

НЕИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

УДК 616-03:537.86

МОБИЛЬНАЯ СВЯЗЬ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ХАОС В ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ. КТО НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ?

© 2018 г. Ю. Г. Григорьев^{1,2,*}

¹ Научный совет по радиобиологии РАН, Москва, Россия

² Российский Национальный комитет по защите от неионизирующей радиации, Москва, Россия

*E-mail: profgrig@gmail.com

Поступила в редакцию 16.04.2018 г.

Более 40 лет идут жесткие дискуссии о “теплом” и “нетеплом” действии электромагнитного поля радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ) на организм, что приводит к большим различиям в оценке опасности для здоровья населения в величинах допустимых уровней этого вида излучения. Различия достигают несколько порядков, например от 0.0006 до 1000 мкВт/см². Продолжается отрицание возможного развития отдаленных последствий, в частности опухолей мозга, у пользователей мобильными телефонами (МТ). Не учитывается Решение Международного агентства по исследованию рака (IARC) о том, что ЭМП МТ могут быть промотором опухолей мозга. Не принимается во внимание Решение ВОЗ об особой чувствительности организма детей к физическим факторам внешней среды. Сложилась ситуация, когда население широко использует сотовую связь (СС) при наличии различных точек зрения на радиационную опасность ЭМП РЧ для населения. Фактически население находится в окружающей среде электромагнитного хаоса, но отказаться от сотовой связи уже невозможно.

Ключевые слова: электромагнитная безопасность, стандарт 5G, стандарты, реакции головного мозга, отдаленные последствия, опухоли мозга, дети в группе риска, электромагнитный хаос, добровольный риск

DOI: 10.1134/S086980311806005X

Мобильная связь имеет высокие темпы развития и внедрения в повседневную жизнь населения. При этом население полностью поддерживает эту ситуацию, хотя понимает, что могут быть неблагоприятные последствия для здоровья, проводя аналогии с опасностью СВЧ-печей, персональных компьютеров, проживания вблизи линий электропередач (ЛЭП) и трансформаторов, контакта с другими источниками электромагнитного поля (ЭМП). Использование сотовой связи стало неотъемлемой частью нашей жизни. Тем не менее возможное неблагоприятное влияние ЭМП РЧ, которые используются этой связью, до сих пор не определено, находится на стадии активного обсуждения уже многие годы.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СМОГ В ПРОШЛОМ

Ранее, до появления мобильной связи технологическое электромагнитное загрязнение окружающей среды получило наименование “электромагнитный смог”, и его присутствие во внешней среде мало волновало ученых, к этому безразлично относилось и население. Первоначально источ-

никами были различные радиостанции, радиолокационные станции, эмиссия от космических объектов, бытовые приборы, включая СВЧ-печи.

В связи с развитием у нас в стране телевидения и радиосети возникла практическая потребность гарантировать безопасность населения в условиях, когда относительно мощные источники ЭМП РЧ были расположены на границе или на территории жилых зданий. Разработка нормативных уровней ЭМП РЧ для населения стала необходимой. Обострились существенные различия в подходах разработки предельно допустимых уровней для ЭМП РЧ между учеными США и ICNRP, с одной стороны, и учеными социалистических стран – Чехословакией, Венгрией, Болгарией и включая Китай, с другой стороны. Первая группа ученых считали, что только тепловой уровень ЭМП РЧ может быть биологически активным, вторая – исходили из значимости биологического действия нетеплового более низкого уровня ЭМП РЧ. В результате было установлено два уровня ПДУ: 10 мкВт/см² (СССР) и 1000 мкВт/см² (США и ICNIRP). Советские нормативы были установлены на основе уникальных хронических экспе-

риментов с ЭМП РЧ нетепловой интенсивности, которые были выполнены под руководством академика М.Г. Шандалы [1], в то время как зарубежные рекомендации учитывали биоэффекты теплового действия при однократном облучении и не имели экспериментального обоснования для условий хронического воздействия.

Учитывая серьезность различия в стандартах между СССР и США, была создана Советско-американская группа экспертов. Отечественными учеными были представлены результаты специально проведенных экспериментов для доказательства наличия нетеплового действия ЭМП РЧ, а зарубежные эксперты ограничились лишь хорошо известными примерами теплового действия. При этом общего согласия достигнуто не было. В связи с этим эти разногласия, к большому сожалению, существенно повлияли на гармонизацию стандартов, которую безуспешно пытался проводить Консультативный комитет ВОЗ по Международной программе “ЭМП и здоровье населения” в течение последующих 20 лет.

СОТОВАЯ СВЯЗЬ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ХАОС СЕЙЧАС

За последние 25 лет произошли глобальные достижения в области беспроводной связи – реальное внедрение в нашу повседневную жизнь сотовой связи. Это событие значительно изменило ситуацию техногенного электромагнитного загрязнения внешней среды, значительно увеличило воздействие ЭМП на все группы населения, включая детей, повлияло на методологию оценки соответствующих рисков.

Многие зарубежные специалисты пренебрегают радиобиологическими концепциями, которые должны использоваться для оценки электромагнитной опасности для населения. Например, не учитывается понятие критического органа или критической системы, возможность накопления неблагоприятных эффектов, определение остаточного ущерба (отдаленные соматические последствия), сокращение средней продолжительности жизни, пожизненный радиационный риск и др. Во многих странах существует полное пренебрежение принципом предосторожности, предложенным ВОЗ [2]. Это происходит на фоне периодически появляющихся публикаций о полной безопасности мобильной связи для здоровья населения.

Современные источники электромагнитного техногенного загрязнения окружающей среды

Базовые станции, Wi-Fi. Естественно, увеличение техногенного электромагнитного фона окружающей среды происходит в геометрической прогрессии и прежде всего за счет базовых стан-

ций (БС), которые осуществляют круглосуточное и пожизненное электромагнитное тотальное облучение всего тела населения ЭМП РЧ одной, так и одновременно совокупностью нескольких различных несущих частот, в том числе с различными модуляциями. Это воздействие суммируется за счет рядом расположенных БС других провайдеров.

БС – это стационарные приемопередающие радиотехнические объекты, излучающие электромагнитную энергию в частотном диапазоне 300–3000 МГц и обеспечивающие связь между абонентскими терминалами и системой сотовой связи. В работе сотовой связи применяется принцип деления некоторой территории на зоны от 0.5 до 40 км, в центре или в узлах которых расположены БС, обслуживающие абонентские терминалы, находящиеся в зоне их действия. Сейчас в России более 500 тыс. БС.

Антенны БС должны устанавливаться в нашей стране на высоте 15–100 м от поверхности земли как на существующих постройках (зданиях различного назначения, дымовых трубах промышленных предприятий и т.п.), так и на специально сооруженных мачтах, мощность излучения которых зависит от времени суток.

По результатам измерений ЭМП вблизи 347 базовых станций сотовой связи, проведенных под руководством О.А. Григорьева, диапазон измеренных значений ППЭ в местах возможного доступа людей (населения) составил от 0.17 до 471 мкВт/см² [3, 4]. Максимальные измеренные значения фиксировались на кровле зданий, на которых были размещены антенны БС. Значения, превышающие ПДУ 10 мкВт/см², были зарегистрированы также в помещениях зданий, удаленных не далее 100 м от антенны и расположенных по азимуту проекции главных лучей диаграммы направленности антенн. На территории жилой застройки при измерениях на высоте 2 м от уровня земли не было зафиксировано превышение ПДУ ни в одной из точек. Однако в нарушение гигиенических законодательств и при ослаблении контроля со стороны соответствующих организаций БС монтируются уже в нескольких метрах от жилых домов на уровне 2–3-го этажей по прямой траектории пучка (рис. 1).

