и Советом по космосу РАН с 24 по 26 сентября 2018 в городе Мурманске. Цель конференции - способствовать координации научных исследований, регулярных наблюдений и наблюдательных кампаний, проводимых научными институтами и другими российскими научными организациями в арктических регионах РФ.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	Бархатова О.М. и др.	Внемагнитосферный агент синхронной ионосферной и геомагнитной возмущенности в интервалы суббуревых процессов	8
2	Бархатов Н.А. и др.	Зависимость суббуревой активности от уровня турбулентных движений в оболочке межпланетного магнитного облака	9
3	Бархатов Н.А. и др.	Причинно-следственные связи динамики суббуревой активности с параметрами плазмы солнечного ветра и межпланетного магнитного поля	10
4	Белаховский В.Б. и др	Характеристики вариабельности геомагнитного поля для изучения воздействия магнитных бурь и суббурь на электроэнергетические системы	11
5	Благовещенская Н.Ф. и др	Искусственные возмущения в высокоширотной области ионосферы, вызванные воздействием мощных КВ радиоволн комплекса EISCAT/HEATING	12
6	Богомолов и др.	Кратковременные возрастания потоков гамма-излучения из высокоширотной Атмосферы по данным наблюдений на спутнике «Ломоносов»	13
7	Борисова Т.Д. и др.	Влияние искусственных ионосферных возмущений на дальнее распространение декаметровых волн по данным моделирования и эксперимента	14
8	Вахнина В.В. и др.	Механизмы воздействия геоиндуцированных квазипостоянных токов на электрические сети	15
9	Воробьев В.Г. и др	Влияние скорости и плотности плазмы солнечного ветра на интенсивность изолированных суббурь	16
10	Гарипов Г.К. и др.	Особенности глобального ультрафиолетового и инфракрасного техногенного свечения дневной и ночной атмосферы в полярных областях по данным наблюдений на спутнике «Вернов»	17
11	Дэспирак И.В. и др	Появление суперсуббурь и суббурь на высоких широтах в зависимости от типов солнечного ветра	18
12	Ежов В.Ф.	О программе междисциплинарных научных исследований на станции Восток	19
13	Зайцев А.Н. и др.	Структура струйных токов на цепочке станций вдоль круга широты 67 градусов	20
14	Зайцев А.Н. и др.	Перспективы развития геофизического полигона на Ямале	21
15	Козелов Б.В. и др.	Международные образовательные проекты как инструмент создания сети научного сотрудничества в Арктическом регионе.	22
16	Козелов Б.В. и др.	Кольская Арктическая геофизическая инфраструктурная сеть Полярного геофизического института: возможности для взаимодействия	23
17	Kozyreva O. et al.	Geomagnetic and telluric field variability as a driver of GIC	24
18	Ларченко А.В.	Структура полярного электроджета и результаты наземных наблюдений электромагнитного поля в экспериментах по модификации ионосферы мощным КВ радиоизлучением	25
19	Лебедь О.М. и др.	Модель распространения авроральных шипений от области генерации до земной поверхности	26

20	Мингалев И.В. и др	Численное моделирование влияния земного рельефа на крупномасштабную циркуляцию атмосферы Арктики в зимних условиях	27
21	Мингалев И.В. и др	Распространение радиоволн КВ диапазона на арктических радиотрассах при различных геофизических условиях	28
22	Мягкова И.Н. и др.	Прогнозирование состояния внешнего радиационного пояса Земли при помощи адаптивных методов на базе Центра анализа космической погоды НИИЯФ МГУ	29
23	Намгаладзе А.А. и др.	Моделирование ионосферы и термосферы для марта 2013 года в полуэмпирическом и полностью самосогласованном вариантах глобальной модели UAM	30
24	Никитенко А.С. и др.	Анализ аврорального ОНЧ хисса в обс Ловозеро и вблизи обс. Соданкюля.	31
25	Никифоров В.Е.	Обеспечение надежного электроснабжения гелиогеофизической аппаратуры в экстремальных условиях эксплуатации	32
26	Никифоров О.В.	Геоинформационная система «Аврора - Арктика». Год опытной эксплуатации	33
27	Roldugin V. et al	Enhancement of 630.0 nm emission equatorwards auroral oval during undisturbed days as a display of hot spots in the ionospheric trough	34
28	Сафаргалеев В.В. и др.	Связь искусственных пульсаций герцового диапазона с динамикой аврорального электроджета: эксперимент на стенде SPEAR	35
29	Сахаров Я.А. и др.	Полярный геофизический полигон: концепция развития высокоширотных наблюдений	36
30	Свертилов С.И. и др.	Мониторинг космической радиации и атмосферных транзиентов в полярных областях в мульти-спутниковом проекте МГУ «Универсат-СОКРАТ»	37
31	Семенова Н.В. и др.	Зависимость высыпаний энергичных протонов внутри анизотропной зоны от геомагнитной активности и давления солнечного ветра	38
32	Смирнов В.М. и др.	Мониторинг состояния ионосферы на средних и высоких широтах по данным навигационных систем	39
33	Тертышников А.В.	Вариант схемы зондирования состояния полярной магнитосферы на основе малого КА и технологии морского буя	40
34	Тертышников А.В. и др.	Результаты проекта по зондированию аврорального овала по сигналам ГЛОНАСС с Баренцбурга	41
35	Тлатов А.Г. и др.	Прогнозирование параметров космической погоды на основе данных наземных наблюдений солнечной активности	42
36	Удриш В.В. и др.	Автоматизированные солнечные телескопы – тактическое решение для системы мониторинга солнечной активности	43
37	Яковлев А.П. и др.	Магнитный биологический эффект воздействия электромагнитного поля с частотой 8 Гц на поведение и двигательную активность серого тюленя	44
38	Яхнина Т.А. и др.	Зависимость вероятности наблюдения и потока высыпающихся релятивистских электронов от геомагнитной активности	45
39	Яхнин А.Г. и др	Связь индекса глобальной конфигурации магнитосферы с индексами геомагнитной активности и параметрами солнечного ветра	46

СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ

1	Антоненко О.В. и др	Образование электронно-возбужденного молекулярного кислорода на высотах свечения ночного неба Земли	47
2	Балабин Ю.В. и др	Дрейфующая станция космических лучей на базе платформы "Северный Полюс"	48
3	Бикташ Л.З.	Циклические изменения температуры Земли в полярных регионах на фоне глобального потепления	49
4	Германенко А.В.	Исследование событий GLE в 24-м цикле солнечной активности нейтронными мониторами в Апатитах и Баренцбурге	50
5	Дэспирак И.В. и др	Суббуревая активность 24 декабря 2014 по данным спутника THD и камерам MAIN в Апатитах	51
6	Кириллов А.С.	Полосы второй положительной системы молекулярного азота в полярной ионосфере и на высотах свечения спрайтов	52
7	Любчич В.А. и др.	Применение индукционных магнитометров в радиоголографическом методе поисков локальных рудных объектов	53
8	Маурчев Е.А. и др	Численные методы в задаче исследования влияния космических лучей на атмосферу Земли	54
9	Михалко Е.А. и др	Валидация результатов моделирования прохождения космических лучей через атмосферу Земли экспериментальными данными	55
10	Пархимович Е.В. и др	Разработка программного средства компьютерного анализа данных наблюдений с целью выявления аномальных вариаций полного электронного содержания ионосферы над сейсмоактивными регионами	56
11	Пильгаев С.В. и др	Автономное устройство калибровки антенн систем сбора электромагнитных данных и особенности его применения	57
12	Платов Ю.В. и др.	Влияние дисперсной компоненты в продуктах сгорания ракетных двигателей на масштаб возмущений, создаваемых в верхней атмосфере	58
13	Соловей В. и др.	Технические средства обеспечения проведения биофизических наблюдений на внутриконтинентальной антарктической станции Восток	59
14	Уваров И.А. и др.	Функциональные возможности информационной системы "Аврора-Арктика"	60
15	Харитонов А.Л.	Использование комплекса спутниковых и наземных магнитных измерений для геолого-геофизического изучения Арктического региона	61
16	Черноус С.А. и др.	Авроральный овал и овал неоднородностей полного электронного содержания в различных условиях	62

ВНЕМАГНИТОСФЕРНЫЙ АГЕНТ СИНХРОННОЙ ИОНОСФЕРНОЙ И ГЕОМАГНИТНОЙ ВОЗМУЩЕННОСТИ В ИНТЕРВАЛЫ СУББУРЕВЫХ ПРОЦЕССОВ

О.М. Бархатова [1,2], Н.В. Косолапова [2], Н.А. Бархатов [2]

[1]*ФГБОУ ВПО "Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет"*
[2]*ФГБОУ ВПО "Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина"*
o.barkhatova@inbox.ru

В периоды солнечной активности магнитосфера Земли испытывает воздействие высокоскоростных плазменных потоков, наиболее геоэффективными из которых принято считать магнитные облака. В эти интервалы в ионосфере и геомагнитном поле регистрируются магнитогидродинамические (МГД) волновые процессы. Они могут возникать на фоне развития суббуревой активности, которая связана с нестабильностью авроральных токовых систем. В связи с этим важным вопросом является установление внемагнитосферного агента, отвечающего за нестабильность этих токов, которая затем через токовую систему «клина суббури», проявляется во внутримагнитосферных МГД возмущениях.

В данной работе обнаружены и проанализированы низкочастотные МГД ионосферные и геомагнитные возмущения, синхронно возникающие в интервалы развития суббурь. В каждом случае суббуревая активность была обусловлена процессами в турбулентных переходных областях, следующих за ударными волнами магнитных облаков солнечного ветра. В результате продемонстрирована возможность проникновения с ночной стороны в магнитосферу и ионосферу возмущений МГД типа через суббуревые процессы, вызываемые турбулентными явлениями в переходных областях.

ЗАВИСИМОСТЬ СУББУРЕВОЙ АКТИВНОСТИ ОТ УРОВНЯ ТУРБУЛЕНТНЫХ ДВИЖЕНИЙ В ОБОЛОЧКЕ МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ОБЛАКА

Н.А. Бархатов [1], В.Г. Воробьев [2], С.Е. Ревунов [1], О.И. Ягодкина [2]

[1] *Нижегородский Государственный Педагогический Университет им. К. Минина, Нижний Новгород*
[2] *Полярный геофизический институт, г. Апатиты, Мурманская обл.*
nbarkhatov@inbox.ru

Исследование посвящено изучению связи суббуревой геомагнитной активности с уровнем МГД турбулентности в оболочках магнитных облаков солнечного ветра, следующих за их ударными волнами. Такие ударные волны на переднем фронте облака во многих случаях по данным патрульных КА наблюдаются в потоке солнечного ветра. При этом между ударной волной и ведущим краем магнитного облака регистрируется турбулентная оболочка. Ударная волна магнитного облака является прозрачной для замагниченного потока солнечного ветра, однако возникающие турбулентные движения в оболочке, следующей за ударной волной, во многом определяются ориентацией межпланетного магнитного поля по отношению к плоскости ударной волны. В рамках разрабатываемого подхода общепринятым считается ассоциация уровня турбулентности в оболочке с квазипараллельными и квазиперпендикулярными ударными волнами. В связи с этим, необходимой частью исследования является предлагаемый нами алгоритм поиска ударных волн в потоке солнечного ветра и расчета ориентации их ударных плоскостей. Показано, что увеличение интенсивности суббуревых процессов наблюдается в случае квазипараллельных ударных волн магнитных облаков. Полученные результаты согласуются с аналитическими оценками.

ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ ДИНАМИКИ СУББУРЕВОЙ АКТИВНОСТИ С ПАРАМЕТРАМИ ПЛАЗМЫ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА И МЕЖПЛАНЕТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Н.А. Бархатов [1], В.Г. Воробьев [2], С.Е. Ревунов [1], О.И. Ягодкина [2]

[1]*Нижегородский Государственный Педагогический Университет им. К. Минина, Нижний Новгород*
[2]*Полярный геофизический институт, г. Апатиты, Мурманская обл.*
nbarkhatov@inbox.ru

Нейросетевыми методами исследуются причинно-следственные связи динамики высокоширотной геомагнитной активности (по индексу AL) с параметрами плазмы солнечного ветра и межпланетного магнитного поля. При этом особое внимание обращено на характеристики действующего на магнитосферу плазменного потока типа магнитного облака. Для описания процесса формирования суббури наравне с другими геоэффективными параметрами солнечного ветра успешно использован сформированный из них интегральный параметр. Продемонстрированная эффективность восстановления динамики AL по используемым данным указывает на наличие тесной нелинейной связи AL индекса с параметрами коронального плазменного потока. Созданные нейросетевые модели, с высокой эффективностью могут быть применены для восстановления AL индекса как в периоды изолированных магнитосферных суббурь, так и в периоды взаимодействия магнитосферы Земли с магнитными облаками различных типов. Разработанная модель восстановления AL индекса может быть использована как детектор магнитных облаков.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНЫХ БУРЬ И СУББУРЬ НА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

В.Б. Белаховский[1], В.А. Пилипенко[2,3], Я.А. Сахаров[1], В.Н.Селиванов [4]

[1] *Полярный геофизический институт, г. Апатиты*
[2] *Институт физики Земли РАН, г. Москва*
[3] *Геофизический центр РАН, г. Москва*
[4] *Центр физико-технический проблем энергетики Севера КНЦ РАН, г. Апатиты*

В данной работе произведена оценка воздействия различных типов геомагнитных возмущений (SC, TCV импульсы, суббури, Pi3 пульсации) на величину геомагнитно-индуцированных токов (ГИТ), регистрируемых в линиях электропередач Кольского полуострова и Карелии. Система регистрации ГИТ создана Полярным геофизическим институтом совместно с ЦФТПЭС КНЦ РАН и является единственной в России. Измерения проводятся непрерывно с 2010 года. Для регистрации геомагнитных возмущений использованы данные магнитометров IMAGE.
Широко распространены модели ГИТ, в которых их основным источником являются вариации интенсивности аврорального электроджета, индуцирующие токи в широтном направлении. На основании этого считается, что магнитные возмущения представляют опасность преимущественно для технологических систем, вытянутых в широтном направлении. В данной работе на основе анализа вариабельности геомагнитного поля показано, что заметный вклад в рост величины ГИТ может вносить не только авроральный электроджет, но и мелкомасштабные (с масштабами сотни км) токовые структуры. Таким образом, ГИТ представляют опасность для технологических систем, ориентированных не только в широтном, но и в долготном направлениях.

