

Направление 7. ИОНОСФЕРА

Координаторы: В.Д. Кузнецов (ИЗМИРАН), М.И. Веригин (ИКИ РАН)

7.1.	Проект 7.1. Исследование свойств ионосферы в зависимости от гелиогеофизических условий	ИЗМИРАН	Демин М.Г.
	Тема 7.1.1. Свойства и причины очень сильных отклонений электронной концентрации максимума F2-слоя от фона	ИЗМИРАН	М.Г. Демин
	Тема 7.1.2. Эмпирическое и теоретическое моделирование экваториальной ионосферы Земли по спутниковым данным и модели ГСМ ТИП	ИЗМИРАН	Карпачев А.Т.,
	Тема 7.1.3. Исследование отклика ионосферы на воздействие солнечных рентгеновских вспышек.	ИЗМИРАН	Гивишвили Г.В.,
7.2.	Проект 7.2. Исследование электродинамических процессов взаимодействия в системе атмосфера-ионосфера	ИЗМИРАН	Сорокин В.М.
	Тема 7.2.1. Разработка физической модели электродинамического атмосферно - ионосферного взаимодействия.	ИЗМИРАН	Сорокин В.М.,
	Тема 7.2.2. Применение метода ЛЧМ-зондирования в задаче мониторинга ионосферы и диагностики нелинейного взаимодействия мощных волновых пучков с ионосферной плазмой.	ИЗМИРАН	Крашенинников И.В.,
	Тема 7.2.3. Моделирование и анализ плазменно-электродинамических процессов взаимодействия в системе ионосфера-атмосфера: взаимодействие мощных электромагнитных пучков с ионосферным слоем F2.	ИЗМИРАН	Молотков И.А
7.3.	Проект 7.3. Экспериментальное исследование и численное моделирование динамики возмущенной ионосферы	ЗО ИЗМИРАН	Шагимуратов И.И.
	Тема 7.3.1. Трехмерная структура ионосферных возмущений, вызванных проявлениями космической погоды.	ЗО ИЗМИРАН	Шагимуратов И.И.,
	Тема 7.3.2. Формирование ионосферных эффектов от внезапных стратосферных потеплений	ЗО ИЗМИРАН	Кореньков Ю.Н.,
	Тема 7.3.3. Влияние вариаций солнечного ветра и межпланетного магнитного поля на глобальное распределение параметров ионосферы во время геомагнитных бурь	ЗО ИЗМИРАН	Клименко М.В.,
	Тема 7.3.4. Взаимосвязь динамических процессов	ЗО	Карпов

	в тропосфере с процессами в верхней атмосфере и ионосфере Земли.	ИЗМИРАН	И.В.,
7.4.	Проект 7.4. Исследования ионосферы Земли и планет радиофизическими методами	ФИРЭ РАН	Павельев А.Г.
	Тема 7.4.1. Волновые явления в системе "атмосфера-ионосфера" по данным двухчастотного радиопросвечивания ионосферы Венеры	ФИРЭ	Гаврик А.Л.,
	Тема 7.4.2. Исследование воздействия солнечной активности и солнечного ветра на процессы в околоземном пространстве и ионосфере Земли с помощью сигналов навигационных систем на трассах спутник-спутник	ФИРЭ	Павельев А.Г.,
	Тема 7.4.3. Влияние ионосферы на дистанционное зондирование поверхностных и под поверхностных структур планет земной группы»	ФИРЭ	Смирнов В.М
7.5.	Проект 7.5. Исследование вариаций плотности ионосферы вызванных солнечным ветром	ИФА РАН	Горбунов М.Е.
	Тема 7.5.1. Исследование вариаций плотности ионосферы вызванных солнечным ветром	ИФА	Горбунов М.Е.,
	Проектов 5, Тем 14		

7.1. Исследование свойств ионосферы в зависимости от гелиогеофизических условий

7.1.1. Свойства и причины очень сильных отклонений электронной концентрации максимума F2-слоя от фона

Дано первое решение задачи: какой геомагнитной активности соответствует медиана за месяц концентрации максимума F2-слоя NmF2? На основе анализа данных концентрации максимума F2-слоя NmF2 ряда ионосферных станций получено, что в среднем геомагнитная активность, которая соответствует медиане NmF2, меньше среднего за месяц значения этой активности, и эта разница увеличивается с ростом широты. Кроме того, в среднем дисперсия индекса геомагнитной активности для медианы NmF2 уменьшается с увеличением широты. Это происходит, в частности, потому, что для высокоширотных станций при высокой геомагнитной активности данные NmF2 часто отсутствуют (например, из-за экранировки F2-слоя спорадическим слоем E) и медиана NmF2, полученная по оставшимся дням месяца, соответствует более низкой геомагнитной активности.

