

ЕЖЕГОДНИК

**РОССИЙСКОГО
НАЦИОНАЛЬНОГО
КОМИТЕТА
ПО ЗАЩИТЕ
ОТ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ
ИЗЛУЧЕНИЙ**

МОСКВА 2004

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ. Академик РАМН Ильин Л.А.....	8
<i>Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А., Бичелдей Е.П.</i> Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений: деятельность и перспективы.....	10
<i>Пальцев Ю.П., Рубцова Н.Б., Походзей Л.В.</i> Актуальные проблемы электромагнитной биологии и гигиены – прошлое, настоящее, будущее (к 50-летию юбилею лаборатории по ЭМП НИИ Медицины труда РАМН).....	17
<i>Григорьев Ю.Г.</i> Эмоциональный стресс и электромагнитные поля.....	25
<i>Обухова С.Б., Давыдов Б.И., Зуев В.Г.</i> Электромагнитные поля и рак.....	34
<i>Григорьев О.А., Бичелдей Е.П., Меркулов А.В., Степанов В.С., Шенфельд Б.Е.</i> Определение подходов к нормированию воздействия антропогенного электромагнитного поля на природные экосистемы.....	46
<i>Афанасьев Р.В., Галкин А.А., Зуев В.Г.</i> Биологическое действие электрических и магнитных постоянных полей – готовы ли российские нормативы к гармонизации с международными стандартами?.....	76
<i>Григорьев О. А., Петухов В. С., Меркулов А. В.</i> Магнитное поле промышленной частоты в условиях производственного воздействия: источники и методология инструментального контроля.....	85
<i>Рубцова Н.Б., Походзей Л.В., Курьеров Н.Н., Пальцев Ю.П., Самусенко Т.Г., Лазаренко Н.В., Тарасов А.А., Думкин В.Н., Иванова Л.А., Горизонтова М.Н., Захарова Т.Р., Субботин В.В.</i> Изучение условий труда и состояния здоровья специалистов, обслуживающих средства радиолокации, радионавигации и связи в аэропортах гражданской авиации.....	106

<i>Тихонова Г.И., Рубцова Н.Б.</i> Воздействие на работающих неионизирующих электромагнитных полей как фактор риска развития врожденных пороков у их детей.....	136
<i>Сомов А.Ю.</i> Эколого-технические проблемы развития сетей сотовой связи.....	148
<i>Гимранов Р.Ф.</i> Изучение организации межполушарной асимметрии мозга при помощи транскраниальной магнитной стимуляции.....	159

ПРИЛОЖЕНИЕ

Рекомендации населению Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений по использованию сотовых телефонов.....	190, 196
Мнение Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений о “нетрадиционных” методах защиты от электромагнитных полей	192
Решение заседания круглого стола “Гармонизация стандартов ЭМП в связи с научными данными Восточно-Европейских стран. Обсуждение результатов экспериментов по хроническому облучению ЭМП, проведенных в течение многих лет в СССР, которые легли в основу нормативов в СССР и России”. Точка зрения российских ученых.....	194
Список публикаций членов РНКЗНИ за 2000-2003 год.....	197

CONTENT

FOREWORD. <i>Academician RAMS Il'in L.A.</i>	8
<i>Grigoriev Yu., Grigoriev O., Bichelday E.</i> Russian National Committee on Non-Ionizing Radiation Protection: activity and perspectives.....	10, 14
<i>Paltsev Yu., Rubtsova N., Pokhodzey L.</i> Urgent problems of electromagnetic biology and hygiene – the past, present and future.....	17
<i>Grigoriev Yu.</i> Emotional stress and electromagnetic fields.....	25
<i>Obuhova S.B., Davydov B.I., Zuyev V.G.</i> Electromagnetic fields and cancer.....	34
<i>Grigoriev O., Bichelday E., Merkulov A., Stepanov V., Shenfeld B.</i> Definition of approaches to EMF standardizing for natural ecosystems.....	46
<i>Afanas'ev A., Galkin A., Zuev V.</i> Biological effects of steady electric and magnetic fields – are Russian standards ready to the International EMF standard harmonization?.....	76
<i>Grigoriev O., Petouhov V., Merkulov A.</i> 50 Hz Magnetic field in condition of nonprofessional exposure: sources and measuring methods.....	85
<i>Rubtsova N., Pokhodzey L., Courierov N., Paltsev Yu., Lazarenko N., Tarasov A., Dumkin V., Zakharova T., Gorizontova M., Subbotin V.</i> Civil aircraft radar location, radio- navigation and communication means staff work condition and health state study.....	106
<i>Tikhonova G.I., Rubtsova N.B.</i> Parents occupational electromagnetic field exposure as risk factor of childhood congenital malformation.....	136
...	
<i>Somov A.</i> Ecological and technical problems of development of cellular communication networks.....	148

