

**BULLETIN OF NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

ISSN 1991-3494

Volume 54, Number 357 (2015), 27 – 32

**MOLECULAR MACHINERY AND GENETIC ASPECTS
OF MICROWAVE RADIATION INFLUENCE
OF LOW AND AVERAGE INTENSITIES**

E. A. Kurmanbayev, B. S. Kurmangaly

Kazakh Humanitarian Juridical Innovative University, Semey, Kazakhstan.
E-mail: erbol_k@bk.ru; cci_ip@mail.ru.

Keywords: microwave radiation, extremely high frequency, cells, macromolecules, DNA.

Abstract. The problems of microwave radiation influence by low and average intensities on cells and macromolecules, including in extremely high frequency band, for identification of the level of influence of domestic microwave radiation on the human body is investigated in that article. Wide analysis showed the necessity of development and validation of methods of high frequency (microwave) radiation of the cellular structure of body tissues, formed elements, DNA, as well as methods of research of changed structures with the use of genome-wide sequencing. Investigation results mediate by frustration apprehension of collective consciousness about the domestic microwave functional damage: mobile phones, smartphones, tablets, do not even say about the habitual microwaves. The doubts are initiated by the fragmentary data. Its place should be occupied by the scientific facts about the microwave radiation level of low and average intensities, received including within the current research.

УДК 535.2, 537.868, 53.082.74

**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ
АСПЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ МАЛЫХ
И СРЕДНИХ ИНТЕНСИВНОСТЕЙ**

Е. А. Курманбаев, Б. С. Курмангали

Казахский гуманитарно-юридический инновационный университет, Семей, Казахстан

Ключевые слова: сверхвысокочастотное излучение, крайне высокие частоты, клетки, макромолекулы, ДНК.

Аннотация. В статье исследуются вопросы влияния сверхвысокочастотного (СВЧ) излучения малых и средних интенсивностей на клетки и макромолекулы, в том числе в диапазоне крайне высоких частот (КВЧ), для выяснения степени воздействия бытового СВЧ излучения на организм человека. Расширенный анализ показал, что необходима разработка и апробация методик облучения СВЧ излучением клеточных структур тканей организма, форменных элементов крови, ДНК, а также методик исследования измененных структур в том числе с использованием полногеномного секвенирования. Результаты исследования опосредуются фрустриционными опасениями массового сознания о вреде бытовых СВЧ функционалов: мобильных телефонов, смартфонов, планшетников, не говоря о привычных микроволновых печах. Сомнения индуцируются фрагментарными сведениями. Их место должны занять научные факты о степени воздействия СВЧ излучения малых и средних интенсивностей, полученные в том числе в рамках настоящего исследования.

Социальные предпосылки рассматриваемой темы имплицируются реально существующими угрозами здоровью человека, исходящими от электромагнитного излучения (ЭМИ), неустойчивых электромагнитных полей (ЭМП) техногенного происхождения в сверхвысокочастотном (СВЧ) диапазоне, в том числе крайне высокочастотном (КВЧ) диапазоне [1]. Научной предпосылкой

является недостаточная изученность механизмов воздействия СВЧ излучения малых и средних интенсивностей.

Защита человека от вредного воздействия ЭМИ – известная задача [2], которая обрела необычайно высокую степень актуальности в последние годы вследствие взрывного роста числа бытовых устройств, функционирующих с использованием СВЧ излучения (мобильные телефоны, гаджеты, микроволновые печи и др.). Населенные пункты достаточно давно находятся в поле излучений радио- и телепередатчиков, линий электропередач, средств связи [3]. Но именно в последнее время СВЧ излучение вплотную приблизилось к человеку, который почти непрерывно подвергается действию сложных по частотному составу ЭМИ.

