

УДК 577.34

Владимирский Б.М.*,
 Темурьянц Н.А.**,
 Туманянц К.Н.***,
 Чуян Е.Н.****



Б.М. Владимирский



Н.А. Темурьянц



К.Н. Туманянц



Е.Н. Чуян

Обоснование возможности защиты биологических объектов от вариаций космической погоды¹

*Владимирский Борис Михайлович, доктор физико-математических наук, доцент, старший научный сотрудник Центра коллективного пользования научным оборудованием «Экспериментальная физиология и биофизика», Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Таврическая академия; Симферополь

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-4803-8019>

E-mail: boris-m-vladimirsky@j-spacetime.com; bvlad@yandex.ru

**Темурьянц Наталья Арменаковна, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Центра коллективного пользования научным оборудованием «Экспериментальная физиология и биофизика», Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Таврическая академия; Симферополь

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-4800-8891>

E-mail: natalya-a-temuryants@j-spacetime.com; timur328@gmail.com

***Туманянц Каринэ Николаевна, кандидат биологических наук, директор Центра коллективного пользования научным оборудованием «Экспериментальная физиология и биофизика», Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Таврическая академия; Симферополь

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-5235-6389>

E-mail: karine-n-tumanyants@j-spacetime.com; tumanyantsk@gmail.com

****Чуян Елена Николаевна, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии человека и животных и биофизике Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского, Таврическая академия; Симферополь

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0001-6240-2732>

E-mail: elena-n-chuyan@j-spacetime.com; elena-chuyan@rambler.ru

Представлен междисциплинарный обзор литературы по проблеме защиты организмов от возмущений космической погоды. Кратко изложены современные представления (многоканальная модель) о механизмах влияния космической погоды на среду обитания и биосферу. Описан важнейший канал воздействия – электромагнитный, приведены данные о том, что оптимальным вариантом защиты организма от возмущений космической погоды может служить кратковременное пребывание больных, биологических объектов в помещении, где переменные магнитные поля компенсированы с помощью колец Гельмгольца и полости Фарадея. Эти защитные меры целесообразно использовать только для больных «группы риска» в соответствии с медицинскими показаниями.

Ключевые слова: космическая погода; ферромагнитное экранирование; фоновое ионизирующее и электромагнитное излучения; кольца Гельмгольца.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 15-04-06054 (проект «Феноменология и механизмы действия слабых электромагнитных факторов: ослабленного электромагнитного поля Земли и низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты»).

Согласно современным представлениям, к изменению космической погоды чувствительны организмы различной степени сложности, а также физико-химические системы. Изменения солнечной активности (космической погоды) неблагоприятно сказываются на течении многих заболеваний человека и животных¹. Наиболее чувствительны к ее изменению нервная и сердечно-сосудистая системы, отражением чего служит возрастание заболеваемости и смертности больных с патологией этих систем в периоды возмущений космической погоды². В весьма обширный список заболеваемости, течение которых зависит от космической погоды, входят и инфекционные заболевания³. Выяснилось также, что космическая погода влияет на лабораторные водные растворы и даже вмешивается в технологию прецизионных измерений в физике. Естественно, возникает вопрос: можно ли защититься от этих повреждающих воздействий? Впервые этот вопрос был поставлен А.Л. Чижевским почти столетие тому назад. С той поры его актуальность отнюдь не уменьшилась.

А.Л. Чижевский предложил в свое время и технический прием, обеспечивающий защиту от «капризов» космической погоды – экранирование. В последующие десятилетия экранирование организмов различными материалами сделалось важным разделом биофизики, чему посвящена большая литература. Однако проблема, поставленная А.Л. Чижевским, выпала из поля зрения исследователей. Цель настоящей статьи – восполнит этот пробел, обсудив тему «космическая погода – экранирование» в контексте новейших исследований. В первом разделе изложены данные о механизмах влияния космической погоды на среду обитания. Далее последовательно освещаются нерешенные методические и общепро-логические вопросы современных экспериментов по экранированию. Их учет позволяет представить возможности экранирования как средства защиты биообъектов от изменений космической погоды.

Космический аспект физической экологии

Общую картину влияния космической погоды на среду обитания легко себе представить, если проследить пути, по которым «сигналы», генерируемые процессами солнечной активности в атмосфере ближайшей к нам звезды, достигают поверхности планеты. Таких путей – каналов – существует всего три:

1. Любое проявление солнечной активности сопровождается всплеском рентгеновского ультрафиолетового и радиоизлучений; это – «сигнал» от всего диска (т.е. сразу от нескольких активных областей); время распространения – 8 минут; «приемником» излучения является ионосфера (отчасти озоносфера); радиоизлучение частотой выше нескольких МГц свободно проникает к поверхности дневного полушария;
2. Все произошедшее в солнечной атмосфере отражается в параметрах солнечного ветра, непрерывно обтекающего планету; в данном случае «сигнал» поступает от узкой зональной области Солнца; время запаздывания – 2–3 суток; «приемником» является магнитосфера;

