

УДК 612.014.426: 613.648

### МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

М.Н. Тихонов<sup>1</sup>, В.В. Довгуша<sup>2</sup>, Л.В. Довгуша<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Международный клуб учёных, Россия, 191040, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., 44,

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины,  
Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, 65,

<sup>3</sup>ГБОУ ВПО «Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»,  
Россия, 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

Обсуждаются проблемы медико-экологических последствий научно-технического прогресса в области использования электромагнитных излучений (ЭМИ) по трём направлениям: техногенный пресс ЭМИ, электромагнитный фактор в этиологии болезней, механизм влияния ЭМИ.

**Ключевые слова:** электромагнитное поле (ЭМП), электромагнитная обстановка, ЭМП сверхнизкочастотного (СНЧ) диапазона, модулированные сверхвысокочастотные (СВЧ) поля, микроволновые излучения, радиоволновая болезнь, плотность потока энергии, защита от ЭМИ.

*Проблема влияния на человеческий организм электромагнитных полей как фактора производственной среды и среды обитания не только продолжает сохранять свою актуальность, но и приобретает особую значимость по мере дальнейшего развития научно-технической революции.*

*Академик А.И. Берг*

Медико-гигиеническое значение природных и техногенных электромагнитных полей (ЭМП) привлекает широкое внимание многих исследователей. Жизнедеятельность человека как биологического вида на протяжении его длительной эволюции складывалась в условиях естественного электромагнитного фона.

Под электромагнитными излучениями (ЭМИ) понимается излучение всей извест-

ной частотной шкалы, начинающейся с нулевой частоты, затем включающей в себя электротехнический и радиочастотный диапазоны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовый диапазон, R-лучи,  $\gamma$ -излучение и ещё более высокие частоты космических излучений (табл. 1).

В научно-технической и медицинской литературе под ЭМП понимают ЭМИ на частотах от 0 до 300 ГГц. Это так назы-

---

© Тихонов М.Н., Довгуша В.В., Довгуша Л.В., 2014

**Михаил Николаевич Тихонов** – специалист в Межотраслевом экспертно-сертификационном, научно-техническом и контрольном центре ядерной и радиационной безопасности (РЭСцентр) (ООО «РЭСцентр», Санкт-Петербург), академик Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ) (e-mail: dtrec@peterlink.ru; тел. +7 (812) 233-58-06, +7 (812) 233-69-39).

**Довгуша Виталий Васильевич** – акад. РАЕН, профессор, доктор медицинских наук, директор, научный консультант ЗАО «АТОМ – МЕД ЦЕНТР», Москва – Санкт-Петербург, лауреат премии правительства по науке и технике-2010 г. (e-mail: vit130144@yandex.ru; тел. +7 (812) 727-48-60).

**Довгуша Лилия Витальевна** – кандидат медицинских наук, терапевт-профпатолог высшей квалификационной категории, ассистент кафедры медицины труда (e-mail: vit130144@yandex.ru; тел. 8 (812) 303-50-00).

Частотная шкала электромагнитных излучений

| Неионизирующее излучение                                                    |             |                |                           |                                            |                                    | Ионизирующее излучение             |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|---------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Диапазон частот, Гц                                                         | $1-10^4$    | $10^4-10^{12}$ | $10^{12}-10^{14}$         | $3,8 \cdot 10^{14}$<br>$7,5 \cdot 10^{14}$ | $10^{14}-10^{17}$                  | $10^{17}-10^{21}$                  |
| Диапазон длин волн                                                          | Более 10 км | 10 км – 0,1 мм | 0,78 мкм –<br>1 мм        | 0,78–0,38 мкм                              | 400–10 нм                          | 10 нм – 0,1 пм                     |
| Низкочастотные колебания<br>(в том числе ЭМИ токов<br>промышленной частоты) |             | Радиоволны     | Инфракрасное<br>излучение | Видимый<br>свет                            | Ультра-<br>фиолетовое<br>излучение | Рентгеновское<br>и гамма-излучение |

ваемые неионизирующие электромагнитные излучения электротехнического и радиочастотного диапазона, и именно они являются предметом нашего изучения. Естественные ЭМП и их вариации обеспечивают непрерывное взаимодействие организма с окружающей средой, формируют основные биологические ритмы организма, несут информацию об изменениях внешней среды.

Целенаправленное использование электромагнитной (ЭМ) энергии в самых разнообразных областях человеческой деятельности привело к тому, что к существующему электрическому и магнитному полям Земли, атмосферному электричеству, радиоизлучению Солнца и Галактики добавилось электромагнитное поле искусственного происхождения. Его уровень значительно превышает интенсивность естественного ЭМ-фона. К искусственным источникам ЭМП, в частности, относятся: линии электропередачи, внутридомовая электрическая разводка, промышленные и бытовые электроустановки, электрический транспорт, ПЭВМ и телевизионные приёмники, радиопередатчики и радиолокационные установки, сотовая радио- и телефонная связь, микроволновые печи и многое другое. Многоцелевое применение источников ЭМИ, внедрение новых технических средств, создающих мощные ЭМП, привели к увеличению масштаба и интенсивности их воздействия на человека и биосферу в целом [1, 3, 6, 24, 26, 28, 30].

Достаточно сказать, что энергоресурс мира удваивается каждые 10 лет, а удельный вес переменных ЭМП в электроэнергетике

за это время возрастает ещё в три раза. Если 35–40 лет назад проблема биоэлектромагнитной совместимости затрагивала лишь случаи профессионального облучения (главным образом от радиолокационных станций и электротехнологических установок), то сегодня имеет смысл говорить об угрозе воздействия техногенного ЭМ-фона на всё население Земли без различия возраста и без ограничения времени воздействия.

При современном уровне цивилизации (с возрастающим внедрением источников ЭМП в повседневную жизнедеятельность человека и высокой биологической активностью техногенных ЭМИ) в последние десятилетия ЭМ-характеристика окружающей среды изменилась драматически. В решении Межведомственной комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности № 2–2 от 20.02.1996 г. указывается, что неблагоприятное воздействие ЭМИ на человека и окружающую среду принимает опасные размеры. Суммарная напряжённость ЭМП в различных точках земной поверхности увеличена по сравнению с естественным фоном в 100–10000 раз. За последние 50 лет суточная мощность радиоизлучений суммарно возросла более чем в 50 тыс. раз. И это без учёта мощности радиолокационных станций, принадлежащих различным военным ведомствам. Напряжённость магнитных полей промышленной частоты в местах размещения воздушных линий и подстанций сверхвысокого напряжения на порядок превышает естественные уровни магнитного поля Земли. Высокие уровни ЭМИ наблюдаются на территориях, а нередко и за пределами разме-

щения передающих радиочастотной низкой, средней и высокой частоты. Появились местности и целые регионы, на территории которых уровни ЭМИ превышают гигиенические нормативы воздействия на население [1, 6, 10, 11, 24, 26, 28, 30].

В настоящее время на Земле возникли крупные электромагнитные «пятна», являющиеся порождением супергородов, которые полностью изменили внешний геофизический облик нашей планеты. Как следствие этого, светимость Земли в радиодиапазоне превзошла светимость Солнца.

Создатель учения о ноосфере академик В.И. Вернадский в 1926 г. отмечал, что «кругом нас, в нас самих, всюду и везде, без перерыва, вечно сменяясь, совпадая и сталкиваясь, идут излучения разной длины волн». Действительно, спектр частот как акустических колебаний, так и ЭМИ очень широк и охватывает диапазон волн от крайне низкочастотного инфразвука до ультразвуковых явлений, от радиоволн малой частоты до ионизирующего излучения (табл. 1).

