

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ И МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНЫХ БУРЬ НА САМОЧУВСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА

Делюков А. А.<sup>1</sup>, Захаров И. Г.<sup>2</sup>, Никонов В. В.<sup>3</sup>, Тырнов О.Ф.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко

<sup>2</sup> Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина

<sup>3</sup> Харьковская медицинская академия последипломного образования

На основе комплексного подхода с учетом изменений в солнечном ветре, в магнитном поле, атмосфере и биосфере Земли исследована реакция организма человека на магнитные бури и изменения погоды по данным за 1997-2001 гг. Показано, что физическим фактором воздействия в обоих случаях могут быть сверхнизкочастотные флуктуации атмосферного давления в диапазоне 0.01-0.1 Гц, характер воздействия которых может существенно зависеть от типа флуктуаций: хаотических или гармонических.

### 1. Введение

Среди природных факторов для жизнедеятельности человека наибольшее значение имеют метеорологические и гелиогеофизические факторы. Действие метеофакторов (температура, давление и др.) на организм подробно изучалось. Отмечается, что наиболее важным для самочувствия является тип погоды [1], а не изменение отдельных параметров. Показано, что физическим фактором действия погоды на организм могут быть флуктуации атмосферного давления (ФАД) в диапазоне сверхнизких частот [9, 10]. ФАД представляют собой шум атмосферы, сопровождающий многие природные явления [11]. Кроме локальных турбулентных ФАД, в атмосфере на большие расстояния могут распространяться волны — инфразвук и внутренние гравитационные волны [12]. Амплитуда ФАД может превышать порог чувствительности организма человека к инфразвукам (70-90 дБ, или 0.06-0.6 Па [13]). Вероятный путь действия инфразвука на центральную нервную систему — через рецепторы аппарата внутреннего уха.

К космическим факторам относят природные электромагнитные поля, ультрафиолетовое и рентгеновское излучение Солнца, космические лучи и ряд других. Биологические эффекты их влияния на организм надежно не установлены, поэтому вместо действия отдельных факторов обычно исследуют зависимость состояния организма от солнечной активности (СА) и связанной с ней "космической погоды" [2].

Несмотря на многочисленные статистические данные о влиянии космической и тропосферной погоды на человека, исследователи пока не пришли к единому мнению о возможных механизмах влияния. В странах Западной Европы и США основное внимание уделяют роли тропосферных процессов [3]. Хотя их влияние на биосферу не вызывает сомнения, на основе метеоподхода трудно объяснить значительные колебания заболеваемости, часто синхронные в разных регионах, при том что размах колебаний погодных показателей обычно находится в пределах адаптационных возможностей орга-

низма. В странах бывшего СССР основным влияющим фактором считают микропульсации геомагнитного поля [2], близкие по частоте биопотенциалам головного мозга и сопровождающие большинство геомагнитных возмущений.

События на Солнце через изменения в солнечном ветре и в магнитосфере Земли могут оказывать воздействие на атмосферу и, соответственно, на погоду [4, 5]. В результате влияние космических и погодных факторов на организм может быть в значительной мере синхронизировано. Это обстоятельство почти не учитывается в проводившихся ранее исследованиях. Цель данной работы – сопоставить изменения солнечных, геомагнитных, метеорологических и биологических показателей и на этой основе указать наиболее вероятный механизм воздействия.

## 2. Методика

Для исследования использованы ежедневные данные о вызовах скорой помощи в Харькове: общее число и по нозологическим группам, в том числе с учетом возраста. Ниже будут приведены примеры для острых инфарктов миокарда (ОИМ) и бронхиальной астмы (БА). Большое число вызовов в день (в среднем не менее 800) позволяет повысить достоверность выводов, но дает мало информации о процессах в отдельном организме. Поэтому использованы также данные о субъективной оценке самочувствия в баллах: 0 — хорошее, 1 — ухудшение, которое почти не отражается на повседневной деятельности, 2 — ухудшения, мешающие повседневной деятельности, но не прерывающие ее, 3 — постельный режим. Привязка к повседневной деятельности способствует объективизации оценок самочувствия по сравнению с оценками типа “хуже среднего – среднее – лучше среднего”.