Биологическое воздействие неионизирующих ЭМИ, к которым относится СВЧ излучение малых и средних интенсивностей, изучено, в отличие от ионизирующих излучений, менее детально. Долгое время считалось, что основным механизмом необратимого воздействия СВЧ излучения является тепловое воздействие, связанное с образованием тепла в объекте при облучении ЭМИ высоких интенсивностей [4, с. 96]. Нетепловым (информационным [5]) является воздействие при низких интенсивностях ЭМИ. Установлено, например, что разность потенциалов, возникающая на мембране клеток тканей в результате воздействия ЭМИ нетепловых интенсивностей, пренебрежимо мала и сопоставима с тепловым мембранным шумом, величина которого – около 1 мкВ [6]. В частности, расчеты Г. Швана (H.P. Schwan) показали, что возникающая при действии ЭМИ с плотностью потока энергии (ППЭ) 10 мВт/см² и частотой 3 ГГц наведенная разность потенциалов на мембране клеток тканей составляет 0,5 мкВ и с повышением частоты снижается [7]. Эта величина на три порядка меньше уровня в 10 мВ, который принято считать биологически действующим.

Однако, несмотря на отсутствие повышения температуры, ответные биологические реакции в облучаемом объекте возникают и объективно регистрируются уже при ППЭ менее 1 мВт/см² [8]. Установлено, что нетепловое действие может влиять на процессы регуляции в организме [9]. В последние годы в качестве отдаленных последствий хронических воздействий ЭМИ малых интенсивностей СВЧ диапазона стала рассматриваться вероятность развития лейкозов и нейродегенеративных заболеваний [4, с. 142]. Но при этом механизмы возможного деструктивного воздействия ЭМИ низких интенсивностей на клетки и макромолекулы до сих пор детально не изучены [4, с. 136], что служит конкретной предпосылкой к разработке планируемого проекта, в котором предусмотрено экспериментальное исследование степени изменения клеточных структур тканей организма, форменных клеток крови, ДНК под действием СВЧ излучения малых и средних интенсивностей (включая диапазон КВЧ). И поскольку социальная потребность выявляет актуальность исследования биологических эффектов при воздействии СВЧ излучения именно низких интенсивностей, то общей предпосылкой к разработке проекта следует считать острую нужду в фактическом материале.

Тему исследования актуализирует, например, вопрос в социальном дискурсе: вреден ли сотовый телефон? Однозначного ответа до сих пор не дано. Мобильный радиотелефон представляет собой малогабаритный приемопередатчик в диапазоне частот 0,5–1,9 ГГц. Максимальная мощность находится в границах 0,125–1,0 Вт, в реальной обстановке она обычно не превышает 0,05–0,2 Вт. Легко установить, что величина кванта энергии у таких ЭМИ слишком мала, чтобы влиять непосредственно на какую-либо химическую связь, даже водородную. Разрыва связей, денатурации или иного изменения в структуре молекул при низких интенсивностях ЭМИ не происходит [4, с. 125]. Поэтому часто предполагается, что хотя процессы поглощения энергии ЭМИ на молекулярном уровне и имеют место, их характер при малых интенсивностях не несет непосредственной биологической значимости, поскольку полностью доминирует тепловая энергия молекулярного движения [4, с. 118].

Вместе с тем исследования последних лет, проведенные в разных странах, показали, что организм человека все же реагирует на излучение сотового телефона [10]. Причем наиболее чувствительным оказывается мозг человека [11], что соответствует данным о теплофизических характеристиках различных тканей. Мозг наиболее активно поглощает СВЧ. У него максимальные значения метаболического теплообразования $Q_M = 5370 \text{ Вт}/\text{м}^3$ (белое и серое вещество мозга). Для сравнения: кожа имеет $Q_M = 1125 \text{ Вт}/\text{м}^3$, мышцы – $Q_M = 697 \text{ Вт}/\text{м}^3$, жир – $Q_M = 302 \text{ Вт}/\text{м}^3$. Мозг имеет скорость кровотока $m = 67,1 \text{ мл}/(100 \text{ г} \cdot \text{мин})$ (серое вещество), кожа – $m = 12$, мышцы – $m = 5$,

жир – $m = 2,8$. Мозг имеет температуропроводность $k_{TK} = 0,503\text{--}0,565 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$, кожа – $k_{TK} = 0,343$, мышцы – $k_{TK} = 0,497$, жир – $k_{TK} = 0,23$ [4, с. 104]. Мозг – особый объект исследования воздействия СВЧ излучения малых и средних интенсивностей на клетки тканей. Но имеется также значительное количество работ, в которых утверждается, что наиболее чувствительна к воздействию СВЧ нервная система [12].

