

О БИОЛОГИЧЕСКОМ ДЕЙСТВИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА

Сергей Вадимович ЯРГИН

*Российский университет дружбы народов
117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6*

Имеются ограниченные эпидемиологические данные, свидетельствующие о канцерогенном эффекте электромагнитного излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ), однако в эпидемиологических исследованиях не исключены систематические ошибки (bias). Заболеваемость опухолями центральной нервной системы фактически не отреагировала на рост использования мобильных телефонов с 1990-х годов. Умеренный рост заболеваемости в некоторых странах можно объяснить прогрессом методов визуализации. Эпидемиологические данные касаются техногенных ЭМИ РЧ нетепловой интенсивности. В то же время отсутствуют сообщения о повышенном риске злокачественных опухолей после УВЧ-терапии термальной интенсивности, которая широко использовалась в оториноларингологии с 1960-х годов. ЭМИ РЧ солнечного и атмосферного происхождения являются компонентом окружающей среды, они подвержены значительным колебаниям. Соответственно, должна иметь место адаптация живых организмов. Средством решения проблемы могли бы стать ширококомасштабные эксперименты на животных с регистрацией продолжительности жизни. Средняя продолжительность жизни животных, подвергнутых хроническому воздействию ЭМИ РЧ, в некоторых исследованиях была выше, чем в контроле, что может отражать благоприятное действие в соответствии с концепцией гормезиса. Прижизненные и посмертные исследования животных сопровождаются затратами, которые можно направить на увеличение количества наблюдений с целью повышения статистической достоверности. Для того, чтобы выводы были применимыми к профессиональной деятельности или использованию мобильных телефонов, мощности доз в экспериментах должны быть сравнимыми с таковыми у человека.

Ключевые слова: электромагнитное излучение радиочастотного диапазона, мобильная связь, гормезис, канцерогенный эффект.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор для переписки: Яргин С.В., e-mail: sjargin@mail.ru

Для цитирования: Яргин С.В. О биологическом действии электромагнитного излучения радиочастотного диапазона. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2019; 39 (5): 52–61. doi: 10.15372/SSMJ20190506.

ON THE BIOLOGICAL EFFECTS OF RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELDS

Sergei Vadimovich JARGIN

*Peoples' Friendship University of Russia
117198, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 6*

There is limited evidence in favor of a carcinogenic effect of radiofrequency electromagnetic fields, based predominantly on epidemiologic research. However, epidemiologic studies of radiation effects may be associated with bias. The brain tumor incidence has in fact not reacted to the tremendous increase in the mobile phone use. A moderate incidence increase in some countries and age groups can be explained by improvements of the imaging technology. The risks reported by epidemiological studies are from electromagnetic radiation of non-thermal intensity. However, UHF-therapy of thermal intensity has been widely used for the treatment of otorhinolaryngological and other diseases since the 1960s. Associations of the UHF-therapy with enhanced cancer risk have never been reported. Radiofrequency electromagnetic fields of solar and atmospheric origin are components of the natural environment; they are subject to considerable fluctuations. Accordingly, there must be living organisms' adaptation. The problem can be solved by large-scale animal experiments with registration of the life duration. In some experiments, exposed animals had higher average life duration than controls, which may reflect a biphasic dose-response of hormetic type. Examinations of animals and necropsies incur expenditures that could be used to enhance the number of animals and statistical significance. To make results of experiments transferable to professional exposures or the use of mobile phones, dose rates must be comparable to those in humans.

Key words: radiofrequency electromagnetic fields, mobile phones, hormesis, carcinogenicity.

Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

Correspondence author: Jargin S.V., e-mail: sjargin@mail.ru

Citation: Jargin S.V. On the biological effects of radiofrequency electromagnetic fields. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2019; 39 (5): 52–61. [In Russian]. doi: 10.15372/SSMJ20190506.

Уровень электромагнитного излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ) на земной поверхности, по-видимому, снижался за время существования жизни на Земле. Известно, что радиоволны определенных частот поглощаются и отражаются ионосферой. Ионизированный кислород является одним из основных компонентов ионосферы [9]. По аналогии с ультрафиолетовым излучением и озоновым слоем можно предположить, что накопление кислорода в атмосфере в результате фотосинтеза способствовало снижению фонового уровня ЭМИ РЧ. В отличие от ЭМИ оптического диапазона, интенсивность природного ЭМИ РЧ крайне изменчива: при появлении вспышек или пятен на Солнце она может возрастать в 1000 раз и более [14]. Принимая во внимание вариации солнечной активности и атмосферное электричество, адаптация живых организмов к ЭМИ РЧ должна была происходить в широких пределах. Известный нейрофизиолог Ю.А. Холодов отмечал, что «кроме электромагнитного загрязнения возможно и электромагнитное голодание биологических систем»; в его монографии приведены примеры положительных (гормезисных) эффектов. Например, воздействие ЭМИ РЧ продлевает жизнь некоторых позвоночных и насекомых [16]. Имеются экспериментальные данные в пользу гормезисного действия ЭМИ РЧ на клеточные культуры и эмбриогенез *in vivo* [61, 73, 75]. Термин «гормезис» обозначает двухфазную зависимость «доза – эффект»; как правило, имеются в виду благоприятные эффекты малых доз токсических факторов. Гормезис как общебиологический принцип имеет теоретическое обоснование для факторов природной среды обитания. В ходе эволюции к ним развивается адаптация к существующему сегодня уровню или к некоему среднему уровню прошлых времен. При двухфазной зависимости «доза – эффект» имеется оптимальный уровень воздействия, отклонение от которого в любую сторону неблагоприятно. Подобная зависимость известна для многих физических и химических факторов, микроэлементов и др. [12, 40].

