

УДК 612.17:577.3+616.

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О ВЛИЯНИИ КОСМОСА НА БИОСФЕРУ И НООСФЕРУ

Рагульская М.В.\*, Чибисов С.М.\*\*

\* *Институт земного магнетизма и распространения радиоволн  
РАН им. Н.В. Пушкова*

\*\**Кафедра общей патологии и патологической физиологии  
Российского университета дружбы народов, Москва*

Подробная информация об авторах размещена на сайте

«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**К настоящему моменту гелиобиология прошла 3 основных этапа своего развития и находится в становлении 4-го. Возникновение и развитие каждого из этапов определялось либо появлением принципиально новой научной парадигмы, либо появлением принципиально новых технологических методов исследования.**

**Этап 1. Работы А. Л. Чижевского** – зарождение и становление гелиобиологии. Изложение базовой парадигмы о всеобщем влиянии внутренних солнечных процессов и ритмики Солнца на амплитудно-временную организацию всех уровней биосферы и общества. Объект исследования: человеческая популяция в целом, усредненная за большой период времени, когда изучаемые временные промежутки (века, десятилетия) и базовые временные единицы (годы солнечного цикла) много больше характерных переходных процессов на Солнце и в различных оболочках Земли (длительность таких процессов - от минут до нескольких суток). Методика исследования: математический анализ статистических медицинских, исторических и экономических рядов данных, полученных в различных точках Земли и сопоставление их с единственно объективно доступным на тот момент показателем солнечной активности – числами Вольфа.

**Этап 2. 1957 год. Начало освоения человечеством космоса** и получение объективной информации о строении космического пространства между Солнцем и Землей, обмене энергией и потоками частиц, а также структуре магнитосферы Земли. Только эти экспериментальные данные о существовании и внутренней природе не только волнового излучения Солнца, но и мощного корпускулярного, позволили всерьез говорить о поиске механизмов воз-

действия солнечной активности и космической погоды на биосферу и общество. Важным для физики солнечно-земных связей следствием космических полетов явилось введение новых геофизических индексов и получение объективной информации об периодике Солнца и оболочек Земли во всем временном диапазоне и частотном спектре. Разработка методов прогноза магнитных бурь. Одновременно выяснилось, что при применении методов линейной корреляции или кросс-корреляции к поиску закономерностей солнечно-земных биологических связей на базе медицинской статистики во временной области сутки и часы (т.е. когда характерные времена внешнего воздействия совпадают с характерными временами переходных адаптационных процессов изучаемых биологических объектов) приводит к невоспроизводимости результатов; в этой временной области достоверность корреляционных статистических результатов падает до уровня шумов.

**Этап 3. 70-е годы 20 века и далее... Возникновение доступных технологий исследования клеточного уровня организации биосистем**, взрывное развитие биофизики клетки. Появление многочисленных работ о скоррелированном изменении параметров крови и сердечной ритмики, гормональных ритмов человека, жизнедеятельности колоний различных бактерий и т.п. с резкими вариациями маг-

нитного поля Земли и космических лучей. Интересно отметить, что для многих биофизиков существование таких корреляций выявлялось ненамеренно, а в качестве побочного эффекта, мешающего проводить плановые тонкие мониторинговые исследования. Т. о. произошло изменение масштаба объекта исследования от человечества в целом к уровню клетки (от  $10^6$  м до  $10^{-6}$  м), при этом характерные времена переходных процессов объекта исследования стали много меньше характерных времен воздействия и текущих флуктуаций внешней среды, и восстановилась достоверность и воспроизводимость гелиобиологических результатов. Область «средних времен», т.е. область изучения воздействия слабых внешних полей на закономерности функционирования отдельного конкретного человека в целом (линейные размеры порядка  $10^0$  м и частотная полоса 0,0001-10 Гц), плохо поддающаяся методам гелиобиологии из-за выраженной резонансной динамики переходных процессов и отсутствия воспроизводимых линейных корреляционных связей, фактически отошла к сформировавшимся в это время адаптологии человека и хронобиологии, а также к реанимационной клинической медицине и психологии. В связи с этим к концу 90-х годов 20 века сначала в физической, а потом и в медицинской научной среде возникает понимание, что в биомедицинских экспериментах среднее по времени принципиально не равно среднему по пространству (т.е. результат одномоментного измерения параметров 100 человек априори не будет равным результату измерения параметров 1 человека в течение 100 дней). Резко возрастает роль мониторинговых экспериментов.

