

«ПОВОРОТИТЕ С СОЛНЦЕМ», ИЛИ ВКЛАД 23-24 ЦИКЛА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ В СТРУКТУРУ МОНИТОРИНГОВЫХ ДАННЫХ

М.В. Рагульская

Институт земного магнетизма и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН
e-mail: ramary2000@yahoo.com

Введение

В 2004 году на конференции в г. Пушкино по воздействию космической погоды на организм человека один из представителей биологического факультета МГУ остроумно отметил, что если физиков обучают отвечать на вопрос «Как?», то доля биологов - отвечать на вопрос «Зачем?». Высказывая полное согласие с этой мыслью, хотелось бы отметить, что физики, занимающиеся изучением воздействия как техногенных внешних физических факторов на биологические объекты, так и изучением биотропного воздействия космической погоды, вынуждены отвечать на оба эти вопроса сразу. Ответ даже на один из вопросов в данной области знаний уже представляет собой нетривиальную задачу, сочетание их вместе возводит сложность в квадрат и бросает вызов пытливному уму ученых.

Материалы и методы

Первый вопрос, возникающий задолго ДО начала исследований биотропного воздействия космической погоды – как методологически грамотно и максимально эффективно организовать исследования существенно нелинейного объекта исследований, изменяющего свои характеристики под воздействием существенно нелинейных параметров внешней среды? Ограниченные по времени эксперименты и локальные базы данных предоставляют свободу сомнительных интерпретаций даже для самых объективных ученых. Наш опыт показывает, что для обеспечения полноты и воспроизводимости результатов мониторингов также необходимо выполнение 8 одновременных требований к технологии подобных экспериментам: требований длительности общего времени пространственно- распределенного мониторинга в сочетании с единством места, времени суток, оборудования, а также неинвазивности и постоянства группы обследуемых, с оптимизацией длительности и скважности единичного шага измерений в соответствии с набором характерных времен изучаемых внешних факторов. В докладе приведены данные анализа ежедневного мониторинга проводимости биологически активных точек кожи постоянной группы обследуемых за 2\1998-2012 гг. Подробное описание технологии проведения эксперимента и аппаратуры можно найти на сайте гелио-экологического сектора ИЗМИРАН www.izmiran.ru.

Солнечная активность и структура биомедицинских мониторинговых данных

Циклы солнечной активности имеют длину в 11 лет (условно подразделяемых на

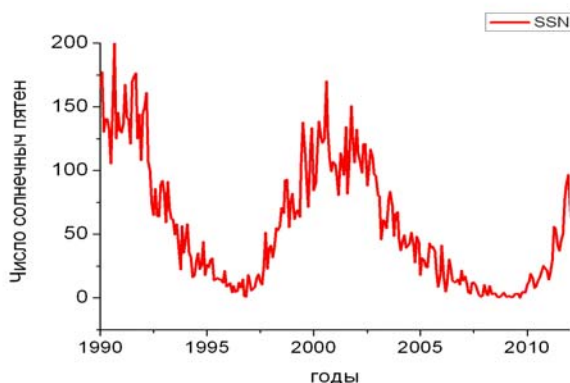


Рисунок 1

фазу роста активности, фазу максимума, фазу спада и фазу минимума), и выявление их биотропного воздействия требуют проведения продольных мониторингов не меньшей длительности. На рисунке 1 представлена динамика солнечной активности 1990-2010 гг.

Каждая из фаз солнечной активности сильно отличается друг от друга по физическим характеристикам. У всех на слуху

магнитные бури, которые в фазе минимума происходят примерно раз 1,5 месяца, а в фазе максимума идут каждые 5-7 дней. Понятно, что адаптационная реакция организма человек, запускающаяся градиентом внешнего воздействия, в первом случае будет возникать на наличие магнитной бури, а во втором – на ее неожиданное отсутствие. Но и другие физические параметры изменяются не менее значительно, например интенсивность излучения Солнца в ультрафиолетовом диапазоне, одном из самых биологически активных, возрастает в 7 раз от минимума к максимуму солнечного цикла.

