

РАДИОИЗЛУЧЕНИЕ СОЛНЦА И ОКОЛОЗЕМНЫЙ КОСМОС. Ч. II.

Г.Я. Смольков

SOLAR RADIO EMISSION AND NEAR-EARTH SPACE. P. II.

G.Ya. Smolkov

Жизнь на Земле во многом, если не во всем, обязана Солнцу. Оно радовало и пугало. Поэтому человечество истари обожествляло Солнце, поклонялось ему, стремилось понять его природу и поведение. Зависимость человека от погодных наземных и космических условий образно можно представить, используя картину художника Айвазовского (рис. 1). Подобно шторму на море штормам в околоземном космосе подвержены орбитальные и высотные воздушные корабли, радиосвязь, спутниковая навигация и наземные протяженные инженерные коммуникации [1].

Состояние околоземного космоса определяется условиями космической погоды. Понятие и необходимость знаний условий космической погоды сложились подобно тому, как при освоении континентов и мирового океана была востребована метеорология. В 1980-е гг. головная организация по прогнозированию природных явлений в нашей стране – Институт прикладной геофизики Гидрометеослужбы СССР – по инерции предлагал термин «космическая метеорология». Однако, как часто уже бывало не только в солнечно-земной физике, общепринятым признан вариант, предложенный учеными США – космическая погода (Space Weather). Ее суть и проблематика охватывает обширную совокупность событий, *начинающихся* в солнечной атмосфере, *возбуждающих* последовательность переходных физических процессов различной природы в гелиосфере, межпланетной среде, окрестностях Земли, *возмущающих* ее магнитосферу, *обуславливающих* образование ионосферы, *провоцирующих* магнитосферно-ионосферные и ионосферно-магнитные взаимодействия, *определяющих* состояние атмосферы (см. Часть I). Все они в той или иной мере определяют условия реализации многих наземных и орбитальных технологий, а также воздействуют на жизнедеятельность человека (рис. 2).

Исходными факторами при этом являются события, происходящие в солнечной атмосфере. Солнечная активность проявляется в многообразных формах в электромагнитном излучении и потоках солнечного



Рис. 1. Шторм на море.

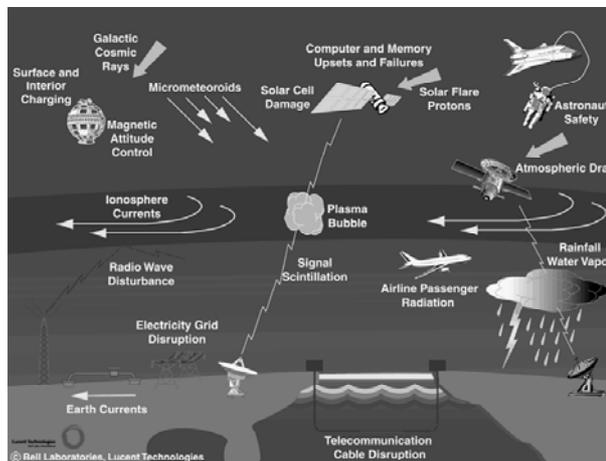


Рис. 2. Схема возможных опасных последствий возмущений космической погоды в околоземном космосе, атмосфере Земли и на ее поверхности [1].

ветра: активные области, вспышки, активизация волокон и выбросы корональной массы, ударные волны, потоки энергичных частиц, корональные дыры и др.

Относительная близость Солнца позволяет детально изучать строение и эволюцию его атмосферы, происходящие в ее слоях процессы, решать актуальные научные и прикладные проблемы космической физики. Это полезно для понимания природы менее доступных для изучения звезд. Разнообразие физических условий в солнечной атмосфере используется для исследований плазменных и магнитогидродинамических процессов в естественных пространственных, временных и энергетических масштабах, не доступных в наземных лабораториях [2].

Возможности, методология и способы прогноза последствий солнечной активности в околоземном космосе по данным о радиоизлучении Солнца изложены в первой части статьи.

Ниже приведены сведения об аномальных событиях в околоземном космосе и на Земле, обусловленных возмущениями космической погоды [3].

24 марта 1940 г. сильнейшая геомагнитная буря вывела из строя 80 % всех магистральных телефонных сетей в Миннеаполисе, штат Миннесота США. Электроснабжение временно было нарушено в некоторых регионах штатов Новой Англии, Нью-Йорка, Пенсильвании, Миннесота, Квебека и Онтарио.

9–10 февраля 1958 г. геомагнитная буря вызвала серьезное нарушение телеграфных кабелей кампании Западных объединений Северной Атлантики и сделала связь весьма затруднительной по трансатлантическому кабелю компании Bell System между Ньюфаундлендом и Шотландией. Временно прервалась связь в Торонто, Канада.