¹ Помимо многочисленных исследований авторов данной статьи, работы которые, в т.ч. и обзорные, доступны на сайте РИНЦ и в сети Интернет, см. также, напр.: Обридо В.Н., Рагульская М.В., Хабарова О.В., Дмитриева И.В., Резников А.Е. Реакция человеческого организма на факторы, связанные с изменениями солнечной активности // Биофизика. 2001. Т. 46. № 5. С. 940–945; Чибисов С.М., Фролов В.А., Агаджанян Н.А., Стрелков Д.Г., Скрылев Д.С., Романова Е.А., Харлицкая Е.В., Халберг Ф., Корнелисен Ж. Влияние гелиогеофизических факторов на биоритмы человека // Успехи современного естествознания. 2006. № 9. С. 21–28; Клейменова Н.Г. Влияние космической погоды на человека // Земля и Вселенная. 2013. № 6. С. 74–82; Задонина Н.В., Аптикаева О.И. Периодичность возникновения эпидемий и эпизоотий в Сибири и Монголии на фоне солнечной активности // Пространство и Время. 2012. № 4 (10). С. 157–161; Dimitrova S. "Cosmic Rays Variations and Human Physiological State." *Sun Geosph* 4 (2009): 79–83; Gadzhiev G.D., Rakhmatulin R.A. "Influences of Solar and Geomagnetic Activity on Health Status of People with Various Nosological Forms of Diseases." *Biophysics* 58.4 (2013): 568–572; Stoupel E.G., Petrauskienė J., Kalediene R., Sauliune S., Abramson E., Shochat T. "Space Weather and Human Deaths Distribution: 25 Years' Observation (Lithuania, 1989–2013)." *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology* 26.5 (2015): 433–441.

² См., напр.: Исаков В.П. К проблеме влияния солнечной активности на психические заболевания // Солнце, электричество, жизнь. М.: Наука, 1972. С. 70–71; Самохвалов В.П. Эффекты космофизических флуктуаций при психических заболеваниях // Проблемы космической экологии. 1989. Т. 65. С. 65–80; Кравченко К.Л., Коротких А.В., Язев С.А. Динамика некоторых психических заболеваний в Иркутске и солнечная активность // Солнечно-земная физика. 2008. № 12-2. С. 350–351; Черноус С.А., Мизун Ю.Г., Сокол Л.Ю. Опыт выявления зависимости сердечного ритма от геомагнитных возмущений // Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине»: Тезисы. СПб., 2003. С. 292–293; Гурфинкель Ю.И. Ишемическая болезнь сердца и солнечная активность. М.: ИИКИ «Эльф-3», 2004; Mavromichalaki H., Papailiou M., Dimitrova S., Babayev E., Loucas P. "Space Weather Hazards and Their Impact on Human Cardio-health State Parameters on Earth." *Natural Hazards* 64.2 (2012): 1447–1459; Katsavrias C., Preka-Papadema P., Moussas X., Apostolou T., Theodoropoulou A., Papadima T. "Helio-geomagnetic Influence in Cardiological Cases." *Advances in Space Research* 51.1 (2013): 96–106.

³ Стадольник В.С. О влиянии гелиогеофизических факторов на эволюцию инфекционных болезней человека // Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли / Ред. М.Н. Гневышев, А.И. Оль. М.: Наука, 1971. С. 98–103; Ягодинский В.Н. Гелиогеофизические факторы развития эпидемического процесса // Проблемы космической биологии. 1973. Т. 18. С. 47–67; Фролов А.Ф., Орлюк М.И., Запорожная В.И., Роменец А.А. Эпидемический процесс гриппа и некоторые факторы биосферы физической природы // Доповіді Національної академії наук України. 2009. № 1. С. 172–176; Цейслер Ю.В., Мартынюк В.С. Динамика заболеваемости туберкулезом в Украине в период с 1997 по 2007 гг. и ее связь с солнечной активностью // Труды конференции «Космос и биосфера» (29 сент. – 6 окт. 2009, Судак). К., 2009. С. 100–101; Задонина Н.В., Аптикаева О.И. Указ. соч.

3. Время от времени в солнечной атмосфере «срабатывает» ускоритель частиц – генерируются солнечные космические лучи; их источник – отдельная активная область; время «в пути» – десятки минут: энергия ускоренных протонов – сотни МэВ; частицы полностью поглощаются в ионосфере полярной шапки (в очень редких случаях солнечные космические лучи могут быть зарегистрированы и на поверхности Земли, на средних широтах).

Указанные физические агенты сложным образом взаимодействуют с защитными оболочками Земли. При этом генерируются вторичные излучения, возникают различные побочные эффекты, изменяются (модуляции) некоторые параметры среды обитания. В итоге перечисленные каналы дополнительно «расщепляются», в результате чего изменяются многие показатели среды обитания, действующие уже как экологические факторы. Их перечень представлен в табл. 1. Он представляет основу многофакторной модели солнечно-биосферных связей. Каналы действуют всегда совместно, и они не вполне независимы друг от друга.