Современные мегаполисы соответствуют зонам с высоким уровнем техногенных электромагнитных полей, обладающих весьма сложной пространственной, временной и частотной структурой, где живёт большинство населения. Значительный вклад в формирование «электромагнитного смога» в мегаполисах вносит электротранспорт. Магнитные поля, генерируемые электрифицированным транспортом, которые вносят весомый вклад в магнитное окружение плотно населённой городской среды, имеют сложную частотную структуру с преобладанием компонентов ниже 15 Гц. Показано, что такие поля представляют серьёзную угрозу для здоровья человека [1, 3–6, 11].

Немало работ посвящено электромагнитной безопасности работы с видеодисплейными терминалами [2]. Однако за последние годы был достигнут большой прогресс в снижении уровня электромагнитного излучения персональных ЭВМ и подобные работы стали менее актуальными. Неионизирующие излучения преобладают во мно-

гих отраслях промышленности, однако, по мнению некоторых авторов, мы переоцениваем значение уровня электромагнитных полей на рабочих местах и недооцениваем его в бытовых условиях [1, 6, 29].

Значимым источником ЭМИ в условиях урбанизированной среды при формировании суммарной дозы ЭМИ и риска здоровью населения является сотовая связь, включающая в себя стационарные передающие радиотехнические объекты (базовые станции – БС) и мобильные радиотелефоны (МРТ). Приоритет электромагнитных излучений обусловлен существенным ростом числа источников ЭМИ и значительным их приближением к человеку, что в полной мере характеризует сотовую связь. Количество пользователей мобильными средствами связи в мире оценивается на уровне 2,06 млрд человек, в России – более 115 млн человек.

К параметрам сотовой связи, определяющим её гигиеническое значение как фактора риска для популяционного здоровья, можно отнести условия размещения БС, их количество на территории обслуживания, характеристики МРТ, факторы экспозиции и количество пользователей.

Особое внимание в последние годы уделяется гипوماгнитным состояниям. Изоляция человека или животных от окружающего электромагнитного фона может иметь для них более тяжёлые последствия, чем действие весьма сильных магнитных полей. Большой интерес представляет сообщение С.В. Авакян и др. [12] о возникающем психофизическом напряжении в радиопереговорах экипажей космической станции «Салют-6» с Центром управления космическими полётами именно в периоды исчезновения геомагнитных пульсаций.

Анализ состояния геомагнитного фона в дни авиационных происшествий в период 1988–1998 гг. показал, что ошибочные действия экипажа происходят, как правило, в период подъёма геомагнитной активности. Напротив, отказ техники обычно связан с понижением уровня магнитного поля в день происшествия [9].

Постоянно возрастающее электромагнитное загрязнение окружающей среды в городах вызывает обоснованную тревогу у гигиенистов и экологов. Колоссальный рост напряжённости ЭМП нужно рассматривать как одномоментный в масштабах эволюционного времени – острый скачок с пока непредсказуемыми биологическими последствиями (табл. 2). «Пока» нужно рассматривать с двух позиций. Защита генетического кода живого в данный момент справляется с ростом электромагнитного техногенного смога. В будущем – этот острый (в плане эволюционного времени) всплеск напряжённости ЭМП может привести к биологическому вырождению привычного нам генетического кода.

ЭМП ультранизкой (0–10 Гц) и очень низкой частоты (10–1000 Гц) создаются в процессе эксплуатации электрифицированного городского и железнодорожного транспорта, линиями электропередач, подстанциями и кабельными трассами. Так, интенсивность полей в черте Санкт-Петербурга в 100–1000 раз выше естественного фона, характерного для пригородов [20, 21].

В Санкт-Петербурге и Ленинградской области электромагнитному облучению гигиенически значимых уровней по предварительным оценкам подвергаются [13]:

- приблизительно 30 % населения, род профессиональной деятельности которого связан с производством и использованием электромагнитной энергии (профессиональное облучение);

- приблизительно 60 % от общего числа населения Санкт-Петербурга, облучаемого вне производственной сферы (проживающие вблизи воздушных линий электропере-

дачи, а также в домах с электрическими плитами, пользователи персональных ЭВМ и сотовых радиотелефонов и др.).

Особенностями электромагнитного облучения населения в Санкт-Петербурге являются [2]:

- одновременный двойственный характер облучения: электромагнитный фон от множества статических источников (интегральный параметр) и ЭМП от сосредоточенных источников (дифференциальный параметр);

- высокая концентрация источников ЭМП и населения на единицу площади, что затрудняет анализ электромагнитного облучения;

- высокая вероятность в ряде случаев долговременного воздействия ЭМП (круглосуточно и на протяжении ряда лет);

- воздействие на большие контингенты людей, включая детей, стариков и больных, в том числе имеющих предрасположенность к развитию злокачественных опухолей.

Согласно М.Л. Рудакову [19], ЭМ-оценка и возможные меры профилактики затруднены следующими причинами:

- в большинстве случаев невозможно ограничение выброса загрязняющего фактора в окружающую среду;

- затруднена замена данного фактора на другой, менее неблагоприятный;

- невозможна «очистка» эфира от нежелательных излучений;

- особенностью облучения в городских условиях является воздействие на население как суммарного электромагнитного фона (интегральный параметр), так и сильных ЭМП от отдельных источников;

Таблица 2

Естественный фон и предельно допустимый уровень (ПДУ) для техногенного фона по ЭМИ

| Показатель                                | Напряжённость электрической составляющей, В/м |                                           |                      | ППЭ, мкВт/см <sup>2</sup> |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|---------------------------|
|                                           | 50 Гц                                         | 0,03 – 50 МГц                             | 50 – 300 МГц         |                           |
| Максимальный естественный фон             | 10 <sup>-5</sup>                              | 6,1·10 <sup>-8</sup> – 10 <sup>-5</sup>   | 6,1·10 <sup>-8</sup> | 10 <sup>-7</sup>          |
| Техногенные фон ЭМИ                       | 10 <sup>3</sup>                               | 5,7·10 <sup>-3</sup> – 3·10 <sup>-2</sup> | 6,3·10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-3</sup> – 0,83   |
| Превышение естественного фона, кол-во раз | 10 <sup>8</sup>                               | 3–10 <sup>4</sup>                         | 10 <sup>4</sup>      | 8,3–10 <sup>4</sup>       |
| ПДУ                                       | 5000                                          | 500                                       | 80                   | 1000                      |

– неприемлем медико-гигиенический подход, состоящий в ограничении ЭМП до природного фона;

– налицо долговременное воздействие электромагнитного поля (круглосуточно и на протяжении ряда лет) на большие контингенты людей, включая детей, стариков и больных;

– трудно статистически описать параметры излучений многих источников, распределённых в пространстве и имеющих различные режимы работы.

Механизм биологического действия слабых электромагнитных полей как природного, так и техногенного происхождения на живые организмы пока остаётся до конца невыясненным. Отсутствует и общепризнанная теория. Ситуация осложняется тем, что органы чувств человека не воспринимают ЭМП практически во всём частотном диапазоне, кроме видимого, в связи с чем оценить степень опасности электромагнитного облучения без специальной аппаратуры невозможно. Времени, исчисляемого всего лишь десятками лет, недостаточно для изучения механизма влияния искусственных ЭМП на биологические объекты и организм человека, хотя сам факт отрицательного воздействия разной частоты и интенсивности установлен определённо. Отмечена высокая чувствительность к электромагнитным полям растений, насекомых, птиц, рыб и млекопитающих [27, 31].

