

ПРИРОДА

№9, 2005 г.

Бреус Т.К., Рапопорт С.И.

Возрождение гелиобиологии

© “Природа”

**Использование и распространение этого материала
в коммерческих целях
возможно лишь с разрешения редакции**



Сетевая образовательная библиотека “VIVOS VOCO!”
(грант РФФИ 03-07-90415)

vivovoco.nns.ru
vivovoco.rsl.ru
www.ibmh.msk.su/vivovoco

Возрождение гелиобиологии



Т.К.Бреус, С.И.Рапопорт

Изучение гелиобиологии в нашей стране началось в 20–30-х годах прошлого столетия с трудов А.Л.Чижевского и имеет довольно непростую историю. Бурное развитие геофизических и космических исследований в 60–70-е годы XX в. радикально изменило представления об околоземном и межпланетном пространствах. Открытие солнечного ветра и магнитосферы Земли привело к обнаружению новых факторов, связанных с корпускулярным излучением Солнца и межпланетным магнитным полем, которые могут влиять на электромагнитные свойства среды обитания биологических объектов [1].

Чрезвычайно малая интенсивность природных электромагнитных полей — меньше порождаемой технологической деятельностью человека и сопоставимая с собственными шумами клеток живых организмов — долгое время не позволяла понять механизм восприятия ими электромагнитных излучений. Лабораторные эксперименты по изучению влияния сверхнизкочастотных электромагнитных полей на биологические объекты на органном и клеточном уровне давали плохо воспроизводимые результаты. Это было



Тамара Константиновна Бреус, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ИКИ РАН. Член проблемной комиссии «Хронобиология и хрономедицина» Российской академии медицинских наук, руководитель секции «гелиобиология» Совета РАН по проблеме «Солнечно-земные связи. Солнце—Земля». Занимается исследованиями ионосфер планет земной группы (Венеры и Марса), а также на протяжении около 20 лет вопросами гелиобиологии.



Семен Исаакович Рапопорт, профессор, доктор медицинских наук, заслуженный деятель науки РФ, заведующий лабораторией хрономедицины и новых технологий в клинике внутренних болезней Московской медицинской академии им.И.М.Сеченова, заместитель председателя той же комиссии. Область научных интересов — изучение ритмов при различных заболеваниях в связи с воздействием солнечной активности.

еще одной причиной скептицизма по отношению к гелиобиологии, приводившего порой к трактовке ее как лженауки.

Еще к середине 80-х и в начале 90-х годов наметился прогресс в экспериментальных, наблюдательных и статистических исследованиях, что позволило предложить новую гипотезу

о биологических причинах воздействия очень слабых электромагнитных полей на живые организмы. Позднее она получила ряд подтверждений в цикле работ, проводимых у нас в стране и за рубежом и по сей день [2].

Мы попытаемся рассказать о новых подходах и новых результатах, полученных за пос-

ледние годы, в частности Институтом космических исследований РАН и работающей с ним междисциплинарной группой специалистов. Эти исследования вернули гелиобиологии утраченный официальный статус. В настоящее время существует не только лаборатория динамики энергичных частиц и космической погоды в ИКИ РАН, занимающаяся гелиобиологией: при ИКИ РАН работает секция Совета Российской академии наук по проблеме «Солнечно-земные связи. Солнце—Земля». Работы проводятся совместно с институтами РАН (Институтом земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн, Институтом медико-биологических проблем, Институт физики Земли, Институтом теоретической и экспериментальной биофизики), а также учреждениями РАМН и Минздрава РФ: Московской медицинской академией им.И.М.Сеченова, Научно-исследовательским институтом кардиологии им.А.Л.Мясникова и Государственным научно-исследовательским институтом здоровья детей РАМН. Эти исследования вошли также в Программу фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные науки — медицине». В ИКИ РАН проводятся ежемесячные научные сессии секции по гелиобиологии и продолжают традиции ИТЭБ РАН, основанные профессором С.Э.Шнолем, провести один раз в два года международных семинаров по этой проблеме.

Биологические эффекты слабых электромагнитных полей

Напомним, что биологические объекты — это сложные открытые нелинейные системы, в процессах самоорганизации которых внешний шум может играть активную роль. Поскольку ритмические колебания составляют естественную характе-

ристику биологических объектов (на всех их уровнях — от клеточного до популяционного), легко представить, что их эндогенная (внутренняя) временная структура складывалась эволюционно под влиянием внешних природных ритмических синхронизаторов.

Внешние сигналы естественных электромагнитных полей включают шум и слабую периодическую составляющую. Биологические системы могут «захватывать» ритмы этих сигналов или сбиваться с собственного ритма под их влиянием при определенных обстоятельствах. Одним из физических механизмов воздействия слабых периодических сигналов на фоне шума может быть стохастический резонанс или стохастическая фильтрация (рис.1).

Если интенсивность шума высока, система не успевает отследить слабый периодический сигнал. При низкой интенсивности шума «созревание» ее фазы происходит слишком долго. Возможно, поэтому не все естественные или техногенные электромагнитные поля могут быть биотропными.

Еще в начале 90-х годов мы предположили, что к внешним синхронизаторам биологических ритмов можно отнести гелиогеомагнитные ритмы, имеющие разные периоды: собственного вращения Солнца (около 28 дней), его гармоник (около 14, около 7, около 3.5 дней) и др. [1]. Нам удалось показать, что подобные ритмы характерны не только для солнечной и геомагнитной активностей, но и для всех биологических систем. Так, наблюдая за биениями одной или группы клеток сердечной мышцы крысы, можно отчетливо увидеть около-полунедельные ритмы наряду с суточными (рис.2).