Список публикаций:

1. Деминов М.Г., Деминова Г.Ф. Какой солнечной и геомагнитной активности соответствует медиана NmF2? // Труды XXIV Всероссийской научной конференции Распространение радиоволн (РРВ-24), Т. 1. – Иркутск: ИСЗФ СО РАН, 2014. С. 139-142.
 2. Бадин В.И., Деминов М.Г., Деминова Г.Ф. Свойства изменчивости NmF2 при разных уровнях солнечной и геомагнитной активности // Труды XXIV Всероссийской научной конференции Распространение радиоволн (РРВ-24), Т. 1. – Иркутск: ИСЗФ СО РАН, 2014. С. 143-146.
 3. Deminov M.G., Deminova G.F., Badin V.I. Geomagnetic activity corresponding to the median of the F2 layer critical frequency // 10th International Conference “Problems of Geocosmos”, Book of Abstracts – St. Petersburg: St. Petersburg State University, 2014. P. 143-144.
- Руководитель:* Деминов М.Г., д.ф.-м.н., ИЗМИРАН, deminov@izmiran.ru.

7.1.2. Эмпирическое и теоретическое моделирование экваториальной ионосферы Земли по спутниковым данным и модели ГСМ ТИП

Закончено построение эмпирической модели экваториальной аномалии (ЭА) по данным Интеркосмос-19 для высокой солнечной активности для каждого часа местного времени

(LT) для летних, зимних и равноденственных условий. Это позволило впервые в полном объеме изучить динамику ЭА с течением местного времени для всех сезонов.

Получено, в частности, что при высокой солнечной активности ЭА начинает проявляться в 08 LT. При этом в летних условиях сначала образуется зимний (южный) гребень экваториальной аномалии, а в зимних условиях соответственно зимний (северный) гребень. Второй, слабо выраженный гребень ЭА летом и зимой появляется только в 11 LT, он хорошо выражен только в одном долготном секторе 90-120° летом и 210-270° зимой. В дневных и зимних условиях ЭА окончательно, с обоими гребнями на всех долготах, формируется к полудню, но летний гребень по-прежнему меньше, чем зимний. И только в 14 LT ЭА достигает максимального развития с одинаково хорошо выраженными гребнями.

Список публикаций:

1. Karpachev A.T., Klimenko M.V., Klimenko V.V. and Kuleshova V.P. Statistical study of the F3-layer characteristics retrieved from Intercosmos-19 satellite data // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. 2013. V.103, № 10. P.121-128.
2. Карпачев А.Т., Жбанков Г.А., Телегин В.А. Волноводное распространение радиоволн в экваториальной ионосфере по данным ИСЗ “Интеркосмос-19” // Геомагнетизм и аэронавигация. 2014. Т. 54, № 2. С. 221-230.
3. Karpachev A.T., Klimenko M.V., Klimenko V.V., Telegin V.A. Local time dynamics of the equatorial anomaly according to the topside sounding onboard the Interkosmos-19 satellite // 40th COSPAR Scientific Assembly, Moscow, MGU, August 2014.