В литературе приводятся убедительные доказательства опасности магнитных полей ультранизких частот для здоровья человека. Имеются сообщения о восприимчивости 30 % людей к техногенным магнитным полям величиной 0,01–2,0 Гц с индукцией до 2 мкТл (изменения выраженности медленных волн на электроэнцефалограмме). В настоящее время всё больше внимания уделяется эффектам электромагнитного излучения ниже теплового уровня (10 мВт/см<sup>2</sup>). В последние годы были получены данные о высокой чувствительности организма к слабым магнитным полям [31–33].

С экологических позиций электромагнитное загрязнение окружающей среды

следует рассматривать как мощный стрессовый фактор, привнесённый в среду обитания человека, к которому его организм не успел адаптироваться, поскольку приспособления организма к разным факторам среды вырабатываются в течение длительного времени и жизни многих поколений. На основании данных литературы можно утверждать, что ЭМП оказывает неблагоприятное влияние на организм и при определённых условиях может послужить предпосылкой к формированию патологических состояний среди населения, подвергающегося хроническому воздействию этого излучения.

Реакция человека на ЭМП повышенной интенсивности проявляется, в первую очередь, поражениями иммунной, эндокринной и центральной нервной систем (ЦНС), выполняющих основные сигнально-регуляторные функции для поддержания организма в состоянии гомеостаза.

ЭМП приводит к развитию синдрома старения организма, признаками которого являются снижение работоспособности и иммунитета, наличие многих заболеваний, раннее нарушение уровня холестерина, угнетение функции репродуктивной системы, развитие возрастной патологии в ранние годы (гипертоническая болезнь, церебральный атеросклероз).

Сроки возникновения нарушений в организме при облучении ЭМП зависят от многих факторов: частотного диапазона, продолжительности воздействия (стажа работы), локализации облучения (общее или местное), характера ЭМП (модулированное, непрерывное, прерывистое) и других. При этом существенную роль играют индивидуальные особенности организма. Экспериментально доказано, что воздействие модулированных ЭМП может вызвать эффекты, противоположные таковым немодулированных ЭМП. Использование в эксперименте ЭМП импульсной генерации даёт возможность получать более выраженный биологический эффект, чем при непрерывном облучении. О значительной биологической активности импульсных излучений

свидетельствует также большая к ним чувствительность холинергических систем мозга [1, 6, 7, 26, 28, 24].

Особую значимость приобретает не интенсивность поля, а сам факт контакта с ним человека. Экспериментально установлено повышение чувствительности к ЭМП отдельных систем организма, вызванное другими факторами среды (физическими полями, химическими и фармакологическими препаратами и т.п.). В этом случае даже при кратковременных контактах человека с ЭМП может возникнуть целый комплекс неврологических проявлений, психосоматических реакций, а также тяжёлых патологических реакций. Исходя из существующих теорий нетеплового механизма действия ЭМП (теория циклотронного резонанса, теория конформационных изменений и т.д.), возможны и другие проявления неблагоприятного воздействия полей на организм.

Особый интерес представляют работы, касающиеся влияния на ЦНС низкоинтенсивных СВЧ-полей, модулированных в частотном диапазоне собственных биологических ритмов биообъекта. Установлено, что пороговые интенсивности для микроволновых излучений, модулированных в этом диапазоне, значительно ниже тех, которые являются характерными для импульсных и непрерывных излучений [10]. Низкоэнергетическое СВЧ-поле, модулированное в ритме собственных частот мозга, обладает выраженным кардиотропным действием.

При воздействии на мозговую (нервную) ткань ЭМП с частотой, близкой к частоте собственных биоритмов мозга, биологическое воздействие увеличивается (табл. 3).

Среди выявленных различными авторами закономерностей в действии СВЧ-полей нетепловой интенсивности можно отметить следующие, связанные со способностью ЭМП:

- влиять на течение биохимических реакций внутриклеточного метаболизма, а также на ферментативную активность белков-ферментов в головном мозге, печени и других структурах;

- воздействовать (прямо или косвенно) на процессы передачи генетической информации (на процессы транскрипции и трансляции);

- влиять на уровни сульфгидральных и других групп, определяющих полярность белковых молекул;

- действовать на нейрогуморальную регуляцию, в частности, на гипоталамо-гипофизарную и симпатoadреналовую системы;

- изменять динамику иммунного ответа и физико-химические свойства глии, в частности, её электронно-оптическую плотность;

- перестраивать рисунок импульсных потоков, генерируемых нейронами;

- изменять функциональную активность рецепторов и различных ионных каналов, а также структурные характеристики кластеров и ассоциатов воды в биологических жидкостях.

Таблица 3

Опасные и вредные частоты (по Д.С. Конторову и др., 1993)

| Частота, Гц                         | Отрицательный эффект                                                                                                  |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,02                                | Увеличение времени реакции на возбуждение                                                                             |
| 0,06                                | Стойкое психическое торможение                                                                                        |
| 1–3 (дельта-ритм мозга)             | Стресс                                                                                                                |
| 5–7 (тета-ритм мозга)               | Умственное утомление. Стресс. Отрицательное эмоциональное возбуждение                                                 |
| 8–12 (альфа-ритм мозга)             | Влияет на реактивность и эмоциональное возбуждение, вплоть до судорожной активности                                   |
| 12–31 (бета-ритм мозга)             | Умственное утомление. Усиление стресса                                                                                |
| 1000–12000                          | Снижение аудиоактивности и слухового восприятия в целом                                                               |
| 40–70                               | При высокой напряжённости поля – ухудшение обменных процессов. Индивидуальные физиологические изменения, беспокойство |
| Около 400 (пейсмейкерные колебания) | Возможны функциональные нарушения                                                                                     |

Таблица 4

Картина клинических проявлений воздействия микроволн на организм человека при различных интенсивностях излучения (модификация с дополнениями данных Б.А. Минина [10])

| Интенсивность микроволн, мВт/см <sup>2</sup> | Наблюдаемые изменения                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 600                                          | Болевые ощущения в период облучения*                                                                                                                                              |
| 200                                          | Угнетение окислительно-восстановительных процессов тканей*                                                                                                                        |
| 100                                          | Повышение артериального давления с последующим его снижением, в случае хронического воздействия – устойчивая гипотония. Двусторонняя катаракта                                    |
| 40                                           | Ощущение тепла. Расширение сосудов. При облучении 0,5–1,0 ч повышение давления на 20–30 мм рт. ст.*                                                                               |
| 20                                           | Стимуляция окислительно-восстановительных процессов тканей                                                                                                                        |
| 10                                           | Астенизация после 15 мин облучения, изменение биоэлектрической активности мозга                                                                                                   |
| 8                                            | Неопределённые сдвиги со стороны крови с общим временем облучения 150 ч, изменение свёртываемости крови                                                                           |
| 8                                            | Электрокардиографические изменения, изменения в рецепторном аппарате                                                                                                              |
| 4–5                                          | Изменение артериального давления при многократных облучениях, непродолжительная лейкопения, эритропения                                                                           |
| 3–4                                          | Ваготоническая реакция с симптомами брадикардии, замедление электропроводимости сердца                                                                                            |
| 2–3                                          | Выраженный характер снижения артериального давления, учащение пульса, колебания объёма крови сердца                                                                               |
| 1                                            | Снижение артериального давления, тенденция к учащению пульса, незначительные колебания объёма крови сердца. Снижение офтальмотонуса при ежедневном воздействии в течение 3,5 мес. |
| 0,4                                          | Слуховой эффект при воздействии импульсных ЭМИ                                                                                                                                    |
| 0,3                                          | Некоторые изменения со стороны нервной системы при хроническом воздействии в течение 5–10 лет                                                                                     |
| 0,1                                          | Электрокардиографические изменения                                                                                                                                                |
| До 0,5                                       | Тенденция к понижению артериального давления при хроническом воздействии*                                                                                                         |

Примечание: \* – значения интенсивности являются наименьшими из встречающихся в литературе.