<i>Gimranov R.</i> , Research of organization of brain interhemispherical asymmetry by using transcranial magnetic stimulation.....	159
---	-----

APPENDIX

<i>RNCNIRP</i> advice on the safe use of mobile phones.....	190, 196
<i>RNCNIRP</i> opinion about “non-traditional“ EMF protection means.....	192
Resolution of round table (in St-Petersburg) ”Harmonization of EMF standards according to scientific results of Eastern European countries. Discussion of experiments results of chronic EMF exposure carried out in USSR and which are basis for Russian standards”.....	194
Publications list of <i>RNCNIRP</i> members 2000-2003.....	197

ПРЕДИСЛОВИЕ

Интенсивное использование электромагнитной и электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последней трети XX века возник и сформировался новый значимый фактор загрязнения окружающей среды – электромагнитный. К его появлению привело развитие современных технологий передачи информации и энергии, дистанционного контроля и наблюдения, некоторых видов транспорта, а также развитие ряда технологических процессов. В настоящее время Всемирной организацией здравоохранения признано, что электромагнитное поле (ЭМП) искусственного происхождения является одним из опасных и значимых для здоровья человека факторов, характеризующихся активным биологическим действием.

Ученые и специалисты всего мира обеспокоены и осознают значимость проблемы защиты населения от воздействия ЭМП. Всемирная организация здравоохранения с 1995 года координирует исследования в рамках Международного проекта «ЭМП и здоровье человека», главной целью которого является обобщение результатов научных исследований, выполняемых в разных странах мира, оценка опасности и разработка соответствующих мировых стандартов. Согласно ВОЗ, в настоящее время нет полной ясности в понимании механизмов биологических эффектов, возможных отдаленных последствий и определения критериев безопасности в условиях долговременного воздействия ЭМП от современных источников.

В настоящее время в Российской Федерации научным органом, занимающимся вопросами электромагнитной безопасности является Российский Национальный Комитет по защите от неионизирующих излучений. Целью деятельности РНКЗНИ является объединение усилий ученых в организации продолжения исследований по изучению биологического действия ЭМП, привлечение должного внимания к проблеме со стороны государства и общественности, представление точки зрения российских исследователей на проблему ЭМП в международном научном сообществе. Члены РНКЗНИ разрабатывают и предлагают концепции и рекомендации по организации обеспечения защиты персонала, населения и окружающей среды от неионизирующих излучений; проводят экспертную оценку проектов нормативно-правовых, методических документов и организационных мероприятий по защите от ЭМП; разрабатывают

предложения, способствующие повышению уровня защиты населения от неионизирующих излучений.

Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений сотрудничает с ВОЗ в рамках международного проекта по ЭМП. Основным вопросом взаимодействия с ВОЗ является международный процесс по обоснованию и гармонизации стандартов по ЭМП, обсуждение биологических эффектов действия низкоинтенсивных ЭМП и внедрение предупредительного принципа.

Представленные работы в «Ежегоднике» РНКЗНИ отражают наиболее актуальные и сложные вопросы электромагнитной безопасности. Важной проблемой является не только обеспечение безопасных условий труда персонала, но населения в связи с широким распространением источников ЭМП в повседневной жизни. Отсутствие достоверной информации способствует развитию эмоционального стресса у населения. Основными, заслуживающими внимания, источниками ЭМП являются источники магнитного поля промышленной частоты 50 Гц, а также системы сотовой связи. Воздействие ЭМП сотовой связи на население является новой и наименее изученной областью электромагнитобиологии. В настоящее время происходит активное внедрение источников ЭМП в природную среду, что может привести к нарушению функционирования экосистем и ее компонентов, уменьшению видового разнообразия животного и растительного мира. Остается актуальным гигиеническое направление работ.

Перспективным направлением исследований в силу высокой биологической активности ЭМП является терапевтическое использование ЭМП при лечении заболеваний различной этиологии.

Издание «Ежегодника» Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений позволит специалистам и всем заинтересованным лицам получить дополнительную информацию о современном состоянии проблемы в России и результатах исследований, а также познакомиться с результатами деятельности членов РНКЗНИ. Весьма важен и информационный раздел издания. Считаю, что публикация настоящего издания является исключительно своевременным.