Руководитель: Карпачев А.Т., д.ф.-м.н., ИЗМИРАН, karp@izmiran.ru

7.1.3. Исследование отклика ионосферы на воздействие солнечных рентгеновских вспышек

На средних широтах ионизация ионосферного слоя Е происходит, главным образом, в двух диапазонах волн: ультрафиолетовом (977-1037Å) и рентгеновском (8-165 Å). Ультрафиолетовое излучение взаимодействует, в основном, с молекулярным кислородом O₂, рентгеновское - со всеми газовыми составляющими, присутствующим на высотах 100-120 км. Во время солнечных вспышек наблюдается резкое (в десятки и сотни раз) увеличение потока рентгеновского излучения при относительно слабом возрастании ультрафиолетового излучения. Это позволяет по данным измерений критической частоты Е-слоя и данным спутниковой регистрации интенсивности рентгеновского излучения в моменты солнечных вспышек а) оценить вклад рентгеновского излучения в общую ионизацию слоя Е; б) судить об изменениях газового состава на высотах 100-120 км. На

основе анализа данных вертикального зондирования ст. Москва во время солнечных вспышек за период с 2006 по 2014 гг. получено, что наблюдается долговременный тренд в увеличении относительной доли рентгеновского излучения в общей ионизации слоя E. Это подтверждает тенденцию уменьшения концентрации O_2 на высотах 100-120 км со временем, в данном случае, в интервале с 2006 по 2014 гг.

Список публикаций:

1. Гивишвили Г.В., Лещенко Л.Н. Исследование отклика ионосферного слоя E на солнечные рентгеновские вспышки // Электронный научный журнал ФГБУ ИПГ "Геофизические исследования", 2014 (подготовлено к печати).

Руководитель: Гивишвили Г.В., д.ф.-м.н., ИЗМИРАН, givi@izmiran.ru

7.2. Исследование электродинамических процессов взаимодействия в системе атмосфера-ионосфера

7.2.1. Разработка физической модели электродинамического атмосферно - ионосферного взаимодействия

Разработана физическая модель электродинамического атмосферно - ионосферного взаимодействия, которая основана на результатах расчетов характеристик электромагнитных возмущений и ионосферных неоднородностей сопровождающих усиление электрического тока в глобальной атмосферно - ионосферной цепи. Результаты теории подтверждаются спутниковыми и наземными данными наблюдения, полученными в течение нескольких дней до землетрясений. Показано, что рост электрического тока в глобальной цепи ведет к формированию горизонтальных вихрей в нижней ионосфере, продольных токов плазменных неоднородностей, модификации D, E и F слоев ионосферы, а также УНЧ колебаниям магнитного поля, КНЧ эмиссиям, депрессии магнитных пульсаций, УКВ излучению из тропосферы и распространению за горизонт УКВ сигналов передатчика. Все эти явления имеют одну причину, именно, изменение тока в глобальной цепи в результате инъекции заряженных аэрозолей в атмосферу во время усиления сейсмической активности.

Список публикаций:

1. Sorokin V.M., Yaschenko A.K., Hayakawa M. VHF transmitter signal scattering on seismic related electric discharges in the troposphere // Journal of Atmosphere and Solar-Terrestrial Physics, 2014, V.109, P.15-21.

2. Ружин Ю.Я., Сорокин В.М., Яценко А.К. О физическом механизме формирования возмущения полного электронного содержания ионосферы в сейсмическом регионе // Геомagnetизм и аэрономия. 2014, Т.54. №3. 365-374.
3. Sorokin V.M., Hayakawa M. Plasma and electromagnetic effects caused by the seismic-related disturbances of electric current in the global circuit // Modern Applied Science. 2014, V.8, P.61-83.
4. Сорокин В.М., Чмырев В.М., Тронин А.А. Основы аэрокосмических методов мониторинга землетрясений. Palmarium Academic Publishing, Saarbrücken, Deutschland. 2014, 156 p.
5. Лаптухов А.И., Сорокин В.М. Мелкомасштабная неустойчивость и нелинейные структуры атмосферной плазмы с током в D-области ионосферы // Физика плазмы. №8. 2014. С. 771-776.
6. Sorokin V.M. LAI coupling caused by the seismic-related disturbances of electric current in the global circuit. The 1st CSES Satellite Workshop, November 13-16, 2014, Beijing, China
Руководитель: Сорокин В. М., д.ф.-м.н., ИЗМИРАН, sova@izmiran.ru

7.2.2 Применение метода ЛЧМ-зондирования в задаче мониторинга ионосферы и диагностики нелинейного взаимодействия мощных волновых пучков с ионосферной плазмой

В задаче диагностики процессов нелинейного взаимодействия мощного радиоизлучения с ионосферной плазмой проведен феноменологический анализ данных наклонного ЛЧМ-радиозондирования ионосферы в нагревных экспериментах 2007 г. с возможной регистрацией эффекта захвата в искусственный ионосферный резонатор и высвечивания зондирующего излучения в ближнюю зону нагревного стенда “Сура”. Рассмотрена возможность геометрооптического механизма формирования дополнительного следа на ионограмме НЗ и объясняющего высокую энергетику (на два порядка выше, чем в процессе рассеяния), характерную частотную зависимость и время релаксации принимаемого сигнала.

