

ISSN 1991-3494

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Ш Ы С Ы

ВЕСТНИК

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

THE BULLETIN

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С 1944 ГОДА
PUBLISHED SINCE 1944

5

АЛМАТЫ
АЛМАТЫ
ALMATY

2015

ҚЫРКҮЙЕК
СЕНТЯБРЬ
SEPTEMBER

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі

М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы :

биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Айтхожина Н.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байпақов К.М.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байтулин И.О.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Берсімбаев Р.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Газалиев А.М.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Дүйсенбеков З.Д.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Елешев Р.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; фил. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Нысанбаев А.Н.**; экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА академигі **Сатубалдин С.С.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбжанов Х.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішева З.С.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Абсадықов Б.Н.** (бас редактордың орынбасары); а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баймұқанов Д.А.**; тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Байтанаев Б.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Давлетов А.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; геогр. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Медеу А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Огарь Н.П.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Таткеева Г.Г.**; а.-ш. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Үмбетаев И.**

Р е д а к ц и я к е ñ е с і :

Ресей ҒА академигі **Велихов Е.П.** (Ресей); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Гашимзаде Ф.** (Әзірбайжан); Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Джрбашян Р.Т.** (Армения); Ресей ҒА академигі **Лаверов Н.П.** (Ресей); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Москаленко С.** (Молдова); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Рудик В.** (Молдова); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Сагян А.С.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Тодераш И.** (Молдова); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Якубова М.М.** (Тәжікстан); Молдова Республикасының ҰҒА корр. мүшесі **Лупашку Ф.** (Молдова); техн. ғ. докторы, профессор **Абиев Р.Ш.** (Ресей); техн. ғ. докторы, профессор **Аврамов К.В.** (Украина); мед. ғ. докторы, профессор **Юрген Аппель** (Германия); мед. ғ. докторы, профессор **Иозеф Банас** (Польша); техн. ғ. докторы, профессор **Гарабаджиу** (Ресей); доктор PhD, профессор **Ивахненко О.П.** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Изабелла Новак** (Польша); хим. ғ. докторы, профессор **Полещук О.Х.** (Ресей); хим. ғ. докторы, профессор **Поняев А.И.** (Ресей); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); техн. ғ. докторы, профессор **Хрипунов Г.С.** (Украина)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Н.А. Айтхожина**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **К.М. Байпаков**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **И.О. Байтулин**; доктор биол. наук, проф., академик НАН РК **Р.И. Берсимбаев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор с.-х. наук, проф., академик НАН РК **З.Д. Дюсенбеков**; доктор сельскохоз. наук, проф., академик НАН РК **Р.Е. Елешев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор фил. наук, проф., академик НАН РК **А.Н. Нысанбаев**; доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **С.С. Сатубалдин**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.М. Абжанов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **З.С. Абишева**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Н. Абсадыков** (заместитель главного редактора); доктор с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Д.А. Баймуканов**; доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.А. Байтанаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Е. Давлетов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор геогр. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А. Медеу**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.П. Огарь**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Г.Г. Таткеева**; доктор сельскохоз. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И. Умбетаев**

Редакционный совет:

академик РАН **Е.П. Велихов** (Россия); академик НАН Азербайджанской Республики **Ф. Гашимзаде** (Азербайджан); академик НАН Украины **В.В. Гончарук** (Украина); академик НАН Республики Армения **Р.Т. Джрбашян** (Армения); академик РАН **Н.П. Лаверов** (Россия); академик НАН Республики Молдова **С. Москаленко** (Молдова); академик НАН Республики Молдова **В. Рудик** (Молдова); академик НАН Республики Армения **А.С. Сагиян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **И. Тодераш** (Молдова); академик НАН Республики Таджикистан **М.М. Якубова** (Таджикистан); член-корреспондент НАН Республики Молдова **Ф. Лупашку** (Молдова); д.т.н., профессор **Р.Ш. Абиев** (Россия); д.т.н., профессор **К.В. Аврамов** (Украина); д.м.н., профессор **Юрген Аппель** (Германия); д.м.н., профессор **Иозеф Банас** (Польша); д.т.н., профессор **А.В. Гарабаджиу** (Россия); доктор PhD, профессор **О.П. Ивахненко** (Великобритания); д.х.н., профессор **Изабелла Новак** (Польша); д.х.н., профессор **О.Х. Полещук** (Россия); д.х.н., профессор **А.И. Поняев** (Россия); профессор **Мохд Хасан Селамат** (Малайзия); д.т.н., профессор **Г.С. Хрипунов** (Украина)

«Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан». ISSN 1991-3494

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5551-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 2000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18.

www: nauka-nanrk.kz, bulletin-science.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

N.A. Aitkhozhina, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **K.M. Baipakov**, dr. hist. sc., prof., academician of NAS RK; **I.O. Baitulin**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **R.I. Bersimbayev**, dr. biol. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Z.D. Dyusenbekov**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **R.Ye. Yeleshev**, dr. agr. sc., prof., academician of NAS RK; **T.Sh. Kalmenov**, dr. phys. math. sc., prof., academician of NAS RK; **A.N. Nysanbayev**, dr. phil. sc., prof., academician of NAS RK; **S.S. Satubaldin**, dr. econ. sc., prof., academician of NAS RK; **Kh.M. Abzhanov**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.S. Abisheva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.N. Absadykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **D.A. Baimukanov**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **B.A. Baytanayev**, dr. hist. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A.Ye. Davletov**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys. math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **A. Medeu**, dr. geogr. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **N.P. Ogar**, dr. biol. sc., prof., corr. member of NAS RK; **G.G. Tatkeeva**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **I. Umbetayev**, dr. agr. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

E.P. Velikhov, RAS academician (Russia); **F. Gashimzade**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **R.T. Dzhrbashian**, NAS Armenia academician (Armenia); **N.P. Laverov**, RAS academician (Russia); **S.Moskalenko**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Rudic**, NAS Moldova academician (Moldova); **A.S. Sagiyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **I. Toderas**, NAS Moldova academician (Moldova); **M. Yakubova**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **F. Lupaşcu**, NAS Moldova corr. member (Moldova); **R.Sh. Abiyev**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **K.V. Avramov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine); **Jürgen Appel**, dr.med.sc., prof. (Germany); **Joseph Banas**, dr.med.sc., prof. (Poland); **A.V. Garabadzhiu**, dr.eng.sc., prof. (Russia); **O.P. Ivakhnenko**, PhD, prof. (UK); **Isabella Nowak**, dr.chem.sc., prof. (Poland); **O.Kh. Poleshchuk**, chem.sc., prof. (Russia); **A.I. Ponyaev**, dr.chem.sc., prof. (Russia); **Mohd Hassan Selamat**, prof. (Malaysia); **G.S. Khripunov**, dr.eng.sc., prof. (Ukraine)

Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.
ISSN 1991-3494

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5551-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/>, <http://bulletin-science.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

**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: microwawe raditation, extremely high frequency, cells, macromolecules, DNA.

Abstract. The problems of microwawe raditation 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 microwawe radiation on the human body is investigated in that article. Wide analysis showed the necessity of development and validation of methods of high frequency (microwawe) 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 mediates by frustration apprehension of collective consciousness about the domestic microwawe functional damage: mobile phones, smartphones, tablets, do not even saying about the habitual microwawes. The doubts ar initiated by the fragmentary data. Its place shoud be occupied by the scientific facts about the microwawe radiation level of low and average intensities, received including withing 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 фрустрационными 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 имплицитно существуют 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 $Q_M = 5370 \text{ Вт/м}^3$ (белое и серое вещество мозга). Для сравнения: кожа имеет $Q_M = 1125 \text{ Вт/м}^3$, мышцы – $Q_M = 697 \text{ Вт/м}^3$, жир – $Q_M = 302 \text{ Вт/м}^3$. Мозг имеет скорость кровотока $m = 67,1 \text{ мл/(100 г} \cdot \text{мин)}$ (серое вещество), кожа – $m = 12$, мышцы – $m = 5$,

