

КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА. Мифы и реальность

В. И. Козлов



Козлов Валерий Игнатьевич,
доктор физико-математических
наук, ведущий научный сотрудник
лаборатории теории космической
плазмы Института
космофизических исследований и
аэронавтики СО РАН.

Под обычной погодой понимается, как известно, состояние атмосферы в рассматриваемом месте в определенный момент времени. Аналогичным образом, Космическая Погода означает состояние околоземного космического пространства в интересующей нас области (на Солнце, в солнечном ветре, в магнитосфере, ионосфере и атмосфере Земли) в данное время или за определенный временной интервал. Так же, как и в случае обычной погоды, нас интересует возможное воздействие Космической Погоды на самого человека и среду его обитания. Особенно заметны эти воздействия в высокоширотных регионах Земли. Это связано с особенностями структуры геомагнитного поля на высоких широтах. **Интенсивность геофизических проявлений космических событий здесь наибольшая, да и экосистемы в Заполярье обладают наименьшим запасом устойчивости.**

Наиболее экстремальных событий следует ожидать во время распада крупномасштабного магнитного поля на завершающей стадии переполюсовки общего магнитного поля Солнца. Словно под занавес исторических событий, 11-летний максимум солнечной активности (определяемый обычно по максимальному числу солнечных пятен) был зарегистрирован в 2000 г. - последний максимум уходящей эпохи. В период экстремальной активности Солнца происходят интенсивные движения горячей солнечной плазмы, сопровождающиеся генерацией сильных магнитных полей, которые проявляются на видимой части солнечного диска в виде солнечных пятен. Образующиеся в этом процессе сложные конфигурации магнитного поля и плазмы неустойчивы. Следствием такой неустойчивости являются взрывы, сопровождающиеся выбросами больших масс вещества, движущихся наружу с огромной скоростью - до 2000-3000 км/с (рис. 1).

Следует сказать, что сам процесс смены знака общего магнитного поля нашего светила все еще представляет загадку для исследователей. Нами обнаружено интересное явление. На завершающей стадии переполюсовки один раз в одиннадцать лет, когда диаметр Солнца достигает максимума, **хаотический режим сменяется более регулярным, вероятно, пульсирующим?! В** верхней короне Солнца, где мы с вами, собственно, и живем, т. е. в межпланетной среде, в это время образуются своеобразные Космические Цунами. В итоге этот «девятый вал» завершается мощным всплеском ускоренных заряженных частиц, превышающим обычный фоновый уровень в тысячу и более раз!

Межпланетная среда сильно разрежена, но при этом вся она пронизана магнитным полем Солнца. Через эту намагниченную плазму энергия солнечных взрывов и передается далее в окружающее космическое пространство. Искажения межпланетного магнитного поля под воздействием подобных взрывов проявляются в виде так называемых «магнитных пробок». Магнитная пробка разделяет траектории высокоэнергичных заряженных частиц космических лучей на *разрешенные* и *запрещенные*. Часть частиц, движущихся под небольшими углами к межпланетному магнитному полю, беспрепятственно проникает через нее. Другая же часть космических лучей, движущихся под большими углами к полю, отражается от магнитной пробки. Благодаря законам сохранения, велика вероятность того, что отраженные от магнитной пробки частицы подвергнутся

коллимации магнитным полем, т.е. фокусировке частиц в **анизотропные пучки**, которые являются удобным индикатором приближающегося к Земле возмущения межпланетной среды.

В точке регистрации на Земле подобные неоднородности интенсивности космических лучей проявятся как **«мерцания»**. Если вовремя

зарегистрировать характерную динамику мерцаний галактических космических лучей, то можно подготовиться к возможным неприятным последствиям, которые могут вызвать подобные Космические Цунами на Земле. К таким последствиям, в первую очередь, относятся *выход из строя систем телеметрии космических аппаратов, длительные нарушения радиосвязи, радиационное облучение экипажей и пассажиров полярных авиалиний, «наводки» в линиях ЛЭП, сетях нефте- и газопроводов и т. д.* (рис. 2). Следует отметить, что зарубежные аналоги предложенного автором дистанционного способа раннего обнаружения в межпланетной среде источников экстремальной геофизической

активности нет, а известные зондовые методы раннего обнаружения геоэффективных событий на космических аппаратах слишком дороги, обладают низкой заблаговременностью и, главное, менее надежны, так как сами космические аппараты подвержены воздействию зондируемых потоков.