Список публикаций:

1. Крашенинников И.В. О захвате зондирующих радиоволн в искусственный ионосферный резонатор. // Труды XXIV-й Всероссийской конференции по распространению радиоволн (РРВ-24), Т.1. – Иркутск: ИСЗФ СО РАН, 2014 С.55-58.
2. Крашенинников И.В. О механизме захвата зондирующих радиоволн в искусственный ионосферный резонатор. // Сборник трудов XX-й региональной конференции по распространению электромагнитных волн. Санкт-Петербург. 2014. (в печати).

7.2.3. Моделирование и анализ плазменно-электродинамических процессов взаимодействия в системе ионосфера-атмосфера: взаимодействие мощных электромагнитных пучков с ионосферным слоем F2

Найдены условия формирования нелинейного волнового канала при наклонном распространении мощного пучка декаметровых радиоволн в ионосфере. Аналитически и численно исследовано возбуждение этого нелинейного канала в слое F2 ионосферы. Аналитические оценки показали возможность образования нелинейного волновода ниже максимума F2 слоя при достижении значений напряженности электрического поля, сопоставимых с характерной величиной плазменного поля. Для моделирования возбуждения волновода выполнено численное решение соответствующего нелинейного параболического уравнения с начальным условием в виде сходящегося гауссова пучка. Установлено, что в области «тали» пучка возникает последовательность фокусов, сливающихся при увеличении параметра нелинейности в протяженный максимум, соответствующий параметрам нелинейного волновода.

Список публикаций:

1. Molotkov I.A., Atamaniuk B., Popov A.V. Interaction of oblique wave beam with ionospheric layer F2. //Advances in Space Research. 2013. V. 51, No12. P. 2333-2341.

Руководитель: Молотков И.А., д.ф.-м.н., ИЗМИРАН, molotkov@izmiran.ur

7.3. Экспериментальное исследование и численное моделирование динамики возмущенной ионосферы

7.3.1. Трехмерная структура ионосферных возмущений, вызванных проявлениями космической погоды

Одним из индикаторов состояния космической погоды являются флуктуации и сцинтилляции трансionoсферных сигналов в высокоширотной ионосфере. Эти эффекты обусловлены присутствием в ионосфере неоднородностей электронной плотности различных масштабов. В рамках данной темы совместно с сотрудниками ПГИ (руководитель Черноус С.А.) проведены исследования флуктуаций Глонасс/GPS сигналов во время геомагнитных возмущений. В качестве исходных данных использованы регулярные Глонасс/GPS наблюдения международной сети IGS. Флуктуационная активность оценивалась параметром ROT (Rate of TEC). Исследования проведены для магнитной бури 2 октября 2013г. Во время бури четко прослеживалась связь увеличения интенсивности флуктуаций с авроральной активностью. Достаточно интенсивные

флуктуации Глонасс/ GPS сигналов регистрировались на среднеширотной станции Калининград при пролетах спутников на широтах около 60°N во время максимальной фазы авроральной активности. Максимальная интенсивность флуктуаций сигналов наблюдалась в области аврорального овала. Эти результаты свидетельствуют, что флуктуации Глонасс/GPS сигналов могут использоваться в качестве индикатора состояния космической погоды.