Об интенсивности жизненных процессов в организме судили по длине лунок ногтей. Этот издавна известный показатель в наше время получил солидное научное обоснование. Согласно данным исследований кровотока в капиллярах ногтевого ложа [6], интенсивность кровотока не только существенно отличается у больных и здоровых людей, но и испытывает заметные изменения у одного и того же человека при адаптации организма к умеренному воздействию внешних факторов, включая эффекты МБ. Длина лунки отражает скорость роста ногтя и — косвенно — интенсивность метаболизма [7]. Приблизенность оценки метаболизма по лункам ногтей компенсируется возможностью длительных ежедневных регистраций с их последующей обработкой статистическими методами. Из всех данных, полученных разными добровольцами, здесь представлены наиболее типичные.

В качестве интегрального показателя атмосферных процессов использован погодный индекс  $I_W$  [8], который дает комплексную оценку облачности и осадков в баллах.  $I_W$  изменяется от 0 в ясную погоду (антициклоны) до 6 в дни с очень сильными осадками (циклоны). Значения  $I_W$  определяли в Харькове.

Мониторинг амплитуды ФАД (в относительных единицах) в диапазоне 0.01–0.1 Гц выполнен в Киеве; 100 отн. ед. соответствуют средней амплитуде ФАД около 9 Па.

Ежедневные среднесуточные значения ФАД и  $I_w$  сопоставляли с соответствующими показателями СА, медицинскими и биологическими данными. Исследования проведены по данным за 1997–2000 годы. Связи между переменными изучали методами корреляционного анализа и наложенных эпох. Для оценки достоверности результатов, получаемых методом наложенных эпох, применяли  $t$ -тест и дисперсионный ранговый анализ Фридмана.

### 3. Результаты и обсуждение

Пример поведения рассматриваемых переменных в окрестности МБ показан на рис. 1. Усредненное проведено для 20 МБ в 1998 г., в качестве репера (“нулевого” дня) выбран первый день с высокими значениями  $A_p$ . Аналогичные результаты получены и по данным за другие годы. Видно, что атмосферные, медицинские и биологические показатели изменяются сходным образом, дважды достигая максимума – в начале и в конце МБ. Ухудшения самочувствия, по субъективным оценкам, наблюдаются одновременно с увеличением числа вызовов или на день раньше, увеличение длины лунок – одновременно или на день позже. Существенно, что длина лунок и уровень метаболизма у здоровых людей изменяется значительно сильнее (в несколько раз), чем у больных, а у одного и того же человека при хорошем самочувствии — заметно сильнее, чем при плохом.

Для отдельных нозологических групп (на рисунке не показаны) соотношение амплитуд первого и второго максимумов может изменяться. Для ОИМ в пожилом возрасте проявляется в основном первый максимум (он же был наибольшим среди всех показателей: +34 %), для числа обострений БА — второй. О неслучайном характере изменения относительной высоты максимумов указывают также результаты расчетов для 27-суточных солнечных циклов, связанных с вращением Солнца, где, несмотря на другие временные масштабы, отмеченные тенденции полностью сохраняются.

Обнаруженные закономерности являются значимыми на уровне  $p = 0.05$  для атмосферных показателей,  $p = 0.10$  для индивидуальных данных и  $p = 0.002$  для числа вызовов. Для отдельных нозологических групп результаты являются значимыми на уровне  $p = 0.05$  при объеме данных 20 и более в сутки.

Поведение метеорологических показателей ФАД и  $I_w$  в периоды МБ оказались сходным с установленным ранее [14], что указывает на устойчивый характер их связи с изменениями условий в околоземном пространстве и свидетельствует о значительной синхронизации процессов в тропосфере Земли под влиянием СА. Судя по поведению медицинских показателей, упомянутая синхронизация затрагивает и биосферу. Обращает на себя внимание удовлетворительное соответствие результатов, полученных из анализа статистических данных большого города и показателей одного человека, при этом размах относительных изменений для отдельного человека более значителен.