Мы изучали временную структуру основных функциональных показателей у маленьких детей с момента рождения в течение 26 мес, фиксировали частоту сердечных сокращений,

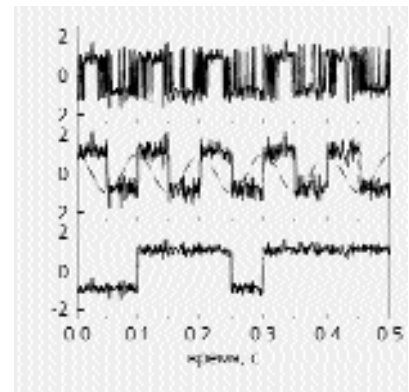


Рис. 1. Отклик системы с двумя устойчивыми состояниями (+2 и -2 по оси ординат) на периодический сигнал и шум. На верхнем и нижнем графиках четкой периодичности нет: вверху — периодический сигнал с периодом 1.5 с размыт, внизу — система колеблется под влиянием шума и не захватывает внешний сигнал. В середине — система совершает периодические колебания с периодом 0.15 с.

систолическое и диастолическое кровяное давление, ритм дыхания (рис.3). В спектрах первых четырех месяцев жизни присутствует весь набор ритмов с периодами, близкими к гелиогеомагнитным ритмам. Суточный ритм начинает проявляться только на пятом месяце наблюдений и доминирует к годовалому возрасту. В материнском организме, как известно, суточный ритм наиболее мощный. Такое отличие говорит о том, что долгопериодические биологические ритмы встроены в эндогенную структуру организма под влиянием гелиогеомагнитных ритмов, в то время как суточный ритм, индуцированный волновым излучением Солнца, появился в онтогенезе.

В формировании эндогенной ритмики с периодами около 28 дней могли играть важную роль и другие факторы, например слабые гравитационные «лунные» ритмы, имеющие такую же периодичность. Видимо, они составили стабильные фо-

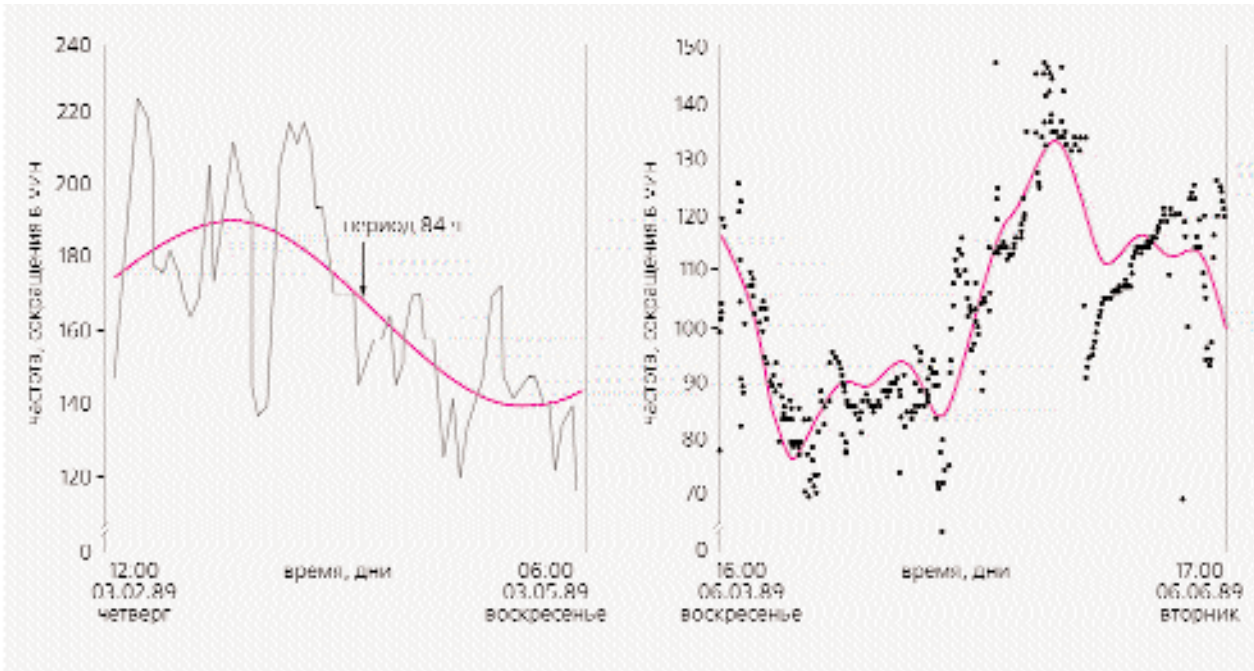


Рис.2. Около-полунедельные (цветная кривая) и суточные ритмы изолированной клетки миокарда крысы ($p < 0.001$). Справа — около-полунедельные ритмы агрегата этих клеток. В суточных ритмах наблюдается некоторый разброс, но видны два горба по 12 ч и два около-полунедельных пика (101 и 96 ч).