Молекулярно-биологические механизмы высокой чувствительности отдельных органов, прежде всего мозга, к облучению ЭМИ низкой интенсивности в полной мере не установлены [4, с. 136]. Считается, что при нетепловом действии биологическую реакцию вызывает не энергия ЭМИ – ответная реакция осуществляется за счет собственных ресурсов организма, а ЭМИ является лишь инициирующим сигналом [4, с. 136]. Но при этом уже ранние эксперименты Дж. Хеллера показали, что 5-минутное нетермическое воздействие переменного ЭМИ на эмбрионы чеснока в воде приводило в течение 24 часов к развитию хромосомных аномалий, аналогичных воздействию ионизирующего излучения и антимитотических агентов [13]. Есть сведения о таком влиянии ЭМИ на биологические процессы, при котором происходит разрыв водородных связей и дестабилизация ориентации ДНК и РНК [14]. И все эти факты вступают в противоречие с положением о том, что наиболее выраженные эффекты на молекулярном, мембранным и клеточном уровнях возникают только в тех случаях, когда воздействие ЭМИ является тепловым [4, с. 130].

Между тем возможны, по меньшей мере, два эффекта, способные обеспечить чувствительность клеток тканей и макромолекул к ЭМИ малой и средней интенсивности.

Во-первых, важную роль играет резонансное взаимодействие ЭМИ с биологическими частицами и макромолекулами [15] на КВЧ. Исследования в области теоретической дозиметрии показали возможность резонансного поглощения энергии ЭМИ в теле человека. Существуют максимумы поглощения ЭМИ как в отдельных частях тела человека, так и в локальных областях внутри частей тела. Например, так называемый СПЕ-эффект выявляет резонанс на частотах 50,3; 51,8 и 65,0 ГГц [16]. Повышенную чувствительность проявляет гипоталамус в результате резонансного поглощения энергии ЭМИ при облучении в диапазоне 750 МГц – 2,5 ГГц [4, с. 107]. Но сверх того существуют резонансные биочастоты молекул, макромолекул, клеток, частиц крови [17] с добротностью до 300–500 единиц [18].

Принципиальная разница резонансных процессов по сравнению с релаксационными (тепловыми) состоит в совпадении собственных колебаний молекул или коллективных колебаний субъединиц (макромолекул, клеток, доменов, частиц) с частотой внешнего электрического поля. Резонансные взаимодействия с молекулами могут наблюдаться в КВЧ (30–300 ГГц) и ГВЧ (300–3000 ГГц) диапазонах [4, с. 127]. Так, в области частот от 40 до 120 ГГц наблюдается сильное поглощение энергии излучения молекулами воды, которое рассматривается как первичный механизм биологического действия ЭМИ в КВЧ диапазоне [19]. Благодаря дипольной поляризации на КВЧ диапазон приходятся резонансные частоты макромолекул, клеток ткани и крови [18]. Есть подлежащие верификации сведения о резонанском разрушении молекул ДНК, АТФ, уменьшении степени связывания K^+ , Ca^{2+} и других ионов [20]. Для ЭМП малой интенсивности резкий отклик человеческого организма наблюдается вблизи частоты 40 ГГц, что совпадает с резонансной частотой третичной структуры ДНК-спирали [21]. Считается, что имеет место вынужденный резонанс [18].

Таким образом, если СВЧ излучение малых и даже средних интенсивностей не может оказывать существенного теплового воздействия, то на резонансных частотах в области КВЧ даже на малых интенсивностях можно ожидать деструктивного воздействия. И это первый конкретный фактор, опосредующий новизну исследований, состоящую в переносе изысканий в область КВЧ. До сих пор исследования резонансных механизмов воздействия СВЧ излучения на клетки тканей организма человека, элементы крови, ДНК не проводились.

Во-вторых, существенную роль в воздействии СВЧ низких интенсивностей могут играть как капиллярный эффект [22], так и кумулятивный эффект. Есть ряд трудностей, вроде бы препятствующих деструктивному влиянию резонансных процессов в КВЧ диапазоне. Прежде всего, факт сильного поглощения ЭМИ уже в коже человека, преимущественно в поверхностных слоях [19], на частотах выше 10 ГГц (миллиметровые волны). Но это явление входит в противоречие с установленным фактом воздействия миллиметровых волн на внутренние органы. Возможно, воздействие

обеспечивает именно кумулятивный эффект вкупе с существованием резонансных «окон прозрачности» [23]. Экспериментальное исследование капиллярного и кумулятивного эффектов, заложенное в задачах проекта, – второй фактор, опосредующий научную новизну.