Биофизический аспект. Наиболее достоверно выявляемым биологическим эффектом ЭМИ РЧ является тепловой. Некоторые эффекты, которые принято считать нетепловыми, могут на самом деле вызываться повышением температуры [22, 29, 58]. В шкале электромагнитных волн,

структурное повреждение живых тканей на единицу поглощенной энергии возрастает по мере увеличения частоты, что представляется очевидным не только для ионизирующего и ультрафиолетового излучения, но и для инфракрасного и видимого света, которые поглощаются в поверхностных слоях тканей и могут вызвать ожог. При той же поглощенной энергии ЭМИ РЧ повреждения не вызовет, поскольку нагревает ткани более равномерно. Помимо излучения, тело может быть нагрето посредством теплопроводности от окружающего воздуха или воды. Сообщалось о нарушении репарации ДНК и повышении риска опухолей при частом перегреве профессионального или рекреационного характера [23, 56]. Однако в реальной жизни не наблюдается существенного повышения температуры тела под действием ЭМИ РЧ.

В этой связи нужно упомянуть гипотезу об участии окислительного стресса в повреждении под действием ЭМИ РЧ [27]. Отсутствуют какие-либо доводы в пользу того, что нагрев под действием ЭМИ РЧ связан с более интенсивным окислительным стрессом, чем нагрев посредством инфракрасных лучей или теплопроводности. По-видимому, роль окислительного стресса иногда преувеличивается [31, 41]. Имеющиеся доказательства повреждения генетического аппарата под действием ЭМИ РЧ расцениваются как слабые [77]. Достоверность экспериментальных данных об эффектах малых доз ЭМИ РЧ при отсутствии зависимости «доза – эффект» вызывает сомнение [49]. Некоторые сообщения о действии ЭМИ РЧ на молекулярном уровне представляют интерес [46], однако значение для патогенеза заболеваний человека остается неясным. Требуют изучения возможные комбинированные эффекты ЭМИ РЧ и других вредных факторов, канцерогенов и пр. [34, 77]. Наконец, информационная теория взаимодействия слабого ЭМИ РЧ с живым организмом [11] побуждает спросить, какую биологически значимую информацию несет осциллограмма в отсутствие рецепции ЭМИ РЧ. Звуковое, зрительное или тактильное воздействие с теми же «информационными» характеристиками должно было бы обладать более выраженным эффектом.

Основным количественным показателем облучения ЭМИ РЧ является удельная поглощенная мощность (SAR), единицей измерения которой служит Вт/кг. Ранее широко использовалась плот-

ность потока энергии (ППЭ), которая в полной мере не отражает величину поглощенной энергии [8]. Заметим в этой связи, что по данным электромагнитной лаборатории Томского центра гигиены и эпидемиологии мобильные телефоны (МТ) китайского производства имеют большие значения ППЭ, чем идентичные модели, изготовленные в других странах [5]. Соотношение между SAR и повышением температуры тканей зависит от их биофизических свойств, в особенности, от интенсивности кровообращения [34, 67].

Эпидемиологические исследования. Согласно заключению Международного агентства по изучению рака (IARC), имеются ограниченные доказательства (limited evidence) канцерогенного действия ЭМИ РЧ, хотя в IARC есть мнение меньшинства о недостаточности имеющихся доказательств [19,34]. «Limited evidence» означает, что причинно-следственная связь считается возможной, но другая интерпретация данных (случайность, систематическая ошибка, мешающие факторы) не исключена. Действительно, в некоторых эпидемиологических исследованиях было показано повышение риска глиомы и акустической невромы под действием ЭМИ РЧ [21, 24–26, 55]. В других работах подобная связь не найдена или отмечено снижение риска [37, 39, 54, 69, 74, 79, 82], что может быть связано с систематической ошибкой (bias) и/или гормезисом. Крупное многоцентровое исследование INTERPHONE не выявило связи между использованием МТ, повышением риска глиомы и менингиомы. В подгруппе с максимальной экспозицией такая связь расценивалась как возможная, но результаты не были однозначно интерпретированы; не исключалась систематическая ошибка [33, 39]. При ретроспективном анализе канадского сегмента данных INTERPHONE отмечено повышение риска глиомы в верхнем квартиле пользователей МТ по сравнению с нерегулярными пользователями ($p < 0,05$). Однако в международной совокупности данных INTERPHONE риск глиомы среди пользователей МТ оказался пониженным; небольшое повышение риска отмечено только в верхнем дециле пользователей МТ [54,74]. Можно предположить, что суммарное время пользования МТ связано (или было связано в недалеком прошлом) с уровнем дохода [15, 69], который, в свою очередь, ассоциирован с качеством медицинского наблюдения и диагностики. Эта систематическая ошибка может объяснить корреляции между дозой и эффектом.

В INTERPHONE и других исследованиях риск глиомы был выше на стороне преимущественного использования МТ [37, 39]. Выраженность ипсилатерального эффекта в подгруппах

с малой экспозицией свидетельствует в пользу ошибок памяти: больные склонны преувеличивать использование МТ на стороне опухоли [33]. Согласно IARC, заболеваемость опухолями ЦНС не отреагировала на глобальный рост пользования МТ [34]. Научный комитет по новым и вновь выявленным рискам для здоровья (SCENIHR) и Международная комиссия по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP) свидетельствуют, что эпидемиологические исследования в целом не подтверждают повышения риска опухолей ЦНС в результате использования МТ, в том числе у детей [68, 74]. В недавнем обзоре сделано заключение, что результаты, полученные *in vitro*, *in vivo* и в эпидемиологических исследованиях, не доказывают причинно-следственной связи между ЭМИ РЧ и опухолями, в особенности, головного мозга и слюнных желез [66]. Эпидемиологические данные противоречивы; в них не исключены систематические ошибки: дозозависимый отбор и самоотбор, ошибки памяти и др. [80], которые для ионизирующей радиации обсуждались ранее [17]. Фоновый уровень ЭМИ РЧ, создаваемый излучением Солнца и других природных источников, колеблется в пределах 10^{-24} – 10^{-12} Вт/м² в зависимости от солнечной активности. По некоторым данным, около 20 % населения США живет в условиях техногенного ЭМИ РЧ около 5×10^{-13} Вт/м² [8]. Если бы канцерогенный эффект ЭМИ РЧ был сколько-нибудь существенным, то показатели заболеваемости были бы выше в тех регионах, где издавна широко используются бытовые и промышленные источники ЭМИ РЧ. Частота глиомы в США мало изменилась за период 1992–2008 гг., несмотря на значительный рост использования МТ [38, 50]. Умеренное увеличение заболеваемости в некоторых странах и возрастных группах с 1975–1985 гг. не имело четкой временной связи с ростом использования МТ, что видно на графиках в статьях [32, 62]. Представляется вероятным, что рост зарегистрированной заболеваемости обусловлен прогрессом методов визуализации и качества диагностики.