Таким образом, БС реально формируют сложно организованный, изменяющийся во времени, модулированный, многочастотный режим облучения в среднем относительно небольшой интенсивности, но имеющий локальные градиенты, иногда повышающие ПДУ ППЭ. Средние значения на селитебной территории и в жилых помещениях, по данным различных стран, не превышают единиц мкВт/см², но могут достигать нескольких сотен мкВт/см².

В целях ускорения работы интернета и расширения его возможности предлагается внедрить новый стандарт 5G. При стандарте 5G будет использоваться малопроникающее миллиметровое электромагнитное излучение (высокие частоты до 24–26 ГГц и выше), которое позволит передавать большие объемы данных на короткие расстояния и с большой скоростью (например, до 10 млрд бит в секунду) с короткими задержками между передачами.

Однако сигналы могут быть заблокированы различными конструкциями зданий, листвой деревьев. Волны могут быть отражены металлическими поверхностями. Учитывая это, антенны сигналов КВЧ планируется устанавливать в жилых домах, на лестничных клетках, в школах, в самих квартирах на расстоянии 3–6 м от пользователя [5]. Согласно информации из США, должны быть установлены до 50 000 новых БС только в Калифорнии, работающих в КВЧ-диапазоне. Хотя антенны могут иметь размеры в несколько миллиметров, “малые соты” могут состоять из десятков или даже сотен элементов антенны. При их работе будет до тысяч выбросов от источников с разными углами и высотами и увеличится значимость так называемого обратного рассеяния (electromagnetic hash).

Биологические эффекты низкоинтенсивных КВЧ излучений в условиях кратковременных воздействий были изучены в течение десятилетий еще в СССР и обобщены в 1991 г. Н.Д. Девятковым, М.Б. Голантом и О.В. Бецким [6]. Основным направлением исследований было клиническое использование этого вида излучения [7]. В 2018 г. было опубликовано обобщение по возможному биологическим эффектам КВЧ-излучения уже с учетом развития стандарта 5G за рубежом [5]. Автор пришел к выводу, что КВЧ-излучения могут повышать температуру кожи, изменять экспрессию генов, способствовать клеточной пролиферации и синтезу белков, связанных с оксидативным стрессом, могут привести к изменению функции глаза, влиять на нервно-мышечную динамику. Этот вид излучения, по мнению автора, является фактором тяжелого риска развития рака, способного изменять бактериальную устойчивость к антибиотикам и приводить к эпидемиологическому росту числа неинфекционных заболеваний. Имеется точка зрения, что кожа может играть роль антенны и повышать коэффициент отражения [8]. Авторы рассматривают наличие пота в верхнем слое кожи как спиральную антенну в суб-тера-Гц-полосе (суб-ТГц) ЭМП. Коэффициент отражения кожи человека в области суб-ТГц диапазона частот будет зависеть от интенсивности потоотделения, т.е. коррелируется с уровнями стресса человека (физического, психического и эмоционального), что может по-



Рис. 1. Базовая станция, установленная в Москве на уровне 2–3-го этажей, — “Подарок детям”.

влиять на оценку опасности при использовании стандарта 5G.

К сожалению, необходимо отметить, что до сих пор не проведено исследований по оценке биологического низкоинтенсивного КВЧ-излучения в условиях длительного воздействия, нет исследований по комбинированному эффекту миллиметровых (мм) волн в сочетании с РЧ-излучениями и различными модуляциями. Возможные последствия будут вызваны нетепловыми эффектами длительного воздействия. Вновь возникает проблема половинчатого решения: как разрабатывать стандарты для стандарта 5G на основе только теплового действия или признать нетепловые механизмы?

Научная база, позволяющая оценить потенциальный риск для здоровья населения при использовании стандарта 5G, отсутствует. В 2017 г. более 180 ученых и врачей из 35 стран подписали Обращение с требованием ввести мораторий на запланированное увеличение БС для стандарта 5G и их развертывание в Евросоюзе, пока потенциал риска для здоровья населения полностью не будет исследован учеными, не зависимыми от промышленности. В качестве аргументов выдвигались возможные последствия для здоровья населения при повышении радиационного электромагнитного мм-воздействия: неврологические последствия, бесплодие и рак [9].

Wi-Fi относится еще к одному дополнительно источнику ЭМП, с частотой 2.4 ГГц, который ограничен по техническим причинам по распространению электромагнитной волны и имеет “точечные” возможности обеспечения пользователя и, что не мало важно, ППЭ в 10 раз меньше, чем излучения от БС. С нашей точки зрения, опасность излучения Wi-Fi следует учитывать только в сочетании с ЭМП других частот и с различными модуляциями в среде обитания населения. В нашей лаборатории в эксперименте на кроликах был вызван судорожный синдром при комплексном одновременном воздействии несколькими несущими ЭМП различных частот малой интенсивности [4, 10].

Вызывает сомнения, например, утверждение о возможности развития серьезной патологии при действии только излучения Wi-Fi: “окислительный стресс, повреждение сперматозоидов/яичек, нейропсихиатрические эффекты, включая изменения ЭЭГ, апоптоз, повреждение клеточной ДНК, эндокринные изменения” [11]. Однако при установке БС с нарушением гигиенических требований, а также в условиях ухудшения связи одновременное расположение нескольких базовых станций различных стандартов несколькими провайдерами и, наконец, переход на стандарт 5G, могут привести к резкому повышению риска для здоровья населения.

Абонентские терминалы. Мобильные телефоны

МТ — это особый вид излучателя, который необходимо **отнести к открытым и неконтролируемым источникам электромагнитного излучения, к источникам значимого воздействия и повышенной опасности для всех групп населения, так как они находятся в открытой продаже.**

При использовании МТ происходит локальное облучение мозга и воспринимающих нервных структур рецепторов вестибулярно-слухового аппарата, которые находятся во внутреннем ухе и подвергаются непосредственному облучению. В “ближней зоне” около уха формирование сигнала не зависит от используемого стандарта сотовой связи и трудно поддается оценке. Впервые за весь период цивилизации мозг стал критическим органом, ранее он не подвергался облучению ЭМП РЧ. Это важный аргумент для особого подхода к оценке опасности для детей — пользователей МТ.

Предлагаемые “выгодные” тарифы оплаты за пользование МТ направлены на увеличение продолжительности разговора по МТ, что приводит к увеличению количества поглощенной энергии ЭМП непосредственно мозгом.