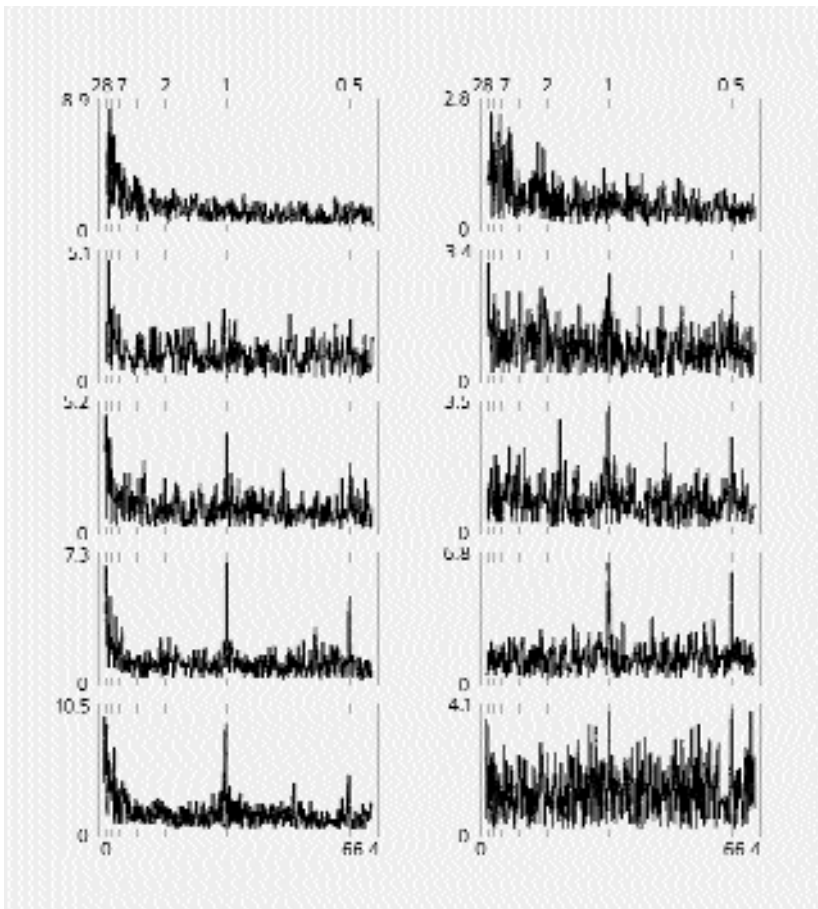


Рис.3. Данные непрерывного наблюдения частоты сердечных сокращений (слева) и артериального давления (справа) младенца от момента рождения и до 20 месяцев жизни. По оси ординат амплитуда ритма (удар/мин). По оси абсцисс (внизу) частота (циклы/месяц) и (вверху) периоды в днях. Записи наблюдения с 26.01.89 по 19.03.91 разбиты на пять последовательных серий по четыре месяца в каждой.

новые колебания. Однако на них накладывались ритмы естественных электромагнитных полей, к сбоям в которых должны были адаптироваться организмы, чтобы выжить. Кроме того, в спектрах геомагнитных полей имеются также компоненты, близкие к ритму сокращения сердечной мышцы, различным ритмам мозга, таким как α -, β -, θ -ритмы. Гелиогеофизические ритмы таких частот возникают при взаимодействии солнечного ветра с магнитосферой Земли, во время геомагнитных возмущений, в том числе магнитных бурь, и образуют электромагнитную среду обитания биологических объектов [3].

Сбои гелиогеомагнитных ритмов или появление биотропных внешних датчиков вызывают нарушения в ритмах живых организмов — десинхроноз, подобный тому, который возникает, например, при рассогласовании фаз суточных ритмов после трансконтинентальных перелетов у человека [4].

Эти идеи, очевидно, могли в значительной степени разрешить энергетический парадокс воздействия крайне слабых природных электромагнитных полей на биологические системы. Очевидно также, что неоднородность реакций сложных нелинейных систем на слабые воздействия зависит не только от воздействующего фактора, но и от состояния самой системы.

Лабораторные эксперименты и теории

Начиная с 70-х годов прошлого столетия изучение влияния крайне слабых переменных электромагнитных полей на биологические системы активно ведется в нашей стране и за рубежом. Как правило, эти эксперименты выполняются на фоне постоянного магнитного поля Земли, поэтому в большинстве случаев биологические эффекты слабых переменных полей выз-

ваны воздействием комбинированного магнитного поля.

Согласно опубликованным данным, поля с амплитудами микротеслового и нанотеслового диапазонов при определенных значениях частот (от 0.01 Гц до нескольких десятков герц) способны изменять ферментативную активность клеток крови человека и время ее свертывания, скорость роста раковых клеток, вызывать эпилептические проявления у животных и др.

По имеющимся экспериментальным оценкам, существуют пороговые амплитуды переменных синусоидальных магнитных полей, необходимые для индукции биоэффектов. Однако величина и природа «порогов» для полей различных типов, а также механизмы их влияния на биосистемы еще не определены. Более того, некоторые авторы вообще отрицают воздействие переменных магнитных полей с амплитудой ниже 2—5 мкТ на живые системы и полагают, что сообщения о таких эффектах, скорее всего, ошибочны [5]. Вместе с тем они же считают, что появление надежных данных относительно влияния таких полей на биосистемы следовало бы рассматривать как важнейшее научное открытие.

К настоящему времени получены достаточно убедительные доказательства того, что поля с амплитудами в области микротеслового, нанотеслового и даже пикотеслового диапазонов индуцируют достоверные эффекты в биологических системах. За последние 10 лет в пяти различных лабораториях на одной и той же тест-системе и с использованием однотипных магнитных полей было установлено, что под влиянием микротесловых полей оплодотворенные куриные эмбрионы в два-три раза чаще развивались аномально. Было показано также, что исчезало ингибирующее действие физиологических концентраций мелатонина на рост раковых клеток молочной железы человека в культуре. Эти дан-

ные опровергают принципиальную невозможность индукции эффектов с помощью полей с амплитудами, меньшими 2—5 мкТ. Однако необходимо отметить, что опыты с культурой раковых клеток проводились в специальном ящике, экранирующем внешнее магнитное поле (т.е. постоянное магнитное поле Земли отсутствовало), поэтому делать какие-либо выводы о воздействии микротесловых полей на биообъекты в реальных условиях преждевременно.