Имея на руках уникальную базу ежедневных продольных мониторинговых измерений физиологических параметров, мы попытались проанализировать наблюдаемые статистические закономерности и ответить на вопрос, каким образом наличие цикла солнечной активности влияет на структуру получаемых биомедицинских данных? Оказывается, что выбор методов анализа полученных результатов существенно зависит от фазы солнечного цикла. Обычно ряды медицинских данных считаются статистически независимыми, и им априори приписывается статистическое распределение Гаусса. Дальнейшая обработка происходит по стандартным программам, соответствующим этому распределению. Однако, как показал наш мониторинг, статистическое распределение рядов медико-биологических параметров одних и тех же обследуемых за 14 лет мониторинга:

1. Существенно отличается от нормального.
2. Варьируется по годам в зависимости от фазы солнечной активности (СА).

На рисунке 1 приведено распределение индивидуальных биомедицинских параметров одного из обследуемых за 2001-2003 и 2004-2006 годы. При общем количестве измерений более 4500 за каждый период, распределения статистически достоверны.

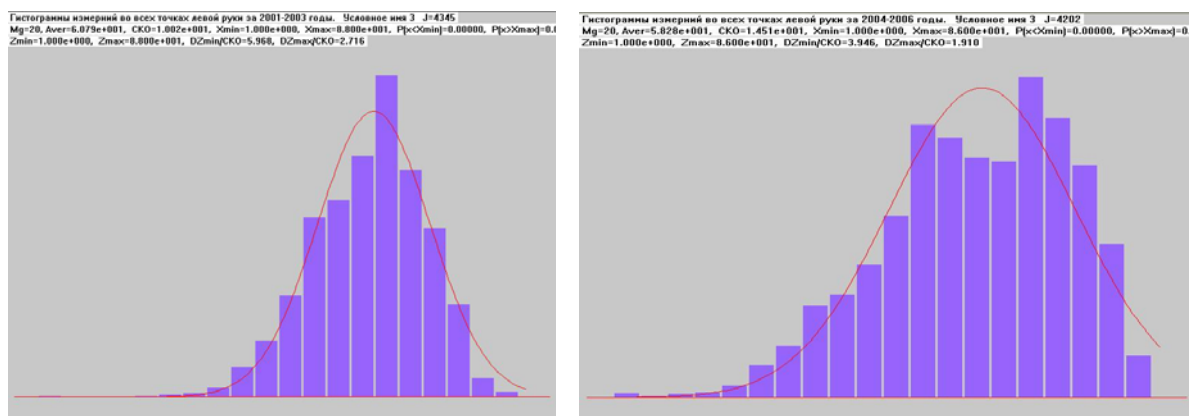


Рисунок 2. Гистограмма распределения индивидуальных биомедицинских параметров одного из обследуемых в 2001-2003 гг. (слева) и 2004-2006 (справа)

На распределении 2001-2003 годов выделяется центральный пик, вызывающий отклонение от привычного нормального распределения и связанный с реакцией организма на резкие вариации космогеофических факторов. Статистическое обоснование этого эффекта было подробно рассмотрено в статье (Хабарова, Руденчик, 2003). Двугорбое распределение 2003-2006 гг. свидетельствует о наличии минимум двух адаптационных программ реагирования на внешние воздействия, и требует более тщательного изучения. Рисунок 2 наглядно демонстрирует, что статистическое распределение индивидуальных биомедицинских параметров существенно отличается от нормального и варьируется по годам в зависимости от фазы солнечной активности (СА). Рассмотрим, как в течение солнечного цикла индивидуальная адаптационная динамика организма человека проявляется на коллективном уровне.

На рисунке 3 приведено распределение параметров по группе обследуемых на широте Москвы по годам. 2004-2006 – годы спада СА, 2007-2009 – годы глубокого минимума.