Мобильная связь и гигиенические стандарты

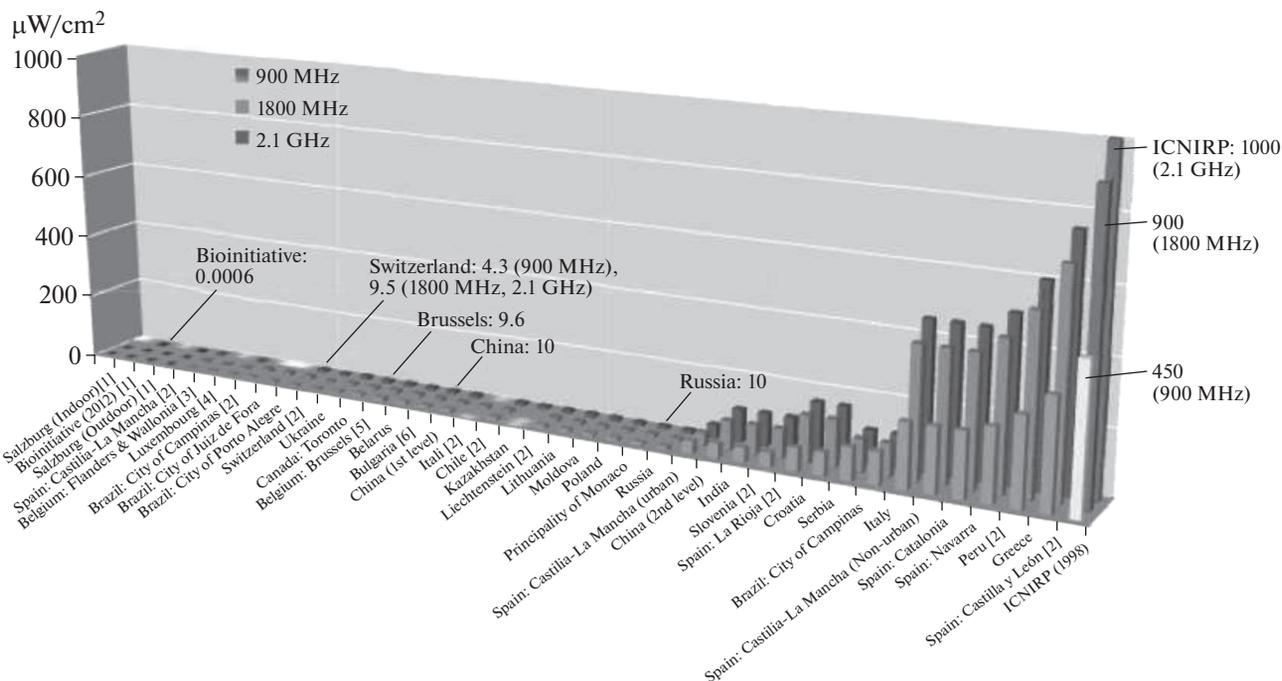
Механизмы биологического действия и реальный режим воздействия ЭМП на население являются крайне необходимыми радиобиологическими критериями для определения ПДУ и оценки опасности мобильной связи для населения. В этой связи кардинальная спорная проблема о тепловом или нетепловом механизмах биологического действия ЭМ-фактора применительно к нормированию приобрела практическое значение.

Были созданы различные комиссии, проходили многочисленные международные встречи, круглые столы, неофициальные форумы, которые, к сожалению, завершались признанием только тепловых механизмов биологического действия ЭМП РЧ. Это было обусловлено тем, что данная точка зрения активно поддерживалась промышленностью, которая финансировала только те исследования, где был предсказуем отрицательный результат — отсутствовало влияние низких уровней ЭМП РЧ на биосистемы при использовании определенных методик проведения эксперимента и статистической обработки результатов.

ICNIRP на основе только тепловых эффектов установила предел безопасности в 1998 г. [12], который был обновлен в 2009 г. без каких-либо дальнейших изменений [13]. Рекомендация ICNIRP по ПДУ ЭМП РЧ предлагают ППЭ в 10 мВт/см² [13]. ICNIRP продолжает до сих пор игнорировать исследования, которые документируют нетепловые биологические и медицинские эффекты от воздействия ЭМП РЧ низкой интенсивности, что приводит к явному конфликту интересов.

Многочисленные требования пересмотра Международных рекомендаций заставило ICNIRP начать этот процесс. Обещано в течение первой половины 2018 г. подготовить версию обновленных руководящих принципов. Документ планировали завершить в середине 2018 г. Однако к нашему удивлению имеется информация, что из-за недостаточности финансирования процесс пересмотра нормативов опять откладывается, а население продолжает круглосуточно облучаться ЭМП РЧ с учетом старого стандарта ICNIRP.

В 2017 г. в Мюнхене состоялось рабочее совещание по электромагнитной безопасности. В совещании приняли участие две международные организации, ответственные за разработку систем радиационной безопасности: Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) и Международная комиссия по защите от неионизирующей радиации (ICNIRP) [14]. Фактически, основной темой было определение подходов к международным системам радиационной защиты. Был обмен информацией, мнениями об этических и научных основах принципов защиты населения. Имеется надежда, что ICNIRP учтет богатейший опыт МКРЗ по регламентации



[1] Precautionary recommendation; [2] Sensitive areas;
 [3] Maximum threshold per antennae; [4] Maximum per operator & per antennae system;
 [5] For all antennas taken together; [6] Periodical & short stay areas

Рис. 2. Предельно допустимые уровни для ЭМП РЧ в разных странах мира. График составлен I. Jamieson с участием автора статьи. (Changing perspectives—Improving lives. European Economic and Social Committee, Brussels, Belgium, November, 4, 2014).

ионизирующего излучения и спустя 30 лет признает опасность для населения ЭМП РЧ низких уровней и наличие нетепловых эффектов.

Консультативный Комитет ВОЗ, ICNIRP, IEEE, ANSI, защищая только одну концепцию тепловых эффектов ЭМП РЧ в течение многих лет, стали полностью научными банкротами. На это указывает, например, Резолюция еврокомиссии 1815 (IP/11/704, п. 8.12, PACE, 2011) с требованием пересмотреть стандарты. За последние годы 17 стран приняли более строгие стандарты, чем были установлены в СССР/России на принципе нетеплового действия ЭМП РЧ (Австрия, Бельгия, Бразилия, Испания, Израиль, Канада, Великобритания, Китай и др. страны). К концу 2017 г. 17 стран проигнорировали Рекомендации ВОЗ, ICNIRP и IEEE, основанные только на тепловых эффектах (рис. 2).

Научная рабочая группа “BioInitiative”, состоящая из 29 ученых из 10 стран, на основе анализа собственных работ (1800) и опубликованных результатов ряда исследований (около 2000), рекомендовала установить ПДУ на уровне 0.0006 мкВт/см² (15), т.е. разброс нормируемой мощности ЭМП увеличился еще на несколько порядков. Этот процесс ужесточения ПДУ указывает на признание возмож-

ности нетеплового механизма действия ЭМП РЧ на население.

С нашей точки зрения, утверждение только о тепловом механизме действия ЭМП РЧ отражает фундаментальную ошибку в отношении биологических эффектов неионизирующего излучения. Неудивительно, что руководящие принципы радиочастот ICNIRP остаются уже многие десятилетия неадекватными для защиты здоровья человека.

Таким образом, мы имеем различные ПДУ для ЭМП РЧ от 0.0006 до 1000 мкВт/см², в то время как население имеет круглосуточный постоянный контакт с вредным видом излучения, которое по всем канонам гигиены должно нормироваться. Эту ситуацию можно характеризовать как эксклюзивную, так как фактически проводится бесконтрольный эксперимент над населением в отсутствие гармонизированных стандартов и прогноза у части научного общества и административной элиты возможных неблагоприятных последствий воздействия данного фактора на здоровье населения.

При этом выше рассмотренные нормативы имеют отношение только к базовым станциям и Wi-Fi, когда облучению подвергается весь организм.