*Академик РАМН
Л.А. Ильин*



**РОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ
ПО ЗАЩИТЕ ОТ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ:
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А., Бичелдей Е.П.

В настоящее время электромагнитное загрязнение окружающей среды приобрело глобальные масштабы вследствие широкого распространения источников электромагнитного поля (ЭМП). Этот процесс связан с технологическим развитием общества и отказаться от использования ЭМП не представляется возможным. Поэтому ЭМП, как фактор внешней среды, необходимо рассматривать с двух позиций: биологической вредности и социальной полезности. Можно сказать, что основной задачей Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений является корректное и научно обоснованное соблюдение баланса между этими, иногда крайними, позициями.

С момента своего создания в 1998 году Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений (РНКЗНИ) объединяет специалистов с целью обеспечения охраны здоровья населения и работающих, координации исследований, научного и информационного обмена, а также организации взаимодействия с зарубежными коллегами. В условиях, когда в стране отсутствует правительственная программа ведения работ в этой области, деятельность РНКЗНИ является крайне важной и актуальной.

Сфера деятельности членов РНКЗНИ включает как вопросы практического обеспечения здоровья населения и работающих, так и фундаментальные вопросы радиобиологических исследований.

В настоящее время в Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений входят ведущие российские специалисты работающие в области биологического действия электромагнитных полей. РНКЗНИ включает 38 членов работающих в области гигиены и радиобиологии ЭМП, физики и биофизики, дозиметрии, оценки риска, профпатологии и клиники. Они представляют ведущие в нашей стране научные организации: ГНЦ–Институт биофизики МЗ РФ, НИИ медицины труда РАМН, Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья Минздрава России, Государственный научно-исследовательский испытательный институт авиационной и космической медицины Министерства обороны РФ, Медицинский радиологический научный центр РАМН, Центральный физико-технический институт Министерства обороны РФ, Институт биофизики клетки РАН, ГНЦ–Институт медико-биологических проблем, Институт общей

физики РАН, НИИ Центр радиационной безопасности космических объектов, Саратовский государственный университет, Поволжская государственная академия телекоммуникации и информатики, Центр электромагнитной безопасности и ряд других организаций. Практическое здравоохранение представлено в Комитете ответственными сотрудниками и специалистами Департамента госсанэпиднадзора Минздрава России, Федерального ЦГСЭН, ЦГСЭН Медицинского Центра УД Президента РФ и ЦГСЭН в г. Москве.

Работа РНКЗНИ ведется в тесной координации с деятельностью Российской научной комиссии по радиационной защите (Председатель – академик РАМН А.Ф. Цыб) и Советом по радиобиологии РАН (Председатель – профессор Е.Б. Бурлакова).

С самого основания РНКЗНИ тесно взаимодействует и находит поддержку в Министерстве Здравоохранения РФ, Министерстве природных ресурсов РФ, Комитете по экологии Государственной Думы.

Чрезвычайно важна для работы РНКЗНИ личная поддержка академика РАН А.И. Григорьева, академика РАМН Г.Г. Онищенко, академика РАМН Л.А. Ильина, академика РАМН Н.Ф. Измерова, академика РАМН М.Г. Шандалы и член-корреспондента РАН Е.Е. Фесенко.

Неоценимую помощь в решении практических вопросов работы РНКЗНИ оказывают ГНЦ–Институт биофизики и Центр электромагнитной безопасности.

РНКЗНИ является единственным в нашей стране межведомственным органом, который на регулярной основе производит научное обсуждение результатов текущих и перспективных научно-исследовательских работ, анализирует текущее состояние и потребность в разработке санитарно-эпидемиологических нормативных документов, а затем проводит экспертизу их проектов. На заседаниях Комитета обсуждены проекты санитарных правил и норм, регламентирующих условия труда в гипогеомагнитной обстановке, ЭМП подвижной (в т.ч. сотовой) радиосвязи, интенсивность магнитного поля промышленной частоты в условиях профессионального воздействия, уровни широкополосных электромагнитных импульсов, электромагнитную обстановку на борту международной космической станции. Считаю важным состоявшееся обсуждение санитарно-эпидемиологических нормативов для жилых помещений в части требований к интенсивности ЭМП. Открытое публичное научное обсуждение результатов исследований, используемых для обоснования гигиенических стандартов, является принципиальным условием введения их в действие и полностью соответствует требованиям

Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) и Международного Комитета по защите от Неионизирующих Излучений (ICNIRP) к процедуре принятия гигиенических нормативов.

