

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Ответ на письмо А.Ю. Гросберга в редакцию УФН

В.Н. Бинги, А.В. Савин

PACS numbers: 87.50. – a

От редколлегии

Публикацией этого ответа закрывается на страницах журнала *УФН*, во всяком случае, на этом этапе, дискуссия по механизмам воздействия слабых электромагнитных и магнитных полей на живые системы. Ясно, что указанная область биофизики требует дальнейших экспериментальных и теоретических исследований. *Вместе с тем, эта область для УФН является далекой от основной тематики. Поэтому естественно посоветовать авторам проводить дальнейшую дискуссию по этой проблеме на страницах специальных биофизических журналов, публикующих статьи по воздействию слабых магнитных полей и неионизирующих излучений на биосистемы.*

Недавно в *УФН* был опубликован наш обзор по магнито-биологии [1], вызвавший критические замечания А.Ю. Гросберга [2] (далее в тексте А.Г.). Цель настоящего комментария — указать на ошибочность критики.

1. Сравнивать постоянные и переменные магнитные поля по их потенциальному биологическому действию, как это делает А.Г., нелогично. Польза или вред зависят не только от излучений, но и от условий их применения — доз, частот, времени, сочетаемости с другими воздействиями, а также от физиологического состояния организма.

2. Физическая природа явления биологических эффектов как низкочастотных, так и микроволновых полей до сих пор остается загадкой. Электромагнитные поля, считающиеся безопасными в стандартах разных стран, различаются в 10–1000 раз в зависимости от частотного диапазона.

3. Помещая магнитобиологию в "список наук со сомпрометированной репутацией", А.Г. ссылается на книгу Р. Парка *Шаманство от науки. Дорога от глупости к мошенничеству* [3]. Эта книга, по мнению А.Г., подтверждает мысль, что все исследователи в области магнитобиологии не способны грамотно поставить эксперимент либо являются мошенниками, стремящимися сохранить финансирование якобы ненужной обществу работы.

В.Н. Бинги. Институт общей физики РАН,
119991 Москва, ул. Вавилова 38, Российская Федерация
Тел. (095) 216-48-19. Факс (095) 135-01-58
E-mail: info@biomag.info

А.В. Савин. Институт химической физики РАН,
119991 Москва, ул. Косыгина 4, Российская Федерация
Тел. (095) 939-75-15. Факс (095) 137-82-84
E-mail: asavin@center.chph.ras.ru

Статья поступила 25 августа 2004 г.,
после доработки 2 февраля 2005 г.

Заметим, что текст книги Парка не содержит слова "магнитобиология" (magnetobiology); имеющаяся в ней глава посвящена обсуждению известной гипотезы о том, что линии электропередач вызывают онкологические заболевания. Парк разбирает две-три конкретные работы эпидемиологов и отмечает их недостатки. В беллетристической манере им рассказано о беспокойстве населения, вызванном чересчур драматизированными газетными публикациями о спорных результатах эпидемиологических исследований. В своем рассказе Парк занимает крайнюю позицию, ссылаясь лишь на те эпидемиологические исследования, которые не подтверждают корреляции между уровнем фонового ЭМ излучения и онкологическими заболеваниями и согласуются с его позицией. Критикуются хронологически первые и слабые работы в этой области. Парк, чтобы убедить читателя в своей правоте, привлекает мнение авторов оригинальных эпидемиологических исследований и их рецензентов — разумеется, тех, кто никакой корреляции не обнаружил. Однако там же, в США, есть и другое, противоположное мнение [4]. Если вероятность только онкологических заболеваний вследствие повышенного ЭМ фона будет увеличена всего лишь на 1 %, то потери 50-миллионного населения страны могут составить до тысячи человек в год. Малые в определенном смысле биологические эффекты могут приводить к значительным социальным последствиям. В прояснение этой проблемы вовлечены промышленные предприятия и правительства многих стран мира¹.