Исследование Сахарова Я.А., Селиванова В.Н. выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Мурманской области в рамках научного проекта № 17-48-510199.

ИСКУССТВЕННЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ В ВЫСОКОШИРОТНОЙ F-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ, ВЫЗВАННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЕМ МОЩНЫХ КВ РАДИОВОЛН КОМПЛЕКСА EISCAT/HEATING

Н.Ф. Благовещенская [1], Т.Д. Борисова [1], А.С. Калишин [1]

[1] *Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, С.-Петербург*
nataly@aari.nw.ru

По данным комплексных экспериментов, проведенных на КВ нагревном комплексе EISCAT/Heating (г. Тромсе, Норвегия) в 2009 – 2016 г.г., выполнен анализ и сравнение эффектов воздействия мощных КВ радиоволн обыкновенной (О-мода) и необыкновенной (Х-мода) поляризации на высокоширотную F-область ионосферы. В период экспериментов мощная КВ радиоволна излучалась в направлении магнитного зенита на частотах в диапазоне 4.0 – 8.0 МГц. Эффективная мощность излучения составляла 150 – 850 МВт. В качестве средств диагностики использовался EISCAT радар некогерентного рассеяния радиоволн (НР) на частоте 930 МГц, пространственно совмещенный с нагревным комплексом, когерентный КВ радар CUTLASS (SuperDARN) в Ханкасалми, Финляндия, и комплекс для регистрации узкополосного искусственного радиоизлучения ионосферы вблизи г. С.-Петербург на расстоянии порядка 1200 км от нагревного комплекса. Детально рассмотрено поведение и характеристики мелкомасштабных искусственных ионосферных неоднородностей (МИИН), параметров ионосферной плазмы (Ne и Te), ленгмюровской и ионно-акустической турбулентностей и спектров узкополосного искусственного радиоизлучения ионосферы (УИРИ) при О- и Х-нагреве.

КРАТКОВРЕМЕННЫЕ ВОЗРАСТАНИЯ ПОТОКОВ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ИЗ ВЫСОКОШИРОТНОЙ АТМОСФЕРЫ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ НА СПУТНИКЕ «ЛОМОНОСОВ»

В.В. Богомолов[1], А.В. Богомолов[1,2], ГК Гарипов[1], А.Ф, Июдин[1], И.А. Максимов[1], А.В. Минаев[1], П.Ю. Минаев[3], М.И. Панасюк[1,2], В.Л. Петров[1], С.И. Свертилов[1,2], И.В. Яшин[1]

[1] *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына*

[2] *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет*

В ходе космических экспериментов на спутнике «Ломонсов проводились наблюдения вспышек гамма-излучения из атмосферы Земли. Спутник « «Ломоносов» был выведен 28 апреля 2016 г. также на солнечно-синхронную орбиту, круговую с высотой 490 км, наклонением 98.4° и периодом обращения 90 мин.

Наблюдения вспышек гамма-излучения из атмосферы Земли осуществлялись с помощью спектрометра жесткого рентгеновского, гамма-излучения БДРГ, предназначенного для регистрации космических гамма-всплесков. Для регистрации вспышек гамма-излучения и вариаций потоков магнитосферных электронов на спутнике «Ломоносов» используется прибор БДРГ, состоящий из трех идентичных блоков детектирования и блока электроники. Каждый блок детектирования прибора БДРГ высокочувствительный сцинтилляционный фосвич-детектор NaI(Tl)/CsI(Tl) площадью ~120 см^2, обеспечивающий регистрацию рентгеновских и гамма-всплесков в диапазоне от 10 кэВ до 3 МэВ. В ходе эксперимента предусмотрена как непрерывная запись скорости счета регистрируемых частиц и квантов с временным разрешением ~1 с, так и фиксация времени регистрации каждого гамма-кванта с точностью ~15 мкс, а также их энергии. Это позволяет не только проводить детальный анализ переменности, но и сопоставлять временные профили с результатами измерений других х космических аппаратов и наземных измерений.

Предполагается, что вспышки гамма-излучения из атмосферы Земли могут быть связаны с высотными электрическими разрядами. Особенности орбиты космического аппарата «Ломоносов» позволяют вести наблюдения в различных областях околоземного пространства, включая полярные регионы. Это создает уникальную возможность исследовать проявления высотных разрядов, включая вспышки гамма-излучения в областях, заведомо далеких от зон активного грозообразования. Обсуждаются результаты подобных наблюдений и возможная связь вспышек гамма-излучения, наблюдаемых, в высокоширотных областях с высыпаниями магнитосферных электронов.

ВЛИЯНИЕ МЕЛКОМАСШТАБНЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ИОНОСФЕРНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ НА ДАЛЬНЕЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДЕКАМЕТРОВЫХ ВОЛН ПО ДАННЫМ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ЭКСПЕРИМЕНТА

Т.Д. Борисова [1], Н.Ф. Благовещенская [1], А.С. Калишин [1]

[1] *Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, С.-Петербург*
borisova@aari.nw.ru

Представлены результаты исследования характеристик распространения диагностических сигналов декаметрового диапазона на протяженных радиотрассах в периоды модификации высокоширотной ионосферы КВ нагревным комплексом EISCAT/Heating (г.Тромсе, Норвегия). Экспериментальные наблюдения диагностических сигналов радиостанций, расположенных во Флориде (США), проведены методом ракурсного рассеяния на обсерватории ААНИИ «Горьковская» вблизи С.-Петербурга в октябре 2016 г. Анализ и интерпретация результатов измерений параметров диагностических сигналов выполнены с привлечением данных моделирования процессов распространения диагностических волн. Численная модель радиоканала разработана для определения траекторных и доплеровских характеристик декаметровых радиосигналов в плавно-неоднородной анизотропной ионосфере с локальными неоднородностями. Модель описывает также рефракционные явления с резкими границами и эффекты рассеяния на локальных неоднородностях (с учетом механизмов ракурсного и обратного рассеяния). В модели радиоканала за основу принята глобальная модель ионосферы, которая описывает регулярные зависимости изменений электронной концентрации от широты, долготы, высоты, времени суток и дня года, солнечной и магнитной активностей. Используемая модель ионосферы включает отдельные ионосферные слои *E*, *F*1, *F*2. Предусмотрена возможность описания спорадической ионизации на высотах *E*- и *F*- слоев ионосферы, а также коррекции профиля N_e(h) в любой точке радиоканала по данным вертикального зондирования или радара некогерентного рассеяния. Данные расчетов траекторий распространения декаметровых радиосигналов показали, что с учетом распределений естественных градиентов ионосферы для диагностических радиосигналов одновременно существовали пути распространения между передатчиками и С.- Петербургом как по дуге большого круга, так и вследствие ракурсного рассеяния на мелкомасштабных искусственных ионосферных неоднородностях над нагревным комплексом EISCAT/Heating.

ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЕОИНДУЦИРОВАННЫХ КВАЗИПОСТОЯННЫХ ТОКОВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ

В.В. Вахнина, А.А. Кувшинов, В.Н. Кузнецов, В.А. Шаповалов

Тольяттинский государственный университет, Тольятти
VVVahnina@yandex.ru

Во время внезапных изменений космической погоды между заземленными нейтралями силовых трансформаторов электрической сети возникает разность потенциалов, вызывающая протекание по обмоткам высокого напряжения (ВН) и фазным проводам линий электропередач квазипостоянного тока. Последний принято называть геоиндуцированным током (ГИТ). Частота ГИТ не превышает 0,1 Гц и во много раз меньше номинальной частоты (50 Гц) напряжения электрической сети [1÷2].

Под воздействием ГИТ происходит деформация тока намагничивания, который приобретает практически однополярную форму с амплитудой, многократно превышающей паспортное значение тока холостого хода силового трансформатора. На силовые трансформаторы со стержневой конструкцией магнитной системы такое воздействие могут оказать только ГИТ, величина которых близка и даже превышает номинальный ток обмотки высокого напряжения. У силовых трансформаторов с броневой и бронестержневой конструкциями магнитной системы сместить режим перемагничивания в область технического насыщения способны ГИТ, величина которых соизмерима с током холостого хода. Следует добавить, что такое конструктивное исполнение имеют наиболее крупные силовые трансформаторы номинальной мощностью более 100 МВА.

Деформация тока намагничивания приводит к появлению высших гармоник, как четных (2-й, 4-й, 6-й и т.д.), так и нечетных (3-й, 5-й, 7-й и т.д.) порядков, причем амплитуда второй гармоники может достигать ≈43% амплитуды основной гармоники. Возникают дополнительные потери активной мощности, которые ограничивают нагрузочную способность силового трансформатора. Например, для силового трансформатора ТДЦ-400000/220 при величине ГИТ ≈30 А и температуре окружающего воздуха 20°С допустима перегрузка не более 42%, а при 40°С – не более 28%.

Наиболее интенсивному воздействию ГИТ подвержены силовые трансформаторы тупиковых подстанций при совпадении трассы воздушных линий электропередачи с направлением геоэлектрического поля и узловых подстанций, если трассы примыкающих воздушных линий электропередачи имеют различное географическое направление, одно из которых совпадает с направлением геоэлектрического поля. Реальной становится угроза нарушения режима передачи мощности по примыкающим линиям в периоды геомагнитных возмущений из-за многократного уменьшения индуктивного сопротивления ветви намагничивания и многократного увеличение полной мощности намагничивания. Возможно снижение предела передаваемой мощности на (10,7÷83,8)%.

Для исключения рисков нарушения электроснабжения потребителей необходимо обеспечить безаварийное функционирование силовых трансформаторов за счет непрерывного мониторинга ГИТ с возможностью удалённого просмотра текущего состояния.

Список литературы

1. Boteller D.H. Effect of geomagnetically inducted current B.C. Hydro 500 kV – System. – IEEE Trans. Power Deliv., 1989, vol.4, №1. P.818-823.

2. Pirjola R. Effect of interaction between stations on the calculation of geomagnetically induced currents in an electric power transmission systems. – Earth Planet Space, 2008, №60. P.743-751.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ И ПЛОТНОСТИ ПЛАЗМЫ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗОЛИРОВАННЫХ СУББУРЬ

В.Г. Воробьев[1], О.И. Ягодкина[1], Е.Е. Антонова[2]

[1]*Полярный геофизический институт. г. Апатиты (Мурманская обл.)*
[2]*Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва*
e-mail: vorobjev@pgia.ru

Исследованы параметры межпланетного магнитного поля и плазмы солнечного ветра в периоды 163 изолированных суббурь. Показано, что скорость (V) и плотность плазмы (N) солнечного ветра остаются примерно постоянными, по крайней мере, в течение трех часов до начала фазы развития суббури (T_o) и одного часа после T_o. В среднем, по всему массиву данных скорость солнечного ветра показывает устойчивую тенденцию к антикорреляции с его плотностью. Однако ситуация иная, если значения V и N рассматривать в зависимости от интенсивности наблюдаемых в этот период суббурь. С ростом величины AL индекса магнитной активности в максимуме суббури наблюдается увеличение уровней, как скорости, так и плотности плазмы солнечного ветра, на фоне которых эти суббури появляются. Обнаружено, что величина динамического давления солнечного ветра (P) тесно связана с энергетической загрузкой магнитосферы, определенной как средние значения электрического поля Кана-Ли (E_{KL}) и параметра Ньювелла ($d\Phi/dt$) за 1ч до T_o. Рост величины динамического давления сопровождается увеличением энергии загрузки, необходимой для генерации суббурь. Такая взаимосвязь между P и значениями E_{KL} и $d\Phi/dt$ отсутствует в другие, произвольно выбранные периоды. Предполагается, что в результате процессов, сопутствующих увеличивающемуся динамическому давлению солнечного ветра, в магнитосфере будут формироваться условия все более затрудняющие генерацию суббурь. Таким образом, чем больше P, тем больше энергии солнечного ветра должно поступить в магнитосферу Земли в период фазы зарождения для генерации суббури. Впоследствии эта энергия будет выделяться в период фазы развития суббури, создавая все более интенсивные магнитные бухты.

ОСОБЕННОСТИ ГЛОБАЛЬНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО И ИНФРАКРАСНОГО ТЕХНОГЕННОГОСВЕЧЕНИЯ ДНЕВНОЙ И НОЧНОЙ АТМОСФЕРЫ В ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЯХ ПО ДАННЫМНАБЛЮДЕНИЙ НА СПУТНИКЕ «ВЕРНОВ»

Г.К. Гарипов[1], М.И. Панасюк[1,2], С.И. Свертилов[1,2], В.В. Богомолов[1,2], В.О.Баринова[1], К.Ю. Салеев[1,2]

[1.] НИИ ядерной физики им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы 1, стр. 2, Москва, 119234, Россия
[2]- Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы 1, стр. 2, Москва, 119234, Россия

При изучении оптических явлений в атмосфере с помощью детектора оптического излучения установленного на борту спутника «Вернов» были зарегистрированы техногенные сигналы в виде модуляции свечения атмосферы излучением радиостанций низкой частоты.
На ночной стороне орбиты спутника географическое распределение этих сигналов вытянуто в меридиональном направлении, и наблюдается при совпадении плоскости орбиты спутника с долготами географических координат наиболее мощных радиостанций низкой частоты.
На дневной стороне орбиты спутника географическое распределение сигналов также вытягивается вдоль меридианов, но на границе ночной и дневной стороны орбиты спутника географическое распределение становится равномерным по долготам. Кроме того, географические координаты границ областей техногенного свечения становятся неустойчивыми, смещаются и северные и южные границы географического распределения от Северного полюса до Южного полюса, а в средних и низких широтах в распределениях этих сигналов вдоль меридианов наблюдаются зоны со случайными географическими координатами, где техногенное свечение отсутствует полностью.