В Институте теоретической и экспериментальной биофизики РАН В.В.Леднев с сотрудниками достоверно показали, что комбинированные крайне слабые переменные магнитные поля (с амплитудами микротеслового, нанотеслового и даже пикотеслового диапазонов) на фоне постоянного поля Земли влияют на свойства биологических тест-систем и у животных, и у растений: в частности, на регенерацию ампутированной головной части плоских червей планарий (*Dugesia tigrina*) и на развитие гравитропической реакции в сегментах стеблей льна (*Linum bienne*). Как полагают авторы, в основе биологического действия этих переменных полей лежит частотная модуляция электромагнитного поля, обусловленная прецессией соответствующих магнитных моментов ядер атомов водорода (спинов) в постоянном поле Земли [6]. Причем величина наблюдаемых эффектов зависит от соотношения амплитуды и частоты переменной компоненты полей (рис.4). При определенных соотношениях между частотой и амплитудой переменной компоненты поля амплитуды ближайших к несущей частоте сателлитов могут быть большими даже при очень малых величинах магнитной индукции переменных полей. Возможно, такое перераспределение интенсивности в частотно-модулированном спектре сигнала служит пусковым механизмом в цепи межмолекулярных

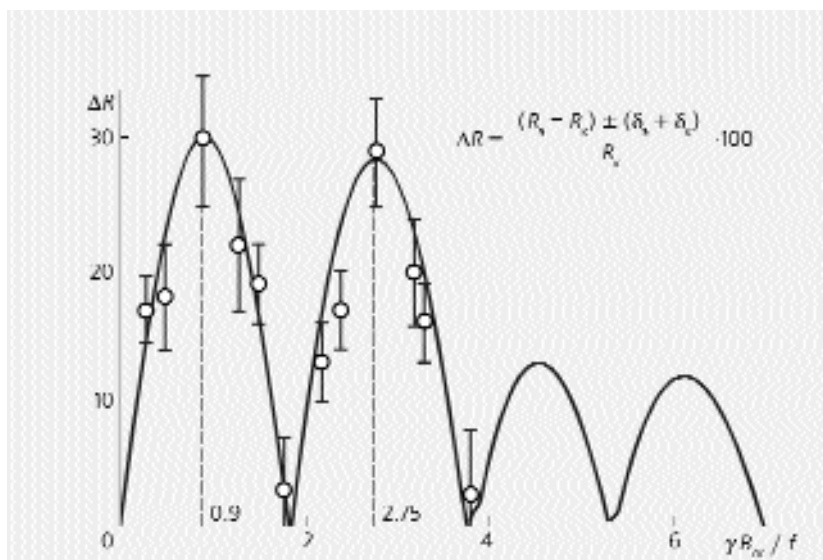


Рис. 4. Зависимость скорости регенерации планарий от индекса модуляции $\gamma B_{AC}/f$. ΔR — относительная разница (%) между средними величинами индексов регенерации в экспериментальных (R_s) и контрольных (R_c) образцах. Индекс регенерации $R = s/S$, где s — площадь бластымы, S — площадь тела планарии. Кривая — теоретически ожидаемая зависимость. Параметры поля: $B_{DC} = 42$ мкТ, $B_{AC} = 1.6$ мкТ, $f_{AC} = 208, 138, 76, 53, 45, 37, 31, 28.5, 25, 21.7, 21, 18$ Гц.

взаимодействий, в конечном счете приводящих к наблюдаемым эффектам.

В.В.Леднев с сотрудниками впервые показали также, что переменные поля с крайне слабой пикотесловой амплитудой (640 пТ) с частотой 10 Гц вызывают существенные по величине биоэффекты в тест-системах. Они наблюдались на фоне магнитного шума на частоте 50 Гц с амплитудой 15 нТ, т.е. более чем в 20 раз превышающей амплитуду воздействующего поля. Эти данные чрезвычайно интересны для оценки возможного биологического действия естественных переменных магнитных полей, например регулярных пульсаций магнитного поля типа Pс1 с амплитудой порядка 100 пТ и частотой от 0.2 до 5 Гц. Согласно простейшим теоретическим оценкам, первичными мишенями пикотесловых низкочастотных полей могут быть магнитные моменты диамагнитных токов атомов и молекул.

Если эти результаты будут

подтверждены в других лабораториях, их можно рассматривать как существенный прорыв в изучении возможного влияния крайне слабых переменных магнитных полей природного и техногенного происхождения на живые системы, и прежде всего, на человека. Однако сегодня еще нет единого мнения по поводу механизма высокой чувствительности биологических объектов к слабым переменным электромагнитным полям. Подробный анализ различных гипотез приведен в статье В.И.Бинги и А.В.Славина [7].

В начале 90-х годов американские специалисты высказали гипотезу, которая объясняет действие магнитных полей их влиянием на биохимические реакции с участием свободных радикалов — элементарных микромагнетиков. Крайне слабые переменные и постоянное магнитное поле Земли могут менять ориентацию спинов неспаренных электронов и тем самым направление реакций и их ре-

зультаты. Такие изменения ориентации возможны только при определенных интенсивностях переменного магнитного поля, когда триплетное состояние радикалов (спины электронов однонаправлены) переходит в синглетное состояние (с противоположной ориентацией спинов), благоприятное для образования новых связей.

Хотя сама по себе эта гипотеза привлекательна, но отечественные биологи относятся к ней скептически. Дело в том, что концентрация свободных радикалов, образующихся в ходе биохимических реакций, слишком мала для того, чтобы слабые флуктуации электромагнитного поля заметно сказались на функционировании органов и систем целостного организма. До недавнего времени не было идей и относительно «мишени» воздействия, обладающей достаточно большим сечением, а также механизма усиления подобных эффектов.