Исследование имеет смысл, если в окружающих человека ЭМП есть излучение в КВЧ диапазоне. В реальных ЭМП, насыщенных СВЧ излучением, всегда присутствуют гармоники на высоких частотах [24], в том числе на биоэффективных частотах. Диагностика высоких гармоник также представляет собой фактор научной новизны.

Обоснованием избранного подхода может служить выполненная авторами статьи в 2013–2015 гг. предварительная оценка перспективности исследований. Был проведен ряд измерений плотности потока энергии (ППЭ) электромагнитного поля в диапазоне СВЧ (сверхвысоких частот) и в ближней области КВЧ (30–40 ГГц). Измерения проводились с помощью прибора ПЗ-31 – измерителя параметров электромагнитного поля в диапазоне 10 КГц – 40 ГГц. Предварительные измерения, проведенные в городах Семее и Алматы показали, что на улицах городов вдали от крупных промышленных объектов значения ППЭ составляют в основном 0,1–2,0 мкВт/см², т.е. фон чаще всего не превышает ПДУ – 10 мкВт/см². Однако уровень ЭМИ повышается в местах интенсивного движения транспорта (вдоль дорог), доходя до значений, близких к ПДУ, превышая, иногда существенно, порог в 10 мкВт/см². Но еще более высокие уровни ЭМИ встречаются на рабочих местах и в бытовых помещениях, где находятся электрические приборы, излучающие ЭМИ. Например, 2-3-кратное (до 30 мкВт/см²) превышение предельно допустимого уровня наблюдается вблизи поверхностей экранов некоторых марок бытовых телевизоров. Еще большее превышение ПДУ – от 50 до 500 мкВт/см² – демонстрируют при наборе номеров многие мобильные телефоны. Превышение носит кратковременный характер, однако это слабое утешение, ибо потребители прикладывают телефон к голове при вызове абонента, когда импульсное излучение СВЧ излучение (включая, возможно, КВЧ) достигает 700–1000 мкВт/см² (100-кратное превышение ПДУ). Наконец, наибольшее превышение в бытовых условиях зарегистрировано нами вблизи работающих микроволновых мечей. У большинства печей в работающем состоянии значения ППЭ вдоль краев дверцы (в закрытом состоянии) достигает 1500–2000 мкВт/см². Эти предварительные данные нуждаются в уточнении и расширении диапазона исследований.

В большинстве государств мира состояние ЭМП в крупных населенных пунктах все еще остается неисследованной областью знаний. Исследования международных организаций здравоохранения подтверждают негативное воздействие электронных средств и комплекса электрооборудования на организм человека, однако эта информация до сих пор в силу разных причин не нашла серьезного продвижения [25]. Например, в рамках международной научной программы ВОЗ по изучению биологического действия электромагнитных полей, действующей с 1993 года, установлено, что с появлением малых ЭМП в среднем в 100 раз увеличилось количество свободных радикалов в человеческом организме [2]. Во многих странах органы здравоохранения пересматривают отношение к мобильным телефонам. Однако этим усилиям недостает научного обеспечения. Поэтому значимость исследований в национальном и международном масштабе определяется именно возможностью обеспечить известные социальные опасения о вреде техногенных и бытовых ЭМИ научной базой для принятия компетентных решений. Социальный спрос на результаты опосредуется фruстрационными опасениями массового сознания о вреде бытовых СВЧ функционалов: мобильных телефонов, смартфонов, планшетников, не говоря о привычных микроволновых печах. Сомнения индуцируются фрагментарными сведениями. Их место должны занять научные факты о степени воздействия СВЧ излучения малых и средних интенсивностей, полученные в том числе в рамках настоящего исследования. Экономическая заинтересованность определяется точкой бифуркации: научное заключение о вреде бытовых СВЧ функционалов может привести либо к дополнительным финансовым затратам производителей, связанных с обеспечением лучшей защиты от СВЧ излучения, либо к дальнейшему росту доходов бытовых СВЧ устройств.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Григорьев О.А. Электромагнитная безопасность городского населения: характеристика современных источников ЭМП и оценка их опасности // Сб.: Электромагнитные поля и население. – М.: РУДН, 2003. – С. 76-93.
- [2] Малахов Г. Электромагнитное излучение и ваше здоровье. – СПб.: Невский проспект, 2003.