Экспериментальные данные. Действие механизмов канцерогенеза с участием ЭМИ РЧ считается недоказанным [71, 72, 74]. Многие эксперименты дали отрицательные результаты [50, 68, 71]. Отмечено, что качество исследований и действие ЭМИ РЧ на клеточном уровне находятся в обратной зависимости [72, 78]. Недавние эксперименты в рамках Национальной токсикологической программы (NTP) в США выявили повышенный риск глиомы головного мозга и шванномы сердца у самцов крыс под действием хронического облучения в соответствии со стандартами мобильной связи GSM и CDMA [59]. Однако продолжитель-

ность жизни почти во всех опытных группах самцов и в части групп самок была выше, чем в контроле, что можно объяснить явлением гормезиса. Очевидно, что продолжительность жизни лучше отражает суммарное благоприятное или вредное действие, чем частота развития отдельных опухолей, связанных с возрастом и не влияющих на среднюю продолжительность жизни. Статистически достоверное увеличение числа шванном сердца у крыс под действием ЭМИ РЧ отмечено в недавнем эксперименте [28]. Причиной различий между опытной и контрольной группами могло быть небольшое (в большинстве случаев менее 1 °С), но длительное повышение температуры тела подопытных крыс [59]. Это предположение согласуется с отрицательными результатами исследований канцерогенеза у мышей, температура тела которых в меньшей степени возрастает под действием ЭМИ РЧ [60, 81]. Статистически достоверный эффект у самцов крыс при отсутствии такового у самок [59] также объясняли меньшими размерами и меньшим нагревом последних. Более того, отсутствие значительного подъема температуры тела не исключает локального нагрева с появлением горячих точек [81], например, в результате интерференции волн у неподвижных, спящих животных. Во всяком случае, в экспериментах [28, 59, 81] суммарное время облучения крыс (9–19 ч/сут) было намного больше, чем у пользователей МТ.

Некоторые экспериментальные данные о негативном влиянии ЭМИ РЧ на функции различных органов и систем впоследствии не были подтверждены [51, 53, 64]. Не все работы были информативными [18]. Например, сообщалось об эксперименте на куриных эмбрионах [2]. Яйца в инкубаторе подвергали воздействию ЭМИ РЧ от МТ, который помещали на расстоянии 10 см от яиц, переводили в режим вызова на 1,5 мин, затем отключали на 0,5 мин; цикл повторялся непрерывно в течение 21 сут. Отмечено повышение частоты гибели эмбрионов; сделан вывод, что «воздействие ЭМИ РЧ во время беременности с очень низкой ППЭ может оказать неблагоприятное влияние на плод и на жизненные функции новорожденного» [2]. На основании условий эксперимента нельзя исключить отклонение температуры эмбрионов от оптимальной как причину их гибели. Температура в инкубаторе поддерживалась на уровне 37 ± 1 °С, однако внутри яиц она повышалась под действием ЭМИ РЧ, насколько – неизвестно. Яйца в инкубаторе неподвижны, а эмбрионы термоизолированы белком и скорлупой. Изменения температуры в пределах одного градуса существенно влияют на процент гибели куриных эмбрионов [57]. В длительно облучаемых

с одной и той же позиции эмбрионах нагрев мог быть неравномерным в связи с интерференцией волн и локальными особенностями тканей, с образованием горячих точек и микрофокусов повреждения. Помимо длительности облучения, выводы в отношении человеческих плодов и новорожденных не обоснованы ввиду терморегуляции последних с выравниванием температуры тканей за счет движения, конвекции околоплодных вод и кровообращения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Нетепловое воздействие ЭМИ РЧ на функции ЦНС теоретически возможно, поскольку в передаче нервных импульсов участвуют электрические потенциалы. Однако не всякое воздействие равносильно повреждению. Будучи компонентом природной среды, ЭМИ РЧ могут влиять на живые организмы подобно погоде. Транзиторные эффекты ЭМИ РЧ не расцениваются как вред для здоровья, хотя, например, фосфены нежелательны в условиях профессиональной деятельности [36]. То же самое можно сказать о микроволновом слуховом эффекте и тиннитусе [8, 52]. По современным представлениям, опасность для человека связанных с восприятием ЭМИ РЧ явлений маловероятна [8, 44, 68]. Данные по влиянию ЭМИ РЧ на сон и биоэлектрическую активность мозга противоречивы [7, 8, 68]; эти и другие нетепловые эффекты ЭМИ РЧ трудно соотнести с какими-либо механизмами, имеющими значение для здоровья [35, 45]. Сообщалось о воздействии ЭМИ РЧ на кратковременную память, внимание и познавательные способности [5, 20, 63], хотя существует мнение о недоказанности эффектов подобного рода [36, 68, 76]. В то же время имеются сведения о повышении работоспособности, устранении вегетативных, психоэмоциональных, когнитивных нарушений под действием транскраниальной магнитной и электрической стимуляции [30].

Повышение фона ЭМИ РЧ за счет антропогенных источников иногда называют «электромагнитным смогом» или «загрязнением» [3, 4, 7]. Использование подобных терминов создает впечатление, что повышенный электромагнитный фон априори связан с риском для здоровья. Более адекватным представляется сравнение с погодой [1]. Изменения погодных условий тоже могут вызывать различные реакции, не оказывая при этом повреждающего действия. Нетепловое воздействие ЭМИ РЧ на биологические системы расценивается как незначительное; как обсуждалось выше, его трудно соотнести с механизмами, имеющими значение для здоровья [35,45]. Некоторые