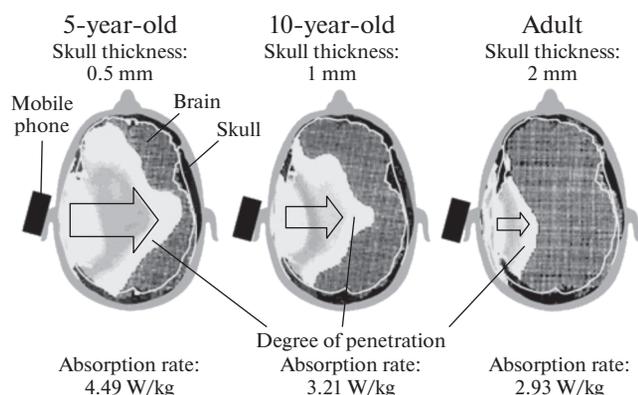


Рис. 3. Поглощение энергии ЭМП сотового телефона при его использовании взрослым населением и детьми 5 и 10 лет (O. Gandhi, G. Kang, 2002). [16].

Таким образом, с одной стороны, население подвергает себя бесконтрольному воздействию ЭМП РЧ в отсутствие гармонизированных стандартов, а с другой — продолжаются бесплодные дискуссии о тепловых и нетепловых механизмах действия ЭМП РЧ низких уровней, хотя уже констатируется определенная патология у пользователей сотовой связью.

Головной мозг и рецепторный аппарат слухового и вестибулярного анализаторов — критические нервные структуры при использовании мобильного телефона

Неотъемлемым элементом мобильной связи является МТ, при индивидуальном использовании которого обязательно будет подвергаться облучению ЭМП РЧ головной мозг пользователя (рис. 3).

Кроме того, мы хотим подчеркнуть, что “под лучом” ЭМП МТ будут находиться рецепторные структуры слухового и вестибулярного анализаторов и начала нервов [4]. На этой основе мы имеем полное право отнести мозг и нервные структуры перечисленных двух анализаторов и проводящих нервов к центральным нервным структурам мозга при оценке опасности МТ для населения.

При использовании МТ воздействие ЭМП РЧ на мозг может быть с различной периодичностью и с трудно прогнозируемой суммой времени с учетом суточного и жизненного цикла. Это воздействие происходит в ближней зоне формирования, в которой весьма сложно дать точную характеристику действующего фактора. В связи с этим условия воздействия на головной мозг пользователя МТ не могут быть предсказуемыми и полностью зависят от многих обстоятельств и, прежде всего, от самого пользователя.

Возможно ли влияние ЭМП РЧ низкой интенсивности на функцию головного мозга? Научные исследования по этой проблеме в СССР/России и в ряде зарубежных стран имеют большую историю.

Еще в 1960 г. под руководством акад. М.Н. Ливанова были проведены эксперименты на кроликах, направленные на изучение действия ЭМП на ЦНС [17]. Почти во всех случаях развивалось отчетливое подавление биопотенциалов коры головного мозга, амплитуда которого снижалась в 2–4 раза. В 1961 г. А. Frey высказал предположение, что ЭМП РЧ могут оказывать прямое воздействие на клетки головного мозга [18]. Рассматривая проблему влияния ЭМП РЧ на мозг, необходимо отметить значительную роль исследований, выполненных Ю.А. Холодовым в 70-х годах прошлого столетия. Им был проведен большой цикл исследований по влиянию МП, ПеМП и ЭМП на головной мозг. На основании полученных данных автор сформулировал гипотезу: кумуляция нарушений при повторных воздействиях ЭМП, возникновение адаптационных процессов, заинтересованность глиальных клеток в развитии реакции головного мозга при длительном действии ЭМП, роль рецепторов в реализации биоэффекта, возможное влияние на поведенческие реакции, развитие судорожного синдрома в условиях комбинированного действия ЭМП и других физических факторов внешней среды — наличие прямого действия ЭМП на мозг [19].

Необходимо отметить значимость большого числа электрофизиологических работ Р.А. Чиженковой при изучении биоэффектов ЭМП. В приоритетных ее исследованиях были рассмотрены биопотенциалы различных структур мозга при действии ЭМИ СВЧ. Автор делает заключение, что “полученные ранее изменения биоэлектрической активности мозга являются результатом непосредственного действия СВЧ облучения на кору больших полушарий, что может привести к нарушению передающей информации в более сложные структуры мозга” [20].

Под нашим руководством в течение 10 лет были проведены эксперименты по влиянию ЭМП РЧ малой нетепловой интенсивности на головной мозг. Обобщение этих результатов было представлено в двух монографиях, а также в многочисленных как отечественных, так и зарубежных статьях, были доложены на зарубежных конгрессах, конференциях и профильных симпозиумах [4, 21].

Исследования в нашей лаборатории были проведены, прежде всего, с оценкой электрофизиологических эффектов возможного влияния на мозг ЭМП РЧ низкой интенсивности в эксперименте при использовании современных физиологических методик с трактовкой патологических

последствий. Было показано, что имеются реакции со стороны биоэлектрической активности мозга даже при кратковременном облучении ЭМП РЧ очень низкой интенсивности. Сдвиги в биотоках мозга не выходили за пределы нормального уровня функционирования. Важно, что наиболее выраженные изменения относились к Δ -волнам при ЭЭГ, которые возникали в гиппокампе. Была получена прямая зависимость между величиной ППЭ и ответной реакцией в условиях повторных облучений. При изучении реакции нейронов мозга на воздействие ЭМП РЧ чаще всего регистрировали тормозной характер реакции.

Были получены данные, указывающие на то, что ЭМП РЧ могут оказывать синхронизирующее действие. Была установлена прямая связь между воздействием ЭМП с определенным видом модуляции или с еще более сложным режимом электромагнитного сигнала и развитием судорожного синдрома [4].

На модели “Импринтинг” при облучении эмбрионов цыплят низкими уровнями ЭМП РЧ происходило подавление “запечатлевания” (ранней функции памяти) с получением четкой дозовой зависимости. В последующих опытах с импринтингом и в эксперименте с обратной связью были показаны возможность прямой фиксации мозгом определенной частотной модуляции ЭМП, т.е. факт прямого действия ЭМП на мозг.

В ряде зарубежных работ также зарегистрированы реакции со стороны головного мозга после кратковременных воздействий ЭМП РЧ низкой интенсивности. Н. Lai и соавт. еще в 1994 г. показали в эксперименте, что после однократного воздействия ЭМП РЧ малой интенсивности происходит нарушение когнитивных функций [22]. По мнению Н. Lai и N. Singh, воздействие ЭМП РЧ оказывает влияние на состояние ДНК в мозге [23], приводит к кислородному напряжению в биологических системах мозга из-за увеличения свободных радикалов и изменению в антиоксидантных системах защиты. Описаны изменения ГЭБ после однократного воздействия ЭМП РЧ нетермального уровня в течение 2 ч [24].

За последние годы за рубежом опубликован ряд дополнительных работ, указывающих на большую чувствительность головного мозга при его более длительном/хроническом облучении ЭМП РЧ малой интенсивности.

S. Dasdag и соавт. получили данные, что облучение мозга крыс в течение одного года ЭМП 900 МГц в течение 3 ч в день (7 дней в неделю) приводит к изменениям РНК в мозге [25]. По мнению авторов, эти нарушения могут приводить “к изменению в росте, дифференциации, пролиферации и гибели клеток, подавляя один или несколько генов-мишеней”.

S. Deshmukh и соавт. опубликовали в 2016 г. данные о влиянии низкого уровня субхронического СВЧ-излучения на когнитивные функции, белок теплового шока 70 (HSP70) и уровень повреждений ДНК в мозге крыс [26]. Эксперименты проводили на самцах крыс Вистар, подвергшихся воздействию микроволнового излучения в течение 90 дней круглосуточно при трех различных частотах – 900, 1800 и 2450 МГц. Субхроническое воздействие ЭМП малой интенсивности привело к снижению когнитивной функции, повышению уровня белка HSP70 и повреждению ДНК в головном мозге.