**Этап 4. С конца 90-х годов 20 века. Возникновение и широкое распространение новых телекоммуникационных компьютерных технологий. Развитие синергетики**, как новой методологии универсального научного познания.

Современный этап развития гелиобиологии включает в себя комплексное сочетание как работ, выполненных в традиционной технике и методологии всех предыдущих этапов, так и новаторских

работ, закладывающих основы новой парадигмы восприятия биологических систем через применение к их изучению достижений и математического аппарата синергетики. Сложные биологические системы воспринимаются уже не как системы, находящиеся в состоянии сохранения устойчивого равновесия (гомеостаза) с выраженными причинно-следственными связями и преимущественно линейными закономерностями отклика на воздействие внешних факторов, а как нелинейные динамические системы, осуществляющие процессы самоорганизации в неустойчивом динамическом равновесии потоков массы, энергии и информации вблизи состояний фазовых переходов [1,2,3]. Понятия поменялись местами в смысле удельного заполнения пространства реализуемых событий. Если во времена А. Л. Чижевского и практически до конца 20 века считалось, что природа полна детерминированности и линейных причинно-следственных связей, и ее основная задача – нахождение и сохранение оптимальных устойчивых состояний, то в настоящее время линейная детерминированность и устойчивость кажутся маленьким островком в море неустойчивости и самоорганизованного хаоса природных явлений. Для жизни устойчивость есть аналог смерти, и только непрерывное падение из одного неустойчивого состояния в другое позволяет живым организмам адекватно приспосабливаться к непрерывно меняющимся внешним условиям [4]. Таким образом, одним из основных направлений развития гелиобиологии на ближайшие десятилетия будет являться построение синергетических моделей сложных биологических систем, а также переосмысление процессов влияния космофизических факторов на биосферу в рамках концепции динамической теории информации и самоорганизации хаоса.

Повышение объективности и углубление понимания происходящих в биосистемах процессов, а также увеличение соотношения сигнал/шум, для биомедицинских экспериментов возможно путем введения дополнительных системных координат, а именно: **временной** (проведение длительного мониторинга на группе

обследуемых постоянного состава) и **пространственной** (создание распределенной по поверхности земного шара телекоммуникационной сети съема первоначальной информации). [5]. Телекоммуникационные технологии позволяют решить также и другую задачу, многие годы ограничивающую развитие гелиобиологии: теоретическое развитие любой науки невозможно без получения максимально полной и объективной экспериментальной базы данных. До сих пор все эксперименты, проводимые для решения задач гелиобиологии, неизменно наталкивались на возражения скептиков, что при регистрации слабых откликов на слабые воздействия неизменно встает вопрос о влиянии личности экспериментатора на процесс получения, отбора и обработки данных. Телекоммуникационные технологии позволяют разделить в пространстве процесс получения медицинских данных с одномоментной отправкой их в удаленный центр обработки (без возможности вмешательства экспериментатора в этот процесс) и ввести автоматическую функцию внешнего аудита экспериментальных данных на всех этапах получения и обработки информации. С третьей стороны, телекоммуникационные разноширотные мониторинги, производимые на едином оборудовании и по единому протоколу одновременно в различных географических точках, позволяют разнести в пространстве и времени изучение биотропного влияния локальных и глобальных факторов внешней среды, таких как атмосферное давление, температура, длина светового дня, уровень инсоляции (**локальные факторы**) и параметры комической погоды, вариации геомагнитного поля земли и космических лучей (**общепланетарные факторы**). На сегодняшний день авторам известно о проведении на территории России и Украины единственного подобного телекоммуникационного мониторинга «Гелиомед» в рамках программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине», но можно предположить даже не экспоненциальный, а взрывной рост подобных мониторинговых гелиомедицинских и биомедицинских исследований в ближайшие 5-10 лет. О пред-

варительных результатах мониторинга «Гелиомед» будет рассказано ниже.