Первую апробацию предложенный нами способ прошел в начале восьмидесятых годов в Полярной Геокосмофизической Обсерватории Тикси. Это было время, когда научной общественностью оживленно дискутировался вопрос о так называемом «параде планет», ожидавшемся в 1982 г. Предполагалось, что спровоцированная «парадом планет» мощная

«приливная волна» на Солнце вызовет усиление активности Солнца. Бурная научная дискуссия выплеснулась даже на страницы районной газеты «Маяк Арктики». В отличие от сегодняшнего радио, телевидения и прессы, регулярно печатающей пресловутые «хаснулинские» неблагоприятные дни и даже часы (?!), в районной газете далекого

Заполярья тогда живо обсуждался вопрос: что актуальнее - прогнозировать Космическую Погоду или ею управлять. Правда, до управления, к счастью, дело так и не дошло. Не оправдались тогда, к сожалению, надежды на обнаружение эффекта приливной волны на Солнце.

Приведем пример очередного газетного варианта прогноза неблагоприятных дней небезизвестного «прогнозиста» В. Хаснулина на март 2001 г. Примечателен этот прогноз тем, что в «черном списке» неблагоприятных дней у В. Хаснулина **отсутствует самая мощная за текущий 11-летний цикл геомагнитная буря**, зарегистрированная 31 марта! И таких примеров предостаточно.

Как же в действительности обстояло дело? В феврале 2001 г. нами был дан долгосрочный

прогноз наиболее геоэффективной фазы 11-летнего цикла с заблаговременностью 1 оборот Солнца.

Ниже приведена ИНТЕРНЕТ-страница Якутского Центра Космической Погоды (<http://teor.ysn.ru/rswj>). Общий вид ее на текущий момент (23 мая 2002 г.) приведен на рис. 3. На нем представлена карта-экран мониторинга и оперативного прогноза геоэффективных событий Космической Погоды. Используются пятиминутные данные четырех нейтронных мониторов: Якутск, Тикси, Ломнитский Щит (Словакия) и Оулу (Финляндия). Работа по созданию Центра проводится в рамках международного проекта

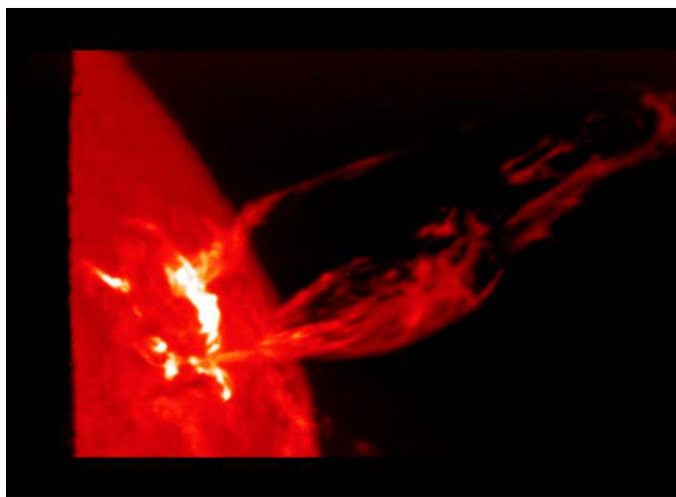


Рис. 1. Выброс солнечной плазмы во время солнечной вспышки.



Рис. 2. Схема воздействия Космической Погоды на системы жизнеобеспечения и человека.

ИНТАС «Ключевые параметры Космической Погоды». Приведенное на рисунке состояние карты-экрана соответствует прогнозу ALERT !!! В соответствии с нашим долгосрочным прогнозом геоэффективная фаза текущего 23-го цикла ожидалась в марте-апреле 2001 г. (<http://teor.ysn.ru/rswi/>). На рис. 4 приведены результаты оперативного прогноза в марте-апреле 2001 года. В верхней части рисунка - предвестник (или предиктор) геоэффективных событий. В нижней