В исследовании, опубликованном в 2017 г., были продемонстрированы повышенные уровни генов аутофагии и белков, таких как LC3B-II и Beclin1, накопление аутофагосом и аутолизосом в корковых нейронах, апоптоз был усилен в стволе головного мозга [27]. Воздействие ЭМП 835 МГц продолжалось один месяц с удельной поглощаемой мощностью (УПМ) 4.0 Вт/кг.

В этом же году было опубликовано второе сообщение J. Kim и соавт. об изменениях в коре головного мозга у мышей C57BL при 2-месячном воздействии ЭМП 835 МГц [28]. Облучение было ежедневное по 5 ч в день, УПМ 4,0 Вт/кг, цель – изучить активацию аутофагии в коре головного мозга после длительного облучения ЭМП РЧ малой интенсивности. Было показано, что уровни облучения вызывают гиперактивность, аутофагию и демиелинизацию в корковых нейронах у мышей, накопление аутолизосом в нейрональных клетках и обнаружены повреждения миелиновой оболочки. По мнению авторов, “аутофагия может выступать как защитный механизм, а демиелинизация, индуцированная в корковых нейронах при продолжительном воздействии ЭМП РЧ, указывает на возможную причину когнитивных расстройств”. Н. Nittbu наблюдала у крыс ухудшение памяти после воздействия ЭМП СТ в течение более одного года [29].

Существуют два метода защиты, учитывая эту ситуацию, – временем и расстоянием. Надо максимально сокращать время разговора и увеличивать расстояние между мозгом пользователя и антенной, пользоваться соответствующей гарнитурой и громкой связью. Использование различных вариантов физической защиты показало ее неэффективность, приводило к повышению мощности электромагнитного воздействия на мозг.

Таким образом, хотя уже имеются данные, указывающие на неблагоприятное влияние ЭМП МТ на функцию головного мозга, эта проблема находится в тени, либо просто не упоминается при разработке перспективных программ развития сотовой связи. Фактически появляются новые источники облучения при полном игнорировании оценки электромагнитной опасности для головного мозга поль-

зователя. Это еще один элемент бесконтрольного хаоса.

Отдаленные последствия — опухоли мозга у пользователей мобильными и переносными беспроводными телефонами

За прошедшие десять лет среди мирового общества активно обсуждалась возможность развития отдаленных последствий, в частности рака мозга у пользователей МТ. Ряд международных организаций до сих не видят никаких абсолютных доказательств вредности ЭМП РЧ. Например, Международное Агентство по исследованию рака (IARC), входящее в структуру ВОЗ, опубликовало в 2011 г. официальное сообщение, в котором ЭМП РЧ сотовых телефонов отнесли к промоторам опухолей мозга по группе 2В, в частности, глиомы мозга [30]. Однако на заседаниях Консультативного Комитета ВОЗ по Международной Программе “ЭМП и здоровье населения” в 2011 и 2012 г. большинством пользователей активно формировалось мнение об отсутствии достаточных данных у IARC для этого вопроса.

Группа шведских ученых во главе с L. Hardell провела комплекс эпидемиологических исследований в течение более чем 15 лет по развитию опухолей мозга у пользователей МТ. Авторы получили увеличение риска развития опухолей мозга у пользователей МТ с “периодом ожидания” 10 лет с риском 1.3–1.8. Был отмечен увеличенный риск развития астроцитомы и акустической невромы на ипсилатеральной стороне мозга. Риск развития мозговых опухолей увеличивается до 5 раз у людей, которые начали использовать МТ в детском возрасте 8–10 лет. Развитие опухоли зависело от продолжительности использования МТ [31, 32]. Проведенные исследования шведских ученых подтвердили увеличенный риск для мозговых опухолей при использовании мобильных и бесшнуровых телефонов [31, 32]. L. Hardell, M. Carlberg предложили модернизировать классификацию IARC и перевести ЭМП РЧ в Группу 1, “как реальный канцероген для населения” [32].

В начале 2016 г. было издано сообщение о статистических данных, полученных в США на основе материалов Национального Института Рака (NCI), Национальной Программы регистрации рака (NPCR) и эпидемиологической программы наблюдения (SER) за период 2008–2012 гг. Заключение были сделаны относительно увеличения развития опухолей мозга у населения США различных возрастных групп в течение периода 2000–2010 гг. Авторы этих материалов полагают, что увеличение мозговых опухолей было значимо и связано с использованием населением мобильной связи [33].

В 2018 г. опубликованы данные регистра UK National of National Statistics (ONS) о повышении

темпа роста злокачественного рака головного мозга у населения Англии с 1995 по 2014 г., особенно в лобных и височных долях [34]. Исследование выявило “устойчивое и достоверно статистически значимое” увеличение мультиформной глиобластомы (GBM) для всех возрастов. Уровень развития GBM удвоился с 2.4 до 5.0 на 100000 человек. В 1995 г. количество злокачественных опухолей лобных или височных долей головного мозга в 1995 г. составляло 41%, а к 2015 г. было установлено 60% опухолей GBM. По итогам этого реестра сделан вывод: “Наиболее убедительным объяснением роста заболеваемости от этих смертельных опухолей головного мозга, особенно в лобных и височных долях, могут быть воздействия микроволнового излучения мобильных телефонов”.

В 2016 г. было сообщено о результатах крупномасштабного эксперимента, проведенного в США по Национальной программе токсикологии (Microwave News, May 2016; <http://bit.ly/WS-Jsaferemg>). Сообщение было представлено Национальным институтом здоровья окружающей среды (NIEHS). Научная программа этого эксперимента началась в 1999 г., когда было принято решение о независимой форме финансирования с созданием соответствующей экспериментальной базы. В 2014 г. при финансировании правительством США двухлетний эксперимент начал выполняться, стоимость которого составила \$25 млн [35].

Крыс облучали ЭМП РЧ каждые 10 мин с 10-минутным перерывом в течение 18 ч в день в течение 2 лет. В качестве облучателей использовали два стандарта GSM и CDMA с частотой с ЭМП, равной 900 МГц. Были четыре группы крыс: три опытные по 180 шт. и одна группа — “ложный контроль” — 90 крыс. Были выбраны три величины интенсивности ЭМП — 1.5; 3 и 6 Вт/кг, которые не вызывали нагрев тканей, т.е. исключали так называемый тепловой эффект.

Это исследование показало статистически существенное увеличение развития рака среди подопытных крыс в течение двухлетнего облучения (опухоль развились у 30 из 540 крыс). Очень важно, что “ни у одной из контрольных крыс не было развития любого типа опухоли”. В дальнейшем более детальное рассмотрение результатов было продолжено [36].

Полученные результаты показали, что нетепловые уровни ЭМП РЧ могут причинять развитие опухолей в мозгу. Это заключение противоречит потоку рекомендаций INCRIP, которые предлагают допустимый уровень УМП для МТ 2.0 Вт/кг. Таким образом, результаты уникального двухлетнего эксперимента увеличили надежность глобального заключения относительно возможного

развития опухолей мозга у населения пользователей МТ.