эффекты ЭМИ РЧ (в том числе в комбинации с другими факторами), считавшиеся нетепловыми, могут на самом деле быть обусловлены повышением температуры [22, 29]. Представления о нетепловом действии и кумуляции эффектов послужили основанием для различий предельно допустимых уровней (ПДУ), принятых в СССР и в США, которые в 1970-е годы различались в сотни раз [6, 13]. Между тем кумуляция эффектов ЭМИ РЧ не получила достоверного экспериментального подтверждения [6, 22, 68]. Ее физиологические механизмы остаются непонятными, если не считать прогрессирования катаракты при повторном нагреве хрусталика. Отметим, что развитие катаракты или других повреждений органа зрения при интенсивностях ЭМИ РЧ ниже теплового уровня не подтверждается [8, 14]. Значительные международные различия величин ПДУ сохраняются до настоящего времени [3, 4]. Излишне строгие нормативы могут вредить экономике [6]. Предлагаемый отказ от беспроводной связи в школах [3] помешал бы не только получению информации и навыков работы с аппаратурой, но и адаптации к повышенному фону ЭМИ РЧ, в условиях которого молодым людям предстоит жить и работать. Имеются данные о возможности индивидуальной адаптации к действию ЭМИ РЧ: сглаживание реакций ЦНС и выработка устойчивости [14]. Тема адаптации к ЭМИ РЧ требует дальнейших исследований.

Выше обсуждались риски, связанные с ЭМИ РЧ нетеплового уровня. Однако УВЧ-терапия термальной интенсивности издавна широко использовалась в оториноларингологии у детей и взрослых [10]. Об учащении онкологических заболеваний после УВЧ-терапии не сообщалось, хотя избыточная экспозиция тканей мозга и глаза не исключена [48, 68]. Учитывая анатомическую близость ЛОР-органов и ЦНС, особенно у детей, по поводу УВЧ-терапии выражалась озабоченность [42]. Воздействие на головной мозг и глаз можно исследовать на крупных животных (например, телятах) с имитацией УВЧ-терапии, в том числе с неправильной фокусировкой и избыточной экспозицией, которая не исключена в повседневной практике. Данная тема заслуживает большего внимания со стороны физиков. В частности, необходимо исследовать возможность появления повреждающих горячих точек вследствие интерференции волн в неподвижном теле применительно к УВЧ-терапии в оториноларингологии или к такой «экстремальной» ситуации, как спящий ребенок с прижатым к уху излучающим МТ [2].

Многие публикации, очевидно, сгущают краски: «...риск воздействия ЭМИ РЧ не меньше, чем риск для здоровья детей от табака и алко-