Таблица 1

Каналы воздействия космической погоды на среду обитания

Каналы, факторы	Свойства			
	Основные параметры	Область воздействия	Сопутствующий геофизический процесс	Ритмика
Приземное ультрафиолетовое излучение	Интенсивность в диапазоне λ 290–320 нм, проценты	Аэрофлора, мир растений	Динамика озоносферы	11 лет, 27 суток
Электрическое поле атмосферы – статическое, переменное	Статическое 100 в/м, переменное несколько в/м	Мир растений, организмы почвы, насекомые	Глобальная электрическая цепь, процессы в ионосфере	11 лет, 27 суток
Геомагнитное поле, статическое	50 мкТл на средних широтах: масштабная буря – снижение менее 1%	Имеет экологическое значение только для больших интервалов времени	Вариации токов в ионосфере-магнитосфере	Весь спектр космических периодов более суток
Переменные магнитные поля, радиоволны	Резонансное воздействие на биосубстрат в диапазоне низких частот на амплитудах около нТл	Тотальное влияние, особенности на высоких широтах, в зонах разломов	Динамика магнитосферы, ионосферы	Весь спектр периодов, включая микроритмы
Инфразвук, волны тяжести	Обычная частота 50 мГц, амплитуда 0,5 Па	Тотальное влияние особенности на высоких широтах	Полярные сияния, динамика магнитосферы,	27 суток, малоизучена
Ионизирующие излучения, связанные с радоном	Альфа-излучение, гамма кванты при распаде Rn^{222}	Приземная зона в области разломов	Повышенная активность магнитосферы, сейсмическая активность	27 суток, малоизучена
Микроконцентрации некоторых соединений	Оксид азота, изменения параметров воды, концентрация активной формы кислорода	Приземная зона в области высоких широт, разломов	Динамика магнитосферы, озоносферы, сейсмическая активность	Не изучена

В обширной литературе по обсуждаемой теме можно встретить гипотезы, которые так или иначе оперируют с физическими агентами, не упомянутыми в табл. 1. Все они исключены из рассмотрения, поскольку не согласуются с общепринятыми представлениями космобиологии. Например, при солнечных вспышках и магнитных бурях гравитационное поле не изменяется, поток солнечных нейтрино практически не взаимодействует с биосубстратом и в высокой степени стабилен. Для теоретического описания накопленных эмпирических данных нет необходимости привлекать неизвестные физике поля (типа Z-излучения) или частицы «темной материи».

Перечисленные в табл. 1 физические факторы трудно ранжировать – ведь многие из них имеют свои «области приложения». Электрическое поле атмосферы ясной погоды очень важно для растительного покрова, но его вариации не имеют значения для человека – жителя города, носящего одежду из синтетической ткани. Вариации приземного ультрафиолета следует учитывать только человеку, находящемуся на пляже, хотя они весьма существенны для бактериальной аэрофлоры и того же растительного покрова. Многие исследователи придают особое значение каналу электромагнитных полей – вариациям фона радиоволн в широком диапазоне частот. Для выделения этого фактора

действительно есть убедительные основания:

1) на очень низких – экстремально низких частотах поля обладают (по магнитному вектору) очень высокой проникающей способностью; они могут непосредственно воздействовать на клетки развивающегося эмбриона и работающего головного мозга; важной особенностью таких полей – сверхдлинных радиоволн – является расположение биообъектов в зоне индукции для всех источников их генерации;

2) установлено, что биологическое действие таких полей в высокой степени избирательно – зависит от частоты, поляризации, амплитуды колебаний. Прямыми экспериментами показано, например, что в естественных условиях имеет место синхронизация показателей сердечного ритма человека с вариациями геомагнитного поля в диапазоне периодов 5–30 мин¹, а также сопряженность параметров энцефалограммы человека с электромагнитными полями шумановского резонатора². Эти поразительные наблюдения в общих чертах поддаются количественному теоретическому истолкованию (как в модели В.В. Леднева³). Многие аспекты проблемы обсуждаются в работе В.Н. Бинги⁴. Сказанное означает, что биологическое действие рассматриваемых сверхслабых полей возможно в присутствии высокого уровня шумов (в том числе индустриальных);

3) именно на примере электромагнитного канала оказывается возможным оценить сложность картины солнечно-биосферных связей; на организм влияют не только глобальные поля (радиоволны) магнитосферного-ионосферного происхождения, непосредственно контролируемые солнечной активностью; одновременно действуют поля еще двух локальных источников: во-первых, это радиоизлучение собственно атмосферы (прежде всего, циклональных фронтов); во-вторых, это эмиссия литосферы (чаще всего упоминаются электромагнитные предвестники землетрясений);

4) давно известно, что электромагнитный фон среды обитания содержит все без исключения космофизические периоды – от десятков минут до сотен лет; именно электромагнитные поля – основной физический агент, обеспечивающий синхронизацию всей биологической ритмики.