В настоящее время все геофизические методы исследования космической погоды и состояния околоземного пространства не могут дать гарантированного точного прогноза, за исключением повторяющихся каждый оборот Солнца вокруг своей оси рекуррентных бурь с периодом в 27 суток. О.В. Хабарова и Е.А. Рудечник (2004) отмечают, что оправдываемость среднесрочных прогнозов до сих пор остается неудовлетворительной, снижаясь до 30% в годы минимума 11-ти летнего цикла солнечной активности (для сравнение: как известно из теории вероятности, гадание подбрасыванием монетки с вопросом «Будет буря или нет?» даст вероятность правильного ответа 50% на 50%) [6].

Организм упрощенно можно представить как набор функционально и пространственно выделенных связанных осцилляторов; частоты излучения и биоритмы являются собственными частотами системы. Есть основания считать, что высокочастотная область биоэффективных частот (~ГГц) обусловлена преимущественно вынужденным резонансом микромасштабных структур организма (ионы, аминокислоты, мембраны и т.п.), а низкочастотная (ОНЧ-УНЧ диапазон) – параметрическим резонансом крупномасштабных систем (сердце, мозг, кровеносная система и т.п.) [7]. Биоэффективные частоты определяются собственными частотами соответствующих систем организма и могут быть математически оценены по порядку величины при знании масштабных факторов и характерных скоростей в рассматриваемой системе [8].

Частота является носителем информации, а виды колебаний в организме могут трансформироваться друг в друга. Поэтому можно полагать, что резонансный отклик организма возможен на одних и тех же частотах при различных типах воздействия на него (электромагнитных, акустических и т.п.). В книге Б. М. Владимирского [9] указывается, что в списке полос внешних частот, к которому биологические организмы разной степени сложности организации особенно чувствительны, име-

ются не только частоты, характерные для геомагнитных пульсаций (например, около 0,01 Гц, сопоставимые с микропульсациями Pс 3), но и частоты около 8 Гц, сопоставимые с основной частотной полосой ионосферного волновода. Причиной появления предбуревых длиннопериодных (2-250 мин) осцилляций геомагнитного поля является смена осцилляторного режима солнечного ветра за несколько дней до прихода геоэффективных потоков солнечного ветра к Земле [10,6].

Однако, утверждение о том, что магнитные бури воздействуют только на избранны-чувствительных или больных людей, является иллюзиями массовой пропаганды. Также неверным является утверждение об исключительно негативном воздействии резких вариаций магнитного поля Земли. В работе М. В. Рагульской [11] изложены результаты 7-летнего биогеофизического мониторинга 1998-2005 гг. по изучению пространственно-временных эффектов влияния космической погоды на постоянные группы функционально здоровых людей, одновременно в разноширотных географических пунктах. Общее число измерений – более **500 000**; за время измерений произошло более **350** магнитных бурь. Показано, что реакция на одиночные магнитные бури имеет 3- фазную форму (синхронизация, десинхроноз и фаза релаксации); наличие реакции не зависит от пола, состояния здоровья и возраста обследуемых. Индивидуальные особенности проявляются в соотношении амплитуд и длительностей отдельных фаз. Для здоровых людей характерно преобладание фазы синхронизации, для больных – десинхроноза. Выявлено существование следующих **пространственно-временных** эффектов космофизических факторов на организм человека: **Широтный эффект**. Одновременные эксперименты на различных широтах показали совпадение (в пределах суток) вариаций измеряемых физиологических параметров. При увеличении геофизической широты места проведения эксперимента возрастает процентное содержание обследуемых, реагирующих на резкие вариации космофизических факторов (от 50-60% в Одессе и Киеве до 90% в

