

НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО ФИЗИКЕ СОЛНЕЧНО-ЗЕМНЫХ СВЯЗЕЙ
Совет «Солнце-Земля»
Секция литосферно-атмосферно-ионосферных взаимодействий

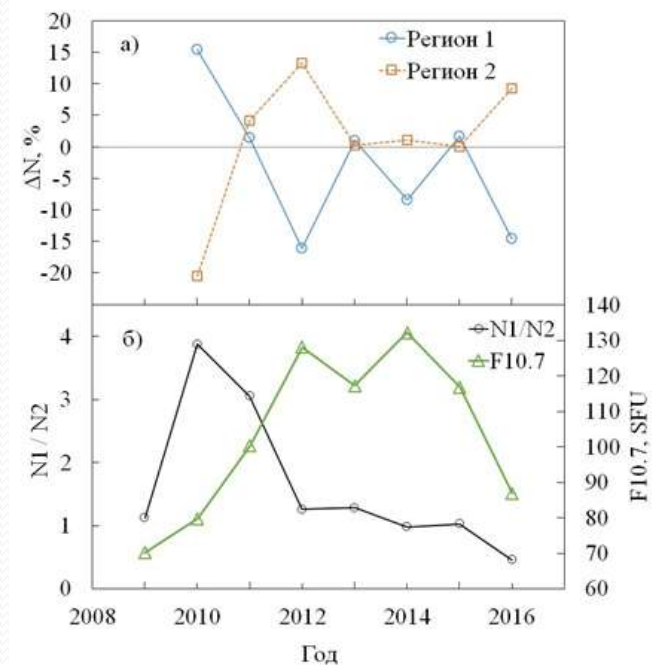
Важнейшие результаты 2017 года

15 декабря 2017 года. Москва. Институт динамики геосфер РАН

ИКФИА СО РАН

- 1. В период времени 2009-2016 гг. выявлены противофазные квазидвухлетние колебания суммарного за летний сезон количества грозовых разрядов в двух регионах Северной Азии с высокой плотностью грозовых разрядов: регион 1 (40-55° с.ш., 110-140° в.д.) и регион 2 (48-60° с.ш., 60-90° в.д.) (рис. 1, а). Обнаружено, что во время максимума 24-го солнечного цикла (2013 г.) и его ниспадающей ветви магнитуда колебаний отношения суммарного за сезон количества грозовых разрядов региона 1 к количеству грозовых разрядов региона 2 уменьшается по сравнению с магнитудой во время возрастающей ветви цикла (рис. 1, б).

Tarabukina L.D., Kozlov V.I. Spatial and temporal distribution of lightning strokes over North Asia and its comparison with solar activity variations in 2009-2016 // Solnechno-Zemnaya Fizika. Vol. 3. No. 2. P. 70-74.



- 2. По данным спутников NOAA (1982-2014 гг.) показано, что на территории Восточной Сибири и Дальнего востока наблюдается положительная динамика вегетации: общий рост тренда NDVI составил примерно 4% (рис. 1, а), продолжительность сезона вегетации LOS выросла на ~13 дней (рис. 1, б). Выявлено, что наибольшая положительная динамика вегетации наблюдается на севере Якутии: рост тренда NDVI и LOS на тестовом участке (рис. 1, а) составил около 14% и 24 дня, соответственно. Корреляция NDVI на тестовом участке с температурой воздуха и количеством осадков составила $R=0,8$ и $R=0,2$. **Сделан вывод о том, что влияние температурного фактора на динамику вегетации северных регионов имеет доминирующий характер.**