Список публикаций:

- 1.Shagimuratov I., Chernouss S., Efishov I., Cherniak Yu., Koltunen L. TEC Fluctuations Occurrence in High Latitudes Ionosphere during September 9, 2011 Geomagnetic Storm // АИС2014, ATMOSPHERE, IONOSPHERE, SAFETY Proceedings of IV International conference, Kaliningrad 2014. P. 251-256.
- 2.Chernouss S., I. Shagimuratov, I. Ephishov et al. Case study of TEC fluctuations during auroral disturbances, Physics of Auroral Phenomena” // Proc. XXXVII Annual Seminar Apatity, 26 Februar-1 March, 2014. P 90-93.
3. Черноус С.А., Шагимуратов И.И., Ефишов И.И., Черняк Ю.В., Тепеницина Н.Ю. Флуктуации фазы GPS сигналов ассоциированные с авроральной активностью в период геомагнитной бури 2 октября 2013 года // Труды XX Региональной конференции по распространению радиоволн, Санкт-Петербург 18 - 20 ноября 2014 г.
- 4.Cherniak Y.V., I. I.Shagimuratov, I. E. Zakharenkova et al. Study of ionospheric irregularities induced by HF heating by incoherent scatter and transionospheric radio measurements, 2014 // Physics of Auroral Phenomena”, Proc. XXXVII Annual Seminar, Apatity, 26 Februar-1 March, 2014. p 83-85.

Руководитель: Шагимуратов И.И., Западное отделение ИЗМИРАН, shagimuratov@mail.ru

7.3.2. Формирование ионосферных эффектов от внезапных стратосферных потеплений

С помощью глобальной самосогласованной модели термосферы, ионосферы и протоносферы Земли (ГСМ ТИП) исследован глобальный отклик верхней атмосферы Земли в области высот от 80 км до нескольких земных радиусов на внезапное стратосферное потепление 2009 года с использованием в качестве нижних граничных условий данных расчетов параметров атмосферы, полученных на зарубежных моделях KASIMA, TIME-GCM и CCM SOCOL.

Исследования показали, что использование выходных данных моделей средней атмосферы (SOCOL, KASIMA и TIME-GCM) в качестве нижних граничных условий модели ГСМ ТИП позволяет воспроизвести наблюдаемые утренние и полуденные

положительные эффекты SSW в электронной концентрации низкоширотной ионосферы, Показано, что основным механизмом формирования этих возмущений является вертикальный электромагнитный дрейф плазмы в низкоширотной ионосфере. Пока без ответа остается вопрос о том, каким образом такой электромагнитный дрейф возникает.

Список публикаций:

1. Кореньков Ю.Н., Клименко М.В., Бессараб Ф.С., Клименко В.В. Глобальный отклик системы термосфера-ионосфера на внезапные стратосферные потепления// Современные достижения в плазменной гелиогеофизике. Электронное издание. 2014. <http://sdpg.cosmos.ru/content/> (РИНЦ).
2. Klimenko M.V., Klimenko V.V., Bessarab F.S., Korenkov Yu.N., Ratovsky K.G., Rozanov E.V., Rodmann T., Liu H., Zakharenkova I.E., Goncharenko L.P. Characteristics of Global Mesospheric, Thermospheric and Ionospheric Response to 2009 Major SSW Event as Derived from Satellite and Ground-Based Observation and Obtained using Different Models of Lower and Upper Atmosphere// Proceedings of the 4th International conference “Atmosphere, Ionosphere, Safety” (AIS-2014). 2014. P. 262–267.
3. Karpov I.V., Bessarab F.S., Korenkov Yu.N., Klimenko M.V., Klimenko V.V. Model Study of the Thermosphere Response to Perturbations Mesospheric Tides and Planetary Waves during Sudden Stratospheric Warming// Proceedings of the 4th International conference “Atmosphere, Ionosphere, Safety” (AIS-2014). 2014. P. 86–91.
4. Клименко М.В., Клименко В.В., Кореньков Ю.Н., Бессараб Ф.С., Лиу Г.Л., Розанов Е.В., Ратовский К.Г., Захаренкова И.Е., Гончаренко Л.П. Ионосферные эффекты и электродинамические возмущения во время внезапных стратосферных потеплений и их влияние на распространение радиоволн // Труды XXIV Всероссийской научной конференции Распространение радиоволн (РРВ-24), Т. 1. – Иркутск: ИСЗФ СО РАН, 2014. С. 189-193.