Санкт-Петербурге) и в 1,4 раза увеличивается амплитуда реакции. **Триггерный эффект**. Реакция организма человека при воздействии естественных внешних полей носит триггерный характер. При этом амплитуда физиологических реакций при резких изменениях геофизических полей практически не зависит от увеличения амплитуды внешних полей, а определяется внутренними характеристиками биосистемы. **Временной эффект**. При анализе длительных (годовых) рядов наблюдений выявлена тенденция увеличения среднемесячных значений индивидуальной физиологической нормы в период нарастания и максимума солнечной активности, и тенденция уменьшения среднемесячных значений индивидуальной нормы на фазе спада солнечной активности. **Амплитудный эффект**. Существует «коридор интенсивности» биоэффективности магнитных бурь. Существование «амплитудного» окна свидетельствует о реализации параметрических свойств рассматриваемой биосистемы при воздействии естественных внешних полей. **Кумулятивный эффект**. Влияние внешних факторов синергетически усиливается при их одновременном воздействии, оказываясь эффективным, даже если амплитуда каждого из внешних факторов по отдельности слишком мала для начала стресс-реакции организма.

При воздействии гелиогеомагнитных флуктуаций среди органов-мишеней наиболее часто называют сердце [12-14].

Вернемся теперь к описанию телекоммуникационного мониторинга «Гелиомед», проведенного на базе вышеописанных результатов отдела солнечно-земных связей ИЗМИРАН и телекоммуникационного оборудования для исследования сердечно-сосудистой деятельности, разработанного в ИМППС, г. Киев. Для проведения эксперимента создана распределенная телекоммуникационная сеть научных центров длительного мониторинга физиологических параметров организма человека и окружающей среды, работающих на едином оборудовании и по единому протоколу исследований с он-лайн регистрацией текущих данных на едином портальном сервере (Москва, Санкт-Петербург, Киев, Симферополь, Якутск,

Ханты-Мансийск). Проведенный в 2006-2007 гг. одновременный для различных городов, гелиомедицинский мониторинг позволил собрать единую для всех городов-участников Интернет- базу данных более 200 000 измерений, отражающих временную и пространственную динамику изменений параметров сердечной деятельности организма человека в различных регионах России и Украины[15]. Во всех мониторинговых группах проводилась ежедневная 4-х кратная регистрация и анализ ЭКГ в фазовом пространстве в состояниях покоя, после стандартизованного психотеста, пробы Руфье и после 10 мин отдыха от нагрузки; а также регистрация артериального давления в перечисленных состояниях.

Анализ полученных рядов данных показал, что *во временной окрестности изолированной магнитной бури существуют однонаправленные изменения параметров сердечной деятельности, наблюдаемые одновременно по всем городам.* Адаптационное изменение функционального состояния происходит в 2 этапа:

А) За день до начала магнитной бури при воздействии дополнительной физической нагрузки у большинства обследуемых наблюдается **смена режимов управления** сердечной деятельностью с нормального на стрессовый (общий эффект для всех групп и обследуемых).

Б) Следом за этим непосредственно в день магнитной бури наблюдается патологическое **изменение амплитуды** измеряемых параметров; тип изменений зависит от индивидуальных особенностей и компенсаторных возможностей конкретного человека.

Необходимо подчеркнуть, что достоверный эффект одновременных выбросов физиологических параметров в различных городах наблюдается только при совместном влиянии резких вариаций космофизических факторов и нескольких типов внешней нагрузки (**синергетический эффект**) и максимально полно проявляется у здоровых людей. Максимальный амплитудный эффект наблюдается на обследуемых мужского пола с минимальной степенью хаотичности фоновых физиологических параметров в состоянии покоя.