ля» [2]; «при работе с компьютером без устройства VITA возможно ускоренное загрязнение окружающего пространства патогенными микроорганизмами, представляющими опасность для здоровья» [11]; «...у людей, проживающих вблизи линий электропередач, и у рабочих, занятых в электроемких производствах, риск раковых заболеваний примерно вдвое выше, чем у всего населения» [13]. Действительно, в 1980–1990-е годы сообщалось о повышении риска лейкозов у детей, проживавших вблизи линий электропередач. Как обсуждалось выше, эпидемиологические данные в пользу канцерогенного эффекта ЭМИ РЧ могли быть обусловлены систематической ошибкой и мешающими факторами; убедительных экспериментальных подтверждений получено не было, действие тех или иных физиологических механизмов не доказано [35, 36, 45, 47, 58, 70–72, 74].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Убедительные доказательства и теоретические соображения в пользу гипотезы, согласно которой ЭМИ РЧ обладает повреждающим (до уровня термического повреждения) и канцерогенным действием, в литературе отсутствуют. Результаты эпидемиологических исследований важны, но необходимо учитывать возможность систематических ошибок и мешающих факторов. Большое число наблюдений не предохраняет эпидемиологические исследования от систематической ошибки [65]. Средством решения проблемы могли бы стать широкомасштабные исследования на животных с регистрацией продолжительности жизни. Неинвазивные эксперименты такого рода этически приемлемы, отличаются простотой, позволяют объективно оценивать зависимость «доза – эффект» [6, 43]. Прижизненные и посмертные исследования отдельных животных ведут к затратам, которые можно направить на увеличение их числа с целью повышения статистической достоверности. Средняя продолжительность жизни животных, подвергнутых хроническому воздействию ЭМИ РЧ, в исследованиях высокого качественного уровня была больше, чем в контроле [59, 60], что может отражать благоприятное действие ЭМИ РЧ в соответствии с концепцией гормезиса. Суммарное время облучения крыс (9 ч/сут) в этих исследованиях [59, 60] было значительно большим, чем у пользователей МТ, в связи с чем отмечалось измеримое повышение температуры тела многих крыс. Для того, чтобы выводы были применимы к профессиональной деятельности или использованию МТ, мощности доз в экспериментах должны быть сравнимыми с таковыми у человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов Б.А., Бурцев Ю.А., Дремухина Л.А. Электромагнитная погода в околоземном пространстве в зависимости от параметров солнечного ветра. *Изв. РАН. Сер. физ.* 1995; 59 (9): 182–190.
Belov B.A., Burtsev Yu.A., Dremukhina L.A. Electromagnetic weather in the near-Earth space depending on the solar wind parameters. *Izvestiya Akademii nauk. Seriya fizicheskaya = Bulletin of the Russian Academy of Sciences, Division of Physical Science.* 1995; 59 (9): 182–190. [In Russian].
2. Григорьев Ю.Г., Самойлов А.С., Бушманов А.Ю., Хорсева Н.И. Мобильная связь и здоровье детей: проблема третьего тысячелетия. *Мед. радиол. и радиац. безопасность.* 2017; 62 (2): 39–46. doi: 10.12737/article_58f0b9573b6b59.54629416.
Grigoriev Yu.G., Samoylov A.S., Bushmanov A Yu., Khorseva N.I. Cellular connection and the health of children – problem of the third millennium. *Meditinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost' = Medical Radiology and Radiation Safety.* 2017; 62 (2): 39–46. [In Russian]. doi: 10.12737/article_58f0b9573b6b59.54629416.
3. Григорьев Ю.Г. От электромагнитного смога до электромагнитного хаоса. К оценке опасности мобильной связи для здоровья населения. *Мед. радиол. и радиац. безопасность.* 2018; 63 (3): 28–33. doi: 10.12737/article_5b168a752d92b1.01176625.
Grigoriev Yu.G. From electromagnetic smog to electromagnetic chaos. To evaluating the hazards of mobile communication for health of the population. *Meditinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost' = Medical Radiology and Radiation Safety.* 2018; 63 (3): 28–33. [In Russian]. doi: 10.12737/article_5b168a752d92b1.01176625.
4. Григорьев Ю.Г. Мобильная связь и электромагнитный хаос в оценке опасности для здоровья населения. Кто несет ответственность? *Радиационная биология. Радиоэкология.* 2018; 58 (6): 633–645. doi: 10.1134/S086980311806005X.
Grigoriev Yu.G. Mobile communication and electromagnetic chaos in the assessment of population health hazards. Who is responsible? *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya = Radiation Biology. Radioecology.* 2018; 58 (6): 633–645. [In Russian]. doi: 10.1134/S086980311806005X.
5. Гудина М.В., Волкотруб Л.П. Сотовая связь: гигиеническая характеристика, биологическое действие, нормирование. *Гигиена и санитария.* 2010; (4): 38–42.
Gudina M.V., Volkotrub L.P. Cell phone communication: hygienic characteristics, biological action, standardization (a review). *Gigiiena i sanitariya = Hygiene and Sanitation.* 2010; (4): 38–42. [In Russian].
6. Давыдов Б.И., Тихончук В.С., Антипов В.В. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. М.: Энергоатомиздат, 1984.
Davydov B.I., Tikhonchuk V.S., Antipov V.V. Biologic action, regulations and protection from electromagnetic radiation. Moscow: Energoatomizdat, 1984. [In Russian].
7. Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Голеницкая И.А. Механизмы радиобиологических эффектов неионизирующих электромагнитных излучений низких интенсивностей. *Радиационная биология. Радиоэкология.* 1999; (1): 79–83.
Kudryashov Yu.B., Perov Yu.F., Golenitskaya I.A. Mechanism of radiobiological effects of low intensity nonionizing electromagnetic radiation. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya = Radiation Biology. Radioecology.* 1999; (1): 79–83. [In Russian].
8. Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. Радиационная биофизика. М.: Физматлит, 2008.
Kudryashov Yu.B., Perov Yu.F., Rubin A.B. Radiation biophysics. Moscow: Fizmatlit, 2008. [In Russian].
9. Матвеев Н.П., Сераев Н.А. Воздушная оболочка Земли. М.: МПУ, 1997.
Matveev N.P., Seraev N.A. The envelope of air around the Earth. Moscow: MPU, 1997. [In Russian].
10. Николаевская В.П. Применение микроволновой терапии у больных хроническим тонзиллитом. *Вестн. оториноларингологии.* 1966; 28 (6): 31–34.
Nikolaevskaya V.P. The use of microwave therapy in patients with chronic tonsillitis. *Vestnik otorinolaryngologii = Bulletin of Otorhinolaryngology.* 1966; 28 (6): 31–34. [In Russian].
11. Пальцев Ю.П., Измеров Н.Ф., Суворов Г.А. Научные основы оценки эффективности средств защиты от электромагнитных полей. *Мед. труда и пром. экология.* 2002; (9): 32–35.
Pal'tsev Yu.P., Izmerov N.F., Suvorov G.A. Basic science to evaluate efficiency of means protecting from electromagnetic fields. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya = Occupational Medicine and Industrial Ecology.* 2002; (9): 32–35. [In Russian].
12. Петин В.Г., Пронкевич М.Д. Радиационный гормезис при действии малых доз ионизирующего излучения. Обнинск: МИФИ, 2013.
Petin V.G., Pronkevich M.D. Radiation hormesis under the influence of low doses of ionizing radiation. Obninsk: MIFI, 2013. [In Russian].
13. Самойлов В.О., Владимиров В.Г., Шарова Л.А. Радиобиология неионизирующих и ионизирующих излучений. СПб.: Политехн. ун-т, 2011.
Samoilov V.O., Vladimirov V.G., Sharova L.A. Radiobiology of non-ionizing and ionizing radiation. Saint-Petersburg, 2011. [In Russian].
14. Суббота А.Г. Нетепловое действие радиоволн на организм. *Воен.-мед. журн.* 1970; (9): 39–45.
Subbota A.G. Non-thermal effect of microradio waves on the organism (review of the literature). *Voyenno-meditinskiy zhurnal = Military Medical Journal.* 1970; (9): 39–45. [In Russian].