ПОЯВЛЕНИЕ СУПЕРСУББУРЬ И СУББУРЬ НА ВЫСОКИХ ШИРОТАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПОВ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА

И.В. Дэспирак[1], А.А. Любчич[1], Н.Г. Клейменова[2]

[1] *Полярный геофизический институт (ПГИ) г. Апатиты, Мурманская область, Россия, despirak@gmail.com*
[2] *Институт Физики Земли (ИФЗ РАН), г. Москва, Россия*

На основе данных сети магнитных станций SuperMAG и IMAGE, базы данных OMNI по солнечному ветру и каталога крупномасштабных явлений солнечного ветра (ftp://ftp.iki.rssi.ru/omni/) проведен сравнительный анализ условий космической погоды для появления магнитных суббурь. Исследовалось три типа суббурь. Первый тип- «расширенные» суббури, которые перемещаются из авроральных (<70º) в полярные (>70º) геомагнитные широты, второй тип- «полярные» суббури, которые наблюдаются только на широтах выше ~70º при отсутствии одновременных геомагнитных возмущений на широтах ниже ~70º. Третий тип – «суперсуббури» (SSS), которые представляют собой особенно интенсивные суббури (SML <- 2500 нТл и AE <-2500 нТл). Был проведен сравнительный анализ между разными типами солнечного ветра и появлением этих трех типов субурь. Мы рассматривали только 6 типов солнечного ветра: высокоскоростные потоки (FAST); межпланетные проявления коронального выброса массы – магнитные облака (MC) или EJECTA; области сжатой плазмы перед этими потоками (CIR и SHEATH); медленный солнечный ветер (SLOW). Показано, что появление суперсуббурь связано с межпланетными проявлениями корональных выбросов массы (SHEATH, MC, EJECTA) (~96%) и фактически не связано с высокоскоростными потоками из корональных дыр (FAST) (~2%). Однако большинство «расширенных» суббурь (~75%) наблюдаются во время высокоскоростных потоков (FAST) или области сжатия плазмы перед этими потоками (CIR), и лишь ~18% таких суббурь наблюдаются во время межпланетных проявлений корональных выбросов массы EJECTA и области сжатия перед ними SHEATH. В тоже время ~67% «полярных» суббурь наблюдаются во время медленных потоков солнечного ветра (SLOW), и лишь ~ 19% таких суббурь были зарегистрированы во время SHEATH и EJECTA, и только в том случае, если они происходили на фоне медленного потока солнечного ветра. «Полярные» суббури могут наблюдаться также в начале или в конце высокоскоростного потока FAST, пока скорость солнечного ветра не достигла высоких значений. Таким образом, в разных условиях космической погоды возможно появление разных типов магнитных суббурь на Земле.

О ПРОГРАММЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СТАНЦИИ ВОСТОК, АНТАРКТИДА (ПО МАТЕРИАЛАМ КОНФЕРЕНЦИИ БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ, БИОФИЗИЧЕСКИЕ И АСТРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА РОССИЙСКОЙ СТАНЦИИ ВОСТОК В АНТАРКТИДЕ: ЗАДЕЛЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ, 25-27 СЕНТЯБРЯ 2015 Г., САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)

В.Ф. Ежов

Петербургский институт ядерной физики, НИЦ Курчатовский институт, Санкт-Петербург

25-25 сентября 2015 г. ФГБУ Петербургский институт ядерной физики Национального исследовательского центра "Курчатовский институт" и Арктический и антарктический научно-исследовательский институт Росгидромета (ААНИИ) провели в г. Санкт-Петербурге научную конференцию "Биогеохимические, биофизические и астробиологические исследования на российской станции "Восток" в Антарктиде: заделы и перспективы". В ее работе приняли участие 65 представителей российских и 8 зарубежных (Германия, Украина, Франция, Эстония) научных организаций. В ходе конференции обсуждались перспективные методы новых и развитие существующих научных проектов на станции "Восток". Среди новых предложений большое внимание заняли вопросы организации астрометрических и астрофизических наблюдений, испытаний приборных и инженерных средств. Участники конференции согласились с необходимостью подготовки специальной программы расширенных научных исследований на станции "Восток", в которой будут учтены выдвинутые предложения. Данная программа не будет дублировать подготовленный проект ФЦП "Мировой океан", а призвана дополнить его новыми направлениями исследований и работ.

СТРУКТУРА СТРУЙНЫХ ТОКОВ НА ЦЕПОЧКЕ СТАНЦИЙ ВДОЛЬ КРУГА ШИРОТЫ 67 ГРАДУСОВ

А.Н.Зайцев, А.С.Панарин, В.В.Мединский

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской Академии наук, г. Москва-Троицк

При переходе исследований от планетарных оценок к изучению региональных свойств важным условием является подбор исходных наземных данных. Принято считать, что детальные свойства токовых систем наиболее наглядно проявляются при рассмотрении свойств токовых систем по данным плотных меридиональных цепочек магнитометров. С другой стороны не следует пренебрегать возможностью детальных оценок по данным широтных цепочек магнитометров, находящихся строго на одной геомагнитной широте. Такая возможность имеется при комбинации магнитометров в районе Баренцова и Карского морей с опорой на станции Тромсе, Малые Кармакулы, о.Белый и о.Диксон, находящихся в центре зоны полярных сияний 67 градусов исправленной геомагнитной широты. В ИЗМИРАН имеется архив данных станции Малые Кармакулы за 1978 – 1992 гг. и о.Белый за 1972 – 1986 гг. На основе этих данных был проведен первичный анализ, который показал возможность сопоставления отдельных событий в развитии полярных суббурь по широтной цепочке магнитометров. В первую очередь удается оценить характеристики полярных струйных токов при разных уровнях возмущенности и попытаться провести прогноз развития возмущений. Решение прогнозной задачи особенно важно при планировании координированных наблюдений по комплексу наземных геофизических приборов.

Любые наборы данных по паре магнитометров Малые Кармакулы – о.Белый всегда могут быть дополнены стационарными магнитометрами в обсерватории Тромсе и на о.Диксон, а также другими геофизическими приборами.

В докладе, на примере данных магнитометров Малые Кармакулы – о.Белый показано, в частности, что в случае ярко выраженных электроструй западного направления (отрицательные значения H-компоненты) ход магнитной активности совпадает в общем виде, но имеет большое количество отличий в мелких деталях. Кроме того, магнитометр в Малых Кармакулах имеет большую индукционную составляющую по сравнению с магнитометром на о.Белый. Это различие связано с большой разницей в глубинном геологическом строении верхних слоев земной коры. Дальнейшие исследования характеристик струйных токов по данным широтных цепочек магнитометров позволит существенно улучшить качество и достоверность построения физических моделей ионосферных и магнитосферных токов.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА НА ЯМАЛЕ

А.Н.Зайцев, К.Х.Канониди, В.Г.Петров

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской Академии наук, г. Москва-Троицк,
alex.zaitsev1940@mail.ru

Начиная с 2009 года на Ямале ведется работа по восстановлению сети геофизических наблюдений «Геомагнитный меридиан 145» (1972 – 1998), которая сегодня известна под названием «Проект «Полярная геофизика Ямала». В апреле 2014 года в Салехарде была проведена конференция «Полярная геофизика Ямала: наблюдения, базы данных и информационные системы в практике освоения месторождений нефти и газа – ПОЛАР – 2014», см. http://polar2014.yanao.ru, на которой была выработана стратегия развития полярной гелиогеофизики на ближайшие годы. На начало 2018 года продолжается развитие проекта с участием ведущих геофизических институтов России. Сеть магнитометров включает 7 пунктов, из которых пункты 2 и 17 – обсерватории ААНИИ, пункт 19 – обсерватория ИСЗФ, пункты 11, 13, 18, 25 работают в реальном времени, при этом данные доступны на сайте ИЗМИРАН http://geodata.izmiran.ru/. Кроме магнитометров на Ямале ведутся работы по установке других геофизических приборов: автоматические метеостанции, пункты изучения мерзлоты, приборы инженерной сейсмологии, приборы экологического контроля. В Салехарде работает ионосферная станция, в Сеяхе пункт 14 работает приемник мониторинга сигналов ГЛОНАСС.

Координацию работ на местном уровне осуществляет Департамент науки и инноваций ЯНАО http://www.dniyanao.ru/, который обеспечивает поддержку научной, научно-технической и инновационной деятельности. Основной структурой является ГКУ ЯНАО «Научный центр изучения Арктики» http://www.arctic89.ru/, экспедиционные работы обеспечивает НП «Российский Центр освоения Арктики» http://arctic-rf.ru/. В 2015 году запущен проект по созданию виртуальной геофизической лаборатории, в том числе для разработки методики регионального прогноза космической погоды с участием ИКИ и ИЗМИРАН, http://ямалгео.рф/.

Наука на Ямале ориентирована на решение прикладных задач, связанных с промышленным освоением региона, изучением влияния экологических факторов на здоровье населения, развитием агропромышленного комплекса. Приоритетное направление -проведение регионального геоэкологического мониторинга, в том числе по Оби, с участием Сибирского и Уральского отделений РАН.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ СОЗДАНИЯ СЕТИ НАУЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ.

На примере норвежско-российского проекта ASTRA — "The Arctic Space Training".

Б.В.Козелов[1], Е.И.Скиотис[1], Ю.В.Балабин[1], А.А. Чернышов[2], W. J. Miloch[3]

[1] *ФГБНУ «Полярный геофизический институт», Мурманск-Апатиты (ПГИ)*
[2] *ИКИ РАН, г. Москва*
[3] *University of Oslo, Norway*
skiotis@pgi.ru

В мае 2018 года началась деятельность в рамках норвежско-российского проекта ASTRA — "The Arctic Space Training", рассчитанного на 3 года и финансируемого норвежской стороной.

Основной целью проекта ASTRA – «The Arctic Space Training» является налаживание долговременных связей между научными группами из Норвегии и России для совместного изучения проявлений космической погоды на высоких широтах, а также подготовка нового поколения квалифицированных молодых исследователей.

В реализации проекта принимают участие исследователи, преподаватели, аспиранты и студенты Университета Осло (Осло), Арктического университета Норвегии - Университета Тромсе (Тромсе), Университетского Центра на Свальбарде UNIS (Лонгйир), Института космических исследований РАН (Москва), Полярного геофизического института (Мурманск-Апатиты) и Института физики Земли РАН (Москва).

В августе 2018 г. рамках проекта ASTRA – «The Arctic Space Training» была проведена первая летняя школа. Уникальность данной школы состоит в том, что она проводилась на Шпицбергене, на базе обсерваторий Университетского Центра на Свальбарде UNIS в Лонгйире и Полярного геофизического института в Баренцбурге. Под руководством педагогов и исследователей из организаций-партнеров студенты и молодые ученые из России и Норвегии изучали свойства ионосферы в авроральной области, в каспе и в полярной шапке с использованием данных со спутников, ракет, а также наземного оборудования научных российских и норвежских центров на Шпицбергене: сети магнитометров, GPS/ГЛОНАСС приемников, радаров EISCAT и SuperDARN, оптических камер для изучения полярных сияний. Участникам школы разрабатывали собственные мини-проекты с использованием уникальных ресурсов крупнейших научных баз Шпицбергена.

В марте 2019 г. в г.Апатиты (Россия) на базе Полярного геофизического института будет организована зимняя школа для студентов и аспирантов, участников проекта ASTRA.

Также студенты из участвующих организаций могут получить финансовую поддержку на учебу (от 1 месяца до 1 семестра) на специализированных программах в Университетском Центре UNIS на Шпицбергене.

КОЛЬСКАЯ АРКТИЧЕСКАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРНАЯ СЕТЬ ПОЛЯРНОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА: ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Б.В. Козелов, Р.Ю. Юрик, В.Ф. Григорьев, Я.А. Сахаров, Ю.В. Федоренко

ФГБНУ «Полярный геофизический институт», Мурманск-Апатиты.

Полярный геофизический институт - единственный институт данного направления в европейской части России, полностью расположенный и обладающей собственной научной инфраструктурой в Арктической зоне. Тематика научных исследований ПГИ соответствует Основным направлениям фундаментальных исследований Программы фундаментальных научных исследований Российской академии наук. Научная и прикладная деятельность ПГИ включает в себя разработку и передачу пользователям технических инноваций для высокоширотных гео- и радио- физических наблюдений, мониторинг геомагнитных вариаций в широком частотном диапазоне, мониторинг космических лучей, мониторинг атмосферы Арктики, наблюдения полярных сияний и другие задачи в области физики высоких широт, что обусловлено местонахождением Института.

Необходимость освоения Арктики увеличивает актуальность научных исследований в этом регионе. К таким исследованиям проявляют интерес организации из других регионов, однако они зачастую ограничиваются экспедиционными исследованиями, которые существенно менее продуктивны, чем исследования на основе регулярных стационарных наблюдений. Для организации таких наблюдений и исследований может быть использована имеющаяся научная инфраструктура ПГИ.

Интеграция научной инфраструктуры ПГИ в Кольскую Арктическую геофизическую инфраструктурную сеть (КАГИС ПГИ) имеет целью эффективное использование имеющейся научной инфраструктуры, обеспечение её доступности исследователям из других регионов. Для полноты в описание КАГИС ПГИ включена также обсерватория ПГИ "Баренцбург", находящаяся вне территории РФ, а также некоторые объекты в других регионах России, поддерживаемые ПГИ совместно с другими организациями.

В докладе представлено описание, состав КАГИС ПГИ, регламент доступа, возможные формы использования.

GEOMAGNETIC AND TELLURIC FIELD VARIABILITY AS A DRIVER OF GIC

O Kozyreva[1], V. Pilipenko[1,2], E. Sokolova[1], Ya Sakharov[3], D. Epishkin[4]

[1] *Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow*
[2] *Geophysical Center RAS, Moscow*
[3] *Polar Geophysical Institute, Apatity*
[4] *"Nord-West" Ltd., Moscow*

We present the first results of the analysis of temporal and spatial variability of geomagnetic and telluric electric fields in the eastern Fennoscandia. These variations are compared with available geomagnetically induced current (GIC) measurement in electric power transmission lines. We calculated "synthetic" telluric fields from the IMAGE geomagnetic records via the impedance relationship. The information on impedance tensors is provided by the electromagnetic array BEAR for a deep sounding. The elaborated algorithm synthesizes the telluric E-field from geomagnetic field variations, using the complex impedance tensor. We analyze geomagnetic and E-field variations at several sites for different space weather events: magnetic storm, substorm, and Pi3 pulsations. We analyze induced telluric field dependence on the local geoelecrical structure for several sites with contrasting geoelectric parameters in Eastern Fennoscandian Shield. The modelling results have been compared with observations of the system to monitor GIC in electric power transmission lines deployed at Kola Peninsula and Karelia. We compared the spectral content of geomagnetic, telluric, and GIC variations. This comparison showed that the commonly used time derivative of geomagnetic field dB/dt cannot be used as an effective measure of GIC disturbance.