Специальный комментарий необходим в связи с включением в табл. 1 квазистатического геомагнитного поля. При вариациях космической погоды оно практически не изменяется: во время магнитной бури на средних широтах горизонтальная составляющая уменьшается всего на десятые доли процента. Упомянутая буря влияет на биообъекты из-за громадного увеличения интенсивности переменных полей (радиоволн) и инфразвука, а также полного разрушения в это время биологической ритмики⁵. Однако геомагнитное поле влияет на биологическую эффективность действия радиоволн одним своим присутствием, создавая анизотропию.

Электромагнитное экранирование и космическая погода

Все физические агенты, перечисленные в табл. 1, экранируются. Следует только подобрать для разных каналов соответствующий особенный материал. Например, атмосферное электрическое поле ясной погоды экранируется проводящей заземленной сеткой. Для защиты от инфразвука (и микроравариаций атмосферных «волн тяжести») требуется специальное сооружение. В последние полвека было поставлено великое множество экспериментов по экранированию. Знакомство с этой литературой, казалось бы, должно разрешить вопрос о защите с исчерпывающей полнотой. Однако анализ накопленных данных выявил целый ряд нерешенных вопросов⁶. Наиболее важные из них – применительно к электромагнитному экранированию – отмечены ниже.

1. До сих пор среди исследователей нет согласия по истолкованию результатов опытов по экранированию ферромагнитными материалами (когда в пределах экранируемого объема снижается индукция, как постоянного поля, так и переменного, т.е. радиоволн). Физическим агентом, вызывающим эффект экранирования, считается снижение индукции статического поля. В рамках этих представлений о гипогеомагнитной среде особенно важными представляются эксперименты с рекордными коэффициентами экранирования (остаточное поле в экране – не более 2 нТл). В этих экс-

¹ Зенченко Т.А., Медведева А.А., Хорсева Н.И., Бреус Т.К. Синхронизация показателей сердечного ритма человека и вариаций геомагнитного поля в диапазоне частот 0.5–3.0 мГц // Геофизические процессы и биосфера. 2013. Т. 12. № 4. С. 73–84.

² Побаченко С.В., Колесник А.С., Бородин А.С., Калюжин В.В. сопряженность параметров энцефалограммы мозга человека и электромагнитных полей шумановского резонатора по данным мониторинговых исследований // Биофизика. 2006. Т. 52. № 3. С. 534–538.

³ Белова Н.А., Панчелюга В.А., Модель В.В. Леднева: теория и эксперимент // Биофизика. 2010. Т. 55. № 4. С. 750–766.

⁴ Бинги В.Н. Принципы электромагнитной биофизики. М.: Физматлит, 2011.

⁵ Бреус Т.К., Рапопорт С.И. Магнитные бури: медико-биологический и гелиогеофизический аспект. М.: Советский спорт, 2003.

⁶ Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М. Проблемы электромагнитного экранирования в биологии. Биологические объекты в ослабленном геомагнитном поле. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2016. 165 с.

периментах предполагалось доказать, что жизнь в отсутствие магнитного поля вообще невозможна. Эта идея сейчас кажется сомнительной – ведь у организмов есть свое магнитное поле, создающееся всюду расположенными частицами биомagnetита. Между тем, давно известны аргументы, показывающие, что последствия изоляции биообъектов от внешней среды данным типом экранов (трансформаторное железо или сверхпроводящий свинец) обусловлены также переменными полями: эффекты экранирования обнаруживаются для немагнитных экранов (медь, алюминий); установлено, что результаты экранирования – для тех же биообъектов и экспозиций – отличаются, если ослабление поля (до той же величины!) достигается с помощью компенсации кольцами Гельмгольца¹. Таким образом, вероятно, реализуется ситуация, упоминавшаяся при обсуждении табл. 1: изменения статического магнитного поля модифицируют чувствительность биообъекта к переменным полям.

2. Общеизвестно, что при сравнении результатов опытов с экранированием имеют место существенные разногласия². Некоторые из них обусловлены влиянием космической погоды. Самый простой пример – нестабильность контроля в классической дифференциальной схеме эксперимента: подопытные биообъекты, находясь в электромагнитном экране, до некоторой степени «защищены» от изменения космической погоды; для контроля используется материал из диэлектрика, где такой защиты от внешних электромагнитных возмущений нет. В работе Ю.Н. Ачкасовой с соавт.³ изучалось влияние латунного экрана на стандартные лабораторные бактериальные культуры; контрольные образцы находились в экране из стекла; эксперимент (16-часовая экспозиция) регулярно повторялся длительное время. В полном соответствии с данными других авторов, обычно фиксировались признаки подавления жизнедеятельности. Однако в некоторые дни отмечался противоположный результат: для более изменчивых сальмонелл (*S. typhimurium*) не воспроизводилось до 20% опытов. Оказалось, что если из накопленного массива данных исключить дни, когда наблюдались естественные электромагнитные возмущения – вспышки, магнитные бури, ионосферные аномалии – число случаев невоспроизводимости уменьшалось вдвое.