Таким образом, в ближайшем будущем основные прорывы в гелиобиологии в первую очередь можно ожидать в связи с развитием синергетического подхода в построении моделей сложных систем, телекоммуникационными разноширотными мониторингами, разработкой новых биотропных геофизических индексов и качественных прогнозов. Это позволит наконец выделить оптимальную комбинацию действующих внешних физических агентов и создать социально востребованную систему «предбурового» медицинского реагирования, которая скорее всего будет использоваться для регистрации событий географически разветвленную сеть групп максимально чувствительных людей, как опережающих детекторов магнитных бурь и других потенциально опасных внешних факторов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего// УРСС, - Москва. 2003, 283 стр.
2. Трубецков Д.И. Введение в синергетику. Хаос и структуры. // УРСС, - Москва. 2004, 235 с.
3. Чернавский Д.С. Синергетика и теория информации. // УРСС, - Москва. 2004, 285с
4. Аксенов С.И. Вода и ее роль в регуляции биологических процессов.// Москва,-2004, 212 с.
5. Рагульская М.В. Телекоммуникационная медицинская физика: стратегические задачи, возможности и проблемы. Взгляд с точки зрения физика. // Медицинская физика, 2006, № 31, с. 39- 46.
6. Хабарова О.В., Руденчик Е.А. Основы новой методики среднесрочного прогноза магнитных бурь. Мат. Межд. семинара «Биологические эффекты солнечной активности» - Пушино-на-Оке.-2004.-С.10-11.
7. Чибисов С.М. Космос и биосфера. Влияние магнитных бурь на хроноструктуру биологических ритмов.// Вестник РУДН, серия «Медицина», 2006, № 3, стр.35-44.
8. Хабарова О.В. Параметрический резонанс как возможный механизм влияния космической погоды на биообъекты.

Мат. Межд. семинара «Биологические эффекты солнечной активности» - Пушкино-на-Оке.-2004.-С.14-15.

9. Владимирский Б.М., Темуриянц Н.А., Мартынюк В.С. Космическая погода и наша жизнь. // Фрязино «Век-2», 2004.

10. Рагульская М.В. Пространственно-временные закономерности влияния космофизических факторов на функционально-здоровых людей. // Конгресс слабых и сверхслабых взаимодействий, С.-Петербург, июль 2006.

12. Halberg F., Chibisov S., Cornelissen G., Chronomics: Circadian effects of magnetic storms in rabbits circulation and transannual variation // Материалы 2-го Международного Симпозиума «Проблемы ритмов в естествознании» -М., 1-3 марта 2004 г. - С.21-23.

13. Бреус Т.К., Чибисов С.М., Баевский Р.М. и др. Хроноструктура биоритмов сердца и факторы внешней среды // - Изд-во.Российского университета дружбы народов, Изд-во «Полиграф сервис»- М.-2002.

14. Вишневский В. В., Рагульская М.В., Файнзильберг Л. С. // Влияние солнечной активности на морфологические параметры ЭКГ сердца здорового человека. Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2003, №3, стр. 3- 12.

15. Вишневский В.В., Рагульская М.В., Самсонов С.Н. Телекоммуникационные технологии в выявлении закономерностей функционирования живых систем. // Технологии живых систем, 2007, №4.

#### **THE BASIC STAGES OF DEVELOPMENT OF REPRESENTATIONS ABOUT INFLUENCE OF SPACE ON BIOSPHERE AND THE NOOSPHERE**

Ragulskaya M.V.\*, Chibisov S.M.\*\*

\*N.V. Pushkov Institute of terrestrial magnetism and high-frequency propagation RAS

\*\* Russian university of people friendship, chair of general pathology and pathological physiology, Moscow

By the present moment geliobiology has passed 3 basic of a stage of the development and is in becoming of 4-th. Occurrence and development of each of stages was defined or occurrence of essentially new scientific paradigm, or occurrence of essentially new technological methods of research.