В ходе деятельности РНКЗНИ сформировались тесные рабочие отношения с международным научным сообществом – ВОЗ в рамках Международного проекта "Электромагнитные поля и здоровье", Международным обществом биоэлектромагнетизма (BEMS), ICNIRP. Председатель Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, доктор медицинских наук, профессор Ю.Г. Григорьев является членом Научного консультативного совета Международного проекта ВОЗ по ЭМП. Члены РНКЗНИ представляют позицию российских ученых по вопросу международной гармонизации стандартов по ЭМП. Совместно с ВОЗ, Минздравом России, Российской Академией Наук РНКЗНИ были проведены в Москве две международные конференции по проблеме «Электромагнитные поля и здоровье человека» (1999, 2002 гг.) с участием специалистов и исследователей из более чем 25 стран мира.

Важное значение в работе РНКЗНИ занимает пропаганда научно обоснованных знаний в области электромагнитной гигиены среди населения. За последние 3 года члены РНКЗНИ более 70 раз выступали в печати и на телевидении. Большой популярностью пользуется интернет-сайт "Электромагнитное поля и здоровье" www.pole.com.ru, в среднем в месяц его посещают около 2500 пользователей из всех стран мира. Кроме этого регулярно проводятся консультации населения, независимые экспертизы при возникновении спорных и конфликтных ситуаций, в частности между сотовыми компаниями и населением при размещении передающих средств сотовой радиосвязи. Выполняемая РНКЗНИ консультативная функция не менее важна и занимает одну из ключевых позиций при обеспечении электромагнитной безопасности. Не последнее место в деятельности РНКЗНИ занимают проблемы, связанные с разработкой и внедрением средств коллективной и индивидуальной защиты от воздействия ЭМП. В связи с этим, члены РНКЗНИ выступают с резкой критикой использования "нетрадиционных" методов защиты от ЭМП, эффективность которых вызывает оправданные сомнения, а механизм защитного действия нельзя объяснить на основании признанных в широких научных кругах современных теорий (мнение РНКЗНИ представлено в приложении 2).

В рамках профилактики заболеваемости пользователей сотовых телефонов в условиях недостаточности знаний о последствиях воздействия ЭМП сотовых телефонов на здоровье, РНКЗНИ впервые в нашей стране разработал практические рекомендации по безопасному использованию сотового телефона, приведенные в настоящем сборнике.

Одной из важных сфер деятельности является поиск и поддержка молодых специалистов, планирующих работать в областях, связанных с деятельностью РНКЗНИ. Второй год подряд РНКЗНИ проводит конкурсы студенческих и аспирантских работ, посвященных различным аспектам проблемы ЭМП.

В ближайшие годы планируется развивать работу Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений в следующих направлениях:

1. Расширение взаимодействия с ВОЗ в рамках Международного проекта "Электромагнитные поля и здоровье" и международной гармонизации стандартов в области биологического действия ЭМП, а также развитие международного сотрудничества и научной кооперации с международными объединениями и конкретными исследовательскими центрами.

2. Восстановление и развитие национальных государственных программ в области биологического действия неионизирующего излучения, как в целях защиты здоровья населения России, так и в целях практического применения знаний биологического действия ЭМП, в частности в медицине и биотехнологических отраслях промышленности.

3. Создание условий для развития и расширения исследований в области биологического действия ЭМП, гигиены и радиобиологии неионизирующих излучений, смежных областях физики и других наук, в том числе создание условий для более широкого научного обмена, включая создание национальной базы данных о выполненных и проводимых исследованиях и их результатах.

4. Проведение регулярной информационной работы с населением с целью распространения научно обоснованной корректной информации по гигиене и мерах по обеспечению безопасности в условиях контакта населения с ЭМП.

Надеемся, что работа РНКЗНИ внесет свой весомый вклад в дальнейшее решение проблемы обеспечения охраны здоровья населения, развития науки и технологий в нашей стране.

RUSSIAN NATIONAL COMMITTEE ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION ACTIVITY AND PERSPECTIVES

Yu. Grigoriev, O. Grigoriev, E. Bichelday

Today environmental electromagnetic pollution is a worldwide problem increased by expansion of electromagnetic fields (EMF)

sources. This process caused by technological development of society and withhold from EMF use is impossible. Thus EMF as an environmental factor should be considered from both points of view: risk assessment and social utility. The main RNCNIRP objective is correct and scientifically based balance between these points of view.