- [3] Павлов А.Н. Воздействие электромагнитных излучений на жизнедеятельность. – М.: Гелиос АРВ, 2003.
- [4] Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Рубин А.Б. Радиационная биофизика. Радиочастотные и микроволновые электромагнитные излучения. – М.: Физматлит, 2008. – 184 с.
- [5] Бецкий О.В., Девятков Н.Д., Кислов В.В. Миллиметровые волны низкой интенсивности в медицине и биологии // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. – №4.
- [6] Schwan H.P. Biophysics of the interaction of electromagnetic energy with cells and membranes // Biological Effects and Dosimetry of Nonionizing Radiation/ Radiofrequency and Microwave Energy / NATO ASI ser. Ser. A. – N.Y.; L.: Plenum Press, 1983. – V. 49. – P. 213-231.
- [7] Schwan H.P. EM-field induced force effects // Interactions between Electromagnetic Fields and Cells / Proc. of NATO Advanced Research Work-shop. – N.Y.: Plenum Press, 1985. – P. 371-389.
- [8] Кудряшов Ю.Б., Перов Ю.Ф., Голеницкая И.А. Механизмы радиобиологических эффектов неионизирующих электромагнитных излучений низких интенсивностей // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1999. – Т. 39. – №1. – С. 113-126.
- [9] Петин В.Г. Биофизика неионизирующих физических факторов окружающей среды. – Обнинск: МРНЦ РАМН, 2006.
- [10] Влияние мобильных телефонов на человека. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://gamma7.m-l-m.info/zashchita-ot-elektromagnitnogo-izlucheniya/vliyanie-elektromagnitnogo-izlucheniya-na-cheloveka/mobilnye-telefony/>.
- [11] Электромагнитные поля и здоровье человека. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://unsafe-mobile.blogspot.com/2008/07/blog-post_5069.html.
- [12] Лепшин В.В. Влияние СВЧ-поля на уровень катехоламинов в ЦНС и поведение животных // Вестник новых медицинских технологий. – 2000. – Т. 7. – №1.
- [13] Heller J.H., Teixeira-Pinto A.A. A new physical method of creating chromosomal aberrations // Nature. – 1959. – V. 183. – P. 905-906.
- [14] Подколзина В.А. Медицинская физика. – М.: ЭКСМО, 2007.
- [15] Бецкий О.В., Лебедева Н.Н. История становления КВЧ-терапии и десятилетние итоги работы Медико-технической ассоциации КВЧ // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2001. – №4 (24).
- [16] Синицын Н.И., Петросян В.И., Елкин В.А., Девятков Н.Д. Гуляев Ю.В., Бецкий О.В. Особая роль системы «миллиметровые волны – водная среда» в природе // Биомедицинская радиоэлектроника. – 1998. – № 1.
- [17] Ильина С.А., Бакаушина Г.Ф., Гайдук В. и др. О возможной роли воды в передаче воздействия излучений миллиметрового диапазона на биологические объекты // Биофизика. – 1979. – Т. 24. – Вып. 3.
- [18] Хабарова О.В. Биоэффективные частоты и их связь с собственными частотами живых организмов / Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2002. – №5. – С. 56-66.
- [19] Гапеев А.Б., Чемерис Н.К. Механизмы биологического действия электромагнитного излучения крайне высоких частот на уровне организма. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2007. – №8-9. – С. 30-46.
- [20] Влияние электромагнитного излучения на здоровье человека. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://airestech.ru/media/em-smog>.
- [21] Weinsburg S. DNA Helix found to oscillate in resonance with microwaves // Science News. – 1984. – V. 125. – №16. – P. 248.
- [22] Бецкий О.В., Лебедева Н.Н. Синергетика и электромагнитные поля // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2004. – №4 (36).
- [23] Кравков Г.А. Эффект нетеплового (информационного) воздействия электромагнитного излучения крайне высокой частоты на биологические объекты и человека. – [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://mindwar.ru/wp-content/books1/kravkov-g-a_psihotronnoe-oruzhie.doc.
- [24] Григорьев Ю.Г., Степанов В.С., Григорьев О.А., Меркулов А.В. Электромагнитная безопасность человека / Справочно-информационное пособие. – М.: Российский национальный комитет по защите от неионизирующего излучения, 1999. – 146 с.
- [25] Кузнецов В. Плата за технический прогресс // Реальная экономика. – 2008. – № 1-2.