Биологические эффекты микропульсаций геомагнитного поля

Как известно, сердце и сердечно-сосудистая система — одна из «мишеней», отчетливо реагирующих на гелиогеомагнитные возмущения. Об этом говорит достоверное увеличение во время больших магнитных бурь числа инфарктов миокарда и инсультов головного мозга (на 13% и 7.5% соответственно из ~85—90 тыс. случаев).

В клинических исследованиях, проводившихся совместно с НИИ кардиологии им.А.Л.Мясникова, при наблюдении за показателями ЭКГ (по Холтеру) и артериальным давлением у больных, перенесших инфаркт миокарда, установлено, что в некоторых случаях ишемическое изменение ST-сегмента на кардиограмме и возрастание артериального давления происходят сразу после начала маг-

нитной бури (рис.5).

Хорошо известно, что даже в самую сильную геомагнитную бурю изменение магнитного поля не превышает 5–8% от величины главного поля у земной поверхности, и происходит оно довольно медленно (порядка часов). Интенсивность магнитной бури измеряется величиной кольцевого тока в магнитосфере, *Dst*-индексом, который вычисляется для каждого часа мирового времени в нанотеслах как среднее отклонение горизонтальной компоненты геомагнитного поля от спокойного уровня по данным четырех приэкваториальных обсерваторий. Магнитная буря имеет, как правило, три фазы. Положительные значения *Dst* отвечают начальной фазе, резкое уменьшение и появление отрицательных значений — главной, которая длится порой целые сутки. Затем наступает фаза восстановления, продолжающаяся 2–3 сут. Долгое время оставался открытым вопрос, какие именно характеристики магнитных бурь биотропны?

При изучении электрической активности сердца выяснилось, что пульсирующие клетки сердца (пейсмекеры) могут спонтанно синхронизироваться и биться в унисон или внезапно остановить свой ритм под влиянием весьма слабых возмущений, например электрических импульсов в узком диапазоне периодов от 0.18 до 0.21 с. Возникающая при этом фазовая сингулярность может вызвать фибрилляцию сердца, потерю его насосных функций и, как следствие, плохое снабжение кровью мозга, ведущее к катастрофе, т.е. к внезапной смерти [8].

В ряде лабораторных и эпидемиологических исследований показано, что нахождение людей в электромагнитных полях низкой и очень низкой частоты может стабилизировать частоту сердечных сокращений, а также привести к развитию инфаркта и внезапной смерти от аритмии. Эти работы позволили предпо-

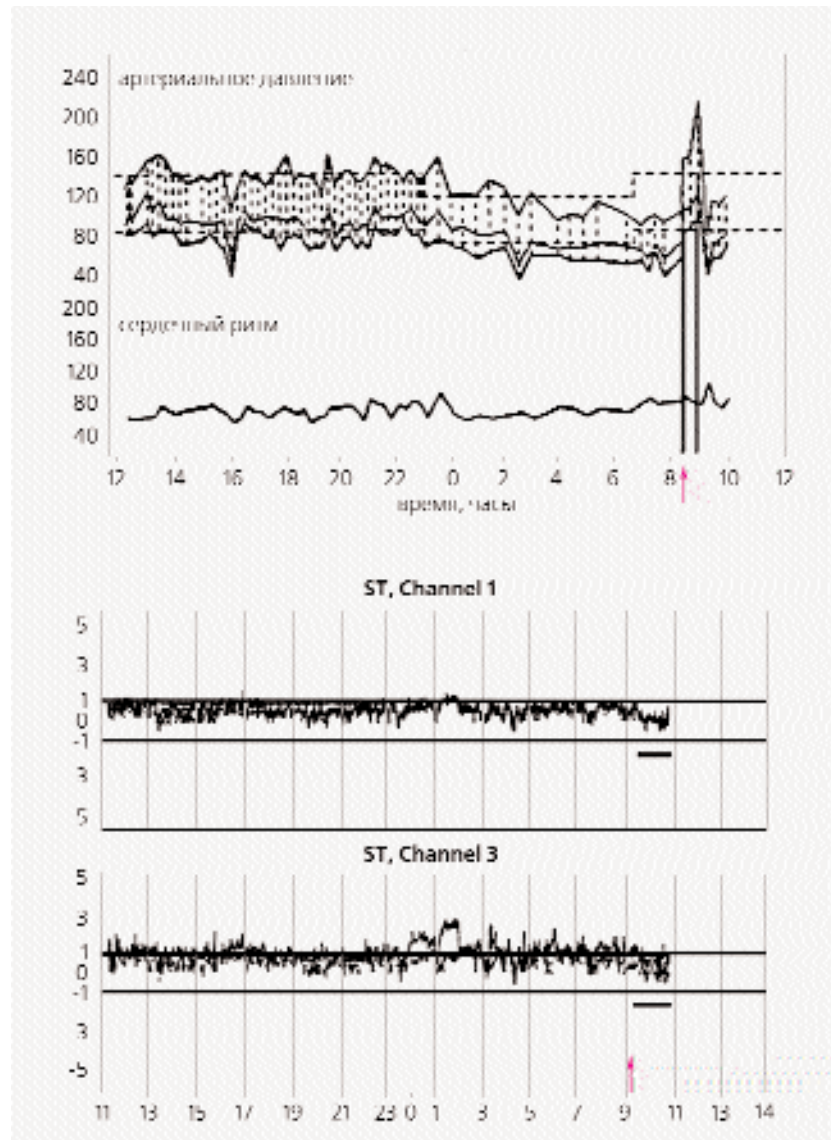


Рис.5. Записи изменений артериального давления и сердечного ритма у пациента 47 лет, страдающего ишемической болезнью сердца. Стрелка соответствует началу геомагнитной бури. Отчетливо виден подъем давления после начала бури. Внизу: непрерывная запись (24 ч) электрокардиограммы в двух отведениях. Эпизоды депрессии ST подчеркнуты.