3. Дополнительная сложность в интерпретации результатов обсуждаемых опытов возникает в связи с открытием эффектов электромагнитного экранирования для водных растворов. Как оказалось, все физико-химические тест-системы чувствительны к экранированию обоими упомянутыми типами экранов⁴. Согласно академику РАН А.И. Коновалову⁵, влияние экранирования на существование в воде некоторых наноструктур следует отнести за счет изоляции её от переменных полей. В связи со сказанным немедленно возникают вопросы: при экранировании бактериальных культур какие из наблюдаемых эффектов обусловлены воздействием на собственно организмы, а какие – влиянием на культуральные среды? При экранировании водных организмов какие эффекты следовало бы считать последовательными изменениями параметров воды? Растворы, сохраняющиеся в стандартных лабораторных условиях, при внесении их в рабочий экранируемый объем (скажем, питьевая вода) не создают ли некоторое нарушение принципа «прочих равных условий»? Не следует ли сохранять в экране все жидкости, используемые по ходу опыта?

4. Наконец, необходимо констатировать, что общепринятого теоретического описания эффектов электромагнитного экранирования пока не предложено. На физико-химическом уровне намечены основные «мишени» воздействия переменных полей на биологические структуры⁶. Отчасти выяснен путь «переноса» первичного эффекта на физиологический уровень – к измеряемому в опыте показателю: через нейроэндокринный универсальный преобразователь стимулов внешней среды – гормон эпифиза мелатонин, как это имеет место для биологической ритмики⁷ (его концентрация в организме зависит – среди прочего – от вариаций космической погоды⁸). Но природа многих конкретных

¹ Choleris E., Del Seppia C., Thomas A.W., Luschi P., Ghione G., Moran G.R., Prato F.S. "Shielding, but not Zeroing of the Ambient Magnetic Field Reduces Stress-induced Analgesia in Mice." *Proc. Biol. Sci.* B269.1487 (2002): 193–201.

Кольца Гельмгольца – две соосно расположенные одинаковые радиальные катушки, расстояние между центрами которых равно их среднему радиусу. В центре системы имеется зона однородного магнитного поля. Используются для получения постоянного, переменного или импульсного магнитного поля с зоной однородности для калибровки датчиков магнитной индукции, намагничивания/размагничивания постоянных магнитов и т.п. (*Прим. ред.*).

² Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М. Указ. соч.

³ Ачкасова Ю.Н., Брызгунова Н.И., Клименко Л.И. Новгородов Н.П. Биологическое действие неионизирующей радиации и проблема влияния солнечной активности на организмы // Проблемы космической биологии. 1982. Т. 43. С. 109–116.

⁴ Обзор соответствующей литературы см.: Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М. Указ. соч.

⁵ Коновалов А.И. Образование наноразмерных молекулярных ансамблей в высокоразбавленных водных растворах // Вестник РАН. 2013. Т. 83. № 12. С. 1076–1082.

⁶ Бинги В.Н. Указ. соч.

⁷ Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н., Костюк А.С., Туманянц К.Н., Демцун Н.А., Ярмолюк Н.С. Эффекты слабых электромагнитных факторов у беспозвоночных животных. Симферополь: ДИАИПИ, 2012. 303 с.

⁸ Рапопорт С.И. Мелатонин в профилактике магнитных бурь // Труды Международной конференции. М.: Институт космических исследований РАН, 2013. Т. 2. С. 615–618.

эффектов экранирования остается совершенно загадочной. Почему, например, мицелий нескольких видов грибов, помещенных в гипогеомагнитное поле, развивается «кругами»? Ведь важнейший источник анизотропии в среде обитания – сила тяжести – вообще не экранируется...

Поучительна сама вековая история развития исследований по влиянию экранирования на биологические процессы. В пионерских опытах А.Л. Чижевского и П.М. Нагорского речь шла, прежде всего, о «защите» организмов от действия космических лучей. Во второй половине XX в. умами исследователей владели совсем другие идеи. За все это время – по большому счету – разобраться в эффектах экранирования не удалось. В громадной литературе на основной обсуждаемый вопрос в связи с защитой от возмущений космической погоды убедительного и ясного ответа нет: какими параметрами должен обладать экран? Какой материал является более предпочтителен? Какой является оптимальная экспозиция? Список вопросов может быть продолжен.

Экранирование от сверхслабого радиоактивного фона

Изучение эффектов экранирования от слабых потоков естественной ионизирующей радиации началось одновременно с исследованием влияния гипогеомагнитных полей. Подробный обзор этих работ представлен в монографии А.М. Кузина². Выяснилось, что повышение уровня радиоактивного фонового облучения самых разных организмов всего в три раза оказывает стимулирующее воздействие, снижение при экранировании – угнетающее. И это притом, что в суммарную дозу облучения организма внешние источники, как известно, вносят не более 30%!

Характерное для современной эпохи глубокое междисциплинарное разобщение привело к тому, что работы по экранированию от электромагнитных полей и ионизирующей радиации развивались совершенно изолированно: авторы упомянутых направлений исследований, кажется, никогда не цитировали друг друга. Между тем, при опытах с изоляцией от ионизирующих излучений неизбежно снижается уровень электромагнитных полей, а при наблюдениях эффектов гипогеомагнитного поля – интенсивность радиоактивных излучений.