жир – $m = 2,8$. Мозг имеет температуропроводность $k_{TK} = 0,503-0,565$ Вт/(м · °С), 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 антимиотических 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, мембранном 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 резонансном 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 свыше 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 печей. 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 фрустрационными 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 индустрии 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/zashhita-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] Лешин 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] Сеницын 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: karakteristika sovremennyh 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 mikrovolnovye jelektromagnitnye izluchenija. – M.: Fizmatlit, 2008. – 184 p.
- [5] Beckij O.V., Devjatkov N.D., Kislov V.V. Millimetrovye volny nizkoj intensivnosti v medicine i biologii // Biomedicinskaja radiojelektronika. – 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 neionizirujushhikh fizicheskikh faktorov okruzhajushhej sredy. – Obninsk: MRNC RAMN, 2006.
- [10] Vlijanie mobil'nyh telefonov na cheloveka. – <http://gamma7.m-l-m.info/zashhita-ot-elektromagnitnogo-izlucheniya/vlijanie-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 medicinskih 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-tehnicheskoi associacii KVCh // Millimetrovye volny v biologii i medicine. – 2001. – №4 (24).
- [16] Sinicyn N.I., Petrosjan V.I., Elkin V.A., Devjatkov N.D. Guljaev Ju.V., Beckij O.V. Osobaja rol' sistemy «millimetrovye volny – vodnaja sreda» v prirode // Biomedicinskaja radiojelektronika. – 1998. – № 1.
- [17] Il'ina S.A., Bakaushina G.F., Gajduk V. i dr. O vozmozhnoj roli vody v peredache vozdeystvija izluchenijs millimetrovogo diapazona na biologicheskie ob#ekty // Biofizika. – 1979. – V. 24. – Iss. 3.
- [18] Habarova O.V. Biojeffektivnye chastoty i ih svjaz' s sobstvennymi chastotami zhivyh organizmov / Biomedicinskii tehnologii i radiojelektronika. – 2002. – №5. – P. 56–66.
- [19] Gapeev A.B., Chemeris N.K. Mehanizmy biologicheskogo deystvija jelektromagnitnogo izluchenijs krajne vysokih chastot na urovne organizma. // Biomedicinskaja radiojelektronika. – 2007. – №8-9. – P. 30-46.
- [20] Vlijanie jelektromagnitnogo izluchenijs 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 jelektromagnitnye polja // Millimetrovye volny v biologii i medicine. – 2004. – №4 (36).
- [23] Kravkov G.A. Jeffekt neteplovogo (informacionnogo) vozdeystvija jelektromagnitnogo izluchenijs 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. Jelektromagnitnaja bezopasnost' cheloveka / Spravochno-informacionnoe posobie. – M.: Rossijskij nacional'nyj komitet po zashhite ot neionizirujushhego izluchenijs, 1999. – 146 p.
- [25] Kuznecov V. Plata za tehniceskij progress // Real'naja jekonomika. – 2008. – № 1-2.

ШАҒЫН ЖӘНЕ ОРТАША ҚАРҚЫНДЫЛЫҚТАҒЫ АЖЖ СӘУЛЕЛЕРІНІҢ МОЛЕКУЛЯРЛЫҚ ТЕТІГІ ЖӘНЕ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТҮРҒЫДА ӘСЕР ЕТУ АСПЕКТИЛЕРІ

Е.А. Құрманбаев, Б.С. Құрманғали

Қазақ инновациялық гуманитарлық-заң университеті, Семей, Қазақстан

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

Аннотация. Мақалада тұрмыстық аса жоғары жиілік (АЖЖ) диапазонындағы сәулелерінің адам ағзасына 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, қанның формалық элементтеріне, ДНҚ-ға АЖЖ сәуле түсіру әдістемелер, сонымен қатар толық геномдық секвенирлеуді пайдалана отырып өзгертілген құрылымдарды зерттеу үшін әдістемелер қажет. Зерттеу нәтижелері әлеуметтік сұраныс жұртшылық санасының әдеттегі микротолқынды пештер туралы айтпағанда, тұрмыстық АЖЖ функционалдарының: мобильді телефондардың, смартфондардың, планшеттердің зияны туралы фрустрациялық үрейден туындайды. Күмән үзілді кесілді ақпаратпен индукцияланады. Олардың орнын осы шағын және орташа қарқындылықтағы АЖЖ сәулелері әсерінің деңгейі туралы ғылыми фактілер, оның ішінде осы жобаның шеберінде алынған деректер ауыстыруы тиіс.

Поступила 02.10.2015 г.

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.bulletin-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 07.10.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
8,9 п.л. Тираж 2000. Заказ 5.