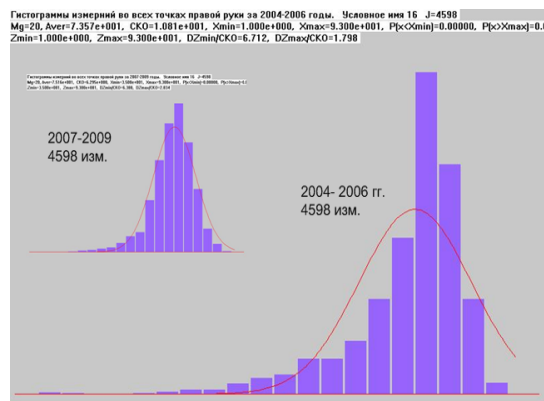


Рисунок 3. Гистограмма распределения биомедицинских параметров группы постоянных обследуемых на фазе спада солнечной активности 2004 -2006 гг. (справа, наблюдается существенное отклонение параметров от распределения Гаусса) и в фазе минимума 2007-2009 гг. (слева, распределение максимально за 14 лет измерений приближено к нормальному)

рассчитывали увидеть долгосрочные изменения параметров в момент минимума 2007-2008 годов или начала нового, 24 цикла в 2009 году, отмодулированные более тонкими эффектами импульсного воздействия солнечной активности. Однако действительность оказалась более интересной, анализ экспериментальных данных показал смену типа статистического распределения на рубеже 2004 и 2005 годов. Понятно, что Солнце сложная машина, а солнечный цикл не более, чем календарь. Так частота бурь с постепенным началом приходится вовсе не на максимум числа пятен. Полярное поле и

Отношение среднего к СКО. Разбиение по 2 месяца

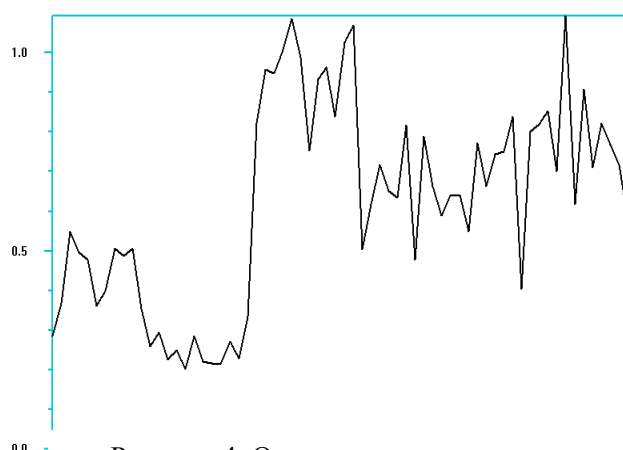


Рисунок 4. Отношение ежедневного среднего по всей группе обследуемых к среднеквадратичному отклонению за 2001-2012 гг.

изначальному типу распределения не произошёл до сих пор. Рассматривая возможных

Можно было бы предположить наличие возрастных изменений, произошедших в группе за 14 лет, однако распределение за 2010-2011 годы демонстрирует возврат к «не-гауссовскому» распределению 2004 -2006 гг. Следовательно, мы имеем дело именно с влиянием цикла солнечной активности на программу функционирования организма человека.

Незнание этих особенностей изменения структуры биомедицинских данных по годам приводит к существенным изменениям результатов анализа длительных мониторингов.

Смена типа статистического распределения в 2004- 2005 годах

Одним из неожиданных для нас результатов при обобщении индивидуальных закономерностей на коллективный уровень стала выраженная смена типа распределения физиологических параметров на границе 2004 и 2005 гг. Приступая к анализу данных, мы рассчитывали увидеть долгосрочные изменения параметров в момент минимума 2007-2008 годов или начала нового, 24 цикла в 2009 году, отмодулированные более тонкими эффектами импульсного воздействия солнечной активности. Однако действительность оказалась более интересной, анализ экспериментальных данных показал смену типа статистического распределения на рубеже 2004 и 2005 годов. Понятно, что Солнце сложная машина, а солнечный цикл не более, чем календарь. Так частота бурь с постепенным началом приходится вовсе не на максимум числа пятен. Полярное поле и

вовсе в период максимума цикла обращается в нуль, и общая структура глобального поля сильно меняется, однако полученный результат вновь поднимает вопрос о выделенном агенте биотропного влияния одного из факторов космической погоды.