Результаты экспериментов по экранированию от радиоактивного фона важны для проблемы вариаций космической погоды по той причине, что они выявляют «мозаичный» характер пространственной организации этих вариаций. Уровень фона ионизирующей радиации изменяется в среде обитания в шкале недель – месяцев в связи с выходом из грунта радиоактивного радона (Rn^{222} , см. табл. 1). Интенсивность эскалации (выделения) газов из литосферы вообще контролируется космической погодой в глобальных масштабах. Но сама величина потока атомов радона особенно значительна в местах нарушения сплошности грунта – зонах разломов литосферы разного масштаба и происхождения. Для электромагнитных полей эта же «мозаичность» появляется в связи с отличиями в зонах разломов электрической проводимости грунта.

Для дальнейшего обсуждения очень важен общий вывод, сделанный после анализа публикаций по радиобиологии сверхмалых доз³: природный радиоактивный фон необходим для нормальной жизнедеятельности всех без исключения организмов.

Заключение. Теоретические соображения

Тезис о необходимости для обеспечения нормальной жизнедеятельности сверхслабого фона ионизирующей радиации не имеет убедительного теоретического обоснования и не является общепринятым. Но аналогичное эмпирическое обобщение было сформулировано независимыми авторами⁴ для фона электромагнитных полей: длительная изоляция от внешнего электромагнитного окружения всегда сопровождается подавлением жизнедеятельности – даже если эта изоляция затрагивает только часть спектра радиоволн. Конечно, для истолкования этой закономерности должна быть выявлена какая-то весьма общая причина. Одна из возможностей – нарушение временной организации биологических процессов, этой фундаментальной особенности живого. Природные электромагнитные поля – универсальный датчик времени для всех биоритмов. Даже при умеренном экранировании для сравнительно коротких экспозиций зафиксированы явные признаки появления десинхроноза⁵. Очевидный недостаток этого объяснения состоит в том, что в качестве «датчиков времени» для биоритмов могут выступать, как будто, также совсем другие физические агенты. Не ясно, могут ли ока-

¹ Богомолова Е.В., Гаврилов Ю.М., Дмитриев С.П., Доватор Н.А., Панина Л.К. Магнитный вакуум провоцирует аномалии полярного роста у грибов // V Межд. конгресс «Слабые сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине»: Тезисы. СПб., 2009. С. 78.

² Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значения для биосферы Земли. М.: Наука, 1991.

³ Там же.

⁴ См., напр.: Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. Новосибирск: Наука, 1985; Александров А.А. Экологическая роль электромагнетизма. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2006.

⁵ Темурьянц Н.А., Чуян Е.Н., Костюк А.С., Туманянц К.Н., Демцун Н.А., Ярмолюк Н.С. Указ. соч.

заться необходимыми для обеспечения нормального функционирования организма некоторые другие экологические параметры табл. 1. Длительный мониторинг медицинских и физиологических показателей здоровых людей в сопоставлении с изменениями космической погоды, возможно, указывает на присутствие все той же закономерности¹: магнитные бури (электромагнитные возмущения) на несколько суток приводят организм к психофизиологическому дискомфорту; но когда их продолжительное время нет, жизненный тонус постепенно снижается.

Дополнительно прояснить ситуацию может аналогия с «обычной» (метеорологической) погодой. Если еще раз обратиться к табл. 1, то нетрудно заметить, что каналы воздействия космической погоды и показатели классической биометеорологии перекрываются (в последнем случае электромагнитные поля вообще, как правило, не упоминались, а действие инфразвука индексировалось указанием ветрового режима). Факторы «обычной» погоды действуют на организмы локально, космической – глобально. Многовековой практический опыт выработал оптимальный вариант защиты от метеорологических возмущений: «ненастье» надо переждать в каком-нибудь «убежище», не прерывая надолго контакта с другими показателями окружающей среды. Собственно, именно такая стратегия была использована в уникальном опыте защиты пациентов «группы риска» от космофизических возмущений²: применялось умеренное магнитное экранирование, относительно короткие экспозиции (начинались с наступления упомянутого возмущения).

Учитывая все основные пункты проведенного обсуждения – в частности, неясности в интерпретации данных по ферромагнитному экранированию, – можно в первом приближении наметить меры защиты от «пароксизмов» космической погоды:

- 1) сценарий не предполагает применения каких-либо мероприятий по долговременной защите больших масс населения; меры защиты целесообразно использовать для различных «групп риска» – пациентов, страдающих заболеваниями, связанными с космической погодой, при надлежащих медицинских показаниях (выделение таких групп возможно теперь и благодаря составлению списка психофизиологических показателей, особо чувствительных к вариациям космической погоды³). Пациенты группы риска помещаются в специальные палаты-убежища во время протекания ионосферных-магнитосферных возмущений, в дни прохождения секторных границ межпланетных магнитных полей, развития магнитных бурь с внезапным началом – наступление этих событий в настоящее время прогнозируется;
- 2) палата-убежище представляет собой аналог экранированного помещения – с тем важным различием от идеи А.Л. Чижевского и ее реализации⁴, что собственно ферромагнитный экран не применяется; с помощью прямоугольных колец Гельмгольца (и соответствующего датчика) внутри помещения компенсируются все переменные магнитные поля; само квазистатическое геомагнитное поле остается без изменений; компенсация внешнего переменного поля возможна только до некоторой предельной частоты; влияние на более высоких частотах – если оно окажется значимым – дополнительно снижается экраном в точном смысле этого слова – заземленной сеткой. Строго говоря, убежище представляет собой полость Фарадея с «нулевым» переменным магнитным полем.