На сегодня при наличии перечисленных объективных данных среди населения формируется мнение, что недостаточно данных, которые указывают на возможность развития опухолей мозга у пользователей мобильными и бесшнуровыми телефонами. Конечно, наиболее часто это отрицательное мнение формируется под влиянием мнения представителей разработчиков и промышленности, изготовителей МТ и их финансовых интересов. К сожалению, определенная часть ученых участвуют в лоббировании интересов соответствующей промышленности, в результате чего сформировался мировой синдикат лоббирования их интересов. Была создана система постоянной финансовой поддержки, которая предотвращала объективное информирование населения относительно возможных неблагоприятных эффектов ЭМП РЧ, например, промышленный форум ММФ.

ДЕТИ В ГРУППЕ РИСКА

ВОЗ определила свою точку зрения на восприимчивость детей к воздействию факторов внешней среды: “Дети отличаются от взрослых. Дети имеют уникальную уязвимость, когда они растут и развиваются; имеются “окна восприимчивости”: периоды, когда их органы и системы, возможно, приобретают особую чувствительность к воздействию определенных экологических угроз” (ВОЗ. Backgrounder. № 3. 2003). В последних зарубежных публикациях делаются аналогичные выводы о различной радиочувствительности между юными и взрослыми пользователями МТ.

К сожалению, до сих пор обходится стороной официальное мнение ВОЗ, что детский организм более уязвим к факторам внешней среды, чем взрослый организм. На фоне этого мнения ВОЗ и результатов многочисленных исследований, указывающих на изменения в головном мозге детей — пользователей МТ, аморально выглядят попытки представителей промышленности утверждать, что мобильная связь не может оказывать отрицательного воздействия на детей. Например, это опубликовано в специальной брошюре под названием “Промышленный форум ММФ, точка зрения на проблему — мобильные телефоны и дети”, 2008 [37]. По мнению Промышленного форума ММФ “Существует сильная научная база для всех потребителей, вселяющая уверенность в безопасности мобильных телефонов”. Более абсурдного вывода невозможно сформулировать, тем более что никакой научной базы нет, адекватные экспериментальные исследования в условиях хронического воздействия ЭМП РЧ на формирующийся мозг до сих пор или не завершены или не проводятся.

Мы можем сделать вывод, что в настоящее время для поколения детей отсутствуют согласованные мнения об опасности ЭМП РЧ и соответствующие регламенты воздействия ЭМП на их головной мозг.

Еще в 2001 г. Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений (РНКЗНИ) рекомендовал не использовать МТ детям и подросткам до 18 лет, а также беременным, начиная с момента установления факта беременности [38]. Эти рекомендации в последующем были учтены при подготовке СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03. Кроме того, актуальность этой проблемы неоднократно освещались в работах ученых России [39–41]. Во многих странах (США, Канада, Индия, Израиль, Германия, Великобритания, Бельгия) также были выработаны временные рекомендации по режиму пользования мобильной связью детьми и подростками в образовательных учреждениях [42]. Однако, по мнению Французской Академии медицины, такие рекомендации “вызывают ненужное беспокойство пользователей мобильных телефонов без научного тому подтверждения” [43]. Опять нет единства по такой важной проблеме, как нормативная база, допускающая детей к воздействию ЭМП РЧ.

Несмотря на большое число публикаций по воздействию ЭМП РЧ мобильных телефонов на организм человека, оценки опасности данного вида излучения на организм детей и подростков малочисленны и опираются в большинстве случаев на эпидемиологические данные, полученные с помощью опросников. Результаты этих исследований указывают на нарушения психосоматического здоровья юных пользователей: повышение уровня утомления, агрессивности, тревожности, враждебности и социального стресса, снижение уровней устойчивости к стрессу [44].

Заслуживают внимания результаты проведенных экспериментов на молодых мышах и крысах, выполненные только за последние несколько лет.

S. Narayanan, R. Kumar, V. Kedage и соавт. (2014) считают возможным развитие окислительного стресса и антиоксидантной защиты в дискретных областях мозга подростковых крыс при воздействии ЭМП 900 МГц на уровнях тиобарбитуровых кислот (TBARS), общих антиоксидантов (TA) и глутатион S-трансферазы (GST) [45]. 36 крыс-самцов линии Вистар подросткового возраста 6–8 нед были разделены рандомизированной выборкой на три группы по 12 животных в каждой группе. Контрольная группа (1) оставалась в своей клетке. Группу крыс sham-контроля (2) подвергали воздействию мобильного телефона в режиме выключения в течение 4 нед. Крысы опытной группы (3) были подвергнуты облучению ЭМП по 1 ч в день с пиковой ППЭ

146.60 мкВт/см² от активированной глобальной системы мобильной связи (GSM). Мобильный телефон в течение 4 нед был в режиме молчания, без звукового сигнала и в отсутствие вибрации. На 29-й день были оценены поведенческие реакции, и вслед за этим шесть животных из каждой группы декапировали и проводили биохимические исследования в миндалине, гиппокампе, лобной коре и в мозжечке. Авторы отметили изменения в поведении облученных животных. Повышенный уровень TBARS был найден во всех исследуемых структурах мозга, сократилось ТА в миндалине и мозжечке, но в других областях мозга ее уровень существенно не изменился. GST-активность значительно снизилась в гиппокампе. В данной работе сделан вывод, что воздействие ЭМП РЧ в течение месяца индуцирует окислительный стресс в головном мозге крыс, но его величина отличается в разных изученных структурах мозга. Развитие окислительного стресса может быть одной из основных причин поведенческих нарушений у крыс после воздействия ЭМП РЧ.

Были получены данные о неблагоприятном влиянии электромагнитного поля 900 МГц на гиппокамп 60-дневных крыс-самцов подросткового возраста [46]. Гиппокамп имеет важное значение для таких функций, как приобретение памяти и интеграции и пространственного маневрирования. В данном исследовании показано, что ЭМП могут приводить к серьезным повреждениям в гиппокампе, как морфологическим, так и функциональным. В других работах нами исследованы возможные патологические изменения мозжечка у крыс-подростков, подвергшихся воздействию ЭМП 900 МГц ежедневно в течение 25 дней [47]. Использовали три экспериментальные группы 21-дневных крыс-самцов: группа общего контроля (ОК), мнимого облучения (МО) и опытная группа, подвергнутая воздействию ЭМП (ОГ). Крыс ОГ подвергали воздействию ЭМП в течение 1 ч ежедневно с 21-го по 46-й послеродовых дней. Мозжечки всех животных на 47-й послеродовой день, срезы окрашивали крезил-фиолетовым для гистопатологического и стереологического анализов. Было обнаружено значительно меньшее количество клеток Пуркинью в группе ОГ, чем в группах ОК и МО. Гистопатологическая оценка выявила изменения нормального расположения клеток Пуркинью и патологические изменения, включая интенсивное окрашивание цитоплазмы нейронов только в опытной группе. Авторы обнаружили, что непрерывное воздействие ЭМП 900 МГц в течение 1 ч/сут в подростковом возрасте может нарушить морфологию мозжечка и уменьшить количество клеток Пуркинью у подростков-крыс.

В России Ю.Г. Григорьевым и Н.И. Хорсевой проводится единственное по нашим данным многолетнее (лонгитюдное) психофизиологиче-

ское исследование школьников, пользователей мобильными телефонами, с 2006 г. и по настоящее время. В отличие от работ в области эпидемиологии и медико-экспериментальных исследований на добровольцах и животных, производится оценка реакций центральной нервной системы детей и подростков на электромагнитное излучение МТ с помощью психофизиологических тестов, имея непосредственный контакт с ребенком и родителями. Полученные результаты указывают на возможное неблагоприятное воздействие излучения МТ на нервную систему детей. Все полученные психофизиологические показатели находятся на нижней границе нормы. Установлены увеличение времени реакции на звуковой и световой сигнал, нарушения фонематического восприятия, снижение работоспособности, рост утомляемости, снижение показателей продуктивности произвольного внимания, увеличение времени выполнения задания с одновременным уменьшением точности [48].