Руководитель: Кореньков Ю.Н., д.ф.-м.н., ЗО ИЗМИРАН, pcizmiran@gazinter.net

7.3.3. Влияние вариаций солнечного ветра и межпланетного магнитного поля на глобальное распределение параметров ионосферы во время геомагнитных бурь

Проведены исследования отклика системы ионосфера-плазмосфера на геомагнитные бури 2–3 мая 2010 г. и 26–29 сентября 2011 г., полученных с использованием моделей ГСМ ТИП. Показано, что результаты модельных расчетов согласуются с данными наблюдений радара некогерентного рассеяния (РНР), ионозонда и GPS приемника в Jicamarca (Перу), как в спокойных условиях, так и во время геомагнитной бури. Профили Ne по данным РНР выявляют существование F3 слоя, который формируется и в модельных расчетах.

Сравнение данных наблюдений и результатов модельных расчетов фоновых значений и возмущений ТЕС выявляет достаточно хорошее качественное и количественное согласие. Наибольшие возмущения (как положительные, так и отрицательные) формируются в дневном американском секторе согласно модельным расчетам и в соответствии с данными GPS ТЕС. Результаты исследования показали, что вклад плазмосферы в ТЕС значителен в послезаходные часы и может достигать 80-85%, причем в некоторых областях он еще более возрастает во время прохождения главной фазы геомагнитных бурь.

Список публикаций:

1. Котова Д.С., Клименко М.В., Клименко В.В., Захаров В.Е. Численное моделирование влияния ионосферных эффектов геомагнитной бури 2-3 мая 2010 года на распространение КВ-радиоволн в низкоширотной области // Вестник БФУ им. И. Канта. 2014. № 4. С. 55-60.
2. Носиков И. А., Клименко М. В., Клименко В. В., Трухлик В. Особенности поведения электронной концентрации в системе ионосфера-плазмосфера над экваториальной станцией "Якамарка" в конце сентября 2011 года // Вестник БФУ им. И. Канта. 2014. № 4. С. 61-68
3. Котова Д.С., Клименко М.В., Клименко В.В., Захаров В.Е. Численное моделирование влияние геомагнитной бури 2-3 мая 2010 года на распространение коротких радиоволн в ионосфере// Известия ВУЗов. Радиофизика. 2014. Т. LVII. № 7.
4. Клименко М.В., Клименко В.В., Ратовский К.Г., Захаренкова И.Е., Котова Д.С. Источники изменения условий распространения радиоволн во время геомагнитных бурь в сентябре 2011 г. // Труды XXIV Всероссийской научной конференции Распространение радиоволн (РРВ-24), Т. 4. – Иркутск: ИСЗФ СО РАН, 2014. С. 109-113.
5. Носиков И.А., Клименко В.В., Клименко М.В., Захаренкова И.Е., Ратовский К.Г., Ясюкевич Ю.В., Мыльникова А.А. Система ионосфера-плазмосфера в спокойных геомагнитных условиях и во время геомагнитной бури в сентябре 2011 года // Proceedings of the 37th Annual Seminar "Physics of Auroral Phenomena", 2014, P. 94-98.

Руководитель: Клименко М.В., к.ф.-м.н., ЗО ИЗМИРАН, maksim.klimenko@mail.ru

7.3.4. Взаимосвязь динамических процессов в тропосфере с процессами в верхней атмосфере и ионосфере Земли

Выполнен комплекс экспериментальных и теоретических исследований по изучению процессов распространения акустико-гравитационных волн (АГВ) из нижней атмосферы в верхнюю атмосферу и ионосферу. Основные результаты исследований состоят в следующем:

1. АГВ, возбуждаемые локализованными источниками на поверхности Земли, распространяются до высот верхней атмосферы и ионосферы. Процесс распространения АГВ сопровождается двумя взаимосвязанными эффектами, обусловленными диссипацией волн в верхней атмосфере: а) возмущением фонового состояния атмосферы; б) волноводным распространением волновых возмущений с периодами менее периода Вейселя - Брента в возмущенной атмосфере на высотах ниже 200 км.

2. Основной вклад в процесс формирования возмущения фоновой атмосферы вносят инфразвуковые волны, распространяющиеся от наземного источника.

Список публикаций:

1. Карпов И.В., Кшевецкий С.П. Физический механизм формирования крупномасштабных возмущений в верхней атмосфере от наземных источников АГВ // Геомагнетизм и аэрономия. 2014. Т. 54, № 4. С. 522-531.