Пол, возраст и состояние алкогольного опьянения оказывают существенное влияние на чувствительность человека к слабым магнитным полям [7, 22].

По величине дозы и характеру облучения выделяют острое и хроническое поражение микроволновыми излучениями (табл. 4). К острым поражениям относят нарушения, возникающие в результате кратковременного воздействия микроволн плотностью потока энергии (ППЭ), вызывающей термогенный эффект. Хроническое поражение – результат длительного воздействия микроволнового излучения субтепловой ППЭ.

Специфическое действие ЭМИ объясняют нелинейным характером влияния поля на микроструктуры. Механизм действия СВЧ заключается в изменении мембранной проницаемости клетки, что приводит

к нарушению функции нуклеотидциклазной системы, влияющей на активность окислительно-восстановительных ферментов. Продукты метаболизма гуморальным путём вызывают изменения физиологического состояния.

Некоторыми авторами высказываются предположения о существовании у животных и человека специфических рецепторов для восприятия ЭМП. По нашему мнению, роль такого рецептора в организме могут играть молекулы воды в биологических жидкостях.

Естественные, природные ЭМП могут быть связаны с процессами, происходящими на Солнце, или иметь чисто земное происхождение. В обоих случаях это необходимо учитывать в дальних, долговременных космических полётах к другим планетам [12, 13].

Важная особенность геомагнетизма и гравитации состоит в том, что эти факторы являются всепроникающими физическими полями – ничто на Земле и за её пределами не сможет экранировать их воздействие [13].

Суждение А.Л. Чижевского [27] о пространственной неоднородности гелиогеофизических эффектов имеет отношение как к земной, так и космической среде обитания. Поэтому надо учитывать, что земные закономерности в космическом пространстве могут иметь не только разную степень выраженности, но и разный знак. Соответственно, такое положение требует и адекватных способов профилактики и защиты от ЭМИ [4]. Аномальное по напряжённости магнитное поле является фактором, повышающим риск развития патологий сердечно-сосудистой и иммунной систем. Характер влияния аномального магнитного поля на человека находится в тесной зависимости от других экологических факторов (токсикологической и радиологической природы).

Новейшие научные исследования всё больше свидетельствуют о том, что человек через спектр электромагнитных излучений своего тела может взаимодействовать с резонансами Земли, ионосферы, с биологическими резонансами животных и растений. Именно посредством волн-частот Шумана каждый человек, каждое живое существо находятся в резонансе по отношению к Земле. У человека основной спектр частот, продуцируемых мозгом, находится в диапазоне от 1 до 40 Гц, а частоты 8–12 Гц соответствуют уравновешенному, спокойному взаимоотношению с основной резонансной частотой Земли (см. табл. 3). Совпадение этих частот не случайно, а достигнуто эволюционно у всего живого. Поэтому малейшее отклонение уже фиксируется на бессознательном уровне, и живой объект на него реагирует функционально (вспомните реакцию морских животных на приближение шторма, урагана). Можно также предполагать, что именно альфа-ритм (8–10 Гц) выполняет функцию «шунтирования», защиты

от слабых электромагнитных воздействий внешней среды.

Механизм влияния слабых ЭМП на живой организм необходимо искать в границах достаточно общих физических явлений, имеющих место в конденсированных средах различной природы. Человек на 65–80 % состоит из молекул воды. Вода в организме является шестым органом чувств для восприятия электромагнитных волн во всём спектре и интенсивности их воздействия. Вода по определению – структурированная жидкокристаллическая среда. Наиболее чувствительны структуры внутриорганизменной воды к ЭМИ низкочастотным, низкоинтенсивным (ниже 4 Гц и на порядок ниже магнитного поля Земли). Именно здесь возникает опасность того, что с помощью специально создаваемых и ориентированных частот Шумана имеется возможность нечувствительного и невидимого (как радиация) воздействия на человека, его настроение, эмоции, здоровье и мозговую деятельность. И это не научный вымысел.

В фундаментальных исследованиях В.И. Слесарева [23, 25] показано, что вода способна безреагентно изменять свои свойства и функции, а также водосодержащих систем за счёт изменения кислотно-основных, окислительно-восстановительных комплексобразующих свойств. Всё это приводит к изменению спектральных характеристик, растворяющей способности, изменению биологических и физиологических функций.

Собственное электромагнитное поле воды низкоинтенсивно ( $\leq 10^{-5}$  Вт/см<sup>2</sup>) и дискретно в широком диапазоне частот ( $10^{14}$  Гц  $< \nu < 10$  Гц). Электромагнитное поле воды зафиксировано в условиях растущего льда, а в условиях жидкого состояния – в разных диапазонах – от мм до км.

Реальные биохимические и биофизические реакции в биологических структурах протекают с дискретными потенциалами: – 0,40; –0,10; 0,19; 0,49 и 0,78 В при рН = 7,5 (крайние значения – потенциалы разложения воды, прекращение жизненных процессов).



В воде качественное различие между магнитной индукцией и напряжённостью магнитного поля исчезает. Воздействие на воду переменным ЭМП низкой частоты (0,01–0,04 Гц; 1–7 Гц и др.) и низкой интенсивности (5–50 мкВт/см<sup>2</sup>) экспериментально приводит к изменению ряда её физических параметров, которые сохраняются в течение 72 ч.

Исходя из пространственных, геометрических и количественных характеристик ассоциатов воды, их можно рассматривать как активного участника, катализатора многих биохимических процессов [9]. Именно ассоциаты воды способны снижать энергетические барьеры для прохождения химических, биохимических и биофизических реакций.

Любая электромагнитная энергия и имеющаяся частотная информация адресуется в конкретные водные, нейрональные, белковые и ассоциативные структуры живого организма – двойники этой информации.

В последнее время (10–15 лет) увеличивается интенсивность всех резонансов (волн) Шумана, и человек естественным образом воспринимает ЭМИ в диапазоне 4–7 Гц и 13–40 Гц. Нижняя частота Шумана – 7,83 Гц – претерпевает изменения и приближается к границе 8 Гц, иногда и выше. Вторая и третья резонансные частоты Шумана также претерпевают колебания в пределах 0,3 и 0,8 Гц соответственно.

В силу недостаточной изученности механизма биологического действия слабых ЭМП любого происхождения на живые организмы имеют место спорные высказывания, всплески ажиотажа вокруг, например, птичьего гриппа, неспецифической пневмонии, необъяснимого появления новых вирусоподобных заболеваний и возникающей активности нейтральных биологических структур. По нашему мнению, при массовых неожиданных эпидемиях современных болезней причиной их может быть прогрессирующий техногенный магнитный фон, изменение частотных характеристик резонансов Шумана, закрытые испытания различных

устройств, генерирующих низкочастотные электромагнитные волны.

Исходя из современных представлений и достижений науки, можно отметить некоторые особенности, подтверждающие это положение.