Синхронные изменения космофизических и метеорологических показателей затрудняет выявление влияющего на организм физического фактора. Вместе с тем, оче-

видно, что не все изменения погоды можно связать с влиянием СА, что дает возможность оценить самостоятельную роль погодных явлений. Для этого были проведены расчеты для случаев резкого изменения погоды (увеличение  $I_W$ ) на фоне спокойного магнитного поля. Пример результатов для 1997 г., когда число МБ было невелико, приведен на рис. 2. По данным за другие годы результаты аналогичны, но менее очевидны из-за невозможности полного устранения эффектов частых МБ.

Резкое изменение погоды привело к изменению субъективных оценок самочувствия и некоторому росту числа ОИМ в пожилом возрасте (на рисунке не показаны); для всех других биологических показателей достоверных изменений вблизи дней резкой смены погоды не установлено. Кратковременные колебания числа вызовов и ОИМ имеют разный вид в отдельных сериях расчетов и также не могут быть отнесены к погодным эффектам.

Изменения самочувствия по субъективным оценкам при отсутствии изменений в уровне метаболизма и в уровне заболеваемости указывает на то, что изменения погоды представляют для организма ощутимую, но не чрезмерную нагрузку, к которой организм приспосабливается без существенных отрицательных последствий.

Вместе с тем, судя по первой группе расчетов, организм откликается даже на сравнительно слабые изменения в окружающей среде в целом. Из этого следует, что организм активно использует ритмы внешней среды для "настройки" своей внутренней структуры. В наибольшей мере на активный характер отклика указывает большой эффект в изменении длины лунок у здоровых людей. Однако при наличии некоторых нарушений в организме такая активизация может привести к неблагоприятным последствиям. Показательным в этом отношении является рост числа обострений БА. БА часто встречается в молодом возрасте, когда изменения уровня метаболизма более выражены [15], а одной из основных форм является метаболическая, связанная с функциональной блокадой р-адренергических рецепторов.

При значительных нарушениях в организме (в нашем случае ОИМ в пожилом возрасте) любые изменения внешней среды могут оказаться неблагоприятными.

Сходство поведения биологических и атмосферных показателей в окрестности солнечно-обусловленных событий позволяет предположить, что атмосферные возмущения, и в частности ФАД, могут быть одним из посредников между активными процессами на поверхности Солнца и организмом человека. Основанием для этого являются, с одной стороны, связи между уровнем ФАД и факторами СА, а с другой — способность ФАД вызывать физиологические эффекты [9, 10]. Результаты экспериментов [9, 10] позволяют также объяснить отсутствие эффекта для изолированных погодных явлений. Показано, что гармонические флуктуации ФАД благоприятны для организма, хаотические — неблагоприятны. Поскольку синхронные изменения в окружающем пространстве связаны преимущественно с волновыми процессами, изменения ФАД будут благоприятны для повышения уровня метаболизма, тогда как хаотическим ФАД, связанным с прохождением погодных фронтов, организм будет противостоять, так что вы-

раженный отрицательный эффект может быть получен только при значительном нарушении адаптационных возможностей организма. В начале МБ хаотические процессы более вероятны, чем в конце, что позволяет объяснить также особенности изменения заболеваемости в отдельных нозологических группах в начале и в конце МБ.

Таким образом, гипотеза об участии атмосферных возмущений в передаче влияния активного Солнца на живые объекты получает сильные подтверждения. Это, тем не менее, не исключает возможной роли других факторов, прежде всего геомагнитных пульсаций, интенсивность которых реагирует на солнечно-обусловленные события подобно интенсивности ФАД. Однако в настоящее время роль геомагнитных пульсаций обсуждать преждевременно, так как биологические эффекты столь слабых колебаний магнитного поля (1-100 нТл) нуждаются в более обстоятельном изучении.