2. Karpov I., Kshevetskii S., Borchevskina O., Radievsky A., Karpov A., Disturbances in the upper atmosphere and Ionosphere from the sources on the Earth surface // Proceedings of the 4th International conference "Atmosphere, Ionosphere, Safety" (AIS-2014), 2014. P. 19-23.

Руководитель: Карпов И.В., д.ф.-м.н., ЗО ИЗМИРАН, ivkarpov@inbox.ru

7.4. Исследования ионосферы Земли и планет радиофизическими методами

7.4.1. Волновые явления в системе "атмосфера-ионосфера" по данным двухчастотного радиопросвечивания ионосферы Венеры

На основе данных радиопросвечивания со спутников "Венера-15,-16" показано, что вертикальная структура электронной концентрации на высотах 110–180 км в ночной ионосфере Венеры может быть одинаковой через 24 часа, что указывает на существование долговременной стабильности источников ионизации на неосвещенной стороне планеты.

Список публикаций:

1. Смыслов А.А., Кулешов Е.А., Гаврик А.Л.. База данных радиозатмений космических аппаратов Венера-15,-16 // Нелинейный мир. 2014. Т.12. №2. С.55-56.

2. Gavrik A., Bondarenko M., Gavrik Yu., Kopnina T.. Venera-9,-10 and Venera-15,-16 occultation data: proposals for updating a model of Venus ionosphere (VIRA) / 40th COSPAR Scientific Assembly 2014. P. C4.3-0011-14.

3. Bondarenko M., Gavrik A.. Venus - the Life cycle of 5-15 km Gravity Waves: from the Upper Cloud to Extinction in the Thermosphere as Observed from Occultation Data / 5MS³. Moscow. Russia. SRI. 2014. P. 5MS³-VN-08. P. ab-82-83.

4. Гаврик А.Л., Копнина Т.Ф., Кулешов Е.А., Смыслов А.А.. Радиозатменные эксперименты в проекте ВЕНЕРА-Д / В 87 IV Всероссийские Арmandовские чтения

[Электронный ресурс]: Материалы VI Всероссийской научной конференции – Муром: Изд.-полиграф. центр МИВлГУ 2014. –296 с. ISSN 2304-0297 (CD-ROM). С.172-176.

5. Гаврик А.Л., Илюшин Я.А., Бондаренко М.И.. Дифракционные эффекты при радиопросвечивании стратифицированных ионосферных слоев / XXIV Всероссийская научная конференция «Распространение радиоволн». РВВ-24. Иркутск. 2014 г. Труды конференции. Т. 1. С. 120-123. ISSN 0135-3748. ИСЗФ СО РАН.

Руководитель: Гаврик А.Л., к.ф.-м.н., ФИРЭ им. В.А. Котельникова РАН,
alg248@hotmail.com

7.4.2. Исследование воздействия солнечной активности и солнечного ветра на процессы в околоземном пространстве и ионосфере Земли с помощью сигналов навигационных систем на трассах спутник-спутник

Создана модернизированная методика радиопросвечивания спутник-спутник позволяющая: (1) определять по экспериментальным данным положение и наклон слоев, (2) раздельно измерять характеристики турбулентных и слоистых образований, а также определять положение фронтов внутренних атмосферных (ионосферных) волн. Разработанная методика существенно расширяет возможности и открывает новое направление геофизических применений дистанционного радиозондирования, в том числе, для исследования слоистых структур и волновых процессов в атмосферах и ионосферах Земли и планет.

Список публикаций:

1. Pavelyev A.G., Matyugov S.S., Pavelyev A.A. Principle of locality and modernization of radio occultation method for remote sensing of the Earth and planets // Proceedings of the 4nd International conference “Atmosphere, Ionosphere, Safety” (AIS-2014), 2014. P. 13-19.
2. Павельев А.Г., Матюгов С.С., Яковлев О.И., Павельев А.А., Губенко В.Н., Ануфриев В.А. Исследование воздействия солнечной активности и солнечного ветра на ионосферу Земли с помощью сигналов навигационных систем, зарегистрированных на трассах спутник-спутник // Электронный ресурс «Современные достижения в плазменной гелиогеофизике». Под редакцией акад. Л.М. Зеленого и проф. И.С. Веселовского, Раздел 4 – «Ионосфера и верхняя атмосфера», Глава 4.4, (2014). <http://sdpg.cosmos.ru/>.
3. Павельев А.Г., Матюгов С.С., Павельев А.А., Губенко В.Н. Применение принципа локальности для расширения возможностей зондирования атмосферы, ионосферы и поверхности Земли и планет радиозатменным методом // XII Всероссийская Открытая конференция «Современные Проблемы Дистанционного Зондирования Земли из Космоса» 11 ноября 2014 г.