15. Текшева Л.М., Барсукова Н.К., Чумичева О.А., Хатит З.Х. Гигиенические аспекты использования сотовой связи в школьном возрасте. *Гигиена и санитария*. 2014; (2): 60–65.
- Teksheva L.M., Barsukova N.K., Chumicheva O.A., Khatit Z.Kh. Hygienic aspects of cellular communication in school age. *Gigiena i sanitariya = Hygiene and Sanitation*. 2014; (2): 60–65. [In Russian].
16. Холодов Ю.А. Мозг в электромагнитных полях. М.: Наука, 1982.
- Kholodov Yu.A. The brain in electromagnetic fields. M.: Nauka, 1982. [In Russian].
17. Яргин С.В. Преувеличенная оценка медицинских последствий повышения радиационного фона. *Мед. радиол. и радиац. безопасность*. 2008; (3): 17–22.
- Jargin S.V. Overestimation of medical consequences of increased radiation background. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost' = Medical Radiology and Radiation Safety*. 2008; (3): 17–22. [In Russian].
18. Яргин С.В. К вопросу о биологических эффектах электромагнитного излучения радиочастотного диапазона. *Техника. Технологии. Инженерия*. 2017; (3): 14–19.
- Jargin S.V. On the biological effects of electromagnetic radiation in the radio-frequency range. *Tekhnika. Tekhnologii. Inzheneriya = Equipment. Technology. Engineering*. 2017; (3): 14–19. [In Russian].
19. Baan R., Grosse Y., Lauby-Secretan B., El Ghissassi F., Bouvard V., Benbrahim-Tallaa L., Guha N., Islami F., Galichet L., Straif K. WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. Carcinogenicity of radiofrequency electromagnetic fields. *Lancet Oncol*. 2011; 12: 624–626. doi: 10.1016/S1470-2045(11)70147-4.
20. Barth A., Winker R., Ponocny-Seliger E., Mayrhofer W., Ponocny I., Sauter C., Vana N. A meta-analysis for neurobehavioural effects due to electromagnetic field exposure emitted by GSM mobile phones. *Occup. Environ. Med*. 2008; 65: 342–346. doi: 10.1136/oem.2006.031450.
21. Bhargav H., Srinivasan T.M., Varambally S., Gangadhar B.N., Koka P. Effect of mobile phone-induced electromagnetic field on brain hemodynamics and human stem cell functioning: Possible mechanistic link to cancer risk and early diagnostic value of electronphotonic imaging. *J. Stem Cells*. 2015; 10: 287–294. doi: jsc.2015.10.4.287.
22. Black D.R., Heynick L.N. Radiofrequency (RF) effects on blood cells, cardiac, endocrine, and immunological functions. *Bioelectromagnetics*. 2003; Suppl. 6: S187–S195. doi: 10.1002/bem.10166.
23. Bunin G.R., Robison L.L., Biegel J.A., Pollack I.F., Rorke-Adams L.B. Parental heat exposure and risk of childhood brain tumour: a Children's Oncology Group study. *Am. J. Epidemiol*. 2006; 164: 222–231. doi: 10.1093/aje/kwj174.
24. Carlberg M., Hardell L. Evaluation of mobile phone and cordless phone use and glioma risk using the bradford hill viewpoints from 1965 on association or causation. *Biomed. Res. Int*. 2017; 2017: 9218486. doi: 10.1155/2017/9218486.
25. Carpenter D.O. Electromagnetic fields and cancer: The cost of doing nothing. *Rev. Environ. Health*. 2010; 25: 75–80. doi:10.1088/1755-1315/10/1/012004.
26. Davis D.L., Kesari S., Soskolne C.L., Miller A.B., Stein Y. Swedish review strengthens grounds for concluding that radiation from cellular and cordless phones is a probable human carcinogen. *Pathophysiology*. 2013; 20: 123–129. doi: 10.1016/j.pathophys.2013.03.001.
27. El-Helaly M., Abu-Hashem E. Oxidative stress, melatonin level, and sleep insufficiency among electronic equipment repairers. *Indian J. Occup. Environ. Med*. 2010; 14 (3): 66–70. doi: 10.4103/0019-5278.75692.
28. Falcioni L., Bua L., Tibaldi E., Lauriola M., de Angelis L., Gnudi F., Mandrioli D., Manservigi M., Manservigi F., Manzoli I., Menghetti I., Montella R., Panzacchi S., Sgargi D., Strollo V., Vornoli A., Belpoggi F. Report of final results regarding brain and heart tumours in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environ. Res*. 2018; 165: 496–503. doi: 10.1016/j.envres.2018.01.037.
29. Foster K.R., Glaser R. Thermal mechanisms of interaction of radiofrequency energy with biological systems with relevance to exposure guidelines. *Health Phys*. 2007. 92. (6). 609–620. doi: 10.1097/01.HP.0000262572.64418.38.
30. Giordano J., Bikson M., Kappenman E.S., Clark V.P., Coslett H.B., Hamblin M.R., Hamilton R., Jankord R., Kozumbo W.J., McKinley R.A., Nitsche M.A., Reilly J.P., Richardson J., Wurzman R., Calabrese E. Mechanisms and effects of transcranial direct current stimulation. *Dose Response*. 2017. 15 (1): 1559325816685467. doi: 10.1177/1559325816685467.
31. Giorgio M. Oxidative stress and the unfulfilled promises of antioxidant agents. *Ecancermedicalscience*. 2015; 9: 556. doi: 10.3332/ecancer.2015.556.
32. Gittleman H.R., Ostrom Q.T., Rouse C.D., Dowling J.A., de Blank P.M., Kruchko C.A., Elder J.B., Rosenfeld S.S., Selman W.R., Sloan A.E., Barnholtz-Sloan J.S. Trends in central nervous system tumour incidence relative to other common cancers in adults, adolescents, and children in the United States, 2000 to 2010. *Cancer*. 2015; 121: 102–112. doi: 10.1002/cncr.29015.
33. Grell K., Frederiksen K., Schüz J., Cardis E., Armstrong B., Siemiatycki J., Krewski D.R., McBride M.L., Johansen C., Auvinen A., Hours M., Blettner M., Sadetzki S., Lagorio S., Yamaguchi N., Woodward A., Tynes T., Feychting M., Fleming S.J., Swerdlow A.J., Andersen P.K. The intracranial distri-