ложить, что геомагнитные микропульсации с частотой в диапазоне ритмов сердца биотропны. В частности, Pс1-пульсации представляют собой квазисинусоидальные колебания с периодом от 0.2 до 5 с, имеющие модуляцию амплитуды в виде отдельных волновых пакетов длительностью 1–4 мин (рис.6). Pс1 иногда называют «жемчужинами», поскольку их магнитограм-

ма напоминает нитку жемчужного ожерелья. Чаще всего они появляются рано утром (по местному времени) в диапазоне долгот до 120°, после внезапного начала магнитной бури. В средних широтах амплитуды Pс1 пульсаций составляют 10–100 пТ.

В редких случаях Pс1 регистрируются за несколько часов до внезапного начала, особенно

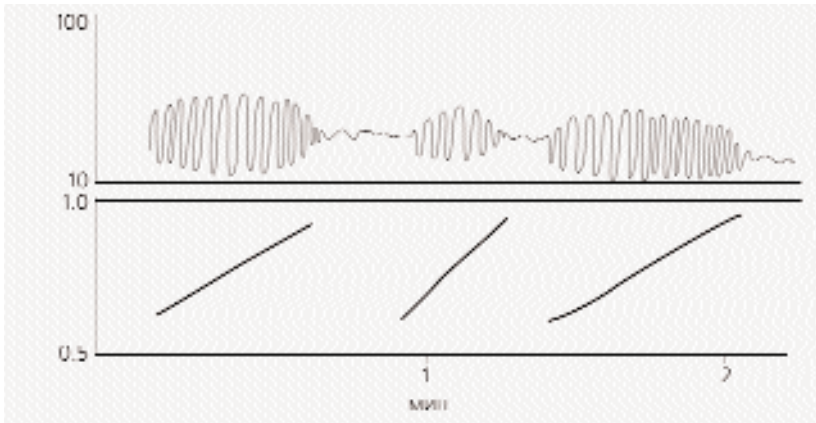


Рис.6. Схема геомагнитных пульсаций Pc1. Вверху — вариации амплитуды (нТ) со временем, внизу — вариации частоты (Гц) со временем.

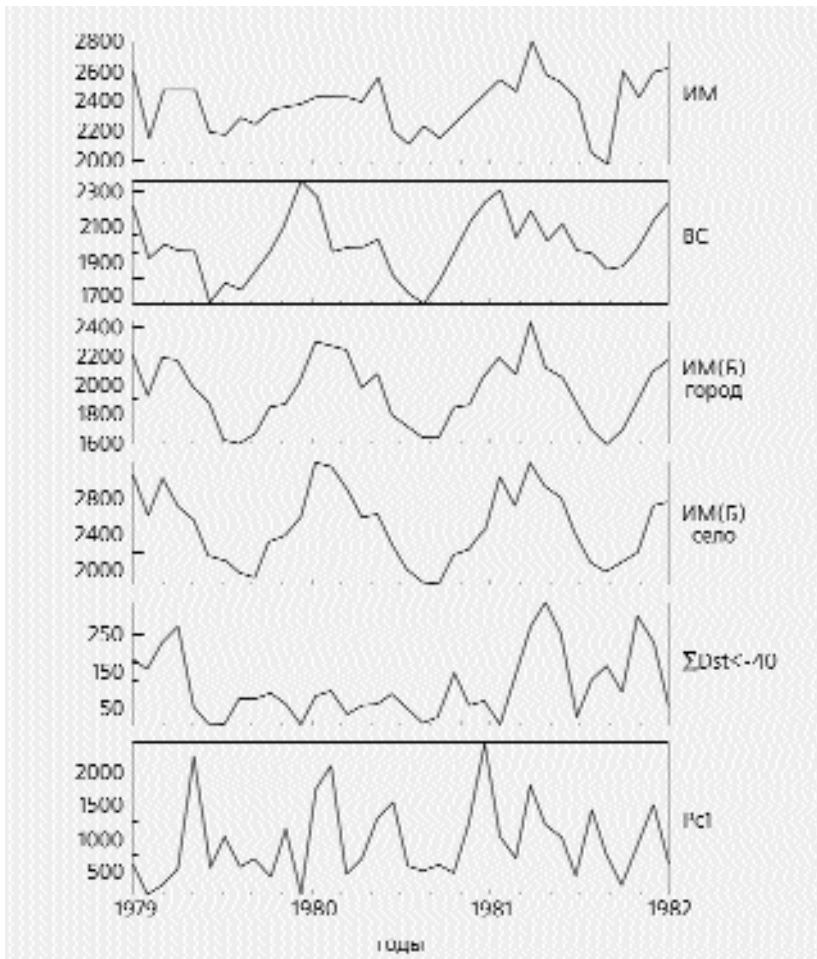


Рис.7. Сопоставление суммарных месячных данных вызовов скорой помощи за 1979—1981 гг. по поводу инфарктов миокарда (ИМ) и внезапной смерти (ВС) в Москве и в Болгарии, отдельно для городов и сел с ежемесячной суммой часов с $Dst < -40$ нТ (что соответствует всем магнитным бурям, от слабых до сильных), а также с суммированной за месяц продолжительностью в минутах геомагнитных пульсаций Pc1 в обсерватории «Борок».

если оно происходит на восстановительной фазе предыдущей магнитной бури. В сезонных вариациях длительности среднеширотных Pc1 пульсаций максимальна в зимнее время.