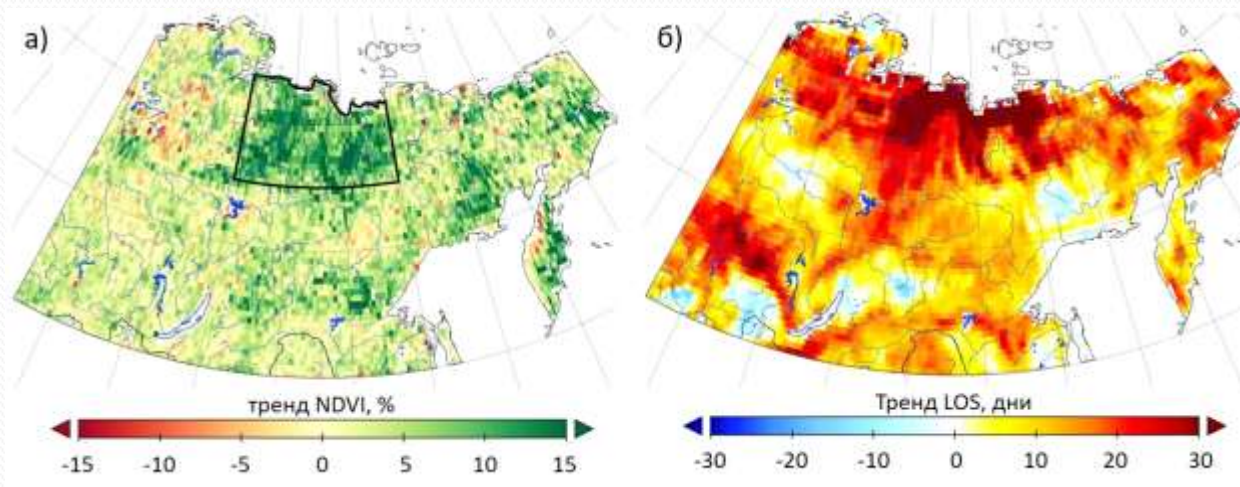


Рисунок 2. Карты трендов: а) NDVI, черной линией обозначена граница тестового участка, б) LOS за период 1982-2014 гг.

Варламова Е.В., Соловьев В.С. Исследование трендов NDVI и фенологических параметров растительности мерзлотного региона Сибири по спутниковым наблюдениям // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 3. С. 206-214

- 3. По данным глобальной международной сети АЭРОНЕТ и реанализа ERA-Interim над северо-востоком Евразии обнаружена достоверно значимая корреляционная связь ($R > 0.7$, $\alpha = 0.01$) среднегодовых значений интегрального влагосодержания атмосферы (PWAT, precipitable water) с квазидвухлетними колебаниями зонального ветра в экваториальной стратосфере при его восточной фазе за период 1979-2015 гг.

Васильев М.С., Николашкин С.В. Связь широтной динамики влагосодержания атмосферы с квазидвухлетними колебаниями зонального ветра в экваториальной стратосфере и солнечной активностью над северо-востоком Евразии за период 1979-2015 гг. // Оптика атмосферы и океана. 2017. Т. 30. № 5. С. 409-413

ИСЗФ СО РАН

- По данным Иркутского скоростного ЛЧМ-ионозонда **выполнен анализ ионосферных эффектов, генерируемых при землетрясениях 2011-2016 гг. поверхностными сейсмическими волнами Рэлея.**
- Проведен статистический анализ влияния ударной акустической волны (УАВ) в атмосфере, вызванной волной Рэлея, на образование **вертикальных среднемасштабных неоднородностей в нижней ионосфере.** Эти неоднородности проявляются на ионограммах в виде быстроживущих (десятки секунд и минуты) дополнительных перегибов трека (эффект "multicusp", рис. 1а).
- В качестве индекса акустической эффективности сейсмической волны нами **предложен индекс KW,** позволяющий оценить амплитуду УАВ. Этот индекс связан с максимальным значением диаграммы направленности акустического излучения от волны Рэлея (рис. 1б). Анализ появляемости эффектов в нижней ионосфере показал, что они наблюдаются, в дневное время при $KW > 4.7$ (рис. 1в).