Работа поддержана грантом РНФ № 16-17-00121

СТРУКТУРА ПОЛЯРНОГО ЭЛЕКТРОДЖЕТА И РЕЗУЛЬТАТЫ НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО МОДИФИКАЦИИ ИОНОСФЕРЫ МОЩНЫМ КВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕМ

А.В.Ларченко, Ю.В.Федоренко, О.М.Лебедь, С.В.Пильгаев

ФГБНУ «Полярный геофизический институт» (ПГИ)

В экспериментах по нагреву ионосферы мощным модулированным КВ радиоизлучением структура полярного электроджета в области нагрева имеет непосредственное влияние на процессы возбуждения волновода Земля-ионосфера. Поляризация регистрируемого на земной поверхности горизонтального магнитного поля ионосферного источника на расстояниях нескольких длин волн от области нагрева отражает как конфигурацию самого ионосферного источника, так и состояние волновода Земля-ионосфера вдоль трассы распространения.

В работе рассматриваются экспериментальные данные регистрации сигналов ионосферного источника в ОНЧ диапазоне, полученные в ходе нагревных экспериментов ААНИИ на нагревном стенде “EISCAT/Heating” (г. Тромсе). Регистрация компонент электромагнитного поля проводилась в двух точках на Кольском полуострове (обс. Ловозеро и обс. Верхнетуломский) и на арх. Шпицберген (научная станция Баренцбург).

Информация о структуре полярного элетроджета получена по данным регистрации вариаций магнитного поля Земли на станциях сети IMAGE. Для восстановления параметров двумерной токовой системы полярного электроджета и, соответственно, внешнего электрического поля в области нагрева ионосферы были использованы данные, полученные методом сферических токовых систем (SECS) представленные сетью IMAGE, и профили электронной концентрации, рассчитанные по модели IRI. Частота столкновений электронов с нейтралами вычислялась с использованием модели атмосферы MSISE-90.

В докладе приводится сравнительный анализ результатов измерений поляризации магнитного поля ионосферного источника на расстояниях нескольких длин волн от него и вектора внешнего электрического поля в области источника. Результаты наблюдений сравниваются с результатами моделирования процессов генерации и распространения ОНЧ волн в волноводе Земля-ионосфера.

МОДЕЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ АВРОРАЛЬНЫХ ШИПЕНИЙ ОТ ОБЛАСТИ ГЕНЕРАЦИИ ДО ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

О.М. Лебедь [1], Ю.В. Федоренко [1], Ю Маннинен [2], Н.Г. Клейменова [3]

[1] *Полярный геофизический институт (ПГИ), г.Апатиты*
[2] *Sodankylä Geophysical Observatory, Sodankylä, Finland*
[3] *Институт физики Земли РАН (ИФЗ РАН), г. Москва*

Одним из основных типов ОНЧ излучений в авроральных широтах являются авроральные шипения на частотах выше 3-4 кГц, генерацию которых обычно связывают с развитием черенковской неустойчивости высыпающихся электронов над ионосферой на высотах порядка 5-20 тыс км. Известно, что наблюдаемые на земной поверхности всплески авроральных шипений тесно связаны с полярными сияниями. Однако до сих пор остаются детально неисследованными механизмы распространения авроральных шипений от предполагаемой области их генерации к наземному наблюдателю. Анализ авроральных шипений, регистрируемых в российской обс. Ловозеро и финской ст. Канулехто (вблизи обс. Соданкюля) выявил парадоксальную ситуацию, состоящую в том, что полярные сияния, ассоциируемые с всплесками авроральных шипений, располагаются севернее точки регистрации ОНЧ, в то время как область выхода ОНЧ волн из ионосферы - южнее.
Для объяснения этого парадокса нами была создана модель, включающая в себя блоки, описывающие структуру электростатических волн на высотах порядка 20000 км, их распространение до области с мелкомасштабными неоднородностями электронной концентрации, расположенной на высотах ниже 5000 км, рассеяние на этих неоднородностях в конус прохождения и распространение к земной поверхности. Пространственное распределение неоднородностей определяется автокорреляционной функцией флуктуаций электронной концентрации ионосферы, рассеяние на неоднородностях описывается в рамках борновского приближения. Получено хорошее соответствие выводов модели с результатами наблюдений.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗЕМНОГО РЕЛЬЕФА НА КРУПНОМАСШТАБНУЮ ЦИРКУЛЯЦИЮ АТМОСФЕРЫ АРКТИКИ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

И.В. Мингалев, К.Г. Орлов, В.С. Мингалев

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Полярный геофизический институт», г. Апатиты, Россия

Численная глобальная модель горизонтального и вертикального ветра в нижней и средней атмосфере Земли, которая была ранее разработана в Полярном геофизическом институте, была недавно усовершенствована за счет учета в ней рельефа поверхности планеты. В отличие от предыдущих вариантов численной модели, в которых земная поверхность считалась гладкой, в усовершенствованном варианте модели учитывается рельеф земной поверхности. Этот усовершенствованный вариант модели применяется в настоящей работе. Применяемая модель основывается на численном решении системы газодинамических уравнений в слое, окружающем Землю глобально и простирающемся от ее поверхности до высоты 75 км, и позволяет рассчитывать трехмерные глобальные распределения зональной, меридиональной и вертикальной компонент скорости нейтрального ветра, температуры и плотности атмосферного газа.

Применяемая численная модель является негидростатической, в ней вертикальная скорость газа находится путем численного решения полного уравнения движения для вертикальной составляющей скорости без пренебрежения какими-либо членами. При этом все три компоненты скорости рассчитываются при помощи численного решения полных уравнений движения вязкого сжимаемого газа, и условия гидростатического равновесия не применяется. Негидростатичность модели позволяет получать с ее помощью более точные результаты, чем с использованием гидростатических моделей.

В настоящей работе приводятся и анализируются результаты расчетов системы горизонтального и вертикального ветра в земной арктической атмосфере в январских условиях, выполненных при помощи двух вариантов этой модели, в первом из которых поверхность Земли считается гладкой, а во втором усовершенствованном варианте модели учитывается рельеф земной поверхности.

Расчеты показали, что на уровнях стратосферы и мезосферы могут существовать горизонтальные области, в которых горизонтальные и вертикальная компоненты скорости нейтрального ветра, рассчитанные в приближении гладкой земной поверхности, могут существенно отличаться от аналогичных компонент скорости, рассчитанных в учетом рельефа земной поверхности. Некоторые из этих горизонтальных областей находятся непосредственно над горными массивами, в частности над горными массивами Гренландии. Оказалось, что находящиеся на арктических широтах горные массивы могут оказывать влияние на скорость движения воздуха в зимнем циркумполярном циклоне.

Путем численных расчетов установлено, что влияние рельефа земной поверхности на крупномасштабную циркуляцию арктической средней атмосферы осуществляется благодаря вертикальным движениям атмосферного газа. Возмущения вертикальных движений приземного атмосферного газа, вызванные наличием горных массивов, передаются вверх, усиливаясь с возрастанием высоты, и приводят к изменениям пространственных распределений горизонтальных скоростей атмосферного газа на уровнях средней атмосферы.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта РФФИ № 18-29-03022.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН КВ ДИАПАЗОНА НА АРКТИЧЕСКИХ РАДИОТРАССАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.

И.В. Мингалев[1], З.В. Суворова[1], А.М. Мерзлый[2], В.С. Мингалев [1]

[1]. *Полярный геофизический институт (ПГИ)*
[2]. *Институт космических исследований (ИКИ)*

В работе изложено краткое описание модели для расчета лучевых траекторий коротких радиоволн и поглощения этих волн на траекториях. Эти расчеты проводятся в приближении геометрической оптики с учетом анизотропии ионосферной плазмы и отклоняющего поглощения за счет столкновений электронов без каких-либо упрощений. Для расчета концентрации и температуры электронов в ионосферной плазме используется эмпирическая модель ионосферы IRI-2016, а для расчета частоты их столкновений используются температура и концентрации нейтральных составляющих атмосферы, рассчитанные с помощью эмпирической модели NRLMSISE-00. Представленная модель расчета лучевых траекторий предназначена для определения возможности радиосвязи на коротких волнах между двумя точками на поверхности Земли и определения оптимальных частот для этой связи по соотношению сигнал/шум в приемнике. Представлены результаты расчетов и обсуждаются особенности распространения коротких радиоволн на арктических радиотрассах в разное время суток и при различных геофизических условиях.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 17-01-00100

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ВНЕШНЕГО РАДИАЦИОННОГО ПОЯСА ЗЕМЛИ ПРИ ПОМОЩИ АДАПТИВНЫХ МЕТОДОВ НА БАЗЕ ЦЕНТРА АНАЛИЗА КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НИИЯФ МГУ

И.Н. Мягкова, А.О. Ефиторов, В.Р. Широкий, М.Д. Нгуен, С.Ю. Бобровников, С.А. Доленко, В.В. Калегаев

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына,
irina@srd.sinp.msu.ru

Прогнозирование радиационных условий в околоземном космическом пространстве (ОКП), и в том числе, состояния внешнего радиационного пояса Земли (ВРПЗ), является важным как с прикладной точки зрения освоения Арктики, так и как часть комплексного изучения физических явлений в ближнем космосе. В частности, одну из наиболее серьезных технических проблем представляют собой резкие возрастания потоков релятивистских электронов (РЭ) внешнего РПЗ, приводящие к единичным сбоям в электронных микросхемах на борту космических аппаратов (КА). В будущем, в связи с постоянным ростом числа КА и миниатюризацией спутниковой электроники, число отказов, связанных с воздействием возрастаний потоков релятивистских электронов, будет возрастать; поэтому прогнозирование потоков РЭ ВРПЗ будет становиться все актуальнее. Актуальность данной проблемы связана еще и с тем, что космические аппараты с низкими круговыми орбитами пересекают ВРПЗ на широтах, близких к авроральным. Так как вариации потоков электронов на малых высотах запаздывают по сравнению с вариациями на геостационарной орбите, первоочередной задачей является прогноз потоков РЭ на геостационарной орбите.

Поскольку внешний РПЗ представляет собой сложную динамическую систему, параметры которой зависят от вариаций компонент межпланетного магнитного поля (ММП) и солнечного ветра (СВ) и от геомагнитной возмущенности, в данной работе используется описание процессов в цепочке «ММП – СВ – магнитосфера Земли» при помощи многомерных временных рядов, включающих данные о параметрах СВ и ММП с КА ACE (Advanced Composition Explorer), данные приборов MAG и SWEPAM (http://www.srl.caltech.edu/ACE/Browse Data), значения геомагнитных индексов с (http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/), а также значения потоков электронов (>2 МэВ) по данным КА серии GOES (https://satdat.ngdc.noaa.gov/sem/goes/data/), которые используются нами для прогноза вариаций потоков РЭ ВРПЗ при помощи адаптивных методов.

Центр анализа космической погоды НИИЯФ МГУ, в рамках которого осуществляется прогноз среднечасовых потоков РЭ - http://swx.sinp.msu.ru/models/forecast.php?gcm=1, и суточных флюенсов - http://swx.sinp.msu.ru/models/rb_electrons/index.php?gcm=1) предоставляет информацию о текущем состоянии ОКП. Информационные сервисы Центра анализа космической погодя НИИЯФ МГУ на Интернет-сайте центра - http://swx.sinp.msu.ru - обеспечивают доступ к актуальным данным, характеризующим уровень солнечной активности, геомагнитного и радиационного состояния магнитосферы и гелиосферы, в режиме реального времени. Для анализа данных используются модели космической среды, работающие в автономном режиме. Интерактивные сервисы позволяют извлекать и анализировать данные в заданные моменты времени.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИОНОСФЕРЫ И ТЕРМОСФЕРЫ ДЛЯ МАРТА 2013 ГОДА В ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОМ И ПОЛНОСТЬЮ САМОСОГЛАСОВАННОМ ВАРИАНТАХ ГЛОБАЛЬНОЙ МОДЕЛИ UAM

А.А. Намгаладзе, С.А. Парфенов, М.А. Князева, О.В. Золотов

Мурманский арктический государственный университет, Мурманск, Россия

Описываются результаты численных расчётов параметров ионосферы, выполненных с помощью двух версий глобальной модели верхней атмосферы UAM (Upper Atmosphere Model): полуэмпирической UAM-TM и самосогласованной UAM-TT. В версии UAM-TM температура и состав нейтральной атмосферы брались из эмпирической модели NRLMSISE-00, а ветры рассчитывались путем численного решения теоретического уравнения для них с градиентами давления, вычисленными по NRLMSISE-00. В версии UAM-TT все параметры рассчитывались из теоретических уравнений непрерывности, движения и теплового баланса для нейтральных и заряженных компонент верхней атмосферы. Шаг интегрирования по времени брался равным 1 минуте. Нижние граничные условия задавались как и во всех предыдущих расчётах с UAM.

Выбранный для расчётов период времени характерен тем, что он отстоит ровно на 11 лет от апреля 2002 года, для которого расчёты выполнялись также для двух версий UAM и сопоставлялись с данными установок некогерентного рассеяния для шестидневного периода. Кроме того, для марта 2013 года имелись данные по критическим частотам главного ионосферного максимума для целого ряда станций вертикального зондирования ионосферы. Таким образом, выбранный период существенно превосходил по длительности расчётный период апреля 2002 года.

Выполненные расчёты показали их устойчивость в обеих версиях для первых 9 суток марта 2013 года, когда магнитная активность была низкой. Сопоставление глобальных карт электронной концентрации для высоты 294 км, близкой к высоте главного ионосферного максимума, с аналогичными картами, построенными по данным эмпирической модели IRI-2016, показало их хорошее согласие для полуэмпирической модели UAM-TM. Вариант UAM-TT давал такое согласие только для конца первых суток. В дальнейшем электронная концентрация падала, тогда как важнейшие для F2-слоя концентрации нейтральных атомарного кислорода и молекулярного азота оставались близкими ко NRLMSISE-00, то есть были примерно такими же, как и в варианте UAM-TM. Различие оказалось связанным с аномально высокой концентрацией молекулярного кислорода на высоте 294 км и аномально низким значением этой концентрации ниже максимума фотодиссоциации O_2. Причина такого поведения молекулярного кислорода при нормальном поведении атомарного кислорода в версии UAM-TT в настоящее время выясняется.

АНАЛИЗ АВРОРАЛЬНОГО ОНЧ ХИССА В ОБС ЛОВОЗЕРО И ВБЛИЗИ ОБС. СОДАНКЮЛЯ

А.С. Никитенко [1], О.М. Лебедь[1], Ю.В. Федоренко [1], Н.Г. Клейменова [2,3], Ю. Маннинен [4], Л.И. Громова [5], Т Турунен [4].