Описанное убежище не защищает от вариаций некоторых других факторов, перечисленных в табл. 1. В помещение свободно проникает инфразвук и микробаровариации иной природы. При стандартных системах вентиляции здесь будут присутствовать атмосферные химические микропримеси (окиси азота, появляющийся после вспышек) и радиоактивный радон. Но подобное «мягкое» воздействие уже не представляет опасности.

Наконец, понятно, что психотропное кооперативное влияние космической погоды остается за пределами данного рассмотрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров А.А. Экологическая роль электромагнетизма. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2006. 715 с.
2. Ачкасова Ю.Н., Брызгунова Н.И., Клименко Л.И., Новгородов Н.П. Биологическое действие неионизирующей радиации и проблема влияния солнечной активности на организмы // Проблемы космической биологии. 1982. Т. 43. С. 109–116.
3. Белова Н.А., Панчелюга В.А. Модель В.В. Леднева: теория и эксперимент // Биофизика. 2010. Т. 55. № 4. С. 750–766.
4. Бинги В.Н. Принципы электромагнитной биофизики. М.: Физматлит, 2011. 591 с.

¹ Обридко В.Н., Рагульская М.В., Хабарова О.В., Руденчик Е.А. Мониторинговые эксперименты ИЗМИРАН 1998–2010 гг. по изучению синхронизации биосферных процессов космогеофизическими факторами // Биотропное воздействие космической погоды / Под ред. М.В. Рагульской. М. – Киев – СПб.: ВВМ, 2010. С. 310–311.

² Гурфинкель Ю.И. Указ. соч.

³ Хорсева Н.И. Возможность использования психофизиологических показателей для оценки влияния космофизических факторов (обзор) // Геофизические процессы и биосфера. 2013. Т. 12. № 2. С. 34–56.

⁴ Гурфинкель Ю.И. Указ. соч.