Since RNCNIRP foundation in 1998 its members are leading Russian specialists busied in the different fields of EMF problem – hygiene, radiobiology, physics and biophysics, dosimetry, risk assessment, occupational pathology etc. They represent the main scientific institutes of Russia: State Research Center – Institute of Biophysics, RAMS Scientific Research Institute of Occupational Health, Center for Electromagnetic Safety, Northern-West Scientific Center for Hygiene and Public Health, Ministry of Defense State Scientific Research Institute, RAMS Medical Radiological Scientific Center, Ministry of Defense Central Physical and Technical Institute, RAS Institute of Cells biophysics, RAS Scientific Research Center – Institute of Medical and Biological Problems, RAS General Physics Institute, Scientific Research Expertise Center for Radiation Safety of Space Objects, Saratov State University, State Academy of Telecommunication and Information etc. The Ministry of Health is presented by specialists from Department of State Sanitary Epidemiological Inspection, Russian Federation Center for Sanitary Epidemiological Inspection, Russian President administration Center for Sanitary Epidemiological Inspection and Center for Sanitary Epidemiological Inspection in Moscow.

RNCNIRP activity is corresponded with Russian Scientific Commission on Radiation Protection (Chairman – RAMS academician A.F. Tsyb), RAS Council on Radiobiology (Chairman – professor E.B. Burlakova).

RNCNIRP coordinated and supported by Ministry of Health, Ministry of Natural Resources, Committee of Ecology in Russian Parliament (State Duma).

The personnel support of RAS academician A.I. Grigoriev, RAMS academician G.G. Onishchenko, RAMS academician L.A. Il'in, RAMS academician N.F. Izmerov, RAMS academician M.G. Shandala is very valuable and important for RNCNIRP. State Research Center – Institute of Biophysics, Center for Electromagnetic Safety greatly assist in solving of practical problems.

RNCNIRP is the single interministerial committee, which regularly discusses current research results, modern EMF problem

condition, necessity of standard development and expertise of developed standards. At RNCNIRP meetings the standards regulating work conditions in hypogeomagnetic fields, EMF from mobile telecommunication systems, 50 Hz magnetic fields occupational exposure, spread spectrum EMF impulses, EMF in International Space Station were discussed. The open public discussion of research results used for substantiation of hygienic standards is obligatory criterion of standard adoption. This criterion is corresponded with WHO and ICNIRP requirements for standard enactment.

During its activity RNCNIRP tightly cooperates with WHO in the frame of International EMF Project, BEMS, ICNIRP. Chairman of RNCNIRP professor Yu. Grigoriev is a member of International Advisory Committee of International EMF Project. RNCNIRP members represent the Russian scientists' position in the International EMF harmonization process. Two international conferences devoted to EMF problem were held in Moscow (1999, 2002) by RNCNIRP in cooperation with WHO, Ministry of Health, Russian Academy of Science, where scientists from 25 countries took part.

The great meaning has spreading of knowledge about EMF hygiene among population. During the last 3 years RNCNIRP members have about 70 interviews in electronic and print media. RNCNIRP web-site "Electromagnetic fields and human health" /www.pole.com.ru/ is very popular among users from different countries. Average monthly number of users reaches 2500 ones. Besides, RNCNIRP carries out the advisory and expertise function in controversial and conflict situations, which often arise between telecommunication companies and population. Such activity is very important for electromagnetic safety ensuring. RNCNIRP pays the great attention to development and implementation of individual and general EMF protective facilities. RNCNIRP members bluntly criticize "non-traditional protective" facilities which efficiency is doubtful and protection mechanism couldn't be understood through the modern scientific knowledge (RNCNIRP opinion on this problem is presented in Appendix 2).

In condition of insufficiency of scientific knowledge about consequences of EMF exposure from mobile telecommunication for the prevention of mobile phones' users health RNCNIRP worked out the recommendations for safe use of mobile phones (presented in Appendix 1).

One of the important RNCNIRP activities is involving and supporting of young scientists, intended to work in EMF problem.

Recently the second RNCNIRP competition of scientific EMF researches made by students and post-graduate students have been finished.