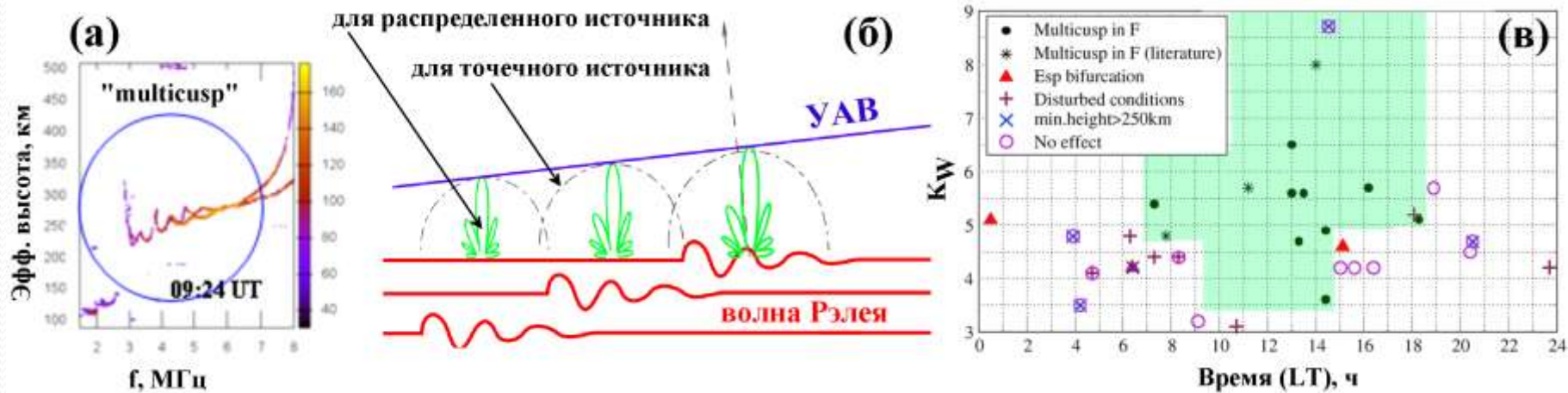


Рис. 1. Эффект "multicusp" на ионограмме (а). Схема формирования УАВ (б). Распределение наблюдавшихся в 2011-2016 гг. ионосферных эффектов, обусловленных волнами Рэлея, в зависимости от местного времени LT и индекса K_w (в). Звездочками на панели (в) отмечены события "multicusp", упоминавшиеся в литературе другими исследователями. Зеленым выделена область наблюдения эффектов "multicusp".

Berngardt O.I., Perevalova N.P., Podlesnyi A.V., Kurkin V.I., Zhrebtsov G.A. Vertical midscale ionospheric disturbances caused by surface seismic waves based on Irkutsk chirp ionosonde data in 2011-2016 // J.Geophys. Res. Space Physics, 2017. V. 122. N 4. p. 4736-4754.

ИКИР ДВО РАН

- 1. В ходе одновременных наблюдений сигналов акустической эмиссии и электромагнитных полей в диапазоне частот от 0.1 Гц до 11 кГц было установлено, что в 2013 г. из 11 сейсмических событий с $MLH \geq 5$ на гипоцентральной расстоянии до 200 км от пункта наблюдения 7 предварялись одновременным откликом в данных полях. Одновременные аномалии акустического и электромагнитного излучений регистрировались за 1-2 суток землетрясениями в период времени суток, когда обычно не наблюдается повышенный уровень излучения. Наиболее вероятной причиной возникновения аномальных излучений в различных по своей природе полях является активизация геодеформационных процессов при подготовке землетрясения.