**Колебательные процессы в биологических структурах** подвержены влиянию ЭМИ в значительной степени. В организме человека и животных как ответ на внешнее воздействие происходит структурная перестройка как отдельных молекул воды, так и связанной воды, кластеров и ассоциатов воды, которая структурно повторяет формы субмолекулярных, молекулярных и клеточных структур, включая мембраны клеток. Водные структуры организма являются основным источником инфракрасного излучения, а также регуляторным механизмом биохимических и биофизических процессов в нём.

При облучении биологического объекта электромагнитная энергия поглощается преимущественно молекулами воды, в результате чего наблюдается [5, 8]:

- увеличение кинетической энергии молекул, групп молекул, селективный нагрев микроструктур (диэлектрические потери) с возникновением необычных температурных градиентов;
- ориентация молекул и более крупных частиц вдоль силовых линий ЭМП, релаксация и поляризация молекул;
- индуцирование зарядов в частицах;
- вращение дипольных молекул, резонансные колебания молекул, ионов, белковых цепей;
- повышение проницаемости клеточной мембраны, изменение диаметра ионных (мембранных каналов), нарушение ионных токов (Ca<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup> и др.), изменение мембранного потенциала клетки;
- изменение диэлектрических свойств тканей;
- в низкочастотных диапазонах – наведение электрических зарядов на субклеточные и более крупные структуры и распределение индуцированного заряда на

поверхности тела (изменение плотности наводимого тока).

Колебательные процессы в биоструктурах приводят к возникновению аномальных градиентов концентрации ионов, изменению зоны гидратации белка, нарушениям в наиболее непрочных связях крупных белковых цепей, изменениям в молекулярных структурах, ответственных за неспецифичность белков и ферментов, конформационным изменениям мембранных белков, изменениям обменных ритмов в водной фазе и в конечном итоге – к нетепловой денатурации белка, нарушению функции ткани, увеличению концентрации продуктов метаболизма, повреждению клеток, локальному раздражению рецепторных образований с возникновением рефлекторных биологических реакций в организме.

В целом патофизиологический процесс начинается с молекулярного уровня. Дальнейшее развитие реакций (уже на организменном уровне) происходит по стереотипным патофизиологическим законам: процессы стимуляции, угнетения, сенсibilизации, дезадаптации, кумуляции, истощения. Характер организменных реакций на действие ЭМИ сходен с таковыми при действии других раздражителей – фазовостью процессов, нелинейностью ответов, обратимостью сдвигов, кумуляцией биоэффектов, зависимостью от интенсивности и длительности воздействия, исходным состоянием организма.

Изменение наиболее чувствительных структур нервной системы является ранней реакцией на ЭМИ малой интенсивности. При непродолжительном облучении морфологические изменения обратимы, при длительном они становятся выражением защитно-приспособительных процессов (дистрофические изменения в паренхиматозных органах и семенных канальцах, пролиферативная реакция ретикулоэндотелиальных элементов печени и микроглии мозга). Наиболее резкие изменения обнаруживаются в межнейронных связях коры, аксосоматических синапсах и чувствительных волокнах рецепторных зон кожи и внутренних органов.

При облучении ЭМИ низкой интенсивности возникают преходящие функциональные изменения. При этом более чувствительные к ЭМИ системы (ЦНС, эндокринная) реагируют на воздействие в первую очередь, тогда как менее чувствительные отвечают на облучение отсроченными реакциями. Важное значение приобретает и индивидуальная чувствительность, определяющая в конкретном случае меру ответной реакции, которая в свою очередь отличает физиологическую реакцию от патологической. ЭМИ могут оказывать ощутимое «информационное» действие, особенно при условии существования расстройств организма (болезнь, перенапряжение, неблагоприятное воздействие других факторов). Влияние излучения в первую очередь сказывается на длительно протекающих процессах (на этом основаны современные методы КВЧ-терапии).

Биологические эффекты (синергетика) структурно организованных молекул биологических жидкостей в условиях ЭМИ имеют свои особенности. В организме существует большое количество безвредных бактерий, вирусоподобных молекул белка и т.п. Вследствие указанных выше воздействий они переходят из состояния безобидного существования в фазу патогенных возбудителей болезни. Не последнюю роль при этом играет изменённый структурный фон биологических жидкостей. Результаты наших предварительных исследований свидетельствуют, что всего лишь 1 мл структурированного низкочастотным генератором физиологического раствора, введённого внутривенно (0,5 мл) мышам или внутривенно человеку, способен как активировать физиологические процессы в организме, так и статически или литически влиять на вирусы гепатита С.

На патогенность бактерий, вирусов, безвредных молекул белка влияет даже одна перестановка молекулы водорода или изменение структурной ориентации молекулы активного центра вследствие изменения пространственной структуры всей молекулы белка.

Физикам давно известно, что вещество может переходить в энергию и наоборот. О единении «силы и вещества» писал Н.И. Пирогов в «Дневнике старого врача»\*. На основе новых взглядов на микромир и электродинамику можно понять, что в организме под влиянием различных микроэлектрических полей (электрополя с приставкой «микро», но на микроуровне их величина достаточная) имеет место переход единичных элементарных частиц (это или электроны, или другие лёгкие элементарные частицы) в энергию; этих малых порций энергии вполне достаточно для функционирования разных органов человека.

Академик Е.И. Чазов, говоря о сердце, сказал, что этот орган фактически представляет собою электромотор; на сердце располагается достаточное количество точек с различными электрическими потенциалами, и в разных частях сердца присутствуют электронаводные токи. В этой короткой информации Е.И. Чазов в неявной форме высказал ряд вопросов, адресованных физикам-теоретикам. Видимо, и на сердце происходят переходы отдельных элементарных частиц в энергию и тем самым осуществляется подпитка этого важного органа жизни в соответствии с общим законом энергетической адекватности питания человека.

На молекулярном уровне (живого организма) нужны лишь очень небольшие воздействующие импульсы (достаточно нескольких фотонов), которые оказывают значимое влияние на тонкие биологические структуры, узловые изменения положения которых имеют значимые функциональные последствия. Эти данные хорошо согласуются с понятием И.Р. Пригожина о структурной устойчивости, упоминаемого в книге «От существующего к возникающему» [34], где оно рассматривается в контексте изучения процессов возникновения определённых ситуаций после воздействия флуктуаций на систему – то, что называется специальным термином «порядок через

флуктуацию». Основные подходы к этой теме намечены в книге, написанной И.Р. Пригожиным в соавторстве с Г. Николасом «Самоорганизация в неравновесных системах: от диссипативных структур к порядку через флуктуации» [16]. Модели «порядка через флуктуацию» открывают нам неустойчивый мир, в котором малые причины порождают большие следствия. Причины усиления малых событий – вполне «законный» предмет рационального анализа. Одни и те же нелинейности могут порождать порядок из хаоса элементарных процессов, а при других обстоятельствах приводить к разрушению того же порядка и, в конечном счёте, к возникновению новой когерентности (согласованному протеканию во времени нескольких колебательных или волновых процессов, разность фаз которых постоянна), лежащей уже за другой бифуркацией. Достижения биологической синергетики нелинейных неравновесных динамических открытых систем наглядно объясняют механизм действия слабых и сверхслабых физических полей на биологические структуры организма [14, 17, 18, 35].