4 августа 1972 г. сильная геомагнитная буря вызвала 30-минутный перерыв связи по коаксиальному кабелю компании Bell System между Плэно (шт. Иллинойс) и Каскадом (шт. Айова), США. Мощный трансформатор вышел из строя на ГЭС в штате Британская Колумбия США.

26 ноября 1982 г. четыре быстросканирующих радиометра в видимом и инфракрасном диапазонах на геостационарном спутнике оперативного мониторинга окружающей обстановки (GOES), которые картографировали облачный покров, вышли из строя через 45 мин после прихода высокоэнергичных протонов от большой солнечной вспышки. Несанкционированный перерыв мониторинга произошел в то время, как серия интенсивных штормов обрушилась на побережье Калифорнии.

13–14 марта 1989 г. сильная геомагнитная буря вывела из строя систему электроснабжения в провинции Квебек Канады, что привело к потере мощности более 20000 МВт. Это лишило электроэнергию несколько миллионов человек. Время между началом неполадок и полным коллапсом системы составило около 90 с. Радиосвязь на КВ была практически невозможной, в то время как УВЧ-передачи распространились на необычно длинные расстояния и создавали помехи. Японский спутник связи потерял половину своей дуплексной командной системы. Орбита спутника НАСА опустилась почти на 5 км из-за возрастания атмосферного торможения.

29 апреля 1994 г. трансформатор на АЭС Maine Yankee катастрофически вышел из строя в течение нескольких часов после начала сильной геомагнитной бури.

20–21 января 1994 г. два канадских спутника связи вышли из строя, нарушив на несколько часов телефонную и радиосвязь, а также телевидение. Неполадки произошли после длительного периода с высоким уровнем электронной концентрации в окружающем спутник пространстве.

В 1979 г. произошло преждевременное вхождение в плотные слои атмосферы, изменившее орбиту научной космической обсерватории США Skylab, сократившее время ее жизни, а в результате приведшее к ее гибели вследствие нагрева и расширения атмосферы, обусловленных изменчивой солнечной ультрафиолетовой радиацией и геомагнитной бурей.

В 1976 г. на орбиту высотой 5000 км был выведен американский геодезический спутник LAGEOS-1 (лазерная геодезическая съемка), предназначенный для высокоточных измерений движений земной коры с использованием 426 призматических уголкового отражателей лазерного сигнала, установленных на сферическом корпусе спутника. Для получения надежных данных необходимо было знать точное положение спутника в каждый момент времени. Однако к 1989 г. был замечен дрейф LAGEOS на орбите. Слабый, но постоянно действующий реактивный эффект, обусловленный асимметричным излучением односторонне нагреваемого Солнцем корпуса ИСЗ, постепенно сместил плоскость орбиты на несколько тысяч километров. К началу 1997 г. в корпорации «Хьюз» проведены вычисления, позволив-

шие внести необходимые поправки в прогноз смещения спутника. Улучшение математической модели движения ИСЗ и продление его существования возможно после выяснения причин установленных эффектов, т.е. характера воздействия космической погоды.

Последствия ряда мощных вспышек и выбросов корональной массы, имевших место на Солнце в конце октября 2003 г.: продолжительные геомагнитные бури 29, 30 и 31 октября и в первой декаде ноября превзошли по мощности все большие бури космической эры (1960 и последующие годы), авария в энергосистеме г. Мальмо (Швеция), в штатах Висконсин и Нью-Йорк (США) высокие уровни тока в линиях электропередачи, космонавты на МКС вынуждены были перейти в служебный модуль для защиты от радиации, повышенная доза облучения авиапассажиров на высоте более 25 тыс. футов (82020 м), замена полярных маршрутов по причине плохой ВЧ/УВЧ связи, изменение некоторых маршрутов авиакомпаний США, маршруты британских трансатлантических рейсов смещены на юг, сбои в работе GPS-приемников, нарушения в военной связи (ВЧ/УВЧ-спутниковая связь, другие виды связи, секретные пользователи), помехи радиостанциям, выход из строя многих спутников (отказ телеметрии, потеря связи, опасность потери насовсем, отключение магнитных корректирующих двигателей, отказ или «сбросы» процессоров, отключение компьютеров, насыщение датчиков электронов при плазменных наблюдениях для исследования солнечного ветра, уменьшение или нарушение электропитания, отключение энергопитания из-за избыточного заряда или перегрева, нарушение систем астронавигации).