REFERENCES

- [1] Grigor'ev O.A. Jelektromagnitnaja bezopasnost' gorodskogo naselenija: harakteristika sovremennych istochnikov JeMP i ocenka ih opasnosti // In.: Jelektromagnitnye polja i naselenie. – M.: RUDN, 2003. – P. 76-93.
- [2] Malahov G. Jelektromagnitnoe izluchenie i vashe zdorov'e. – SPb.: Nevskij prospekt, 2003.
- [3] Pavlov A.N. Vozdejstvie jelektromagnitnyh izluchenij na zhiznedejatel'nost'. – M.: Gelios ARV, 2003.
- [4] Kudrjashov Ju.B., Perov Ju.F., Rubin A.B. Radiacionnaja biofizika. Radiochastotnye i mikrovолнovye jelektromagnitnye izluchenija. – M.: Fizmatlit, 2008. – 184 p.
- [5] Beckij O.V., Devyatkov N.D., Kislov V.V. Millimetrovye volny nizkoj intensivnosti v medicine i biologii // Biomedicinskaja radioelektronika. – 1998. – №4.
- [6] Schwan H.P. Biophysics of the interaction of electromagnetic energy with cells and membranes // Biological Effects and Dosimetry of Nonionizing Radiation/ Radiofrequency and Microwave Energy / NATO ASI ser. Ser. A. – N.Y.; L.: Plenum Press, 1983. – V. 49. – P. 213-231.
- [7] Schwan H.P. EM-field induced force effects // Interactions between Electromagnetic Fields and Cells / Proc. of NATO Advanced Research Work-shop. – N.Y.: Plenum Press, 1985. – P. 371-389.
- [8] Kudrjashov Ju.B., Perov Ju.F., Golenickaja I.A. Mehanizmy radiobiologicheskikh jeffektov neionizirujushhih jelektromagnitnyh izluchenij nizkih intensivnostej // Radiacionnaja biologija. Radiojekologija. – 1999. – Т. 39. – №1. – P. 113-126.