Сегодня мы переживаем тот период научной революции, когда коренной переоценке подвергается место и самое существо научного подхода в понимании электромагнитного воздействия на организм человека. Для каждой биологической, биохимической структуры в живом организме характерны свои пространственные позиции молекул. Структурные изменения молекул воды в организме могут изменять угловую ориентацию и направление вращения одного атома биологической молекулы относительно другого, одной молекулярной группы относительно другой. Химический состав при этом постоянен, хиральность не изменяется – меняется пространственная структура и соответственно возникают биологические эффекты. Например, кластеры ксенона или постксеноновые ассоциаты воды в биологических жидкостях. Известно, что разрывы хромосомных цепочек происходят при воздействии нетепловых излучений различного происхожде-

\* Приложение к журн. «Русская старина». СПб., 1884. 464 с.

ния – это уже уровень, в первую очередь, взаимодействия биологической структуры с биологической жидкостью [5–6, 24–25, 33].

Пространственное положение всех форм биологических молекул и других биологических структур в организме поддерживается как внутренними электростатическими и слабыми электромагнитными взаимодействиями, характерными для каждого живого организма индивидуально, но также и управляющими электромагнитными излучениями окружающей среды (космического, околоземного, земного и техногенного происхождения). Земные силовые поля, резонансы Шумана, насыщение электромагнитным смогом техногенного происхождения, геопатогенные зоны имеют малую напряжённость, но продолжительное время воздействия. Влияя на основные ритмы ЦНС, они могут нарушать управляющие импульсы головного мозга и этим изменять как иммунологический статус всего организма в целом, так и пространственные структуры форм иммунных молекул.

Живые структуры, как и всё в природе, организованы по фрактальному принципу (фрактал – предельно простая структура, состоящая из частей, подобных в каком-либо смысле целому, ставшая единым элементом множества Мандельброта<sup>\*</sup>). Изменения составных частей любого фрактала на микроуровне в организованных системах даже под влиянием слабых и сверхслабых воздействий (ниже  $kT$  – средней энергии теплового движения одной молекулы, равной  $0,03$  эВ) всегда отражаются на макроскопическом уровне в изменении формы и функции целого. Примеров в природе предостаточно. Водные структуры в любом живом организме являются фундаментом фазовой связи фрактальных резонаторов, они же поддерживают когерентность биологической системы на каждом иерархическом уровне. Только из-за наличия биологических жидкостей все тонкие структуры реагируют на внешние воздействия, в том числе и ЭМИ, одинаково. Малые уровни взаимодействия

в системе могут иметь как положительное, так и отрицательное влияния.

Являясь, по нашему мнению, фундаментальным рецептором всех электромагнитных воздействий, структурные образования биологических жидкостей – это первое звено слабых и сверхслабых воздействий как внутри организма, так и в чувствительности (восприимчивости) к внешним излучениям. Вода в живом организме определяет биологическую совместимость молекулярных компонентов и метаболическую изменчивость. От состояния биологических жидкостей зависят функции печени, почек и других систем, а также окислительно-восстановительных и обменных процессов («живая – мёртвая вода» [8]).

Изменение внутренних управляющих импульсов биологической системы на всех уровнях иерархии (от локальных, региональных до центральных) при воздействии внешних, даже слабых, сигналов может привести к стрессу, депрессии, неспецифическому снижению иммунной реактивности организма и, как следствие, подверженности различным инфекционным, вирусным и другим заболеваниям.

В наших исследованиях отмечено, что воздействия структурно организованным низкочастотным или слабым низкочастотным низкой интенсивности излучением на физиологический раствор приводит к повышению лечебного эффекта препарата, подвергнувшегося предварительному воздействию ЭМИ [5, 30].

Можно предложить и пути коррекции влияния геомагнитного поля на организм человека или животного. При нежелательности низкого уровня активности геомагнитного поля частичное экранирование организма должно сыграть роль фактора, компенсирующего влияние земного магнетизма. И, наоборот, если нежелателен высокий уровень геомагнитной активности, то это можно компенсировать наложением ЭМП с частотой, близкой к циклотронной. Естественно, что эти суждения нуждаются в экспериментальной проверке.

Попадание человека (животного) в новую обстановку (микроклимат) с низкоин-

<sup>\*</sup> Бенуа Б. Мандельброт. Фрактальная геометрия природы. М., 1977.

тенсивными низкочастотными электромагнитными полями приводит организм к новым внутренним реакциям и перестройкам. В этом отношении серьёзное внимание необходимо обратить не только на обитание человека на Земле, но и в длительных космических путешествиях при освоении планет Солнечной системы [12, 13]. Частотный, привычный землянам ритм, базирующийся на основной резонансной частоте Земли, значительно отличается на других планетах. Отсюда необходимость и актуальность фундаментальных исследований проблем космической безопасности человека, способов и средств безопасного нахождения в межпланетном пространстве.

В заключение следует сказать, что с учётом повсеместного распространения искусственных источников ЭМП как в производственных, так и в бытовых условиях воздействующих на широкие слои населения, при отсутствии достаточной информации о характере их отрицательного биологического воздействия, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отнесла электромагнитное загрязнение к ряду приоритетных проблем человечества и в настоящее время реализует широкомасштабную программу «Международный проект ВОЗ по электромагнитным полям», в осуществлении которой участвует и Россия.

### Список литературы

1. Биологическое действие низкоинтенсивных экологических факторов на организм человека / В.В. Довгуша, М.Н. Тихонов, И.Д. Кудрин [и др.] // Экология пром. производства. – 1999. – № 1. – С. 3–14.
2. Гигиеническая оценка магнитных полей в электропоездах и технологических зонах метрополитена / В.Н. Никитина, Г.Г. Лашко, Ю.А. Копытенко [и др.] // Мед. труда и пром. экология. – 2002. – № 3. – С. 16–18.
3. Гигиенические исследования электромагнитной обстановки в экранированных сооружениях / В.Н. Никитина, Э.Н. Фоминич, Л.О. Мырова [и др.] // Морской мед. журнал. – 1999. – № 5. – С. 17.
4. Довгуша В.В., Довгуша Л.В. Электромагнитные поля: роль и механизмы контроля над сознанием и заболеваемостью // Медицина экстремальных ситуаций. – № 2 (24). – С. 49–59.
5. Довгуша В.В., Лехтлаан-Тыниссон Н.П., Довгуша Л.В. Вода привычная и парадоксальная. – СПб., 2007. – 242 с.
6. Довгуша В.В., Тихонов М.Н. Электромагнитный фактор – источник множества заболеваний // Медицина экстремальных ситуаций. – 1999. – № 1. – С. 5–10.
7. Довгуша В.В., Тихонов М.Н., Довгуша Л.В. Волновые взаимодействия в биологии и медицине. – СПб.: Полиграф-Ателье, 2012. – 286 с.
8. Загрязнение городской среды ультранизкочастотными магнитными полями от электротранспорта / Ю.А. Копытенко, Н.Г. Птицына [и др.] // Погода и биосистемы: матер. IV Межд. конгресса. – СПб., 2006. – С. 85.
9. Зенченко Т.А. Анализ характерных особенностей геофизической обстановки в моменты авиационных происшествий, произошедших по разным факторам-причинам // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине: матер. IV Межд. конгресса. – СПб., 2006. – С. 142.
10. Калниньш К.К. Каталитические свойства воды: «живая» и «мёртвая» вода // Биоинформационный ресурс человека: резервы образования: матер. науч.-образоват. конф. – СПб., 2004. – С. 128–185.
11. Конторов Д.С., Конторов М.Д., Спока В.К. Радиоинформатика. – М., 1993. – 204 с.
12. Межпланетные пилотируемые полёты в отсутствии геомагнитных пульсаций – психофизический аспект / С.В. Авакян, Н.А. Воронин, О.К. Боровкова, В.В. Ковалёнок // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине: матер. IV Межд. конгресса. – СПб., 2006. – С. 157.
13. Минин Б.А. СВЧ и безопасность человека. – М.: Советское радио, 1974. – 348 с.
14. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: УРСС, 2003.
15. О состоянии окружающей среды в Санкт-Петербурге и Ленинградской области в 1998 году: Государственный доклад: в 2 т. – СПб., 1999. – Т. 1. – 193 с.
16. Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. – М.: УРСС, 2002.
17. Пригожин И.Р. Постигание реальности // Природа. – 1998. – № 6.
18. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. – М.: УРСС, 2003.
19. Решение Совета безопасности РФ № 2–2 от 20.02.1995 г. «Об опасности электромагнитного загрязнения окружающей среды».
20. Рудаков М.Л. Российские и европейские гигиенические нормативы на параметры радиоизлучений для населения // Стандарты и качество. – 1996. – № 4.