4. Помимо эпидемиологических выполнено множество лабораторных исследований, подтверждающих, что тепловые эффекты существуют как явление². Работ же, в

¹ Приблизительные расходы некоторых развитых стран на исследования в области электро- и магнитобиологии: Всемирная организация здравоохранения, 1996–2005 гг. — 6 млн долл.; Европейская Комиссия и национальные институты Швеции, Австрии, Финляндии, Германии, Франции, 1998–2002 гг. — 20 млн долл.; Департамент энергетики США и Национальный институт здоровья и окружающей среды США, 1994–1998 гг. — 65 млн долл.; Комиссия по коммунальным услугам США, с 1993 г. — 7 млн долл.; Исследовательский центр военно-воздушных сил США, 2002 г. — 5 млн долл.; исследования по ЭМ дозиметрии и раку, Франция — 1 млн евро в год; Министерство почты и телекоммуникаций Японии, 2000–2001 гг. — 5 млн долл.; Совет по прикладным исследованиям Дании, проект "Неионизирующая радиация", 2004–2006 гг. — 4 млн евро и т.д. (по материалам Интернета, "Bioelectromagnetics Newsletter" и "Micro-wave News").

² Трудно поверить в то, что Парк, грамотный физик, решивший прокомментировать ситуацию в 2000 г., не был осведомлен о результатах десятилетних экспериментальных исследований в США

которых наблюдали биологическую эффективность очень слабых ЭМП, заведомо не вызывающих нагрева, как низкочастотных, так и микроволн, действительно много.

5. Если признать существование нетепловых эффектов, то надо пересматривать не только множество уже принятых стандартов электромагнитной безопасности, но и саму основу, на которой они строились. Трудно представить необходимый уровень финансовых затрат, связанных с этим пересмотром. Это и есть причина, по которой столь стойко сопротивляются оппоненты магнитобиологии: уходят от конструктивного обсуждения, ограничиваясь критикой откровенно спорных работ.

6. Авторы обзора [1] не считают себя специалистами в эпидемиологических исследованиях и не могут знать, насколько однозначно интерпретируются их результаты. Обзор [1] отнюдь не претендовал на вовлечение читателя в диспут о вреде или пользе ЭМ полей. Авторы хотели показать, что нетепловые эффекты не противоречат общей физике; их существование не должно зависеть от результатов эпидемиологических исследований.

7. Качество экспериментов в магнитобиологии может вызвать сомнение только у тех, кто отягощен предвзятым мнением и не имеет опыта работы в данной области. Надо отметить, что понятие воспроизводимости не абсолютно, что в каждом конкретном случае определяют, о какой воспроизводимости идет речь. Это имеет место во всех науках, а не только в магнитобиологии. В физике, например, никого не удивляет, что результаты квантовых измерений или фотографии треков элементарных частиц не всегда повторяются. Поскольку существуют вероятностные процессы, то процедура усреднения всякий раз оговаривается.

8. Магнитобиология характерна тем, что условия проведения экспериментов (все существенные для результата факторы) не могут быть воспроизведены в разных лабораториях, главным образом из-за неизвестной природы нетепловых магнитобиологических эффектов. Поэтому процедура усреднения в магнитобиологии пока полностью не определена. Еще не ясно, на каком множестве наблюдений следует проводить усреднение. Однако предприняты серьезные усилия к воспроизведению нетепловых эффектов в разных лабораториях. Так, действие ЭМП на активность мелатонина (гормона, участвующего в регуляции иммунитета и способности организма человека противостоять развитию онкологических заболеваний) исследовали более чем в десяти лабораториях; в пяти лабораториях возникал статистически значимый эффект.

9. Что касается других замечаний А.Г. [2], то нет смысла полемизировать. Ограничимся лишь одной иллюстрацией. А.Г. пишет: "Авторы постулируют наличие внутри белковых глобул вакуумных полостей размером 30 ангстрем или больше, а также возможность вращения молекулярной группы вокруг пары точно соосных σ -связей практически почти совсем без диссипации". Это не так: вращение молекулярной группы практически без диссипации не постулировано нами, а численно продемонстрировано на компьютере в рамках молекулярной динамики группы, вращающейся во флуктуирующем потенциале низкой симметрии. "Точной соосности" здесь не требуется. Отклонение от соосности ведет к появлению во вращательном потенциале дополнительного низкосимметричного члена. Вклад отклонений от аксиальной симметрии в интерферен-