5. Богомолова Е.В., Гаврилов Ю.М., Дмитриев С.П. Доватор Н.А., Панина Л.К. Магнитный вакуум провоцирует аномалии полярного роста у грибов // V Международный конгресс «Слабые сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине»: Тезисы. СПб. 2009. С. 78.
6. Бреус Т.К., Рапопорт С.И. Магнитные бури: медико-биологический и гелиогеофизический аспект. М.: Советский спорт, 2003. 192 с.
7. Гурфинкель Ю.И. Ишемическая болезнь сердца и солнечная активность. М.: ИИКЦ «Эльф-3», 2004. 170 с.
8. Задонина Н.В., Аптикаева О.И. Периодичность возникновения эпидемий и эпизоотий в Сибири и Монголии на фоне солнечной активности // Пространство и Время. 2012. №. 4 (10). С. 157–161.
9. Зенченко Т.А., Медведева А.А., Хорсева Н.И., Бреус Т.К. Синхронизация показателей сердечного ритма человека и вариаций геомагнитного поля в диапазоне частот 0.5–3.0 мГц // Геофизические процессы и биосфера. 2013. Т. 12. № 4. С. 73–84.
10. Исхаков В.П. К проблеме влияния солнечной активности на психические заболевания // Солнце, электричество, жизнь. М.: Наука, 1972. С. 70–71.
11. Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. Новосибирск: Наука, 1985. 181 с.
12. Клейменова Н.Г. Влияние космической погоды на человека // Земля и Вселенная. 2013. №. 6. С. 74–82.
13. Коновалов А.И. Образование наноразмерных молекулярных ансамблей в высокоразбавленных водных растворах // Вестник РАН. 2013. Т. 83. № 12. С. 1076–1082.
14. Кравченко К.Л., Коротких А.В., Язев С.А. Динамика некоторых психических заболеваний в Иркутске и солнечная активность // Солнечно-земная физика. 2008. №. 12-2. С. 350–351.
15. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значения для биосферы Земли. М.: Наука, 1991. 116 с.
16. Обридо В.Н., Рагульская М.В., Хабарова О.В., Дмитриева И.В., Резников А.Е. Реакция человеческого организма на факторы, связанные с изменениями солнечной активности // Биофизика. 2001. Т. 46. № 5. С. 940–945.
17. Обридо В.Н., Рагульская М.В., Хабарова О.В., Руденчик Е.А. Мониторинговые эксперименты ИЗМИРАН 1998–2010 гг. по изучению синхронизации биосферных процессов космогеофизическими факторами // Биотропное воздействие космической погоды / Под ред. М.В. Рагульской. М. – Киев – СПб.: ВВМ, 2010. С. 310–311.
18. Побаченко С.В., Колесник А.С., Бородин А.С., Калюжин В.В. сопряженность параметров энцефалограммы мозга человека и электромагнитных полей шумановского резонатора по данным мониторинговых исследований // Биофизика. 2006. Т. 52. № 3. С. 534–538.
19. Рапопорт С.И. Мелатонин в профилактике магнитных бурь // Труды Международной конференции. М.: Институт космических исследований РАН. 2013. Т. 2. С. 615–618.
20. Самохвалов В.П. Эффекты космофизических флуктуаций при психических заболеваниях // Проблемы космической экологии. 1989. Т. 65. С. 65–80.
21. Стадольник В.С. О влиянии гелиогеофизических факторов на эволюцию инфекционных болезней человека // Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли / Ред. М.Н. Гневышев, А.И. Оль. М.: Наука, 1971. С. 98–103.
22. Темуриянц Н.А., Владимирский Б.М. Проблемы электромагнитного экранирования в биологии. Биологические объекты в ослабленном геомагнитном поле. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2016. 165 с.
23. Темуриянц Н.А., Чуян Е.Н., Костюк А.С., Туманянц К.Н., Демцун Н.А., Ярмолюк Н.С. Эффекты слабых электромагнитных факторов у беспозвоночных животных. Симферополь: ДИАИПИ, 2012. 303 с.
24. Фролов А.Ф., Орлюк М.И., Запорожная В.И., Роменец А.А. Эпидемический процесс гриппа и некоторые факторы биосферы физической природы // Доповіді Національної академії наук України. 2009. № 1. С. 172–176.
25. Хорсева Н.И. Возможность использования психофизиологических показателей для оценки влияния космофизических факторов (обзор) // Геофизические процессы и биосфера. 2013. Т. 12. № 2. С. 34–56.
26. Цейслер Ю.В., Мартынюк В.С. Динамика заболеваемости туберкулезом в Украине в период с 1997 по 2007 гг. и ее связь с солнечной активностью // Труды конференции «Космос и биосфера» (29 сент. – 6 окт. 2009, Судак). К., 2009. С. 100–101.
27. Черноус С.А., Мизун Ю.Г., Сокол Л.Ю. Опыт выявления зависимости сердечного ритма от геомагнитных возмущений // Международный конгресс «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине»: Тезисы. СПб., 2003. С. 292–293.
28. Чибисов С.М., Фролов В.А., Агаджанян Н.А., Стрелков Д.Г., Скрылев Д.С., Романова Е.А., Харлицкая Е.В., Халберг Ф., Корнелиссен Ж. Влияние гелиогеофизических факторов на биоритмы человека // Успехи современного естествознания. 2006. №. 9. С. 21–28.
29. Ягодинский В.Н. Гелиогеофизические факторы развития эпидемического процесса // Проблемы космической биологии. 1973. Т. 18. С. 47–67.
30. Choleris E., Del Seppia C., Thomas A.W., Luschi P., Ghione G., Moran G.R., Prato F.S. "Shielding, but not Zeroing of the Ambient Magnetic Field Reduces Stress-induced Analgesia in Mice." *Proc. Biol. Sci.* B269.1487 (2002): 193–201.
31. Dimitrova S. "Cosmic Rays Variations and Human Physiological State." *Sun Geosph* 4 (2009): 79–83.
32. Gadzhiev G.D., Rakhmatulin R.A. "Influences of Solar and Geomagnetic Activity on Health Status of People with Various Nosological Forms of Diseases." *Biophysics* 58.4 (2013): 568–572.
33. Katsavrias C., Preka-Papadema P., Moussas X., Apostolou T., Theodoropoulou A., Papadima T. "Helio-geomagnetic Influence in Cardiological Cases." *Advances in Space Research* 51.1 (2013): 96–106.
34. Mavromichalaki H., Papailiou M., Dimitrova S., Babayev E., Loucas P. "Space Weather Hazards and Their Impact on Human Cardio-health State Parameters on Earth." *Natural Hazards* 64.2 (2012): 1447–14594.
35. Stoupel E.G., Petrauskiene J., Kalediene R., Sauliune S., Abramson E., Shochat T. "Space Weather and Human Deaths Distribution: 25 Years' Observation (Lithuania, 1989–2013)." *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology* 26.5 (2015): 433–441.

Цитирование по ГОСТ Р 7.0.11—2011:

Владимирский, Б. М., Темуриянц, Н. А., Туманянц, К. Н., Чуян, Е. Н. Обоснование возможности защиты биологических объектов от вариаций космической погоды / Б.М. Владимирский, Н.А. Темуриянц, К.Н. Туманянц, Е.Н. Чуян // Пространство и Время. — 2017. — № 2-3-4(28-29-30). — С. 301—308. Стационарный сетевой адрес: 2226-7271prov_r_st_2_3_4-28_29_30.2017.94.