21. Рябов Ю.Г., Осипова А.Ю. Нормирование электромагнитной безопасности бытовых приборов в России и США // Стандарты и качество. – 1996. – № 5.
22. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона. – М., 1996.
23. Серпов В.Ю. Безопасность жизнедеятельности человека в зонах геофизических аномалий Европейской России. – СПб., 2005. – 128 с.
24. Слесарев В.И. Загадки воды. Структурно-информационное свойство воды и явление «аквакоммуникации» // Вода и экология (Проблемы и решения). – 2004. – № 4 (21). – С. 49–83.
25. Слесарев В.И. Основы химии живого. – СПб.: Химиздат, 2007. – 787 с.
26. Тихонов М.Н. Электромагнитная безопасность: взгляд в будущее // Проблемы комплексной защиты организма пользователей при эксплуатации компьютерной техники. – М.: ВИНТИ РАН, 2005. – № 3. – С. 9–47.
27. Тихонов М.Н., Довгуша В.В. Электромагнитная безопасность: постижение реальности // Экологические системы и приборы. – 1999. – № 4. – С. 43–55.
28. Тихонов М.Н., Довгуша В.В., Кудрин И.Д. Общество в условиях техногенного прессинга электромагнитных излучений // Экология пром. производства. – 1998. – № 3–4. – С. 11–32.
29. Тихонов М.Н., Кудрин И.Д. Человек и техника; «общение» полями // Энергия: экономика, техника, экология. – 1997. – № 11. – С. 26–27.
30. Хаген Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 320 с.
31. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни. – М.: Мысль, 1995. – 768 с.
32. Absence of daytime 50 Hz, 100  $\mu$ T<sub>rms</sub> magnetic field or bright light exposure effect on human performance and psychophysiological parameters / M. Crasson [et al.] // Bioelectromagnetics. – 2005. – Vol. 26, № 3. – P. 222–233.
33. Fuller M., Dobson J. On the significance of the constant of magnetic field sensitivity in animals // Bioelectromagnetics. – 2005. – Vol. 26, № 3. – P. 234–237.
34. Gordon C., Berk M. The effect of geomagnetic storms on suicide // Safr Psychiatry Rev. – 2003. – Vol. 6. – P. 24–27.
35. Prigogine I., Nicolis G. Self - Organization in Non-Equilibrium System: From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations. – New York: J. Wiley&Sons, 1977.

## References

1. Dovgusha V.V., Tihonov M.N., Kudrin I.D. i dr. Biologicheskoe dejstvie nizkointensivnyh jekologicheskikh faktorov na organizm cheloveka [The biological effect of low-intensity of environmental factors on the human body]. Jekologija prom. proizvodstva. – 1999. – № 1. – S. 3–14.
2. Nikitina V.N., Lashko G.G., Kopytenko Ju.A. i dr. Gigienicheskaja ocenka magnitnyh polej v jelektropoezdah i tehnologicheskikh zonah metropolitena [Hygienic evaluation of the magnetic fields in electrical and technological areas of the subway]. Med. truda i prom. jekologija. – 2002. – № 3. – S. 16–18.
3. Nikitina V.N., Fominich Je.N., Myrova L.O. i dr. Gigienicheskie issledovanija jelektromagnitnoj obstanovki v jekranirovannyh sooruzhenijah [Hygienic researches of the electromagnetic environment in the screened constructions]. Morskoj med. zhurnal. – 1999. – № 5. – S. 17.
4. Dovgusha V.V., Dovgusha L.V. Jelektromagnitnye polja: Rol' i mehanizmy kontrolja nad soznaniem i zaboлеваemost'ju [Electromagnetic fields: the role and mechanisms of mind control and morbidity]. Medicina jekstremal'nyh situacij. – № 2(24). – S. 49–59.
5. Dovgusha V.V., Lehtlaan-Tynisson N.P., Dovgusha L.V. Voda privychnaja i paradoksal'naja [Water familiar and paradoxical]. – SPb., 2007. – 242 s.
6. Dovgusha V.V., Tihonov M.N. Jelektromagnitnyj faktor – istochnik mnozhestva zabolevanij [Electromagnetic factor - the source of many diseases]. Medicina jekstremal'nyh situacij. – 1999. – № 1. – S. 5–10.
7. Dovgusha V.V., Tihonov M.N., Dovgusha L.V. Volnovye vzaimodejstvija v biologii i medicine [Wave interactions in biology and medicine]. – SPb.: Poligraf-Atel'e, 2012. – 286 s.
8. Kopytenko Ju.A., Pticyna N.G. i dr. Zagrzaznenie gorodskoj sredej ul'tranizkochastotnymi magnitnymi poljami ot jelektrotransporta // Pogoda i biosistemy [Urban pollution by the extra-low-frequency magnetic fields from electric transport]. Mater. IV Mezhd. kongressa. – SPb., 11–14 okt. 2006. – S. 85.
9. Zenchenko T.A. Analiz harakternyh osobennostej geofizicheskoj obstanovki v momenty aviacionnyh proisshestvij, proizoshedshih po raznym faktoram-prichinam [Analysis of the characteristics of geophysical conditions in date of the accident that occurred on various factors, reasons]. Slabye i sverhslabye polja i izluchenija v biologii i medicine: Mater. IV Mezhd. kongressa. – SPb., 11–14 okt. 2006. – S. 142.
10. Kalnin'sh K.K. Kataliticheskie svojstva vody: «zhivaja» i «mjortvaja» voda [The catalytic properties of water: "live" and "dead" water]. V kn.: Bioinformacionnyj resurs cheloveka: rezervy obrazovanija. Mater. nauch.-obrazovat. konf. – SPb., 2004. – S.128–185.
11. Kontorov D.S., M.D. Kontorov, V.K. Spoka. Radioinformatika [Radio informatics]. – М., 1993. – 204 s.