среднечасовые значения интенсивности галактических космических лучей по данным словацкой станции Ломницкий Штит и финской станции Оулу. **Фронт предвестника (прямоугольного импульса) соответствует моменту регистрации прогноза.** Ширина импульса - длительность прогнозного сигнала. Резкое понижение интенсивности космических лучей 31 марта, 4, 8 и 12 апреля на двух нижних кривых соответствует моментам регистрации геоэффективных событий на Земле. Резкое возрастание интенсивности 15 и 18 апреля - вспышки космических лучей. Перед большой геомагнитной бурей 31

марта были зарегистрированы два предвестника 28 и 30 марта, также как и перед большой вспышкой интенсивности галактических космических лучей 15 апреля. По данным наземных и спутниковых измерений с марта на апрель 2001 г. была зарегистрирована целая серия мощных возмущений межпланетной среды: 31 марта, 4, 8, 12 и 15 апреля. Эти возмущения вызвали на орбите Земли повышение потока низкоэнергичных частиц в сотни и даже тысячи раз, выход из строя систем телеметрии космических аппаратов, мощные геомагнитные бури, «наводки» в линиях ЛЭП, нефте- и газопроводов, длительные нарушения радиосвязи, сбои в работе навигационных систем и ... одно из красивейших явлений нашей северной природы - полярные

сияния. Все это проявилось на Земле в виде экстремальных событий обычной погоды, в том числе - в виде разрушительных тайфунов на Дальнем Востоке и в США, необычно больших паводков в Сибири, например, на реке Лене.

Национальной программе «Космическая Погода» была посвящена общероссийская конференция, проходившая в Институте Солнечно-Земной Физики (ИСЗФ) в г. Иркутске в сентябре 2001 г. На конференции отмечено, что

для внедрения новейших технологий, решения проблем обеспечения надежного функционирования энергетических и радиоэлектронных систем космического и наземного базирования необходимо надежное прогнозирование космических условий. Данная программа является логическим этапом в развитии исследований в области солнечно-земной физики. На конференции были рассмотрены наиболее важные области применения знаний о Космической Погоде, цели и задачи программы, а также основные направления фундаментальных исследований, необходимых для решения практических задач.

Актуальной проблемой связи Космической Погоды с обычной погодой и

климатом был посвящен доклад академика РАН Г. Ф. Крымского. Анализировалась связь вариаций потока космических лучей со степенью облачности как на малых временных масштабах (порядка нескольких суток), так и на больших в 11-летнем цикле солнечной активности. В данном случае космические лучи играют роль центров конденсации при каплеобразовании. Возникающая в результате этого облачность «управляет» поступлением к земной поверхности солнечной энергии. И это только один из примеров важной роли космических лучей в атмосферных процессах.

Кроме того, сама по себе проблема предсказуемости процессов и явлений в природе все еще представляет собой довольно сложную

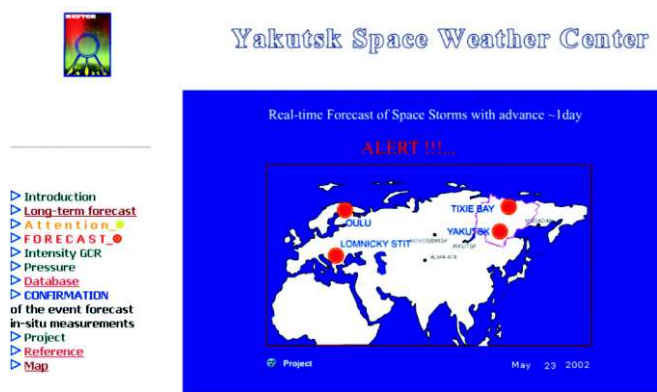


Рис.3. Карта-экран мониторинга и прогноза Якутского Центра Космической Погоды.

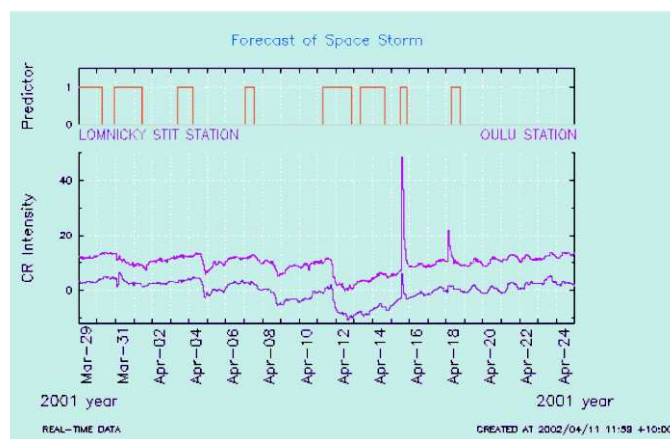


Рис.4. Результаты оперативного прогноза в марте-апреле 2001 г.