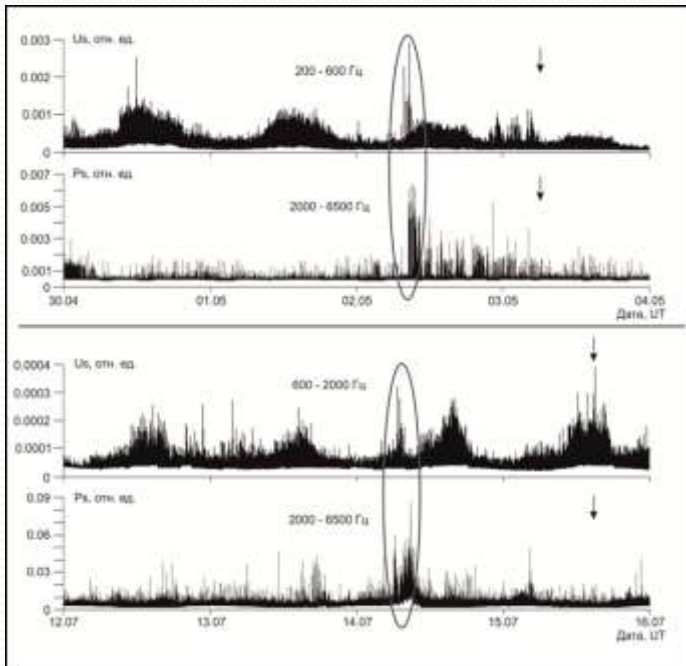
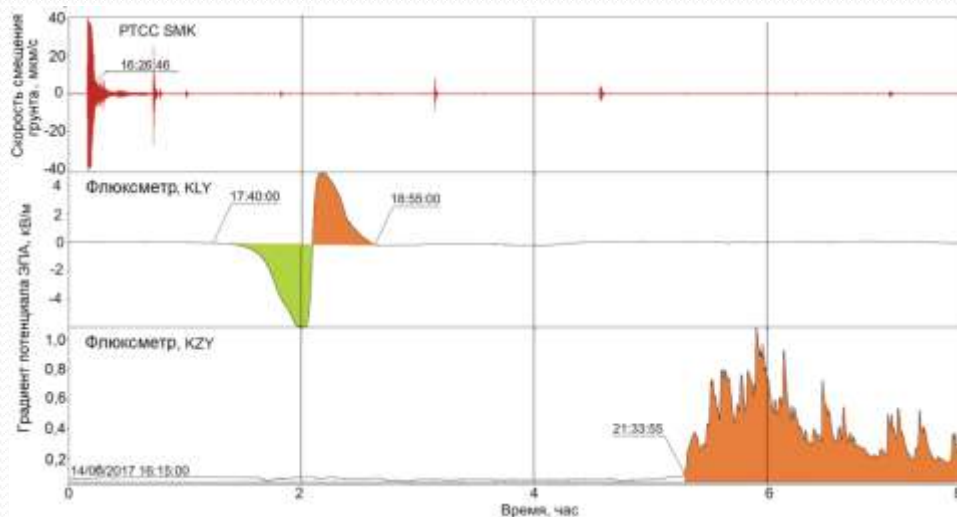


Рисунок 1. Одновременные наблюдения электромагнитных (US) и акустических (PS) излучений перед землетрясениями 3 мая с $MLH=5.6$ (вверху) и 15 июля с $MLH=5.6$ (внизу). нормальные всплески излучений заключены в овалы. Стрелками указаны моменты землетрясений.

Дружин Г.И., Марапулец Ю.В., Чернева Н.В., Исаев А.Ю., Солодчук А.А. Акустические и электромагнитные излучения перед землетрясением на Камчатке // Доклады академии наук. 2017. Т. 472. №5. С. 584-589. Marapulets Yu.V., Druzhin G.I., Cherneva N.V., Solodchuk A.A. Electromagnetic and acoustic radiations before Kamchatka earthquake / VIII Int. Conf. "Solar-Terrestrial Relations and Physics of Earthquakes Precursors", E3S Web of Conferences. 2017. Vol. 20. 03002. 8 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20172003002>