#### 4. Заключение

Процессы на Солнце могут вызвать существенную синхронизацию в изменении магнитосферных, тропосферных и биосферных показателей. В частности, уровень возмущенности атмосферы и биологические показатели демонстрируют сходное поведение с двумя максимумами как в окрестности МБ, так и в течение 27-суточного оборота Солнца вокруг своей оси. Для отдельных нозологических групп увеличение числа заболеваний может происходить преимущественно либо в начале МБ (ОИМ в пожилом возрасте), либо в конце бури (БА, заболевания разного генеза в молодом возрасте).

В то же время изолированные изменения погоды, не связанные с согласованными изменениями в околоземном пространстве, не приводят к заметным изменениям уровня заболеваемости и физиологических показателей, кроме отдельных групп населения, у которых можно допустить значительное нарушение адаптационных реакций. Видимо, организм активно реагирует на периодические изменения в окружающей среде и использует их для гармонизации внутренней структуры, но при этом противостоит хаотическим деструктивным воздействиям. В первом случае возможные неблагоприятные воздействия являются результатом активизации неидеального организма, во втором – процессами дизадаптации.

Сверхнизкочастотные ФАД могут быть одним из основных факторов, передающих влияние СА и других внешних факторов на организм человека, при этом роль гармонических и хаотических флуктуаций может существенно различаться.

Авторы (2) благодарят НТЦУ за поддержку, грант № 1772.

1. Моисеева Н. И., Любичкий Р. Е. Воздействие гелиогеофизических факторов на организм человека. – Л.: Наука, 1986. 136 с.
2. Владимирский Б. М., Темурьянц Н. А. Влияние солнечной активности на биосферу-ноосферу (Гелиобиология от А.Л.Чижевского до наших дней). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. 374 с.
3. Hoeppe P. New Approaches to Find Causal Agents of Weather Related Health effects. *Int. Crimean Seminar "Cosmos and Biosphere"*, Abstracts, Oct. 1-6, 2001. Partenit, Ukraine, 2001. P. 6-7.
4. Bucha V. Influence of Solar Activity on Atmospheric Circulation Types // *Ann. Geophys*, vol. 6, 1988, pp. 513–524.
5. Логинов В.Ф., Шерстюков Б. Г., Высотский А. М. Проявление 27-дневного солнечного цикла в нижней атмосфере // *Труды ВНИИГМИ-МЦД*, вып. 37, 1987, с. 97-112.
6. Гурфинкель Ю. И., Любимов В. В., Ораевский В. Н. и др. Влияние геомагнитных возмущений на капиллярный кровоток у больных ишемической болезнью сердца // *Биофизика*, т. 40, 1995, с. 793-799.
7. Захаров И. Г, Тырнов О. Ф. К вопросу о количественной проверке нетрадиционных методов диагностики // *Вестник Харьковского нац-го ун-та им. В.Н. Каразина. Медицина*, т. 523, вып. 2, 2001, с. 84-90.
8. Захаров И. Г., Тырнов О. Ф. О связи изменений солнечной активности и типов атмосферной циркуляции в Восточной Европе. *Материалы конгресса "Биометеорология человека"* С.- Петербург, 18–22 сентября 2000 г. СПб., Гидрометеоиздат, 2000, с. 151-152.
9. Delyukov A., Didyk L. The Effects of Extra-Low-Frequency Atmospheric Pressure Oscillations on Human Mental Activity // *Int. J. Biometeorol.*, vol. 43, 1999, pp. 31-37.
10. Дидык Л. А., Делюков А. А., Горго Ю. П., Семенова И.А. Влияние инфранизких колебаний атмосферного давления на показатели произвольного внимания // *Физиология человека*, т. 26, 2000, с. 328-333.
11. Госсард Э. Э., Хук У. Х. Волны в атмосфере. – М., Мир, 1978, 532 с.
12. Романова Н. Н., Якушкин И. Г. Внутренние гравитационные волны в нижней атмосфере и источники их генерации (Обзор) // *Изв. РАН. Физика атмосферы и океана*, т. 31, 1995, с. 163-186.
13. Broner N. The Effects of Low Frequency Noise on People - a Review // *J. Sound and Vibr.*, vol. 58, 1978, pp. 483-500.
14. Делюков А. А., Захаров И. Г., Рагульская М. В. Сравнительный анализ отклика атмосферных и физиологических показателей на солнечные и солнечно-обусловленные события // *Крымский международный семинар «Космос и биосфера: Физические поля в биологии, медицине и экологии»*: Тез. докл. 1-6 октября 2001 г. Партенит, Крым, Украина. 2001, с. 92-94.
15. Freye H.-A. *Humanokologie*. Jena, VEB Gustav Fischer Verlag, 1986, 433 s.