Сообщение Inopressa. ru, повторенное 14 сентября 2005 г. inauka.ru: 9 сентября 2005 г. зарегистрирована мощная вспышка на Солнце. В группе солнечных пятен, превышающей размерами Землю в пять раз, могут на этой неделе происходить вспышки, угрожающие работе спутников и радиокommunikационных сетей. В группе солнечных пятен N 798 зарегистрировано уже семь чрезвычайно сильных всплесков рентгеновского излучения класса X в сторону Земли начиная с 7 сентября, в том числе сильнейшая вспышка наблюдалась на Солнце в среду. Эта вспышка занимает по силе воздействия четвертое место в списке самых сильных вспышечных событий. Несмотря на то, что с того момента группа солнечных пятен слегка уменьшилась в размерах, в настоящий момент она перемещается к центру солнечного диска и вскоре окажется прямо напротив Земли. Это означает, что любая геоэффективная активность в этой зоне ударит по планете «в лоб», а не просто скользнет по ней. Вчера астрономы предупредили: возможность новых вспышек на этой неделе составляет 75 %, что повышает вероятность серьезных нарушений работы телекоммуникационных сетей. Кроме того, сохраняется угроза от потока заряженных частиц, известного как выброс коронального вещества, он достигает Земли через два дня после вспышки на Солнце. Частицы, образовавшиеся в среду в результате вспышки категории

X-17, вызвали живописные всполохи северного сияния, которые были замечены даже в таком южном районе, как Аризона в Соединенных Штатах. По данным Национального центра геофизических данных США (NOAA), солнечная активность достигла «очень высокого уровня» и уже привела к ряду проблем на Земле. Электроэнергетические системы, космические аппараты, высокочастотная связь и спутники, в частности, те которые задействованы в глобальной навигационной спутниковой системе, «испытывают последствия критически сильной солнечной активности», хотя пока ничего из вышеперечисленного не вышло из строя, сообщают из Центра космического пространства NOAA.

Солнечные пятна – это относительно холодные и темные участки на поверхности Солнца, характеризующиеся сильными магнитными полями сложной топологии. Эти участки, содержащие большое количество заряженных частиц (плазмы), могут под воздействием магнитного давления в нижних слоях атмосферы Солнца выбрасывать свое содержимое в межпланетное пространство. Это вызывает солнечные вспышки, сопровождаемые резким увеличением потока геоэффективного электромагнитного излучения, которое достигает Земли через восемь минут, и выбросом коронального вещества, которое до нас спускается два дня. Когда частицы плазмы достигают магнитного поля Земли, они вызывают геомагнитные бури, которые могут вызывать сбои в работе электрооборудования, особенно трансформаторов, генераторов и радиосетей.

По сообщению РИА «Новости» последствиями мощной солнечной вспышки могут быть нарушения ряда наземных технологий. Сильнейшие извержения на Солнце могут повлиять на связь в ходе операции по ликвидации последствий урагана Катрина. Об этом сообщает Национальная океаническая и атмосферная служба США. «На Солнце произошла мощная вспышка, которая может повлиять на коммуникационные средства, используемые при ликвидации последствий урагана Катрина, – говорится в сообщении.

Ученые из Центра по изучению космического пространства Национальной океанической и атмосферной службы США в Боулдере (штат Колорадо) изучили одну из самых больших вспышек на Солнце и пришли к выводу, что в ближайшие дни на Солнце произойдет ряд сильных выбросов или, как их еще называют, извержений. Как говорится в сообщении, на протяжении следующих двух недель проблемы могут возникнуть с управлением космическими аппаратами, электронными силовыми системами, а также высокочастотными средствами коммуникации и низкочастотными навигационными системами. «Эта вспышка самая крупная из четырех больших за последние 15 лет, она может привести к выходу из строя высокочастотных коммуникаций на территории, где в тот момент, когда она произошла, светило Солнце. Под удар попала практически вся территория США», – сказал ученый из Центра Ларри Комбс. Он отметил, что в результате этой вспышки чрезвычайные службы, которые работают в регионах, затронутых ураганом Катрина, «могут испытывать проблемы со связью и работой навигационного оборудования». Обширную информацию о последствиях возмущений космической погоды в околоземном космосе и на Земле можно найти на сайте международного Комитета по солнечно-земной физике (SCOSTEP) <http://www.ngds.noaa.gov/stp/SCOSTEP>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lanzerotti L.J. Space Weather Effects on Communications. In: Space Storms and Space Weather Hazards // Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Space Storms and Space Weather Hazards (Hersonissos, Crete, Greece, 19–29 June 2000) / Ed. I.A. Daglis. NATO Science Series. II. Mathematics, Physics and Chemistry. V. 38. Kluwer Academic Publishers, P. 313–334.
2. Смольков Г.Я. Изучение плазменных и магнитогидродинамических процессов в солнечной короне по ее радиоизлучению // Труды БММНШФФ. Иркутск: ИСЗФ, 2004. С. 39–44.
3. Jansen F., Beck P., Brekke P., et al. <http://www.wiregifs.wald.de: under News of April 2004>.

Институт солнечно-земной физики, Иркутск