7.4.3. Влияние ионосферы на дистанционное зондирование поверхностных и подповерхностных структур планет земной группы

Рассмотрены возможности радара подповерхностного зондирования грунта Марса для определения структуры окружающей его плазменной оболочки. На основе результатов численного моделирования и реальных данных зондирования грунта показано, что применяемый для исследования грунта режим работы радиолокационного радара MARSIS может быть использован для определения полного электронного содержания ионосферы в интервале высот от поверхности планеты до высоты космического аппарата. В диапазоне частот от 3 до 5 МГц мы получаем отраженный от поверхности сигнал, содержащий информацию о плазменной оболочке планеты. Его можно применить для определения полного электронного содержания ионосферы Марса, используя широкополосность излучаемых сигналов радара MARSIS в режиме подповерхностного зондирования. Условное разделение отраженного сигнала на два позволяет сформировать в полосе 1 МГц два сигнала с разными частотами, что позволяет оценить полное электронное содержание ионосферы. Результаты численного моделирования показали, что значение полной электронной концентрации может быть определено с точностью до 1%.

Тем самым разработана процедура оценки полного электронного содержания ионосферы Марса вдоль трассы полета космического аппарата по данным радара подповерхностного зондирования грунта планеты.

Список публикаций:

1. Смирнов В.М., Юшкова О.В., Марчук В.Н., Андреев В.Ю.. Космические радиолокаторы подповерхностного зондирования грунта Марса и Луны. //Радиотехника и электроника, 2014 (принята к печати).
2. Юшкова О.В., Смирнов В.М.. О возможностях радара MARSIS в режиме SS для исследования ионосферы Марса // Тезисы 9 конференции «Физика плазмы в солнечной системе» 10-14 февраля 2014. ИКИ РАН. С.65-66.
3. Юшкова О.В., Смирнов В.М., Исаева Л.П., Кибардина И.Н. Радиолокационный комплекс MARSIS в проекте «MARS-EXPRESS»: исследование ионосферы // Всероссийские Арmandовские чтения. Материалы VI Всероссийской научной конференции «Радиофизические методы в дистанционном зондировании сред». Муром, 27-29 мая 2014 г. С. 33-34.

Подготовлена статья: Смирнов В.М., Юшкова О.В., Марчук В.Н. Применение радара подповерхностного зондирования для исследования структуры ионосферы Марса.

Руководитель: Смирнов В.М., д. ф.-м. н., зав. лаб. ФИРЭ им. В.А.Котельникова РАН, vsmirnov@ire.rssi.ru

7.5. Исследование вариаций плотности ионосферы вызванных солнечным ветром

7.5.1. Исследование вариаций плотности ионосферы вызванных солнечным ветром

Исследовано распределение по широте и по местному суточному времени вариаций ионосферной фазовой задержки и среднестатистической ошибки дисперсионного соотношения, вызванные солнечной активностью. Эти распределения получены на основе обработки и анализа более 4500 сеансов радиопросвечивания атмосферы Земли на трассе спутник – ионосфера – спутник, полученных в эксперименте COSMIC. Специально были проанализированы сеансы измерения за январь 2012 года, когда на Солнце произошла вспышка класса M8.7. Получено, что солнечно-протонное событие приводит к увеличению среднеквадратичной вариации невязки дисперсионного соотношения, которая связана с мелкомасштабными изменениями концентрации электронов в ионосфере.

Список публикаций:

Горбунов М.Е., Шмаков А.В. Вариации ионосферных флуктуаций фазовой задержки в зависимости от солнечной активности по данным COSMIC. Космические исследования. 2014, т. 52, № 4, с. 267-276.

Руководитель: Горбунов М.Е., д.ф.-м.н., ИФА им. А.М. Обухова РАН, ldr@ifaran.ru