Таким образом, впервые за весь период цивилизации происходит массовое постоянное электромагнитное облучение критической системы организма – головного мозга ребенка (подростка), и в первую очередь нервных структур внутреннего уха и жизненно важных центров головного мозга. При поддержке родителей ребенок становится обладателем мобильного телефона, который является открытым неконтролируемым источником ЭМП.

Дети впервые за весь период цивилизации включены в группу риска с учетом повышенного фона ЭМП РЧ во внешней среде [4, 41, 48, 49].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Население мира, включая детей, активно используют сотовую связь, промышленность наращивает свои возможности, а ученые продолжают спорить о величинах ПДУ ЭМП РЧ, не доверяя фактам развития отдаленных последствий, связанных с облучением населения ЭМП сотовой связи.

Очевидно, что научное сообщество и здравоохранение не были подготовлены к эпохальному изменению среды проживания населения мира, которое непосредственно связано с постоянным воздействием ЭМП РЧ на население, включая детей: тотальное облучение всего тела и локальное воздействие мозга.

Мы наблюдаем полное замешательство ученых и высокопоставленных должностных лиц во многих странах, которые принимают противоположные решения или просто игнорируют ситуации, которые могут быть охарактеризованы как “электромагнитный хаос” среды обитания человека. Мы можем характеризовать эту ситуацию

как глобальный и бесконтрольный эксперимент, фактически находясь в состоянии бездействия и ожидания развития неблагоприятных проявлений у населения в результате бесконтрольного использования сотовой связи. С точки зрения радиобиолога, учитывая накопленные данные о развитии опухолей мозга у пользователей МТ, это ожидание появления отдаленных последствий специфических для воздействия ЭМП мобильной связи является аморальным.

Необходимо признать, что сегодня произошло массовое использование мобильной связи всеми группами населения, включая детей; это удобно и является в настоящее время неотъемлемым атрибутом нашей жизни, возврата к использованию обычной системы связи нет. Учитывая это и условия существующего электромагнитного хаоса в окружающей среде, мы считаем необходимым проинформировать население, что мобильная связь в отсутствие самоограничения может быть опасна для здоровья. Население должно иметь независимый самостоятельный выбор вида использования сотовой связи, необходимо разъяснить населению, что использование мобильной связи — это его “добровольный риск” [50, 51].

На сегодня, по нашему мнению, это пока единственный выход из создавшейся обстановки **электромагнитного хаоса во внешней среде обитания человека.**

Существующая неопределенность в оценке электромагнитной опасности для здоровья населения мобильной связи и глобальное ее распространение заставили 217 ученых из 40 стран в 2015 г. представить Ходатайство в Организацию Объединенных Наций, ВОЗ и мировым лидерам с просьбой пересмотреть уровни безопасности ЭМП РЧ в свете недавних исследований и предупредить население относительно рисков, связанных с этим облучением [52].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шандала М.Г.* Научные основы гигиенической оценки и регламентации физических факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. 1989. № 10. С. 4–8.
2. WHO. Precautionary polices and health protection: Principles and applications // Report on a WHO Workshop. Geneva, 2001. 21 p.
3. *Grigoriev Y., Grigoriev O., Merkulov A.* Mobile radio communication base stations and safety of the population: general situation in Russia // Proc. WHO Workshop BASE STATIONS AND WIRELESS NETWORKS. Geneva, 2005. P. 15–17.
4. *Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А.* Сотовая связь и здоровье: Электромагнитная обстановка. Радиобиологические и гигиенические проблемы. Прогноз опасности. М., 2013. 266 с.
5. *Di Ciaula A.* Towards 5G communication systems: Are there health implications? // Int. J. Hyg. Environ. Health. 2018. Feb. 2. doi: . doi 10.1016/j.ijheh.2018.01.011
6. *Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В.* Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: Радио и связь, 1991. 168 с.
7. *Лебедева Н.Н., Котровская Т.И.* Экспериментально-клинические исследования в области биологических эффектов миллиметровых волн // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1999. Т. 3. № 15. С. 3–14.
8. *Betzalel N., Ben Ishai P., Feldman Y.* The human skin as a sub-THz receiver — Does 5G pose a danger to it or not? // Environ. Res. 2018. V. 163. № 1. P. 208–216. doi: . doi 10.1016/j.envres.2018.01.032
9. Appeal, EU 5G. 10 August, 2017, p. 4.
10. *Григорьев Ю.Г., Сидоренко А.В.* Электромагнитные поля нетеплового уровня и оценка возможности развития судорожного синдрома // Радиационная биология. Радиоэкология. 2010. Т. 50. № 5. С. 552–559.
11. *Pall M.* Wi-Fi is an important threat to human health // Environ. Res. 2018. V. 164. P. 405–416.
12. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) // Health Phys. 1998. V. 74. № 4. P. 494–522.
13. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: ICNIRP statement on the “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz)” // Health Phys. 2009. V. 97. № 3. P. 257–258.
14. EMF Aware Newsletter, oct. 2017. Symposium. Munich 8–10 Nov. 14 p.
15. BioInitiative Working Group. BioInitiative Report / Eds C. Sage, O. David, A. Carpenter. Rationale for Biologically-based Public Exposure Standards for Electromagnetic Radiation. 2017, 7 p. Available at: <http://www.bioinitiative.org>.
16. *Ghandhi O., Kang G.* Some present problems and a proposed experimental phantom for SAR compliant testing of cellular telephones at 835 and 1900 MHz // Phys. Med. Biol. 2002. V. 47. № 9. P. 1501–1518.
17. *Ливанов М.Н., Цыпин А.Б., Григорьев Ю.Г. и др.* К вопросу о действии электромагнитного поля на биологическую активность коры головного мозга кролика // БЭБ и М. 1960. № 5. С. 63–67.
18. *Frey A.* Auditory system response to radiofrequency energy // Aersp. Med. 1961. V. 32. № 3. P. 1140–1148.
19. *Холодов Ю.А.* Реакции нервной системы на ЭМП. М.: Наука, 1975. 208 с.
20. *Чиженкова Р.А.* Импульсные потоки популяций нейронов коры головного мозга больших полушарий при СВЧ облучения низкой интенсивности // Биофизика. 2003. Т. 48. № 3. С. 538–545.
21. *Лукьянова С.Н.* Электромагнитное поле СВЧ диапазона нетепловой интенсивности как раздражитель для центральной нервной системы. М.: ФМБЦ им. Бурназяна, 2015. 200 с.