[1] *Полярный Геофизический институт РАН, Апатиты, Россия,*
[2] *Институт физики Земли РАН, Москва, Россия,*
[3] *Институт космических исследований РАН, Москва, Россия,*
[4] *ИЗМИРАН, Москва, Троицк, Россия,*
[5] *Геофизическая обсерватория Соданкюля, Финляндия*

Разработана методика вычисления положения области выхода ОНЧ волн из ионосферы на основе данных 3-х компонентной цифровой регистрации волн . Проведено опробование предложенного метода к ОНЧ регистрации в обс. Ловозеро применительно к анализу аврорального хисса, генерация которого происходит над ионосферой на высотах от 10 до 25 тыс. км за счет черенковской неустойчивости высыпающихся электронов. Волны распространяются в полосе частот между нижней гибридной и локальной плазменной или электронно-циклотронной частотой (той, которая ниже). В авроральных широтах это соответствует частотам выше 4-5 кГц. Угол волновой нормали этих волн лежит вблизи резонансного конуса, что приводит к их НГР отражению на высотах F слоя. Выход аврорального хисса к земной поверхности объясняется на основе численной модели рассеяния на мелкомасштабных неоднородностях ионосферы. Выполнен анализ нескольких событий, регистрируемых одновременно в обс. Ловозеро (ЛОВ)и финской ст. Каннуслехта (КАН, 40 км от обс.Соданкюля), расположенных на близкой широте на расстоянии около 400 км по долготе. Показано, что, как правило, всплески аврорального хисса регистрируются в ЛОВ и КАН одновременно и связаны с уярчением полярных сияний, наблюдающихся севернее точки ОНЧ наблюдений, однако область ионосферного выхода волн располагается южнее ОНЧ приемников, что объясняется в рамках разработанного метода.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В. Е. Никифоров

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова (ИЗМИРАН), Москва, Троицк
nivic@list.ru

Гелиогеофизические исследования в Арктике проводятся в экстремальных условиях, что предъявляет жесткие требования к эксплуатационным характеристикам соответствующей целевой, измерительной и служебной аппаратуры. Данные требования актуальны не только для стационарных систем, комплексов и образцов геофизической аппаратуры различного назначения, но и, что особенно критично, применительно к малогабаритным переносным, носимым, портативным образцам с автономным электроснабжением. Учитывая, что масса, габариты и стоимость автономных систем электроснабжения (СЭС) составляют от 30% от соответствующих параметров геофизической аппаратуры в целом, решение задач повышения эффективности автономных СЭС является актуальной задачей.

Наиболее перспективным направлением автономного электроснабжения аппаратуры в данных условиях является использование возобновляемых источников энергии, основанных, например, на солнечных фотоэлектрических преобразователях, ветрогенераторах, работающих совместно с высокоэнергоемкими электрохимическими накопителями, в частности, литиевыми аккумуляторами. Кроме того, в состав СЭС входит аппаратура регулирования и контроля (зарядный контроллер, инвертор, система контроля и управления, устройства нивелирования разбаланса батарей, устройства индикации, отображения и накопления информации, и т.д.).

В ИЗМИРАН разработан ряд унифицированных функциональных модулей аппаратуры регулирования и контроля (УФМ АРК), позволяющих создавать автономные бесперебойные системы электроснабжения для разнородных энергопотребителей различной мощности – от единиц Вт до нескольких кВт и выше, работающих в экстремальных условиях эксплуатации и температурном диапазоне -50 - +60 С. Модульность и унификация схемотехнических, функциональных и конструкторских решений СЭС позволяют компоновать на их основе легко перестраиваемые мобильные и стационарные автономные энергоустановки и системы электроснабжения аппаратуры, комплексов, систем и образцов различного назначения. В комплект поставки может быть включено энергосберегающее оборудование жизнеобеспечения, а также дополнительные генераторы электроэнергии и накопители. Конструктивно унифицированные модули СЭС могут располагаться в защищенных кейсах.

Унификация отдельных элементов позволяет практически неограниченно наращивать выходную мощность и комплектовать системы мощностью от единиц, десятков, сотен Вт до десятков кВт из отдельных модулей и элементов малой и средней мощности, согласуя их электрические параметры с уже имеющимся электрооборудованием напряжением 6В, 12В, 24В, 48В, …60В...220В постоянного и переменного тока.

Приведение системы в рабочее состояние занимает несколько минут и заключается в разворачивании солнечной батареи и ее ориентации на Солнце. Процессы заряда аккумуляторной батареи и питания нагрузок обеспечиваются в автоматических режимах.

Удобство эксплуатации заключаются в максимальной простоте использования (для начала работы достаточно подключить разъемы питания), полной автоматизации режимов функционирования, минимальных массе и габаритах, возможности наращивания мощности, электрической совместимости с другим электрооборудованием.

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «АВРОРА - АРКТИКА». ГОД ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

О.В. Никифоров, А.А. Петрукович , И.А. Уваров

ИКИ РАН, г. Москва

Целью проекта по разработки ГИС "Аврора-Арктика" является обеспечение исследований в области изучения ионосферы, в первую очередь в арктической зоне, а также для разработки и внедрения методов распознавания, классификации, кластеризации и их интеграции с ГИС и базами данных.

В основе системы лежат архивы данных спутников серии DMSP, показателей наблюдения солнечного ветра по данным NOAA, прогнозов границ аврорального овала, метеорологических данных NCEP, данных дистанционного зондирования Земли.

Система «Аврора-Арктика» обеспечивает интерактивный выбор данных всех видов на основе ряда критериев: временных, пространственных и качественных, визуализацию изображений с возможностью точной настройки вариантов цветосинтеза и яркостной коррекции, сопоставление данных, классификацию изображений, ведение баз данных пространственных объектов, введенных пользователем, отображение границ солнечной освещенности. Поддерживается преобразование координат между геомагнитной и географической системами, а также между различными картографическими проекциями.

В течение прошедшего года велась работа по тестированию и добавлению новых тематических данных, а также расширения функционала системы. В тестовом режиме добавлены данные AMPERE (продольный ток, магнитное возмущение), изображения с all-sky-камер, реализована визуализация данных DMSP в растровом и изолинейном виде. В ближайшее время будут добавлены данные Российского сегмента когерентных радаров декаметрового диапазона (http://sdrus.iszf.irk.ru/). Ведется работа по развитию пользовательского интерфейса для упрощения использования и расширения возможностей индивидуальной настройки.

ENHANCEMENT OF 630.0 NM EMISSION EQUATORWARDS AURORAL OVAL DURING UNDISTURBED DAYS AS A DISPLAY OF HOT SPOTS IN THE IONOSPHERIC TROUGH

V.C. Roldugin, A.V. Roldugin

Polar Geophysical Institute, Apatity

Spectral auroral observations in Lovozero observatory reveal the cases of 630.0nm emission enhancement in dusk during quiet magnetic conditions and lack of 1PGN2 or hydrogen emissions. After dusk the intensity of the red line reduces to usual value during one – two hours. We explain this phenomenon as a formation of electron-temperature hot spots which are studied for the first time by G. Mingaleva and V. Mingalev. These optical observations are compared with DMSP satellites data of low-energy electron fluxes.

СВЯЗЬ ИСКУССТВЕННЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА С ДИНАМИКОЙ АВРОРАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОДЖЕТА: ЭКСПЕРИМЕНТ НА СТЕНДЕ SPEAR

В.В. Сафаргалеев[1], Н.Ф. Благовещенская[2], Л. Дж. Бадделей[3], В.Ф. Григорьев[1], Т.Д. Борисова[2]

[1]*Полярный геофизический институт РАН, Мурманск-Апатиты, Россия*
[2]*Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия*
[3] *Университетский центр на Свалбарде, Лонгербьен, Шпицберген, Норвегия*
Vladimir.safargaleev@pgia.ru

Несколько случаев обнаружения искусственных пульсаций герцового диапазона проанализированы в контексте динамики восточного электроджета. Пульсации зарегистрированы в 30% случаев импульсного воздействия на ионосферу КВ-волной в ходе эксперимента по модулированному нагреву ионосферы на стенде SPEAR (архипелаг Шпицберген) в ноябре 2013 г. Пульсации появляются тогда, когда полюсный край восточного электроджета приближается к предполагаемой области воздействия на ионосферу вследствие смещения электроджета к северу или его расширения при увеличении интенсивности. Пульсации пропадают, когда электроджет удаляется от области воздействия, смещаясь к югу. Начало пульсаций запаздывает относительно момента включения КВ-передатчика на несколько минут. Пульсации видны только в одной из горизонтальных компонент геомагнитного поля на удалении 50 км от стенда SPEAR и отсутствуют на расстоянии около 1300 км.

ПОЛЯРНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН: КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОШИРОТНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Я.А.Сахаров [1], А.Н.Зайцев [2], Б.В. Козелов [1], А.М. Мёрзлый [3,4], А.А. Петрукович [3], А.А. Позин [8], В.В.Тихонов [5], В.В. Трёкин [6], О.А.Трошичев [7], Ю.А. Шукин [8]

[1] *Полярный геофизический институт, г. Мурманск*
[2] *Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской Академии наук, г. Москва-Троицк*
[3] *Институт космических исследований РАН, г. Москва*
[4] *Совет по космосу РАН, г. Москва*
[5] ЗАО «*Радиотехнические информационные системы ВКО», г. Тверь*
[6] *Центральный научно-исследовательский институт ВКО Минобороны России, г. Москва*
[7] *Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт, г. Санкт-Петербург*
[8] *НПО «Тайфун», г. Обнинск, Калужская обл.*

В докладе проанализирован опыт организации наблюдений в арктической зоне по направлению полярная гелиогеофизика в формате «Полярный геофизический полигон». Арктическая зона России играет все большую роль в деле обеспечения устойчивого развития экономики и безопасности всей страны, что отражается в планах большого числа ведомств и государственных организаций. Создание новых систем радиолокационного контроля всей Арктической зоны России, развитие системы навигации ГЛОНАСС, необходимость решения прикладных задач выдвигает новые требования при создании и развитии наземных систем контроля за геофизическими полями.

В развитии высокоширотных наблюдений следует предусмотреть расширение наблюдательной сети, переход на новые технологии организации наблюдений, использование новых измерительных приборов, автоматизацию сбора и обработки наземных и спутниковых данных в режиме открытых справочных систем.

Концептуально Полярный геофизический полигон должен служить основой развития и применения средств и методов прогноза космической погоды как для конкретных регионов, так и всей Арктической зоне России.

МОНИТОРИНГ КОСМИЧЕСКОЙ РАДИАЦИИ И АТМОСФЕРНЫХ ТРАНЗИЕНТОВ В ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЯХ В МУЛЬТИ-СПУТНИКОВОМ ПРОЕКТЕ МГУ «УНИВЕРСАТ-СОКРАТ»

С.И. Свертилов[1,2], М.И. Панасюк[1,2], А.В. Богомолов[1], В.В. Богомолов[1,2], Г.К Гарипов[1], Е.С. Горбовской[3], А.Ф, Июдин[1], М.А. Казначеева[1,2], В.В.Калегаев[1], П.А. Климов[1], В.М. Липунов[1,3], И.А. Максимов[1], А.В. Минаев[1], В.И. Оседло[1], М.В. Подзолко[1], В.Л. Петров[1], И.А. Рубинштейн[1], К.Ю. Салеев[1,2], В.И. Тулупов[1], И.В. Яшин[1]

[1] *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына*
[2] *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет*
[3] *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Государственный астрономический институт имени П.К. Штернберга*

Одним из ключевых аспектов освоения Арктики является комплексное изучение физических явлений в полярных областях атмосферы Земли и околоземного космического пространства. В последнее время в результате наблюдений, выполненных на спутниках «Вернов» и «Ломоносов», в полярных областях атмосферы были обнаружены интенсивные вспышки электромагнитного излучения, т.н. транзиенты, в том числе в ультрафиолетовом и гамма диапазонах. Природа этих явлений пока достоверно не известно, однако не исключено, что они связаны с мощными электрическими разрядами и, таким образом, также могут рассматриваться, как один из важных факторов, влияющих на глобальную электрическую цепь. Таким образом, в целях обеспечения эффективной эксплуатации различных технических систем в ходе освоения арктических регионов представляется целесообразным осуществлять комплексное исследование электромагнитных явлений в атмосфере Земли и околоземном пространстве, включая мониторинг космической радиации и наблюдения атмосферных электромагнитных транзиентов.

Для этого необходимы совместные наблюдения потоков энергичных частиц и высотных электромагнитных разрядов, в том числе в арктическом регионе, в ходе наземных и космических экспериментов. В рамках этого подхода предполагается разработка однотипного оборудования, которое должно размещаться на космических аппаратах, выводимых на полярные орбиты, а также на сети наземных станций, расположенных вдоль магнитного меридиана. В качестве космического сегмента данного проекта предполагается использовать аппаратуру мульти-спутникового эксперимента МГУ «Универсат-СОКРАТ», в ходе реализации которого предполагается в режиме, близком к реальному времени, определять радиационную обстановку в значительной части области захваченной радиации, вплоть до орбит глобальных навигационных спутниковых систем или геостационарной. Планируется также создание космического сегмента мониторинга «космического мусора» и электромагнитных транзиентов в верхней атмосфере. Успешная реализация проекта позволит впервые в мире создать космическую систему мониторинга и предотвращения космических угроз как для осуществляемых, так и для планируемых космических миссий.