2. По комплексу геофизических методов рассмотрено развитие эруптивного шлейфа от эксплозии вулкана Шивелуч 16 ноября 2014 г. Сеть определения месторасположения гроз (WWLLN), позволила лоцировать разряды от вулканических молний, которые возникали на первом этапе формирования эруптивного шлейфа. Впервые в Российской Федерации электростатический флюксометр, установленный в 113 км от вулкана, зарегистрировал возмущения градиента потенциала атмосферного электрического поля на расстоянии 90 км от фронта эруптивного облака. **Регистрация электрических процессов в эруптивных облаках может быть одной из составляющих наблюдений за извержениями, с целью оценки пепловой опасности для авиатранспорта.**



Фирстов П.П., Акбашев Р.Р., Холзворт Р., Чернева Н.В., Шевцов Б.М. Атмосферно-электрические эффекты во время эксплозии вулкана Шивелуч 16 ноября 2014 г // Известия Российской Академии Наук. Физика атмосферы и океана. 2017. Т. 53. № 1. С. 29-37.

Рисунок 2. Фрагмент записи скорости смещения грунта на радиотелеметрической сейсмической станции SMK (а) и градиента потенциала АЭП в пунктах KLY и KZY (б, в) при прохождении эруптивного облака от извержения вулкана Шивелуч 14 июня 2017 г.

- 3. **Выполнен анализ аномальных вариаций температуры приземной атмосферы на Камчатке перед сильными Курильскими землетрясениями: 15 ноября 2006 г. и 13 января 2007 г. Показано, что за 7-8 суток перед землетрясениями включается источник тепла, дополнительный к естественному источнику от земной поверхности. Интенсивность его такова, что он последовательно увеличивает температуру и влажность атмосферы, существенно изменяя их регулярный суточный ход. Одновременно на больших высотах с помощью метеорологических спутников были зарегистрированы аномальные потоки уходящего от земли инфракрасного излучения. Полученные результаты в совокупности с результатами ранее исследованных аномальных вариаций других геофизических полей позволяют сделать вывод о том, что дополнительный источник тепловых аномалий в приземной атмосфере находится в коре земли.**

Смирнов С.Э., Михайлова Г.А., Михайлов Ю.М., Капустина О.В. Эффекты сильных землетрясений в вариациях электрических и метеорологических величин в приземной атмосфере на Камчатке // Геомagnetизм и аэрономия. – 2017. – Т. 57.- №5. – С. 656-663

ПГИ КНЦ РАН

- Учет рельефа земной поверхности при численном моделировании глобальной циркуляции нижней и средней атмосферы Земли показал, что **рельеф оказывает влияние на характер циркуляции нейтрального ветра не только в тропосфере, но и на вышележащих уровнях стратосферы и мезосферы.** На этих уровнях могут существовать горизонтальные области, в которых скорость нейтрального ветра, рассчитанная в приближении гладкой земной поверхности, может существенно отличаться от скорости, рассчитанной с учетом рельефа.

Mingalev, I.V., Orlov, K.G., Mingalev, V.S. (2017) Numerical Modeling of the Influence of the Relief of a Planet on the Global Circulation of the Earth's Stratosphere and Mesosphere. Atmospheric and Climate Sciences, 7, 496-510. <https://doi.org/10.4236/acs.2017.74036>