- bution of gliomas in relation to exposure from mobile phones: Analyses from the INTERPHONE study. *Am. J. Epidemiol.* 2016; 184: 818–828. doi: 10.1093/aje/kww082.
34. IARC. Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Non-ionizing radiation, Part 2: Radiofrequency electromagnetic fields. IARC Monogr. *Eval. Carcinog. Risks Hum.* 2013; 102: 1–460.
35. ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. *Health Phys.* 1998; 74: 494–522.
36. ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *Health Phys.* 2010; 99: 818–836. doi: 10.1097/HP.0b013e3181f06c86.
37. Inskip P.D., Tarone R.E., Hatch E.E., Wilcosky T.C., Shapiro W.R., Selker R.G., Fine H.A., Black P.M., Loeffler J.S., Linet M.S. Cellular-telephone use and brain tumours. *N. Engl. J. Med.* 2001; 344: 79–86. doi: 10.1056/NEJM200101113440201.
38. Inskip P.D., Hoover R.N., Devesa S.S. Brain cancer incidence trends in relation to cellular telephone use in the United States. *Neuro-Oncol.* 2010; 12: 1147–1151. doi: 10.1093/neuonc/noq077.
39. INTERPHONE. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *Int. J. Epidemiol.* 2010; 39: 675–694. doi: 10.1093/ije/dyq079.
40. Jargin S.V. Hormesis: umbrella mechanism only for agents present in the environment. *Hum. Exp. Toxicol.* 2015; 34 (4): 439–412. doi: 10.1177/0960327114564796.
41. Jargin S.V. On the use of carnosine and antioxidants. *J. Intercult. Ethnopharmacol.* 2016. 5; (3): 317–319. doi: 10.5455/jice.20160409010229.
42. Jargin S.V. Mobile phones: carcinogenic and other potential risks. *J. Environ. Occup. Sci.* 2017; 6: 58–60. doi: 10.5455/jeos.20170609094703.
43. Jargin S.V. Radiofrequency electromagnetic fields: Carcinogenic and other biological effects. *Multidiscip. Cancer Invest.* 2019; 3 (2): 5–13. doi: 10.30699/acadpub.mci.3.2.5.
44. Jargin S.V. Electromagnetic radiofrequency radiation with special reference to otorhinolaryngology and brain tumors. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 2019; 85 (1): 129. doi: 10.1016/j.bjorl.2018.09.003.
45. Jauchem J.R. Effects of low-level radio-frequency (3kHz to 300GHz) energy on human cardiovascular, reproductive, immune, and other systems: a review of the recent literature. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2008; 211: 1–29. doi: 10.1016/j.ijheh.2007.05.001.
46. Ketabi N., Mobasheri H., Faraji-Dana R. Electromagnetic fields (UHF) increase voltage sensitivity of membrane ion channels; possible indication of cell phone effect on living cells. *Electromagn. Biol. Med.* 2015; 34: 1–13. doi: 10.3109/15368378.2013.844706.
47. La Regina M., Moros E.G., Pickard W.F., Straube W.L., Baty J., Roti J.L. The effect of chronic exposure to 835.62 MHz FDMA or 847.74 MHz CDMA radiofrequency radiation on the incidence of spontaneous tumors in rats. *Radiat. Res.* 2003; 160: 143–151. doi: 10.1667/RR3028.
48. Leitgeb N., Omerspahic A., Niedermayr F. Exposure of non-target tissues in medical diathermy. *Bioelectromagnetics.* 2010; 31: 12–19. doi: 10.1002/bem.20521
49. Lerchl A., Klose M., Grote K., Wilhelm A.F., Spathmann O., Fiedler T., Streckert J., Hansen V., Clemens M. Tumour promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2015; 459: 585–590. doi: 10.1016/j.bbrc.2015.02.151.
50. Little M.P., Rajaraman P., Curtis R.E., Devesa S.S., Inskip P.D., Check D.P., Linet M.S. Mobile phone use and glioma risk: Comparison of epidemiological study results with incidence trends in the United States. *BMJ.* 2012; 344: e1147. doi: 10.1136/bmj.e1147.
51. McRee D.I. Review of Soviet/Eastern European research on health aspects of microwave radiation. *Bull. N. Y. Acad. Med.* 1979; 55: 1133–1151.
52. Medeiros L.N., Sanchez T.G. Tinnitus and cell phones: the role of electromagnetic radiofrequency radiation. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 2016; 82 (1): 97–104. doi: 10.1016/j.bjorl.2015.04.013.
53. Mitchell C.L., McRee D.I., Peterson N.J., Tilson H.A., Shandala M.G., Rudnev M.I., Varetiskii V.V., Navakatikyan M.I. Results of a United States and Soviet Union joint project on nervous system effects of microwave radiation. *Environ. Health Perspect.* 1989; 81: 201–209.
54. Momoli F., Siemiatycki J., McBride M.L., Parent M.É., Richardson L., Bedard D., Platt R., Vrijheid M., Cardis E., Krewski D. Probabilistic multiple-bias modeling applied to the Canadian data from the Interphone study of mobile phone use and risk of glioma, meningioma, acoustic neuroma, and parotid gland tumours. *Am. J. Epidemiol.* 2017; 186: 885–893. doi: 10.1093/aje/kwx157.
55. Morgan L.L., Miller A.B., Sasco A., Davis D.L. Mobile phone radiation causes brain tumours and should be classified as a probable human carcinogen (2A) (review). *Int. J. Oncol.* 2015; 46: 1865–1871. doi: 10.3892/ijo.2015.2908.
56. Moulin J.J., Wild P., Mantout B., Fournier-Betz M., Mur J.M., Smagghe G. Mortality from lung cancer and cardiovascular diseases among stainless-steel producing workers. *Cancer Causes Control.* 1993; 4: 75–81.
57. Nakage E.S., Cardozo J.P., Pereira G.T., Queiroz S.A., Boleli I.C. Effect of temperature on incubation period, embryonic mortality, hatch rate, egg water loss and partridge chick weight (*Rhynchotus rufescens*).

Rev. Bras. Cienc. Avic. 2003; 5: 131–135. doi: 10.1590/S1516-635X2003000200007.

58. National Cancer Institute. Cell Phones and Cancer Risk. Bethesda, 2017.

59. NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd: Sprague Dawley SD rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. Natl. Toxicol. Program Tech. Rep. Ser. 2018. 595.

60. NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. Natl. Toxicol. Program Tech. Rep. Ser. 2018. 596.

61. Perez F.P., Zhou X., Morisaki J., Jurivich D. Electromagnetic field therapy delays cellular senescence and death by enhancement of the heat shock response. *Exp. Gerontol.* 2008; 43: 307–316. doi: 10.1016/j.exger.2008.01.004.

62. Philips A., Henshaw D.L., Lamburn G., O'Carroll M.J. Brain tumours: rise in glioblastoma multiforme incidence in England 1995–2015 suggests an adverse environmental or lifestyle factor. *J. Environ. Public Health.* 2018. 2018. 7910754. doi: 10.1155/2018/7910754.

63. Regel S.J., Achermann P. Cognitive performance measures in bioelectromagnetic research – critical evaluation and recommendations. *Environ. Health.* 2011; 10 (1): 10. doi: 10.1186/1476-069X-10-10.

64. Repacholi M., Buschmann J., Pioli C., Sypniewska R. International Oversight Committee (IOC) members for the Franco-Russian Project. An international project to confirm Soviet-era results on immunological and teratological effects of RF field exposure in Wistar rats and comments on Grigoriev et al. [2010]. *Bioelectromagnetics.* 2011; 32: 325–330. doi: 10.1002/bem.20638.