12. Avakjan S.V., Voronin N.A., Borovkova O.K., V.V. Kovaljonok. Mezplanetnye pilotiruemye poljoty v otsutstvii geomagnitnyh pul'sacij – psihofizicheskiy aspekt [Interplanetary manned flights in the absence of geomagnetic pulsations - psychophysical aspect]. Slabye i sverhslabye polja i izlucheniya v biologii i medicine: Mater. IV Mezhd. kongressa. – SPb., 11–14 okt. 2006. – S. 157.
13. Minin B.A. SVCh i bezopasnost' cheloveka [Super-high frequency and human safety]. – M.: Sovetskoe radio, 1974. – 348 s.
14. Nikolis G., Prigozhin I. Poznanie slozhnogo [Complex cognition]. – M.: URSS, 2003.
15. O sostojanii okruzhajushhej sredy v Sankt-Peterburge i Leningradskoj oblasti v 1998 godu: Gosudarstvennyj doklad v 2 t. [On the state of the environment in St. Petersburg and Leningrad region in 1998: State Report 2 tons.]. – SPb., 1999. – T. 1. – 193 s.
16. Prigozhin I. Ot sushhestvujushhego k voznikajushhemu: vremja i slozhnost' v fizicheskikh naukah [From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences]. – M.: URSS, 2002.
17. Prigozhin I.R. Postizhenie real'nosti [Reality comprehension]. Priroda. – 1998. – № 6.
18. Prigozhin I., Stengers I. Porjadok iz haosa [Order out of chaos]. – M.: URSS, 2003.
19. Reshenie Soveta bezopasnosti RF ot 20.02.1995 g. № 2-2 «Ob opasnosti jelektromagnitnogo zagriznenija okruzhajushhej sredy» [The decision of the Security Council of the Russian Federation of 20.02.1995, № 2-2 «The danger of the electromagnetic environment pollution"].
20. Rudakov M.L. Rossijskie i evropejskie gigenicheskie normativy na parametry radioizluchenij dlja naselenija [Russian and European hygienic standards on the radio parameters for the population]. Standarty i kachestvo. – 1996. – № 4.
21. Rjabov Ju.G., Osipova A.Ju. Normirovanie jelektromagnitnoj bezopasnosti bytovyh priborov v Rossii i SShA [Rationing of electromagnetic safety of household appliances in Russia and the US]. Standarty i kachestvo. – 1996. – № 5.
22. Sanitarnye pravila i normy «Jelektromagnitnye izlucheniya radiochastotnogo diapazona» (SanPiN 2.2.4/2.1.8.055-96) [Sanitary regulations and standards "Electromagnetic emissions of the radio-frequency range" (SanPiN 2.2.4 / 2.1.8.055-96)].
23. Serpov V.Ju. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti cheloveka v zonah geofizicheskikh anomalij Evropejskoj Rossii [Vital activity security in the areas of geophysical anomalies in the European Russia]. – SPb., 2005. – 128 s.
24. Slesarev V.I. Zagadki vody. Strukturno-informacionnoe svojstvo vody i javlenie «akvakommunikacii» [Mysteries of water. The structural and information property of water and the phenomenon of "aqua communications"]. Voda i jekologija (Problemy i reshenija). – 2004. – № 4 (21). – S. 49–83.
25. Slesarev V.I. Osnovy himii zhivogo [Principles of chemistry of vivo]. – SPb.: Himizdat, 2007. – 787 s.
26. Tihonov M.N. Jelektromagnitnaja bezopasnost': vzgljad v budushhee. Problemy kompleksnoj zashhity organizma pol'zovatelej pri jeksplyuacii komp'yuternoj tehniky [Electromagnetic safety: looking into the future. Problems of complex organism protection of users in the operation of computer equipment]. – M.: VINITI RAN, 2005. – № 3. – S. 9–47.
27. Tihonov M.N., Dovgusha V.V. Jelektromagnitnaja bezopasnost': postizhenie real'nosti [Electromagnetic safety: reality comprehension]. Jekologicheskie sistemy i pribory. – 1999. – № 4. – S. 43–55.
28. Tihonov M.N., Dovgusha V.V., Kudrin I.D. Obshhestvo v uslovijah tehnogennoego pressinga jelektromagnitnyh izluchenij [Society in terms of technogenic electromagnetic radiation pressure]. Jekologija prom. proizvodstva. – 1998. – № 3–4. – S. 11–32.
29. Tihonov M.N., Kudrin I.D. Chelovek i tehnika; «obshhenie» poljami [Human and Technology; "Communication" by fields]. Jenergija: jekonomika, tehnika, jekologija. – 1997. – № 11. – S. 26–27.
30. Hagen G. Sinergetika: ierarhii neustojchivostej v samoorganizujushhihsja sistemah i ustrojstvah: Per. s angl. [Synergetics: Instability Hierarchies in self-organizing systems and devices: Trans. from English.]. – M.: Mir, 1985. – 320 s.
31. Chizhevskij A.L. Kosmicheskiy pul's zhizni [Cosmic Pulse of Life]. – M.: Mysl', 1995. – 768 s.
32. Crasson M. et al. Absence of daytime 50 Hz, 100  $\mu$ Trms magnetic field or bright light exposure effect on human perform. P... ance and psychophysiological parameters // Bioelectromagnetics. – 2005. – Vol. 26, № 3. – P. 222–233.
33. Fuller M., Dobson J. On the significance of the constant of magnetic field sensitivity in animals // Bioelectromagnetics. – 2005. – Vol. 26, № 3. – P. 234–237.
34. Gordon C., Berk M. The effect of geomagnetic storms on suicide//Safr Psychiatry Rev. – 2003. – Vol. 6. – P. 24–27.
35. Prigogine I., Nicolis G. Self - Orgazation in Non-Equilibrium System: From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations. – New York: J. Wiley&Sons, 1977.

## INFLUENCE MECHANISM OF THE NATURAL AND TECHNOGENIC ELECTROMAGNETIC FIELDS ON LIFE SAFETY

M.N. Tikhonov<sup>1</sup>, V.V. Dovgusha<sup>2</sup>, L.V. Dovgusha<sup>3</sup>

<sup>1</sup> International club of scientists, Russian Federation, St. Petersburg, 44, Ligovsky pr., 191040,

<sup>2</sup> Research Institute of Industrial and Marine Medicine of the Federal Office of Biomedical and Extreme Problems at the Ministry of Health in Russia, Russian Federation, St. Petersburg, 65, Yuri Gagarin Pr.,

<sup>3</sup> State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Northwestern State Medical University named after I.I. Mechnikov, Russian Federation, St. Petersburg, 41, Kirochnaya, 191015

The problems of medico-ecological consequences of scientific and technological progress in the field of electromagnetic radiation (EMR) in three areas: man-made press EMR, electromagnetic factor in the etiology of diseases, the mechanism of the effect of electromagnetic radiation.

**Key words:** electromagnetic field (EMF), electromagnetic environment, EMF of the extremely low frequency (ELF) range, the modulated ultrahigh-frequency (UHF) fields, microwave radiation, radio wave sickness, power density, protection against EMR.

---

© Tikhonov M.N., Dovgusha V.V., Dovgusha L.V., 2014

**Mikhail Nikolaevich Tikhonov** – Specialist in the Interdisciplinary Expert Certification, Scientific-Technical and Control Centre of Nuclear and Radiation Safety (RESCentre) (LLC “RESCentre”, St. Petersburg), Academician of the International Academy of Ecology, Man and Nature Protection Sciences (MANEB) (e-mail: dtrec@peterlink.ru; tel. +7 (812) 233-58-06, +7 (812) 233-69-39).

**Dovgusha Vitaly Vasilyevich** – RANS Academician, Professor, Doctor of Medicine, Director of the Institute of Industrial and Marine Medicine, scientific consultant in CJSC “ATOM - MED CENTRE” Moscow-Saint Petersburg, Prize Winner of the Government Award in Science and Technology 2010 (e-mail: vit130144@yandex.ru; tel. +7 (812) 727-48-60).

**Dovgusha Lilia Vitalyevna** – Candidate of Medicine, Therapist, occupational Pathologist of the highest qualification category, Assistant of the Department of Occupational Medicine in SBEI HPE “NWSMU named after I.I. Mechnikov” (State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Northwestern State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg) (e-mail: vit130144@yandex.ru; tel. 8 (812) 303-50-00).