ЗАВИСИМОСТЬ ВЫСЫПАНИЙ ЭНЕРГИЧНЫХ ПРОТОНОВ ВНУТРИ АНИЗОТРОПНОЙ ЗОНЫ ОТ ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ И ДАВЛЕНИЯ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА

Н.В.Семенова[1] , Т.А.Яхнина[1] , А.Г Яхнин.[1] , А.Г.Демехов [1,2]

[1] *Полярный геофизический институт, Апатиты, nadezhda.semenova@gmail.com*
[2] *Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород*

Построены распределения вероятности наблюдения высыпаний энергичных протонов, связанных с ионно-циклотронной (ИЦ) неустойчивостью, в зависимости от AE и Dst - индексов геомагнитной активности, а также от давления солнечного ветра. Эти высыпания регистрируются низкоорбитальными спутниками в зоне, где потоки энергичных протонов анизотропны. Максимальная вероятность наблюдения таких высыпаний имеет место в высокоширотной дневной области. Показано, что вероятность наблюдения высыпаний в дневной области растет при росте динамического давления солнечного ветра, что согласуется с зависимостью инкремента ИЦ неустойчивости от давления солнечного ветра. При росте геомагнитной активности от слабой (AE<100нТл) до умеренной (100<AE<300 нТл) максимальная вероятность наблюдения высыпаний растет, а при дальнейшем росте AE индекса (AE>300 нТл) - уменьшается. Аналогичная зависимость обнаружена и для зависимости от Dst – индекса. Высказано предположение, что это является следствием двух конкурирующих факторов: 1) роста потока энергичных протонов в результате инжекций частиц во внутреннюю магнитосферу во время возмущений, и 2) уменьшения радиального градиента потока частиц, также связанного с инжекциями. Первый фактор ведет к росту инкремента ИЦ неустойчивости, а второй — к его уменьшению за счет уменьшения поперечной анизотропии в дневном секторе, которая вызвана расщеплением дрейфовых оболочек и поэтому зависит от радиального градиента потока частиц.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ИОНОСФЕРЫ НА СРЕДНИХ И ВЫСОКИХ ШИРОТАХ ПО ДАННЫМ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В.М. Смирнов, Е.В. Смирнова

ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН, Фрязино
vsmirnov@ire.rssi.ru

Применение высокостабильных сигналов, излучаемых навигационными спутниковыми системами ГЛОНАСС, GPS, GALILEO и др., позволяет разрабатывать и создавать новые методы для глобального исследования структуры ионосферы в разных регионах с целью изучения условий прохождения радиоволн на линиях связи, решения задач навигации и радиоконтроля. Авторами была разработана технология непрерывного мониторинга ионосферы Земли, предназначенная для оперативного контроля высотного распределения и полной электронной концентрации методом радиопросвечивания на трассе спутник - Земля с использованием радиосигналов навигационных спутниковых систем в реальном масштабе времени. На её основе создан аппаратно-программный комплекс пассивного мониторинга ионосферы (АПК-ПМИ).

Один из таких комплексов был установлен на научно-исследовательском судне «Профессор Молчанов» во время работы Комплексной морской арктической экспедиции «Арктический плавучий университет – 2015. Международная экспедиция «Постигая Русскую Арктику», маршрут которого пролегал в районе Северного Ледовитого океана по акваториям Баренцева и Карского морей, ограниченный 64…80 градусами северной широты и 40…53 градусами восточной долготы. Второй АПК-ПМИ, предназначенный для мониторинга среднеширотной ионосферы, располагался на территории Института в Московской области. В данной работе экспериментально продемонстрирована возможность использования АПК-ПМИ над акваториями Баренцева и Карского морей, проведен сравнительный анализ результатов одновременного мониторинга состояния ионосферы на средних и высоких широтах.

ВАРИАНТ СХЕМЫ ЗОНДИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПОЛЯРНОЙ МАГНИТОСФЕРЫ НА ОСНОВЕ МАЛОГО КА И ТЕХНОЛОГИИ МОРСКОГО БУЯ

А.В. Тертышников

Институт прикладной геофизики, Москва, Россия.

Предлагается схема зондирования состояния полярной магнитосферы на основе малого КА и по схеме радиопросвечивания ионосферы на нескольких частотах, в том числе «снизу – вверх» сигналами радиомаркера у поверхности океана (льда) или в атмосфере, с борта судна, и приемником сигналов с антенной на космических аппаратах.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТА ПО ЗОНДИРОВАНИЮ АВРОРАЛЬНОГО ОВАЛА ПО СИГНАЛАМ ГЛОНАСС С БАРЕНЦБУРГА

А.В. Тертышников[1], В.В. Удриш[2], Г.В. Коваленко[3], И.И. Иванов[4], А.А. Палей[5], Я.В. Глухов[6], Д.С. Ковалев[7], В.М. Смирнов[8], С.А. Пулинец[9],

[1]*ФГБУ ИПГ, Москва,*
[2]*Гидрометеорологическая Служба ВС РФ, Москва,*
[3]*Гидрометеорологическая Служба ВС РФ, Москва,*
[4]*НИИФ ЮФУ, Ростов-на-Дону,*
[5] *ФГБУ ИПГ, Москва,*
[6]*ФГБУ ИПГ, Москва,*
[7]*САФУ, Архангельск,*
[8] *ФГБУН ФИРЭ, Фрязино*
[9] *ФГБУН ИКИ, Москва*

Представлены результаты зондирования следов аврорального овала с помощью приемника сигналов глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) с Баренцбурга на Шпицбергене.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ НАЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

Тлатов А.Г.[1,2], Тертышников А.В.[3]

[1]*Кисловодская Горная астрономическая станция ГАО РАН,* tlatov@mail.ru
[2]*КалмГУ, Элиста*
[3]*ИПГ им Федорова, Москва*

Рассмотрены перспективы создания системы прогноза параметров космической погоды (КП), на основе наземных национальных средств наблюдений солнечной активности. Космическая погода - это общий термин, используемый для описания ряда процессов, способных оказать негативное влияние на живые организмы и технологические системы, расположенные на Земле, в ближнем и дальнем космосе, источником которых является Солнца. Район высоких широт (включая Арктику) является наиболее уязвимым к проявлениям КП.

Прогноз космической погоды можно условно разбить на три составляющие: 1) прогноз рекуррентных, медленно меняющихся, событий, связанных с топологией крупномасштабного магнитного поля; 2) оценка потоков УФ и жесткого излучения и 3) наблюдения быстропротекающих явлений, таких как солнечные вспышки и эруптивные процессы, и прогноз их последствий на орбите Земли. Для реализации прогноза рекуррентных событий в настоящее время эффективно применяются данные регулярных наблюдений крупномасштабного поля Солнца на телескопах-магнитографах оперативного прогноза СТОП. Для оценки потоков жесткого излучения, а также для регистрации эруптивных событий и оценки их геоэффективности могут использоваться данные патрульных оптических телескопов-спектрографов. Патрульные телескопы работают в автоматическом режиме, обеспечивая регистрацию процессов со скважностью около 1 минуты. Для детектирования эруптивных процессов предложен метод, основанный на разности интенсивности в крыльях хромосферных спектральных линиях.

В работе рассмотрены результаты применения наблюдательного комплекса Кисловодской Горной астрономической станции ГАО РАН, а также комплекс математических моделей для прогнозирования параметров солнечного ветра и геомагнитных возмущений.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ТЕЛЕСКОПЫ – ТАКТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ

В.В. Удриш[1], А.Г. Тлатов[2], А.В. Тертышников[1], А.А. Палей[3]

[1]*Гидрометеорологическая Служба Минобороны Российской Федерации, 119160, Москва, Фрунзенская наб., д. 22/2.* atert@mail.ru,

[2]*ГАС ГАО РАН, Кисловодск, Ул. Гагарина, 100,*

[3]*ФГБУ ИПГ имени академика Е.К.Федорова, 128129, Москва, Ростокинская улица, д.9.*

В работе рассмотрено состояние наземного сегмента национальной Службы Солнца, необходимой для мониторинга космической погоды (КП). Предложено решение для реорганизации системы мониторинга солнечной активности.

Группировки КА, системы связи, навигации, электрические сети, транспортные системы, авиаперевозки чувствительны к различным проявлениям солнечной активности. Солнце обеспечивает жизнь на Земле, определяет космическую погоду и атмосферные процессы, которые влияют на экономику и общество.

В США, Европейском союзе, Китае, Индии, Японии, Австралии для мониторинга солнечной активности активно используются космические аппараты и наземные наблюдения на сети обсерваторий. Организация прогнозов параметров солнечного ветра и характеристик космической погоды стало одним из успешных проектов солнечных исследований. Модель WSA-ENLIL сделала прогноз космической погоды таким же доступным, как и метеорологические прогнозы. Системная работа центров прогноза космической погоды привела объединению усилий исследователей, разработке моделей для описания солнечной активности и гелиосферы.

В России давно назрела необходимость решения подобных вопросов. Создание службы прогнозирования космической погоды может быть основано на сети наземных автоматизированных телескопов. Такая сеть позволит реанимировать национальную Службу Солнца. Среди задач, которые необходимо решить для достижения этой цели, - автоматизация передачи данных наблюдений солнечной активности с оборудования ГАС в Кисловодске в национальный гелиогеофизический центр; разработка сетевых технологий мониторинга солнечной активности для гелиогеофизического обеспечения ВС РФ; разработка технологических решений по включению ресурсов КрАО, а в последующем и других отечественных и зарубежных ресурсов в систему мониторинга солнечной активности; разработка регламентов информационного гелиогеофизического обеспечения; создание пилотного проекта сетевой технологии на базе ФГБУ «ИПГ» и ГАС ГАО РАН с последующим внедрением в эту схему ресурсов КрАО и других солнечных обсерваторий.

На втором этапе необходимо создать общенациональную систему анализа гелиофизических данных на принципах единых средств разработки, доступного кода, общего банка данных и информационных ресурсов. Это позволит привлечь к работам разные группы и лаборатории, аккумулировать усилия, создать условия для быстрого старта. Координационным центром службы прогнозирования КП может быть ФГБУ «ИПГ». В настоящее время ФГБУ “ИПГ” выполняет функции гелиогеофизической службы России и Регионального центра предупреждений Международной Службы Окружающей Среды (ISES).

МАГНИТНЫЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ С ЧАСТОТОЙ 8 ГЦ НА ПОВЕДЕНИЕ И ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРОГО ТЮЛЕНЯ.

A.P. Yakovlev[1],V.F. Grigoriev[2]

[1] *Murmansk Marine Biological Institute, Murmansk, Russia*
[2] *Polar Geophysical Institute, Murmansk, Russia*

Наиболее вероятным из внешних источников синхронизации со средой обитания для гидробионтов является электромагнитное поле резонатора Земля – ионосфера, преимущественно в области частот 6-8 Гц [1, 2]. Целью исследований было получение данных о влиянии искусственных электромагнитных полей с частотой 8 Гц на двигательную активность серого тюленя. Экспериментальные данные получены с использованием «метода сплошного протоколирования» и «метода регистрации отдельных поведенческих проявлений».

Были проведены эксперименты по воздействию на серого тюленя искусственного электромагнитного поля с частотой 8 Гц, фоновые наблюдения и эксперименты с плацебо-контролем. В качестве оценочных параметров двигательной активности тюленя были выбраны показатели – количество всплытий за 1 минуту, «индекс активности», среднее число кругов под водой и среднее время, которое затрачивает тюлень на совершение одного круга.

Проведенные эксперименты показали, что при воздействии на серого тюленя искусственного электромагнитного поля с частотой 8 Гц резко возрастает его двигательная активность, количество всплытий за 1 минуту увеличивается в 5-6 раз, индекс активности и среднее количество кругов совершенное животным значительно выше, а время затраченное на совершение одного круга значительно ниже, относительно экспериментов с плацебо-контролем и фоновыми наблюдениями. Отмечено практически полное избегание животным выходов на помост при его экспозиции в искусственном электромагнитном поле.

Подобное поведение можно объяснить тревожным реагированием животного, в ответ на его экспозицию в искусственном электромагнитном поле. Анализ полученных результатов может свидетельствовать о том, что естественные электромагнитные поля в области частот первой моды Шумановских резонансов (7,83 Гц), возбуждаемые при многих опасных гидрометеорологических процессах, способны восприниматься серыми тюленями. Это позволяет им заблаговременно получать информацию о приближении опасных процессов, способных влиять на их жизнедеятельность, а также регулировать свою биоритмику.

Литература

1. *Муравейко А.В., Степанюк И.А., Муравейко В.М., Фролова Н.С.* Эффекты влияния электромагнитных полей в области "шумановских резонансов" на активность гидробионтов // 2013. Вестник Мурманского государственного технического университета. Т. 16. № 4. С. 764-770.

2. *Бинги В.Н.* Два типа магнитных биологических эффектов: индивидуальный и групповой // 2012. Биофизика. Т. 57. № 2. С. 338-345.

ЗАВИСИМОСТЬ ВЕРОЯТНОСТИ НАБЛЮДЕНИЯ И ПОТОКА ВЫСЫПАЮЩИХСЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ ОТ ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ

Т.А. Яхнина, А.Г. Яхнин, Н.В. Семенова

Полярный геофизический институт, Апатиты, Россия (tyahnina@gmail.com)

По данным спутников NOAA POES рассмотрено более 1500 событий высыпаний релятивистских (>1 МэВ) электронов (ВРЭ) за период июль-декабрь 2005 г. (магнитовозмущенный интервал), 2009 г. (магнитоспокойный интервал), и 2011 г. (умеренно возмущенный интервал). В каждом интервале события ВРЭ были разделены на три группы согласно критериям, описанным в работах (Yahnin et al., 2016, 2017). Предполагается, что ВРЭ в разных группах обусловлены различными механизмами высыпаний. Во время упомянутых выше интервалов соотношение числа событий ВРЭ в разных группах различается, что может означать различие относительного вклада каждого механизма в зависимости от геомагнитной активности. Показано, что для каждой группы вероятность наблюдения ВРЭ растет с ростом геомагнитной активности. Для каждой группы событий показано, что интенсивность потока релятивистских электронов не зависит от *текущей* геомагнитной активности. В то же время, *средний* за некоторый интервал поток высыпающихся релятивистских электронов оказывается пропорциональным средним значениям индексов геомагнитной активности в этом интервале.

1. Yahnin, A. G., T. A. Yahnina, N. V. Semenova, B. B. Gvozdevsky, and A. B. Pashin (2016), Relativistic electron precipitation as seen by NOAA POES, J. Geophys. Res. Space Physics, 121, 8286–8299, doi:10.1002/2016JA022765.
2. Yahnin, A. G., T. A. Yahnina, T. Raita, and J. Manninen (2017), Ground pulsation magnetometer observations conjugated with relativistic electron precipitation, J. Geophys. Res. Space Physics, 122, 9169–9182, doi:10.1002/2017JA024249.