65. Richardson D.B., Cardis E., Daniels R.D., Gillies M., O'Hagan J.A., Hamra G.B., Haylock R., Laurier D., Leuraud K., Moissonnier M., Schubauer-Berigan M.K., Thierry-Chef I., Kesminiene A. Risk of cancer from occupational exposure to ionising radiation: retrospective cohort study of workers in France, the United Kingdom, and the United States (INWORKS). *BMJ.* 2015; 351: h5359. doi: 10.1136/bmj.h5359.

66. Rööslä M., Lagorio S., Schoemaker M.J., Schüz J., Feychting M. Brain and salivary gland tumors and mobile phone use: evaluating the evidence from various epidemiological study designs. *Annu. Rev. Public Health.* 2019; 40: 221–238. doi: 10.1146/annurev-publhealth-040218-044037.

67. Samaras T., Kalampaliki E., Sahalos J.N. Influence of thermophysiological parameters on the calculation of temperature rise in the head of mobile phone users. *IEEE Trans. Electromagn. Compat.* 2007; 49: 936–939. doi: 10.1109/TEMC.2007.908257.

68. SCENIHR. Opinion on potential health effects of exposure to electromagnetic fields. *Bioelectromagnetics.* 2015; 36: 480–484. doi: 10.1002/bem.21930.

69. Schüz J., Jacobsen R., Olsen J.H., Boice J.D.Jr., McLaughlin J.K., Johansen C. Cellular telephone use and cancer risk: Update of a nationwide Danish cohort. *J. Natl. Cancer Inst.* 2006; 98: 1707–1713. doi: 10.1093/jnci/djj464.

70. Schüz J., Ahlbom A. Exposure to electromagnetic fields and the risk of childhood leukaemia: a review. *Radiat. Prot. Dosimetry.* 2008; 132: 202–211. doi: 10.1093/rpd/ncn270.

71. Sienkiewicz Z., Calderón C., Broom K.A., Addison D., Gavard A., Lundberg L., Maslanyj M. Are exposures to multiple frequencies the key to future radiofrequency research? *Front. Public Health.* 2017; 5: 328. doi: 10.3389/fpubh.2017.00328.

72. Simkó M., Remondini D., Zeni O., Scarfi M.R. Quality matters: Systematic analysis of endpoints related to «Cellular Life» *in vitro* data of radiofrequency electromagnetic field exposure. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2016; 13 (7). E701. doi: 10.3390/ijerph13070701.

73. Sun C., Wei X., Fei Y., Su L., Zhao X., Chen G., Xu Z. Mobile phone signal exposure triggers a hormone-like effect in $Atm^{+/+}$ and $Atm^{-/-}$ mouse embryonic fibroblasts. *Sci. Rep.* 2016; 6: 37423. doi: 10.1038/srep37423.

74. Swerdlow A.J., Feychting M., Green A.C., Leeka Kheifets L.K., Savitz D.A. International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection Standing Committee on Epidemiology. Mobile phones, brain tumours, and the interphone study: Where are we now? *Environ. Health Perspect.* 2011; 119: 1534–1538. doi: 10.1289/ehp.1103693.

75. Tsybulin O., Sidorik E., Kyrylenko S., Henshel D., Yakymenko I. GSM 900 MHz microwave radiation affects embryo development of Japanese quails. *Electromagn. Biol. Med.* 2012; 31: 75–86. doi: 10.3109/15368378.2011.624656.

76. Valentini E., Ferrara M., Presaghi F., de Gennaro L., Curcio G. Systematic review and meta-analysis of psychomotor effects of mobile phone electromagnetic fields. *Occup. Environ. Med.* 2010; 67: 708–716. doi: 10.1136/oem.2009.047027.

77. Verschaeve L., Juutilainen J., Lagroye I., Miyakoshi J., Saunders R., de Seze R., Tenforde T., van Rongen E., Veyret B., Xu Z. *In vitro* and *in vivo* genotoxicity of radiofrequency fields. *Mutat. Res.* 2010; 705: 252–268. doi: 10.1016/j.mrrev.2010.10.001.

78. Vijayalaxmi, Prihoda T.J. Comprehensive review of quality of publications and meta-analysis of genetic damage in mammalian cells exposed to non-ionizing radiofrequency fields. *Radiat. Res.* 2019; 191: 20–30. doi: 10.1667/RR15117.1

79. Vila J., Turner M.C., Gracia-Lavedan E., Figuerola J., Bowman J.D., Kincl L., Richardson L.,

Benke G., Hours M., Krewski D., McLean D., Parent M.E., Sadetzki S., Schlaefer K., Schlehofer B., Schüz J., Siemiatycki J., van Tongeren M., Cardis E., INTEROCC Study Group. Occupational exposure to high-frequency electromagnetic fields and brain tumor risk in the INTEROCC study: An individualized assessment approach. *Environ. Int.* 2018; 119: 353–365. doi: 10.1016/j.envint.2018.06.038.

80. Vrijheid M., Deltour I., Krewski D., Sanchez M., Cardis E. The effects of recall errors and of selection bias in epidemiologic studies of mobile phone use and cancer risk. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 2006; 16: 371–384. doi: 10.1038/sj.jes.7500509.

81. Wyde M.E., Horn T.L., Capstick M.H., Ladbury J.M., Koepke G., Wilson P.F., Kissling G.E., Stout M.D., Kuster N., Melnick R.L., Gauger J., Bucher J.R., McCormick D.L. Effect of cell phone radiofrequency radiation on body temperature in rodents: Pilot studies of the National Toxicology Program's reverberation chamber exposure system. *Bioelectromagnetics.* 2018; 39: 190–199. doi: 10.1002/bem.22116.

82. Yoon S., Choi J.W., Lee E., An H., Choi H.D., Kim N. Mobile phone use and risk of glioma: a case-control study in Korea for 2002–2007. *Environ. Health Toxicol.* 2015; 30: e2015015. doi: 10.5620/eh.t.2015015.

Сведения об авторе:

Яргин С.В., к.м.н., ORCID: 0000-0003-4731-1853, e-mail: sjargin@mail.ru

Information about author:

Jargin S.V., candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0003-4731-1853, e-mail: sjargin@mail.ru