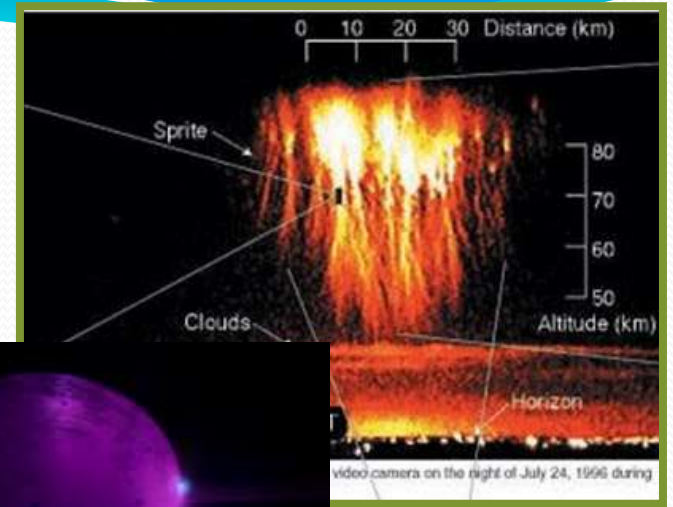
ИПФ РАН

- Лабораторное моделирование высотных электрических разрядов. Создан новый стенд для лабораторного моделирования высотных разрядов в атмосфере (спрайтов и джетов) посредством генерации высоковольтного разряда в газе с градиентом давления. В проведенных на стенде экспериментах впервые воспроизведены основные структурные особенности спрайтов, связанные с одновременным формированием стримерного и диффузного разряда. Лабораторное моделирование необходимо для развития методов дистанционной диагностики и проверки конкурирующих гипотез о формировании и динамике высотных разрядов.

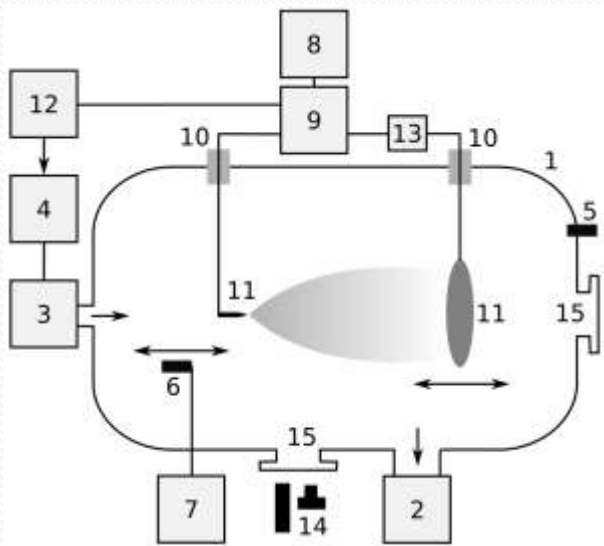
А. В. Стриковский, А. А. Евтушенко, М. Е. Гущин, С. В. Коробков, А. В. Костров. Импульсный высоковольтный разряд в воздухе с градиентом давления. // Физика Плазмы, 2017, том 43, № 10, с. 866–873



Стенд «СПРАЙТ»



Лабораторный эксперимент



Влияние нижнего слоя положительного заряда в грозовом облаке на типологию и динамику молниевых разрядов

- В рамках новой трехмерной модели развития молнии, включающей двунаправленное распространение разряда, его динамическое вероятностное ветвление и возможность одновременного роста и/или распада периферийных ветвей, а также впервые учитывающей эволюцию проводимости, продольного электрического поля и тока разрядных каналов, продемонстрировано доминирующее влияние на типологию и динамику молниевых разрядов нижнего слоя положительного заряда в грозовом облаке.
- Обнаружено, что этот слой способствует зарождению отрицательного нисходящего лидера, но в случае избыточной мощности слоя предотвращает возникновение отрицательного разряда типа облако – земля, блокируя нисходящий лидер. Значительное уменьшение или отсутствие нижнего слоя положительного заряда в грозовом облаке также исключает отрицательный разряд на землю и приводит к развитию внутриоблачного разряда нормальной полярности. Предсказания модели и результаты её численных реализаций соответствуют экспериментальным данным.

Iudin, D.I., V.A. Rakov, E.A. Mareev, F. D. Iudin, A. A. Syssoev, and S. S. Davydenko (2017), Advanced numerical model of lightning development: Application to studying the role of LPCR in determining lightning type, **J. Geophys. Res. Atmos.**, 122, 6416–6430, doi:10.1002/2016JD026261.

Iudin D.I., F.D. Iudin, and M. Hayakawa, Modeling of the intracloud lightning discharge radio emission, **Radiophysics and Quantum Electronics**, Vol.58, No.03, August, 2015 (Russian Original Vol. 58, No. 03, March, 2015), doi:10.1007/s1141-015-9591-4.