СВЯЗЬ ИНДЕКСА ГЛОБАЛЬНОЙ КОНФИГУРАЦИИ МАГНИТОСФЕРЫ С ИНДЕКСАМИ ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ И ПАРАМЕТРАМИ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА

А.Г. Яхнин[1], Т.А. Яхнина[1], С.А.Черняева[2]

[1] *Полярный геофизический институт (ПГИ) г. Апатиты*
[2]*Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, С.-Петербург*

Широта границы изотропных потоков энергичных протонов в ночном секторе, определенная по данным низкоорбитальных спутников, является индикатором конфигурации магнитного поля в магнитосфере (Sergeev and Gvozdevsky, 1995). Эта широта уменьшается при большей вытянутости магнитосферного магнитного поля на ночной стороне. Мы использовали измерения потоков протонов на спутниках DMSP за 30 лет (1984-1913 гг.), чтобы определить коэффициенты корреляции широты границы изотропии со среднечасовыми значениями индексов геомагнитной активности и параметрами солнечного ветра (СВ). Показано, что среди параметров СВ наилучшую корреляцию с границей изотропии имеет “электрическое поле пересоединения” $Em \sim V*(Bz^2+By^2)^{1/2}*\sin^4(\theta/2)$, которое, в свою очередь, лучше других параметров СВ коррелирует с индексами геомагнитной активности. В то же время, широта границы изотропии энергичных потоков коррелирует с геомагнитной активностью лучше, чем электрическое поле пересоединения и другие параметры СВ. Индекс магнитосферной конфигурации является индикатором не только космической «погоды», но и космического «климата». Рассмотрение долговременных вариаций широты границы изотропии показывает, что конфигурация магнитосферы меняется в цикле солнечной активности, а также имеет сезонный ход. Магнитосфера является более «вытянутой» в годы максимумов солнечной активности, а также весной и осенью.

Sergeev V. A. and Gvozdevsky B. B.: MT-index: a possible mew index to characterize the magnetic configuration of the magnetotail, Ann. Geophys., 13, 1093–1103, 1995.

ОБРАЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ВОЗБУЖДЕННОГО МОЛЕКУЛЯРНОГО КИСЛОРОДА НА ВЫСОТАХ СВЕЧЕНИЯ НОЧНОГО НЕБА ЗЕМЛИ.

О.В. Антоненко, А.С. Кириллов, Ю.Н. Куликов

Полярный геофизический институт (ПГИ), г. Апатиты, Россия, antonenko@pgia.ru

Аннотация

Обсуждаются особенности кинетики возбуждения электронных уровней энергии кислородных составляющих в атмосфере Земли. Обсуждаются так же процессы релаксации электронно-возбужденных состояний молекулярного кислорода в атмосфере нашей планеты на высотах свечения ночного неба, где из-за диссоциации O_2 солнечным УФ-излучением наблюдаются относительно высокие концентрации атомарного кислорода. Показано, что рассчитанные колебательные населенности состояний Герцберга имеют различную зависимость от колебательного номера для рассмотренных случаев. Наблюдается хорошее согласие результатов расчета с результатами наземных наблюдений и спектральными данными, полученными с борта космических летательных аппаратов.

ДРЕЙФУЮЩАЯ СТАНЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ "СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС".

Ю.В.Балабин[1], Ю.П. Очелков[2], В.Г Янке[3].

[1] *Полярный геофизический институт РАН (ПГИ), Апатиты*
[2] *Институт прикладной геофизики (ПГИ), Москва*
[3] *Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН (ИЗМИРАН), Москва*

В Министерстве природных ресурсов и экологии России для проведения полярных комплексных экспедиций стартовал проект создания всесезонной платформы «Северный полюс». Экспериментальную базу платформы планируется оснастить только в разделе геофизики более чем полусотней различных бортовых и выносных детекторов, в том числе и стандартным нейтронным супермонитором.

С точки зрения мониторинга космических лучей следует различать мониторинг в области полярных и в области высоких широт. В первом случае детектор космического излучения находится вблизи магнитного полюса, и космическое излучение собирается из направлений, близких к вертикальному, и такие наблюдения идеальны для исследований северо-южной анизотропии. Таких детекторов единицы – Thule, McMurde, Barenzburg. Мониторинг в области высоких широт собирает космическое излучение в диапазоне нескольких GeV из плоскости эклиптики, и является незаменимым для изучения солнечных космических лучей.

Какие открываются новые возможности при непрерывном мониторинге космического излучения в акватории северного ледовитого океана по возможным маршрутам дрейфующей станции?

1) Вследствие ухода магнитного полюса в центральную часть Северного ледовитого океана, станция Thule теряет свои позиции лучшего детектора для исследований северо - южной анизотропии. Напротив, **большая часть наблюдательного времени на платформе окажется очень благоприятной для таких исследований.**

2) В процессе движении плавучей платформы при регистрации конкретного события мы можем оказаться в наилучшей точке или в наихудшей точке, но **в любом случае это будет уникальный регион для проведения таких исследований.**

3) Оценки показывают, что в результате переформатирования нейтронного супермонитора и применение самых чувствительных нейтронных счетчиков **можно увеличить эффективность нейтронного монитора в целом**. Для количественной оценки необходимо провести моделирование процессов в детекторе.

Работа частично подержана Программой фундаментальных исследований президиума РАН № 3 "Физика фундаментальных взаимодействий и ядерные технологии". Работа проводится в рамках УНУ "Российская национальная сеть станций космических лучей".

ЦИКЛИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕМЛИ В ПОЛЯРНЫХ РЕГИОНАХ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Л.З. Бикташ

ИЗМИРАН

Представлены результаты анализа длиннопериодных вариаций температуры Земли 19-24 циклах солнечной активности в различных регионах. Показано, что наибольшие изменения температуры наблюдаются в полярных регионах: в Арктике в 3 раза, а в Антарктике в 2 раза по сравнению с глобальными изменениями температуры.

Рассматриваются влияние космических лучей и вулканической активности на климат. Показано, что циклические вариации глобальной температуры связаны с солнечной активностью и объясняются механизмом действия потока полной солнечной радиации на атмосферу Земли, модулируемой солнечными и галактическими космическими лучами. Мощные вулканические извержения способны менять климат Земли, понизить ее температуру на 1-2 года, но это происходит крайне редко. Циклический процесс изменения климата Земли в 19-24 циклах солнечной активности не нарушается и обуславливается комбинированным эффектом солнечной и геофизической активности. В отсутствие трендов в космофизических факторах, влияющих на климат, процесс постепенного роста средней годовой температуры Земли в 21-24 циклах солнечной активности объясняется антропогенным фактором, который оказывает мощное влияние на полярные регионы.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБЫТИЙ GLE В 24-М ЦИКЛЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙТРОННЫМИ МОНИТОРАМИ В АПАТИТАХ И БАРЕНЦБУРГЕ

А.В. Германенко, Е.А. Маурчев, Е.А. Михалко, В.Ф. Григорьев, Б.Б. Гвоздевский, Л.И. Щур, Ю.В. Балабин

Полярный геофизический институт, Апатиты, Россия.

Текущий 24-й одиннадцатилетний цикл солнечной активности начался в 2009 году. В настоящее время Солнце прошло свой максимум и приближается к новому минимуму. Этот цикл оказался аномальным. Активность Солнца, измеряемая по солнечным пятнам, в максимуме была примерно в два раза ниже, чем в предыдущих циклах. Тем не менее в 24-м цикле (с 2009 года) зарегистрированы несколько событий GLE – наземные возрастания на нейтронных мониторах, вызванные солнечными космическими лучами: в 2012, 2014 и 2017 г.г. Эти события были зарегистрированы и нейтронными мониторами в Апатитах и Баренцбурге. События можно назвать слабыми. При этом благодаря нейтронному монитору в Баренцбурге получены уникальные данные. Во всех трех событиях эта станция показала наибольшие возрастания в солнечных космических лучах и является ключевой, поскольку направление прихода солнечных космических лучей в 24-м цикле происходило преимущественно из направлений северного полюса эклиптики.

Представлен анализ событий GLE. Были получены спектры солнечных космических лучей в событиях. Они в общем соответствуют спектрам в других событиях предыдущих циклов. Кроме того, проведено сравнение этих спектров с данными прямых измерений в стратосфере на шарах-зондах, полеты которых производит ПГИ.

СУББУРЕВАЯ АКТИВНОСТЬ 24 ДЕКАБРЯ 2014 ПО ДАННЫМ СПУТНИКА THD И КАМЕРАМ MAIN В АПАТИТАХ

И.В. Дэспирак, Т.В. Козелова, Б.В. Козелов, А.А. Любчич

Полярный геофизический институт (ПГИ) г. Апатиты, Мурманская область, Россия, despirak@gmail.com

Рассмотрен случай одновременных наблюдений суббуревой активности по данным спутника THEMIS и наблюдениям полярных сияний на камерах MAIN. 24 декабря 2014 г., когда с ~16:30 до ~20:00 UT наблюдалась сложная суббуревая активность: суббуря в 16:45 UT; небольшое суббуревое возмущение в 19:18 UT; маленькая суббуря в 19:37 UT и суббуря в 19:45 UT. В это время были зарегистрированы сияния на камерах MAIN (Апатиты) и магнитные возмущения на сети магнитометров IMAGE, в Тикси (TIK), Амдерме (AMD), Ловозеро (LOV). Магнитная активность началась между Тикси и Амдермой в ~16:10 UT, далее западный электроджет распространялся к западу, к Ловозеро, где в ~16:45 UT наблюдались пульсации Pi2. В период с ~18:30 до- ~19:30 UT спутник THEMIS D находился над Кольским полуостровом. В данной работе мы детально рассматриваем только первую суббурю с началом в ~16:45 UT. Показано, что активизации сияний были в моменты фронтов диполизации (DF) и связанной с ними волновой активности в магнитосфере. Фронты диполизации были связаны как с увеличением потока энергичных электронов, так и с интенсивными электрическими полями. Вариации электрического поля в основном создавались вариациями постоянного DC электрического поля и нижнегибридными дрейфовыми волнами (LHD). Немного позже максимума магнитного поля, связанного с фронтом диполизации суббури, были зарегистрированы электронные циклотронные гармонические (ECH) волны.

ПОЛОСЫ ВТОРОЙ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА В ПОЛЯРНОЙ ИОНОСФЕРЕ И НА ВЫСОТАХ СВЕЧЕНИЯ СПРАЙТОВ

А.С. Кириллов

Полярный геофизический институт Апатиты, Мурманская область, Россия

Полосы второй положительной системы молекулярного азота N_2 (свечение при электронном переходе $C^3\Pi_u$–$B^3\Pi_g$) являются характерными эмиссиями в полярной ионосфере и на высотах свечения спрайтов. С понижением высоты и ростом атмосферного давления усиливается роль столкновительных процессов в кинетике электронно-возбужденной молекулы $N_2(C^3\Pi_u)$. В настоящей работе особое внимание уделено кинетике гашения электронного состояния $C^3\Pi_u$ при столкновениях с молекулами N_2 и O_2. Впервые показано, что межмолекулярные процессы являются доминирующими в процессах релаксации энергии возбуждения состояния $C^3\Pi_u$ при молекулярных столкновениях. Проведенное моделирование колебательной населенности состояния $C^3\Pi_u$ на различных высотах атмосферы Земли включает особенности переноса энергии возбуждения при молекулярных столкновениях. Показано, что учет столкновительных процессов очень важен при исследованиях кинетики молекулы $N_2(C^3\Pi_u)$ и свечения полос второй положительной системы молекулярного азота на различных высотах атмосферы Земли.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННЫХ МАГНИТОМЕТРОВ В РАДИОГОЛОГРАФИЧЕСКОМ МЕТОДЕ ПОИСКОВ ЛОКАЛЬНЫХ РУДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В.А. Любчич, А.Е. Сидоренко, И.И. Демченко

Полярный геофизический институт, г. Мурманск
lubchich@yandex.ru, anton@pgi.ru, iidem@pgi.ru

Радиоголографический метод является перспективным инструментом для решения задач рудной геофизики. Голографическая реконструкция геоэлектрических неоднородностей в земной коре позволяет по площадным поверхностным наблюдениям магнитных компонент электромагнитного поля от контролируемого источника эффективно локализовать в пространстве аномальные области с повышенной электропроводностью, ассоциируемые с локальными рудными телами. Использование комплекса приемной и передающей аппаратуры с точной привязкой измеряемых сигналов и тока к мировому времени при помощи спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS дает возможность одновременно определять распределения не только амплитудных, но и фазовых характеристик компонент магнитного поля, что является необходимым условием для проведения голографической реконструкции распределения неоднородностей в среде. В 2017 году были проведены расширенные полевые исследования по применению радиоголографического метода в двухчастотном варианте для визуализации в земной коре рудных зон на участке Лойпишнюн Мончегорского рудного района. В результате проведенных полевых экспериментальных работ было показано, что двухчастотный вариант радиоголографического метода значительно повышает надежность интерпретации картины распределения неоднородностей в среде. Сравнение результатов голографической реконструкции на разных частотах позволяет отбраковывать «ложные» аномалии и выделять те аномальные зоны, которые можно ассоциировать с рудными телами. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ и Правительства Мурманской области (проект № 17-45-510956 р_а)

ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ЗАДАЧЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ НА АТМОСФЕРУ ЗЕМЛИ

Е.А. Маурчев, Ю.В. Балабин, Б.В. Гвоздевский, Е.А. Михалко, А.В. Германенко

ФГБНУ «Полярный геофизический институт», Мурманск-Апатиты (ПГИ)

Первичные космические лучи (КЛ) включают в свой состав различные сорта частиц (электроны, различные ядра и протоны, процентное соотношение которых варьируется в пределах 85-90). Вторгаясь в атмосферу Земли, эти частицы передают ее веществу свою энергию через серию последовательных процессов, причем если на условной высоте от 80 км до 10-15 км преобладает ионизация, то в более плотных слоях ядерно-активная компонента испытывает неупругие соударения. В результате образуются каскады вторичных КЛ. Исследование характеристик этих частиц (энергетические спектры, ионизационные профили, угловые распределения, высотные профили) является одной из важнейших задач астрофизики КЛ. На сегодня для этого используются преимущественно экспериментальные методы, однако с развитием информационных технологий все чаще применяются численные модели, основанные на методе Монте-Карло. Такой подход позволяет существенно расширить возможности изучения КЛ в атмосфере Земли.

В этой работе представлены результаты расчета прохождения частиц КЛ различного сорта через атмосферу Земли, полученные при помощи программного комплекса RUSCOSMICS. Это программное обеспечение является собственной разработкой коллектива ПГИ, основанной на инструментарии GEANT4 и адаптированной под узконаправленные задачи.

ВАЛИДАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОХОЖДЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ ЧЕРЕЗ АТМОСФЕРУ ЗЕМЛИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ

Е.А. Михалко, Е.А. Маурчев, А.В. Германенко, Ю.В. Балабин

ФГБНУ «Полярный геофизический институт», Мурманск-Апатиты (ПГИ)

Соответствующий модуль программного комплекса RUSCOSMICS позволяет рассчитывать прохождение частиц космических лучей (КЛ) различного сорта через слои атмосферы Земли, получая информацию об энергетических спектрах потоков, их высотных и ионизационных профилях, а также угловых распределениях при множестве вариантов начальных условий. Чтобы конечный результат был наиболее корректным, в конце моделирования необходимо производить валидацию. Специально для этого, на основе уже имеющихся наработок нескольких научных групп из различных институтов, была разработана методика, позволяющая производить сравнение экспериментальных данных с результатами, полученными путем численного моделирования. В представленной работе показывается пример использования данных с шаров-зондов и наземного детектора заряженных частиц.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ВАРИАЦИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ НАД СЕЙСМОАКТИВНЫМИ РЕГИОНАМИ

Е.В Пархимович[1], Ю.В. Романовская[2] . О.В. Золотов[3]

[1]г. Мурманск, ФГБОУ ВО «МГТУ», Морской институт, parkhimovich.elizaveta@gmail.com
[2]г. Мурманск, ФГБОУ ВО «МГТУ», Кафедра Математики, информационных систем и программного обеспечения, y-romanovskaya@yandex.ru
[3]г. Мурманск, ФГБОУ ВО «МАГУ», Научно-исследовательская лаборатория «Компьютерное моделирование физических процессов в околоземной среде», zolotovo@gmail.com

В работе представлено разработанное нами программное средство для компьютерного анализа вариаций полного электронного содержания (ПЭС) ионосферы Земли над сейсмоактивными районами в периоды, предшествующие и сопутствующие сильным сейсмическим событиям. Проблема самой возможности значительного ионосферного отклика на протекающие в литосфере процессы подготовки сильных землетрясений на настоящий момент не имеет общепринятого решения, а многие дискуссии сводятся к обсуждению статистической значимости результатов. Аналитическая обработка наблюдений ПЭС является трудоемким процессом и в большинстве работ исследователи ограничиваются изучением т.н. *case studies*. Большой интерес представляет изучение характеристик возмущений ионосферы перед множеством различных сильных сейсмических событий, происходивших в разных регионах и с учетом различной гелиогеофизической активности. Однако такое исследование представляется трудновыполнимым без хотя бы частичной автоматизации. Поэтому нами была поставлена задача разработки программного средства для анализа двумерных карт ПЭС ионосферы с целью компьютерного детектирования возмущений ПЭС ионосферы в периоды подготовки сильных землетрясений. Разработанное программное средство позволяет исследовать данные для любого выбранного периода с помощью различных методов, визуализировать результаты, а также выполнять автоматический поиск ионосферных возмущений по заданным пользователем параметрам.

ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОЙ КОМПОНЕНТЫ В ПРОДУКТАХ СГОРАНИЯ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА МАСШТАБ ВОЗМУЩЕНИЙ, СОЗДАВАЕМЫХ В ВЕРХНЕЙ АТМОСФЕРЕ

Ю.В. Платов[1], С.А. Черноус[2]

[1]*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской Академии наук, г. Москва-Троицк*
[2]*Полярный геофизический институт (ПГИ), г. Апатиты*

Результаты наблюдений оптических явлений в верхней атмосфере, сопровождающих запуски ракет, показывают, что основным механизмом свечения газо-пылевых облаков является рассеяние солнечного света на достаточно крупных дисперсных частицах в сумеречных условиях.

Наличие дисперсной компоненты в продуктах сгорания ракетных двигателей подтверждается как непосредственными наблюдениями с применениями лидарного зондирования и спектральной аппаратуры, так и путем численного моделирования процесса конденсации продуктов сгорания в выхлопной струе двигателей.

Исследование динамики газо-пылевых облаков, образующихся при запусках твердотопливных ракет показало, что их разлет в верхней атмосфере происходит практически без торможения, что возможно только в случае наличия в составе облака достаточно крупных, тяжелых частиц.

В работе проводится оценка степени влияния размеров и массы дисперсных частиц на скорость и масштаб разлета газо-пылевых облаков, образующихся в верхней атмосфере при работе ракетных двигателей.

АВТОНОМНОЕ УСТРОЙСТВО КАЛИБРОВКИ АНТЕНН СИСТЕМ СБОРА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ И ОСОБЕННОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

С.В.Пильгаев, А.В.Ларченко, М.В.Филатов, О.М .Лебедь, Ю.В.Федоренко

ФГБНУ «Полярный геофизический институт» (ПГИ)

Результаты измерений сигналов компонент электромагнитного поля на сети геофизических станций используются для оценки состояния нижней ионосферы при решении ряда важных прикладных задач, таких как, например, учет влияния ионосферы на результаты электромагнитного зондирования земной коры с целью поиска залежей углеводородов в Арктике и организация связи с погруженными в море объектами на крайне низких (КНЧ) и сверхнизких (СНЧ) частотах. При проведении наблюдений в пространственно разнесенных точках многие исследователи, как правило, ограничиваются анализом поведения амплитуды и спектральной плотности мощности регистрируемых сигналов, а информацию об их относительных фазах, которая необходима как для реконструкции волновых полей, так и для оценки скорости распространения на локальных трассах, не используют вследствие недостаточной точности определения времени цифровых отсчетов.

В ПГИ разработана и введена в эксплуатацию система сбора геофизических данных, позволившая повысить информативность геофизических наблюдений за счет организации прецизионной привязки каждого отсчета регистрируемых данных к мировому времени с абсолютной ошибкой, не превышающей 1 мкс. Однако в процессе калибровки измерительных каналов из-за удаленности антенн от здания обсерватории возможно внесение систематической ошибки в оценки их фазо-частотных характеристик (ФЧХ). Данные ошибки обусловлены необходимостью использования длинной линии для передачи калибровочного сигнала от здания обсерватории к антенне. Поэтому для калибровки антенн систем сбора электромагнитных данных было разработано и создано автономное устройство калибровки, представляющее собой генератор сигналов специальной формы с точной привязкой фазы сигнала к мировому времени.

Устройство создано на основе микроконтроллера LPC1788, оснащенного ядром Cortex-M3. В качестве источника опорной частоты тактового сигнала калибровочного устройства выбран специализированный GPS/ГЛОНАСС приемник u-blox lea-m8t, оснащенный высокостабильным генератором с термокомпенсацией. Благодаря автономности данное устройство позволяет исключить из процесса калибровки длинную линию передачи калибровочного сигнала и тем самым повысить точность измерения ФЧХ.

В работе приводится подробное описание разработанного устройства, его характеристики и пример его применения для калибровки измерительных каналов СНЧ/ОНЧ приемника.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОВЕДЕНИЯ БИОФИЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ВОСТОК

В.Соловей, Д.Карлов, С,Булат, А.Захаров, Ю.Четвериков

Петербургский институт ядерной физики, ФИЦ «Курчатовский институт», Гатчина

В докладе представлена система электропитания на базе солнечных батарей для обеспечения электроснабжения мобильной установки по сбору космической пыли. Рассмотрены вопросы организации Ethernet прозрачного моста на основе Wi-Fi точек доступа с дальностью связи свыше 5 км. Подведены итоги эксплуатации солнечных батарей и результаты работы фильтровентиляционной установки.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ "АВРОРА-АРКТИКА"

И.А.Уваров, О.В.Никифоров, А.А. Петрукович

Институт космических исследований РАН, Москва

Информационная система "Аврора-Арктика", предназначена для анализа состояния ионосферы Земли, визуализации спутниковых и метеорологических данных, прогнозов возникновения полярных сияний и других видов данных. Система создана с использованием разработанной в ИКИ РАН технологии GEOSMIS, обеспечивающей работу со сверхбольшими распределенными многомерных спутниковых данных и результатов их обработки и лежащей в основе пользовательского интерфейса.

Пользовательский картографический интерфейс системы доступен on-line через браузер и не требует установки специального программного обеспечения. Возможна визуализация растровых и векторных данных, построение карт с помощью изолиний, значков и других способов изображения. Предусмотрены яркостная коррекция изображений, управление картографическими проекциями, совместный анализ разных типов данных.

Многолетние архивы данных спутниковых наблюдений, полученных различными системами дистанционного зондирования общим объемом более 1 ПБ поддерживаются в рамках центра коллективного пользования "ИКИ-Мониторинг". Регулярно обновляются данные наблюдений ионосферы Земли, полученных со спутников серии DMSP, наблюдения солнечного ветра по данным NOAA, метеорологические данных NCEP. Реализована возможность интеграции данных наблюдений с наземных камер, а также данных измерений продольных токов и магнитных возмущений. Ежечасно формируются прогнозы границ аврорального овала на основе моделей Старкова и Петруковича.

Разработка системы ведется рамках темы "Мониторинг" (госрегистрация № 01.20.0.2.00164).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСА СПУТНИКОВЫХ И НАЗЕМНЫХ МАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

А.Л. Харитонов
Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН, Москва
ahariton@izmiran.ru

Спутниковые магнитные методы, совместно с морскими, наземными и аэромагнитными, могут дать возможность выделить рифтовые и трансформные зоны Арктического региона и спланировать систему проведения дальнейших детальных геолого-геофизических исследований в этом регионе. В настоящей работе представлены некоторые полученные результаты по математической обработке и геофизической интерпретации комплекса различных данных в некоторых районах Арктического региона, которые могут позволить проводить более качественное изучение его рифтовых и трансформых зон. В качестве основных методов исследования предлагается использовать накопленный автором опыт по математической обработке и геофизической интерпретации результатов спутниковых (КА «MAGSAT», «CHAMP») геомагнитных векторно-компонентных съемок по территории Арктического региона и наземных морфоструктурных геолого-геофизических данных, используемых для изучения его глубинного строения. Спутниковые магнитные съемки могут осуществлять бесперебойные всесезонные длительные повторные измерения (в течение нескольких лет) всех ортогональных (H, D, Z) составляющих геомагнитного поля, которые можно использовать для изучения глубинного строения коры этого очень перспективного Арктического региона. В современных условиях самыми оперативными и относительно недорогими отечественными геолого-геофизическими методами на акваториях Арктического региона могут быть спутниковые магнитные методы. Пример выделения интенсивных региональных электромагнитных аномалий и трассирования по ним рифтовых зон и трансформных разломов в пределах Арктического нефтегазового бассейна по данным космического аппарата «MAGSAT» рассмотрен в докладе. Для математической обработки и геофизической интерпретации аэрокосмических данных была разработана система компьютерных программ, включающая различные современные спектральные, корреляционные и другие методы анализа измеренных цифровых данных, позволяющие разделять измеренное поле на составляющие, связанные с различными физическими слоями геосфер Земли. Были использованы данные низкоорбитальных космических аппаратов (КА) «CHAMP», «MAGSAT», измеряющих значения ортогональных компонент вектора электромагнитного поля над всей поверхностью Арктического региона и, в частности, над труднодоступной для других видов геофизических измерений в пределах акватории Северного Ледовитого океана. Выявление полосовых палеомагнитных аномалий в Северном Ледовитом океане также позволяет определять приблизительное направление глубинных трансформных разломов Арктической рифтовой системы. И эти данные о положении полосовых палеомагнитных аномалий в Восточно-Сибирском море не противоречат нашим данным о положении глубинных трансформных разломов Арктической рифтовой системы срединно-океанического хребта Северного Ледовитого океана. В результате можно сказать, что в настоящее время именно хребет Гаккеля является современной активной Арктической рифтовой зоной срединно-океанического хребта Северного Ледовитого океана. Однако, в более ранний геохронологический период развития рифтовых систем Арктики, за счет постепенного изменения в пространстве процессов мантийного тепломассопереноса, хребет Ломоносова являлся древней Арктической рифтовой структурой.

АВРОРАЛЬНЫЙ ОВАЛ И ОВАЛ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ГЕЛИОГЕОФИЗИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

С.Черноус[1], И.Шагимуратов[2], В.Алпатов[3], М.Филатов[1], П.Будников[3], И.Ефишов[2], Ю.Федоренко[1]

[1]*Полярный геофизический институт, г.Апатиты*
[2]*Калининградский филиал ИЗМИРАН, г.Калининград*
[3]*Институт прикладной геофизики Госкомгидромета, Москва*

В докладе приводится описание проведенных экспериментальных исследований взаимосвязи возмущений авроральной зоны и изменений в трансионосферных сигналах глобальных навигационных спутниковых сигналов (ГНСС) в высоких широтах. Исходными данными работы послужили измерения параметров сигнала отдельных пролетов навигационных спутников и наблюдения авроральной активности при помощи оптических и магнитных измерений

Для каждого спутника рассчитывалась степень возмущенно изменение полного электронного содержания (ПЭС), степень изменчивости электронного содержания - индекс RoTI и индекс сцинтилляции S_4. Одновременные наблюдения за сигналами ГНСС и авроральными возмущениями, проводились на станциях, расположенных приблизительно вдоль меридиана от Санкт-Петербурга до Тромсе. Подробно рассматривается большая магнитная буря 17-18 марта 2015 года, когда полярные сияния наблюдались от полярных областей до 55-60º географической широты Обнаружено сходство вариаций временных рядов развития активности авроральных суббурь и вариаций полного электронного содержания. Интенсивность, как флуктуаций ПЭС, так и магнитных возмущений уменьшались по типу авроральной суббури как на северных станциях, так и на средних широтах. Анализируется состояние ионосферы по данным станций высокоорбитальной радиотомографии ФГБУ «ИПГ» Росгидромета за указанный период. В ходе анализа выявлена зависимость ошибок позиционирования от степени возмущенности полярной ионосферы. Изображения пространственного распределения флуктуаций ПЭС (RoTI) в координатах CGL и MLT, построенные с помощью непрерывных измерений сигналов ГНСС на отдельных станциях, демонстрируют пространственную структуру, аналогичную овалу полярных сияний. Авторы считают, что полученные результаты указывают на то, что сбои в работе навигационных систем и большие погрешности позиционировании могут иметь место даже в средних широтах во время больших магнитных бурь при смещении аврорального овала к экватору.

Авторы благодарны РФФИ за частичную поддержку работы проектом РФФИ №16-05-01077

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ПОЛЯРНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
183010, г.Мурманск, ул.Халтурина, 15

POLAR GEOPHYSICAL INSTITUTE
15, Khalturina str., Murmansk, 183010, RUSSIA