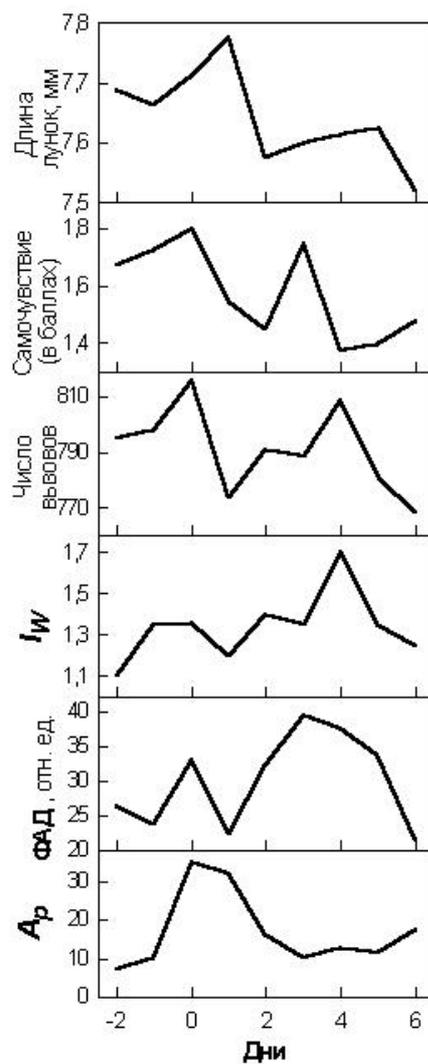


Рис. 1. Изменение метеорологических и биологических показателей в окрестности МБ (1998 г.)

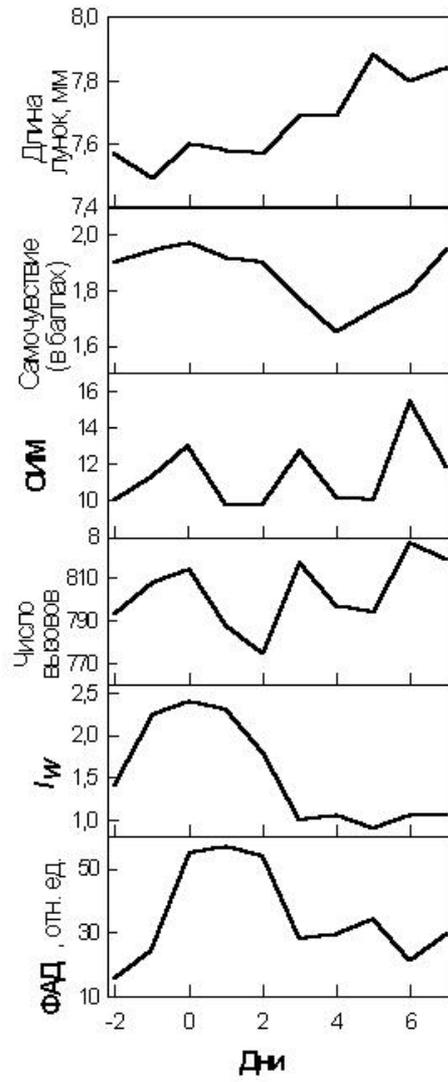


Рис. 2. Изменение метеорологических и биологических показателей в случае резкой смены погоды при отсутствии геомагнитных возмущений (1997 г.)