На рисунке 4 приведена динамика отношений ежесуточного среднего (по всей группе обследуемых) к среднеквадратичному отклонению. Число измерений в каждый период от 17000 до 45000. Виден резкий излом параметров распределения в 2004-2005 гг., и дальнейшая смена исходного типа статистического распределения, характерного ранее для 2001-2003 гг. Необходимо отметить, что возврат к

кандидатов на роль биотропного агента космической погоды, можно предположить, что наличие двух типов индивидуальных адаптационных программ, хорошо заметное на рисунке 4, связано например, с резким изменением числа геомагнитных бурь с внезапным и постепенным началом, произошедшее в конце 2004 года. Одновременно с этим существенно изменилась средняя скорость солнечного ветра, как показано на рисунке 5.

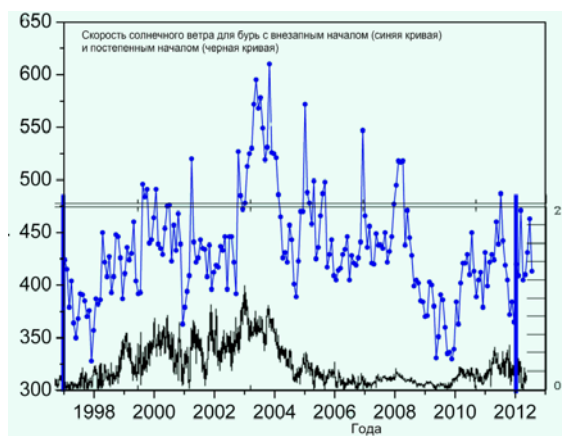


Рисунок 5

При рассмотрении доминантного биотропного фактора космической погоды необходимо также учесть необычное поведение галактических космических лучей, аномальные изменения в которых также наблюдались в 2004-2005 годах, причем до этого аналогичная ситуация была только в 1983 года.

Но есть и более интересное объяснение - если изучаемые нами биологические системы воспринимать, как коллективный детектор внешних космогеофизических воздействий, то этот коллективный детектор зафиксировал либо наличие «мини-цикла» солнечной активности с

2005 по 2007 гг., либо резкое изменение параметров солнечно-земных связей, сохраняющееся по текущий момент. Физики, занимающиеся изучением активности Солнца и солнечно-земных связей, в «основном течении научной мысли» обсуждают сейчас механизмы возникновения затянувшегося минимума солнечной активности между 23 и 24 циклом (2006-2009 годы), а также возможное вхождение солнечной активности в устойчивый низкий уровень, аналогичный Маундеровскому минимуму 400-летней давности. Возможно данные, полученные на современных биологических объектах, помогут внести новую интерпретации существующего момента жизни Солнца. А также поставят перед теоретиками задачи о максимально и допустимых циклах солнечной активности на всем периоде биологической эволюции Земли, т.е. за последние 4 млрд. лет.

Что в реальности означает наблюдаемые эффекты смены статистического распределения коллективных параметров? Длительное существование социума с перевозбужденной или наоборот, заторможенной вегетативной нервной системой большинства его членов, с нарушенной выработкой гормонов (а значит – с повышенной агрессивностью, сексуальностью и творческой активностью) практически у всех индивидуумов. Думаю, что вопрос, «Влияет ли эта ситуация на экспертные системы поддержки принятия решений?» бессмысленен, в силу очевидности ответа. Практическим выводом данного доклада является рекомендация учета годового состояния солнечной активности при анализе любых, даже технических данных. А также понимание, что результат решения любой многопараметрической задачи, связанной с биосферой, будет существенно меняться в зависимости от времени проведения эксперимента.

Работа поддержана Программой 28 РАН «Происхождение жизни и развитие биосферы».

Список литературы

1. Коллективная монография «Биотропное воздействие космической погоды» под редакцией Рагульской М.В. (2010) // Санкт-Петербург, 2010, 330 с.
2. В.Н. Обридко, Л.И.Мирошниченко, М.В. Рагульская и др.(2012) // Космические факторы эволюции биосферы: новые направления исследований. Астробиология -2012, Пущино, сентябрь 2012.
3. Хабарова О.В., Руденчик Е.А. Об особенностях изменения осцилляторного режима плотности солнечного ветра и магнитного поля Земли перед магнитными бурями - результаты вэйвлет-анализа. Вестник отделения Наук о Земле РАН, № 1(21), 2003.