- [9] Petin V.G. Biofizika neionizirujushhih fizicheskikh faktorov okruzhajushhej sredy. – Ochninsk: MRNC RAMN, 2006.
- [10] Vlijanie mobil'nyh telefonov na cheloveka. – <http://gamma7.m-l-m.info/zashhita-ot-elektromagnitnogo-izlucheniya/vliyanie-elektromagnitnogo-izlucheniya-na-cheloveka/mobilnye-telefony/>.
- [11] Jelektromagnitnye polja i zdorov'e cheloveka. – http://unsafe-mobile.blogspot.com/2008/07/blog-post_5069.html.
- [12] Leshin V.V. Vlijanie SVCh-polja na uroven' kateholaminov v CNS i povedenie zhivotnyh // Vestnik novyh medicinskikh tehnologij. – 2000. – V. 7. – №1.
- [13] Heller J.H., Teixeira-Pinto A.A. A new physical method of creating chromosomal aberrations // Nature. – 1959. – V. 183. – P. 905-906.
- [14] Podkolzina V.A. Medicinskaja fizika. – M.: JeKSMO, 2007.
- [15] Beckij O.V., Lebedeva N.N. Istorija stanovlenija KVCh-terapii i desjatiletnie itogi raboty Mediko-tehnicheskoy associacii KVCh // Millimetrovye volny v biologii i medicine. – 2001. – №4 (24).
- [16] Sinicyn N.I., Petrosjan V.I., Elkin V.A., Devyatkov N.D. Guljaev Ju.V., Beckij O.V. Osobaja rol' sistemy «millimetrovye volny – vodnaja sreda» v prirode // Biomedicinskaja radioelektronika. – 1998. – № 1.
- [17] Il'ina S.A., Bakaushina G.F., Gajduk V. i dr. O vozmozhnoj roli vody v peredache vozdejstvija izluchenij millimetrovogo diapazona na biologicheskie ob#ekty // Biofizika. – 1979. – V. 24. – Iss. 3.
- [18] Habarova O.V. Biojeffektivnye chastoty i ih sviaz' s sobstvennymi chastotami zhivyh organizmov / Biomedicinskie tehnologii i radioelektronika. – 2002. – №5. – P. 56-66.
- [19] Gapeev A.B., Chemeris N.K. Mehanizmy biologicheskogo dejstvija elektromagnitnogo izlucheniya krajne vysokih chastot na urovne organizma. // Biomedicinskaja radioelektronika. – 2007. – №8-9. – P. 30-46.
- [20] Vlijanie elektromagnitnogo izlucheniya na zdorov'e cheloveka. – <http://airestech.ru/media/em-smog>.
- [21] Weinsburg S. DNA Helix found to oscillate in resonance with microwaves // Science News. – 1984. – V. 125. – №16. – P. 248.
- [22] Beckij O.V., Lebedeva N.N. Sinergetika i elektromagnitnye polja // Millimetrovye volny v biologii i medicine. – 2004. – №4 (36).
- [23] Kravkov G.A. Jeffekt neteplovogo (informacionnogo) vozdejstvija elektromagnitnogo izlucheniya krajne vysokoj chastoty na biologicheskie ob#ekty i cheloveka. – http://mindwar.ru/wp-content/books1/kravkov-g-a_psihotronnoe-oruzhie.doc.
- [24] Grigor'ev Ju.G., Stepanov V.S., Grigor'ev O.A., Merkulov A.V. Elektromagnitnaja bezopasnost' cheloveka / Spravochno-informacionnoe posobie. – M.: Rossijskij nacional'nyj komitet po zashhite ot neionizirujushhego izlucheniya, 1999. – 146 p.
- [25] Kuznecov V. Plata za tehnicheskij progress // Real'naja jekonomika. – 2008. – № 1-2.

ШАҒЫН ЖӘНЕ ОРТАША ҚАРҚЫНДЫЛЫҚТАҒЫ АЖЖ СӘУЛЕЛЕРІНІҢ МОЛЕКУЛЯРЛЫҚ ТЕТІГІ ЖӘНЕ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТҮРГЫДА ӘСЕР ЕТУ АСПЕКТІЛЕРИ

Е.А. Құрманбаев, Б.С. Құрманғали

Қазақ инновациялық гуманитарлық-зан университеті, Семей, Қазақстан

Тірек сөздер: аса жоғары жиілік (АЖЖ) диапазонындағы сәулелер, шекті жоғары жиілік, жасушалар, макромолекулалар, ДНК.

Аннотация. Мақалада тұрмыстық аса жоғары жиілік (АЖЖ) диапазонындағы сәулелерінің адам ағза-сына әсер ету деңгейін анықтау үшін шағын және орта қарқындылықтағы АЖЖ сәулелерінің жасушалар мен макромолекулаларға әсері зерттеледі, оның ішінде шекті жоғары жиілік (ШЖЖ) диапазонында. Жүргізілген талдауға сәйкес ағза тіндерінің жасушалық құрылымына, каннның формальық элементтеріне, ДНК-ға АЖЖ сәуле түсіру әдістемелер, сонымен қатар тольық геномдық секвенирлеуді пайдалана отырып өзгертілген құрылымдарды зерттеу үшін әдістемелер қажет. Зерттеу нәтижелері әлеуметтік сұраныс жүртшылық санасының әдеттегі микротолқынды пештер туралы айтпағанда, тұрмыстық АЖЖ функционалдарының: мобилді телефондардың, смартфондардың, планшеттердің зияны туралы фрустациялық үрейден туындаиды. Күмән үзілді кесілді ақпаратпен индукцияланады. Олардың орнын осы шағын және орташа қарқындылықтағы АЖЖ сәулелері әсерінің деңгейі туралығының фактілер, оның ішінде осы жобаның шеберінде алғынған деректер ауыстыруы тиіс.

Поступила 02.10.2015 г.