22. *Lai H., Carino M., Horita A., Guy A.* Microwave Irradiation Affects Radial-Arm Performance in the Rat // *Bioelectromagnetics*. 1994. V. 15. P. 95–104.
23. *Lai H., Singh N.* Acute low-intensity microwave exposure increases DNA single-strand breaks in rat brain cells // *Bioelectromagnetics*. 1995. V. 16. P. 207–212.
24. *Lai H., Singh N.* Melatonin and a spin-trap compound block radiofrequency electromagnetic radiation-induced DNA strand breaks in rat brain cells // *Bioelectromagnetics*. 1997. V. 18. P. 446–454.
25. *Dasdag S., Akdag M., Erdal M. et al.* Long term and excessive use of 900 MHz radiofrequency radiation alter microRNA expression in brain // *Int. J. Radiat. Biol.* 2015. V. 91. № 4. P. 306–311.
26. *Deshmukh P., Megha K., Nasare N. et al.* Effect of Low Level Subchronic Microwave Radiation on Rat Brain // *Biomed. Environ Sci.* 2016. V. 29. № 12. P. 858–867.
27. *Kim J., Yu D., Kim H.* Activation of autophagy at cerebral cortex and apoptosis at brainstem are differential responses to 835 MHz RF-EMF exposure // *Korean J. Physiol. Pharmacol.* 2017. V. 21. № 2. P. 179–188.
28. *Kim J., Yu D., Huh Y. et al.* Long-term exposure to 835 MHz RF-EMF induces hyperactivity, autophagy and demyelination in the cortical neurons of mice // *Sci. Rep.* 2017. Jan 20;7:41129. doi 10.1038/srep41129
29. *Nittby H., Graftsrum G., Tian D. et al.* Cognitive impairment in rats after long-term exposure to CSM-900 mobile phone radiation // *Bioelectromagnetics*. 2008. V. 29. № 3. P. 219–232.
30. IARC. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Non-Ionizing Radiation. Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. V. 102. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2013. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/mono102.pdf>.
31. *Hardell L., Carlberg M., Söderqvist F., Hansson Mild K.* Pooled analysis of case-control studies on acoustic neuroma diagnosed 1997–2003 and 2007–2009 and use of mobile and cordless phones // *Int. J. Oncol.* 2013. V. 43. № 4. P. 1036–1044.
32. *Hardell L., Carlberg M.* Mobile phone and cordless phone use and the risk for glioma. Analysis of pooled case-control studies in Sweden, 1997–2003 and 2007–2009 // *Pathophysiol.* 2015. V. 22. № 1. P. 1–13.
33. Statistical Report: Primary brain and central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2008–2012 // *Neuro Oncol.* 2015. Oct.17. Suppl. 4.
34. Register UK National of National Statistics (ONS. Study: Rates of Aggressive Brain Cancer Increasing in England, 2018. <http://www.saferemr.com/2018/03/brain-tumor-incidence-trends.html>.
35. *Wyde M., Cesta M., Blystone C. et al.* Report of Partial Findings from the National Toxicology Program Carcinogenesis Studies of Cell Phone Radiofrequency Radiation in Hsd: Sprague Dawley® SD rats (Whole Body Exposures). Draft 5-19-2016. US National Toxicology Program (NTP), 2016. doi: <http://dx.doi.org/>. doi 10.1101/055699
36. *Smith-Roe S., Wyde M., Stout M. et al.* Evaluation of the genotoxicity of cell phone radiofrequency radiation in male and female rats and mice following subchronic exposure // *Environmental Mutagenesis and Genomics Society, Annual Meeting*. North Carolina, USA: Raleigh, 2017.
37. View point? Mobil phones and children. MMF, 2018. 18 p.
38. Рекомендации населению Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений по использованию сотовых телефонов // Ежегодник РНКЗНИ (2002). М.: Изд-во РУДН, 2003. С. 190–191.
39. *Grigoriev Yu.* Mobile Phones and Children: is Precaution Warranted? // *Bioelectromagnetics*. 2004. V. 25. № 5. P. 322–323.
40. *Григорьев Ю.Г., Самойлов А.С., Бушманов А.Ю., Хорсева Р.И.* Мобильная связь и здоровье детей: Проблема третьего тысячелетия. // *Мед. радиология и радиац. безопасность*. 2017. Т. 62. № 2. С. 39–46.
41. *Григорьев Ю.Г.* Электромагнитные поля сотовых телефонов и здоровье детей и подростков (Ситуация, требующая принятия неотложных мер) // *Радиац. биология. Радиоэкология*. 2005. Т. 45. № 4. P. 442–450.
42. Новостной портал: http://www.rtb.be/info/belgique/detail_gsm-potentiellement-cancerigene-les-jeunes-vont-etre-mieux-protoges?id=7934895.
43. Медицинский портал: Portables: l'Académie de médecine tempère les conclusions de l'Anses.
44. *Kheifets L., Repacholi M.* Sensitivity of children to Electromagnetic fields // *Pediatrics*. 2005. V. 116. № 2. P. 303–313.
45. *Narayanan S., Kumar R. Kedage V. et al.* Evaluation of oxidant stress and antioxidant defense in discrete brain regions of rats exposed to 900 MHz radiation // *Bratislava Med. J.* 2014. V. 115. № 5. P. 260–266.
46. *Kerimoğlu G., Hancl H., Baş O. et al.* Pernicious effects of long-term, continuous 900-MHz electromagnetic field throughout adolescence on hippocampus morphology, biochemistry and pyramidal neuron numbers in 60-day-old Sprague Dawley male rats // *J. Chem. Neuroanat.* 2016. V. 77. P. 169–175.
47. *Aslan A., İkinici A., Baş O. et al.* Long-term exposure to a continuous 900 MHz electromagnetic field disrupts cerebellar morphology in young adult male rats // *Bio-tech. Histochem.* 2017. V. 92. № 5. P. 324–330.
48. *Григорьев Ю.Г., Хорсева Н.И.* Мобильная связь и здоровье населения. Оценка опасности применения мобильной связи детьми и подростками. Рекомендации детям и подросткам. М.: Экономика, 2014. 230 с.
49. *Жаворонков Л.П., Петин В.Г.* Влияние электромагнитных излучений сотовых телефонов на здоровье // *Радиация и риск*. 2016. Т. 25. № 2. С. 43–56.
50. *Grigoriev Yu.* Four indisputable postulate / truth to the risk assessment of mobile communications for public health (our opinion) // *EMF Workshops on risk communication*. Brussels: SANCO, 2013. P. 6–7.
51. *Григорьев Ю.Г.* Мобильный телефон и неблагоприятное влияние на головной мозг пользователя – оценки риска // *Радиац. биология. Радиоэкология*. 2014. Т. 54. № 2. С. 215–216.
52. International Scientific Appeal on the dangers of wireless EMF technologies in the UN and WHO. 2015. 2 p.

Mobile Communication and Electromagnetic Chaos in the Assessment of Population Health Hazards. Who is Responsible?

Yu. G. Grigoriev^{a,b,#}

^a *Scientific Council on Radiobiology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^b *Russian National Committee for Protection from Non-Ionizing Radiation, Moscow, Russia*

[#] *E-mail: profgrig@gmail.com*

Heated discussions have been held for more than 40 years about the “thermal” and “no thermal” effects of EMF RF on the body, which leads to large differences in the assessment of health hazards for population in the permissible levels of this type of radiation. The differences reach several orders of magnitude, for example from 0.0006 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ to 1000 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. There have been continued denials of the possible development of long-term consequences, in particular brain tumors in mobile phone users (MT). The decision of the International Agency for Research on Cancer (IARC) indicating that the EMF of a mobile phone can be a promoter of brain tumors is not taken into account. WHO’s decision on a particular sensitivity of children to physical factors of the environment is not taken into account. There is a situation when population makes extensive use of cellular communication (CC) in the presence of different points of view on the radiation hazard of EMF RF for health. In fact, population is surrounded by the environment of electromagnetic chaos, but it is no longer possible to refuse from cellular communication.

Keywords: electromagnetic safety, standard 5G, standards, brain reactions, long-term effects, brain tumors, children at risk, electromagnetic chaos, voluntary risk