Мы проанализировали данные о вызовах скорой медицинской помощи в Москве за 1979—1981 гг. по поводу инфарктов миокарда (85.7 тыс. вызовов) и внезапной смерти (71.7 тыс. вызовов) и сопоставили их с данными наблюдений геомагнитных пульсаций Pc1 в геофизической обсерватории «Борок» ИФЗ РАН [9]. Кроме того, были учтены данные о внезапной смерти от инфарктов по Болгарии. В качестве планетарной характеристики геомагнитной возмущенности использовались индексы Dst . Данные для Москвы и для Болгарии имеют удивительное сходство.

В Москве меньше всего вызовов скорой помощи по поводу инфаркта и внезапной смерти оказалось летом. Этот минимум нельзя связать с летними отпусками и выездом значительной части населения за город, поскольку та же закономерность отмечена в Болгарии и для городского, и для сельского населения. Коэффициент линейной корреляции между московскими и болгарскими данными составил 0.74. Значит, сезонный ход инфарктов — минимальный летом и максимальный зимой — характерен для различных районов и скорее всего определяется какой-то общей причиной.

Хорошо известно, что геомагнитные бури чаще всего происходят весной и осенью. В то же время продолжительность Pc1 явно увеличивается в зимние месяцы (рис.7). Для доказательства связи между количеством инфарктов и длительностью Pc1 мы сопоставили anomalously large and anomalously small frequency of emergency calls for myocardial infarction with the duration of Pc1 in these days. Оказалось, что из 67 случаев anomalously large number of calls in 46 (69%) одновременно

регистрировались геомагнитные пульсации Pc1, причем в более чем половине случаев они продолжались в течение двух дней — в предшествующий и текущий дни.

При изучении биоэффективности разных фаз магнитных бурь по данным об аномальном числе инфарктов выяснилось, что почти половина таких случаев наблюдалась в восстановительную фазу, около 10% в главную и примерно столько же — в день внезапного начала бури, причем такая же закономерность характерна для геомагнитных пульсаций.

За 1979—1981 гг. было зафиксировано 129 магнитных бурь с внезапным началом, которые отличались по интенсивности и длительности. Из 22 зимних бурь в 15 (68%) было аномально большое число инфарктов. Из зарегистрированных летом 32 бурь в 20 были Pc1, и только в одной буре наблюдалось аномально большое число инфарктов (рис.8)

Таким образом, можно предположить, что именно Pc1 могут вызывать столь серьезную патологию сердечно-сосудистой системы. Однако летом существует фактор, нейтрализующий негативное влияние геомагнитных возмущений и сопутствующих им пульсаций Pc1.

В последние годы все большее внимание привлекают сведения о важной регуляторной роли шишковидной железы (эпифиза) и его основного гормона мелатонина в различных физиологических функциях человеческого организма [10]. Известно, что продукция мелатонина, зависящая от продолжительности светлого и темного времени суток, вызывает суточные и сезонные перестройки в организме человека и животных. Велика роль мелатонина в сезонном ходе обострения заболеваний внутренних органов и, в частности, сердечно-сосудистых, в результате рассогласования эндогенного ритма мелатонина и ритмов внешней