ционный эффект разобран нами в [5, 6]. Под действием такого возмущения появляется группа одинаковых зеэмановских мультиплетов вместо одного невозмущенного, что не влияет на интерференцию. Кроме того, рассматриваемое локализованное вращение по существу является ротационным бризером, т.е. одним из типов локализованных нелинейных колебаний, теория которых активно развивалась в последнее десятилетие [7, 8]. Отсутствие заметной диссипации для таких возбуждений объясняется их сильной нелинейностью. Вместе с тем мы понимаем, что наша модель является лишь первым приближением и требует более детального изучения и дальнейшего развития. Подчеркнем, что теория интерференции угловых молекулярных состояний, конечно, не является окончательным решением проблемы, но представляет существенный шаг в направлении ее решения.

10. Приятно было прочитать мнение нашего оппонента о том, что теория интерференции угловых молекулярных состояний неопровержима: "Можем ли мы доказать невозможность когерентного молекулярного гироскопа? Скорее всего — нет..." Теоретически неопровержимых и одновременно обладающих большой предсказательной силой моделей немного. В электромагнитобиологии, помимо интерферирующего гироскопа, нам известна только одна — модель Фрелиха коллективных дипольных возбуждений [9]. Созданная более 30 лет назад, она до сих пор привлекает внимание исследователей [10]. Каждая новая теория должна соревноваться с нею и доказывать свою большую теоретическую и практическую состоятельность. Неопровержимые теории нужно проверять в эксперименте.

11. Десятилетия поисков приемлемого механизма биологических эффектов слабых ЭМП пока не принесли явного успеха. Но важно то, что устранена видимая парадоксальность таких эффектов, т.е. показано, что они не противоречат известным законам физики. Этим устраняется главная причина скептицизма физиков.

12. Согласимся, что основания для осторожного подхода к магнитобиологии действительно имеются: и лабораторные эксперименты трудно воспроизводимы в разных лабораториях, а эпидемиологические исследования не дают однозначного вывода, и отсутствует пока признанная всеми теория (см., например, новые книги [11, 12]). Но это не повод для "умывания рук", это — вызов физикам и биофизикам.

Список литературы

1. Бинги В Н, Савин А В *УФН* **173** 256 (2003)
2. Гросберг А Ю *УФН* **173** 1145 (2003)
3. Park R L *Voodoo Science. The Road from Foolishness to Fraud* (New York: Oxford Univ. Press, 2000)
4. "IARC classification of static and extremely low frequency electric and magnetic fields (Volume 80 of the IARC Monographs Series)" *J. Radiol. Prot.* **21** 313 (2001); <http://stacks.iop.org/0952-4746/21/313>
5. Binhi V N *Phys. Rev. E* **68** 023902 (2003)
6. Binhi V N *Magnetobiology: Underlying Physical Problems* (San Diego: Academic Press, 2002)
7. Takeno S, Peyrard M *Physica D* **92** 140 (1996)
8. Flach S, Willis C R *Phys. Rep.* **295** 181 (1998)
9. Fröhlich H *Int. J. Quantum Chem.* **2** 641 (1968)
10. Pokorný J, Wu T-M *Biophysical Aspects of Coherence and Biological Order* (Heidelberg: Springer-Verlag, 1998)
11. Rosch P J, Markov M S (Eds) *Bioelectromagnetic Medicine* (New York: Marcel Dekker, 2004)
12. Stavroulakis P (Ed.) *Biological Effects of Electromagnetic Fields: Mechanisms, Modeling, Biological Effects, Therapeutic Effects, International Standards, Exposure Criteria* (Berlin: Springer, 2003)

(например, S. Bawin, W. Adey, A. Liboff, C. Blackman, F. Prato, T. Litovitz). Кроме того, аналогичные исследования проводились и ведутся в России (Н. Девятков, Е. Фесенко, О. Бецкий, Ю. Григорьев, В. Леднев, И. Беляев). Их результаты явно указывают на существование резонансоподобных эффектов ЭМП.