задачу. Интерес к предмету заметно возрос, когда Эдвард Лоренц, занимавшийся нелинейным моделированием обычной погоды, в 1963 году обнаружил, что *долгосрочный прогноз погоды составить принципиально невозможно*. Лоренц заметил, что даже ничтожные отклонения от начальных значений параметров погодных условий могут привести к абсолютно неправильным предсказаниям состояния погоды в будущем. Эта существенная зависимость от начальных условий и лежит в основе развивающейся буквально на наших глазах новой науки - **теории динамического хаоса**.

Проведение мониторинга и прогноза Космической Погоды в реальном времени существенно расширяет состав потребителей получаемой информации и в Республике Саха (Якутия). Это, в первую очередь, службы МЧС, контроля за радиосвязью (в том числе на трассах

полярных авиалиний), лесоохраны, защиты линий ЛЭП, нефте- и газопроводов и др. Обеспечению надежности радиосвязи на кроссполярных трассах открываемых международных авиалиний был посвящен в ноябре прошлого года 1-й Сибирский Международный Авиационно-Космический Салон в г. Красноярске. От Института космических исследований и аэронавтики (ИКФИА) СО РАН представлено несколько докладов, посвященных данной проблеме. Были, например, сообщены результаты длительного совместного эксперимента, проводимого осенью прошлого года в ИКФИА по прогнозу нарушений радиосвязи. В рамках этого эксперимента прогноз Космической Погоды заблаговременно передавался в лабораторию ионосферы, где кроме традиционного зондирования ионосферы проводился и электромагнитный мониторинг на фиксированных радиочастотах. Эксперимент

НОВЫЕ КНИГИ

Макаров В. Н. **Свинец в биосфере Якутии**. - Якутск: Издательство Института мерзлотоведения СО РАН, 2002. - 114 с.

В книге изложены результаты изучения свинца в основных компонентах биосферы Якутии. Впервые в обобщенном виде приводятся данные о природных и техногенных геохимических полях свинца в районах криолитозоны. Дается характеристика распространения этого элемента в различных природных средах: атмосфере, снежном покрове, природных водах, почвах, растительности. Показана специфика формирования наложенных ореолов рассеяния свинца в аллохтонных отложениях, перекрывающих рудные тела и россыпи. Рассматриваются особенности образования техногенных геохимических полей. Показано практическое значение использования закономерностей гипергенного рассеяния свинца в криолитозоне при поисках полезных ископаемых и проведении мероприятий по охране окружающей среды.

Книга предназначена для геологов, геохимиков, экологов и других специалистов, занимающихся вопросами освоения районов многолетней мерзлоты.

Данилова В. С. **Основные закономерности формирования ноосферы**. - М.: Academia, 2001.

В монографии детально рассмотрены процессы формирования ноосферы. Автором предложена классификация свойств, критериев, принципов, сценариев, определяющих развитие последней. Проанализированы основные понятия и категории, которые используются при изучении данной проблемы. Предлагается новый подход к определению фундаментальных ячеек ноосферы, в связи с чем рассматриваются понятия «нообиогеноценоз», «ноосферная личность», «ноосферная духовность». Глубокий анализ философских и естественно-научных аспектов ноосферогенеза позволил автору затронуть широкий круг вопросов, связанных с земными оболочками, проблемой глобализации, культурой, образованием, цивилизационными процессами, перспективами государственного устройства.

Акимов В. В., Неустроев Н. Д. **Производительный труд сельских школьников: педагогические аспекты**. - М.: Academia, - 2001.

В монографии раскрываются педагогические аспекты организации производительного труда сельских школьников. Большое внимание уделяется при этом национально-региональным особенностям Республики Саха (Якутия). В центре внимания авторов - результаты изучения опыта главным образом сельских общеобразовательных школ, фермерских групп учащихся. Книга снабжена библиографией по теме исследования.

Книга предназначена для учителей средних школ, студентов, родителей,