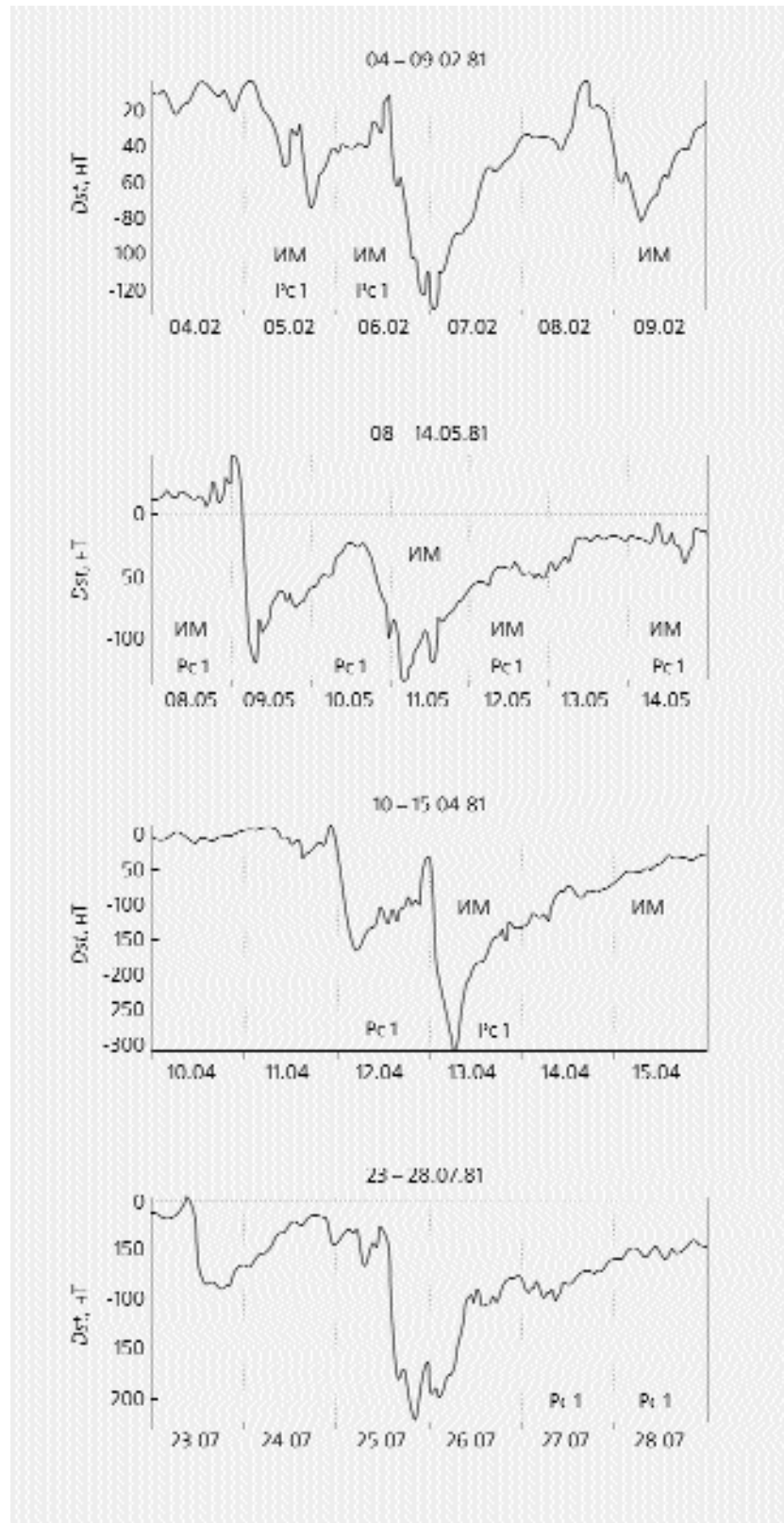


Рис.8. Записи нескольких магнитных бурь, во время которых наблюдались геомагнитные пульсации Pc1 и аномально большое число инфарктов: два верхних графика — умеренные бури, два нижних — сильные, из которых верхний график — зима, а нижний — лето.

среды (десинхроноза). У таких больных синтез мелатонина резко уменьшен, особенно в ночное время. Может быть, в обнаруженном нами совпадении сезонных вариаций обострений инфарктов и длительности геомагнитных колебаний Pc1 важную роль играют сезонные вариации синтеза мелатонина. Зимой, когда подавлена суточная

ритмика продукции мелатонина, организм приходит в неустойчивое состояние, и поэтому даже слабые магнитные бури в сочетании с Pc1 могут приводить к сердечно-сосудистой патологии.

Таким образом, в последние годы достигнуты серьезные успехи в изучении биологического воздействия слабых перемен-

ных геомагнитных полей. Несомненно прогрессу исследований способствуют обсуждения различных аспектов гелиобиологии на заседаниях секции, поскольку помогают взаимопониманию и обмену мнениями специалистов различных специальностей (физиков, биологов, медиков, экспериментаторов и теоретиков), вовлеченных

Литература

1. Бреус Т.К. Биологические эффекты солнечной активности // Природа. 1998. №2. С.76—88.
2. Бреус Т.К., Рапопорт С.И. Магнитные бури. Медико-биологические и геофизические аспекты. М., 2004.
3. Breus T.K., Golishev S.A., Ivanova S.V. et al. Influence of the interplanetary magnetic field on human health // Solar Terrestrial Energy Program, COSPAR Colloquia series V.5 / Eds D.N.Baker, V.O.Papitashvili. W., 1994. P.581—605.
4. Breus T., Cornelissen G., Halberg F. et al. // Annales Geophysicae. 1995. V.13. P.1211—1222.
5. Adair R.K. // Physical Rev. 1991. A43. №3. P.1039—1048.
6. Леднев В.В., Белова Н.А., Рождественская З.Е. и др. // Геофизические процессы и биосфера. 2003. Т.2. №1. С.3—11.
7. Бинги В.И., Славин А.В. // Успехи физ. наук. 2003. Т.183. №3.
8. Winfree A.T. // Springer. 2001. V.12. P.777.
9. Клейменова Н.Г., Козырева О.В., Бреус Т.К., Рапопорт С.И. // Биофизика. 2005 г.
10. Мелатонин в норме и патологии / Ред. Ф.И.Комаров, С.И.Рапопорт, Н.К.Малиновская, В.Н.Анисимов. М., 2004.

Коротко

В пещере Гейзенклёстерле, расположенной на юге Германии, найдена флейта из кости мамонта. Ее возраст определен в пределах 30—35 тыс. лет. Ранее в этой же пещере были обнаружены две флейты из костей лебедя и многочисленные фигурки из кости мамонта. Изготавливавшие эти поделки умельцы жили в конце последнего ледникового периода, когда Европу одновременно населяли и неандертальцы, и люди уже современного типа.

Sciences et Avenir. 2005. №696. P.32 (Франция).

Консервативно настроенные круги Италии, поддерживаемые католической церковью, требовали устранить программы по изучению эволюции видов в начальных и средних учебных заведениях страны. Од-

нако в 2004 г. протесты ученых и передовых членов общества возымели свое действие: преподавание дарвинизма и его современных положений восстановлено во всех школах страны.

Министр образования Италии Л.Моратти попросила известного ученого из Института биологии клетки в Риме, лауреата Нобелевской премии Р.Левин-Монтальчини возглавить специальную комиссию, которая представит правительству новый конкретный план преподавания дисциплин, связанных с проблемой развития жизни на Земле.

Science. 2004. V.304. №5672. P.809 (США).

Измерение концентрации взвешенных наносов (что необходимо при решении экологических, гидрологических и

других задач) сегодня производится трудоемким и дорогостоящим методом — путем взвешивания сухого остатка. По мнению А.В.Илларионова (Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург), наиболее перспективен предлагаемый им оптический метод, в основе которого лежит измерение интенсивности светового потока, рассеянного на взвешенных частицах.

Результаты опытных измерений сопоставлены с традиционным весовым способом — расхождение не превышает 20%. Возможность проводить экспресс-измерения предполагает получение большого экономического эффекта.

Тезисы докладов VI Всероссийского гидрологического съезда. Секция 1. СПб., 2004. С.47—48 (Россия).