During the next several years RNCNRP is going to work in the following directions:

1. Cooperation extension with WHO in the frame of International EMF project and standard harmonization process and progress of scientific collaboration with other international and research organizations.
2. Recovery and fulfillment of State research programs in the field of non-ionising radiation in the aim of population protection and practical use of accumulated scientific knowledge in medicine and biotechnological industrial branches.
3. Preparing of condition for development and expansion of research programs in the different fields of EMF problem – hygiene, radiobiology, physics and other sciences. Organization of information exchange between Russian scientists, including creation of National data base of carrying and recently completed researches.
4. Regular education work with population in the aim of prevalence of scientific information about EMF problem.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ БИОЛОГИИ И ГИГИЕНЫ – ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Ю.П. Пальцев, Н.Б. Рубцова, Л.В. Походзей
НИИ медицины труда РАМН, Москва

В 1952 году, по инициативе академика РАМН А.А. Летавета, приказом по Академии медицинских наук СССР в НИИ гигиены труда и профзаболеваний была организована лаборатория, первая в системе Минздрава СССР, специально для изучения вопросов гигиены труда и биологического действия электромагнитных полей (ЭМП) под названием «Физико-гигиеническая лаборатория», впоследствии «Лаборатория ЭМВ радиочастот».

Приказом по институту от 2 марта 1953 года Зинаида Васильевна Гордон была назначена и.о. старшего научного сотрудника этой лаборатории, а впоследствии, и ее руководителем. З.В. Гордон внесла огромный вклад в становление и развитие совершенно нового научного направления: «Электромагнитная гигиена и биология». Одними из первых сотрудников лаборатории были Е.А. Лобанова, К.В. Никонова, Н.Д. Храмова. Фактически вся их творческая жизнь прошла в этом научном коллективе. Их научные труды получили всеобщее признание и высокую оценку.

С самого начала работа лаборатории основывалась на принципе комплексного подхода в решении стоящих перед нею проблем. Научные исследования развивались одновременно в 3-х направлениях: гигиеническом, клинико-физиологическом и экспериментальном.

Наряду с изучением условий труда на промышленных предприятиях сотрудники лаборатории совместно с клиницистами исследуют заболеваемость с временной утратой трудоспособности, проводят периодические медицинские осмотры, физиологические и иммунобиологические исследования.

В эксперименте на животных особое внимание уделяется состоянию нервной и сердечно-сосудистой систем, генеративной функции. Широко применяются биохимические, иммунологические и морфологические методы, которые позволяли получить уже в 60-е годы первые представления о характере биологического действия радиоволн различного диапазона и интенсивности, что позволило впервые выдвинуть гипотезу о возможности нетеплового действия ЭМП радиочастот (РЧ).

Уже в 1957 году, благодаря совместной работе с ВМА им. С.М. Кирова, были установлены первые в стране временные нормативы для сантиметровых волн, распространенные впоследствии на дециметровый и миллиметровый диапазоны.

В 60-е годы по результатам исследования лаборатории, с участием ленинградского, Харьковского и Горьковского НИИ ГТ и ПЗ были уточнены предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия ЭМП на работающих в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц.

В эти же годы в лаборатории были развернуты исследования по сравнительной оценке биологического действия импульсно-модулированных и непрерывных радиоволн сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона. В итоге в 1970 году были разработаны единые Санитарные нормы и правила (СанПиН) при работе с источниками высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот.

С начала 70-х годов большое внимание в работе лаборатории уделяется ЭМП, которые создаются антеннами радиолокационных станций, а также сравнительному действию прерывистых и непрерывных радиоволн.

В середине 70-х годов впервые были начаты физиолого-гигиенические и экспериментальные исследования ЭМП промышленной частоты.

Нельзя не вспомнить, что еще в 1964 году была организована секция Гигиена труда и биологическое действие ЭМВ радиочастот при Всесоюзной проблемной комиссии «Научные основы гигиены труда и профпатологии», которая в последующем сыграла ведущую роль в развитии проблемы электромагнитной безопасности.

Из года в год увеличивалась научная продукция лаборатории. С 1953 по 1978 г было разработано 18 нормативно-методических документов, издано 4 сборника научных трудов, опубликовано 2 монографии и около 230 статей. Защищены – докторская и 7 кандидатских диссертаций.

С 1959 по 1977 год было проведено 2 научные конференции, 2 Всесоюзных симпозиума и Всесоюзный семинар.

Уже в эти годы исследования лаборатории привлекают внимание многих зарубежных ученых. Только за период с 1971 по 1978 г лабораторию посетило 53 специалиста из зарубежных стран. Сотрудники 12 раз выезжали за границу для участия в международных симпозиумах, совещаниях, конференциях.

С начала руководства лабораторией Б.М. Савиным была проведена большая работа по реконструкции экспериментальной стендовой базы – создана новая уникальная установка по генерации электрического и магнитного поля промышленной частоты, смонтирован стенд для воспроизводства сверхнизких частот от 10 до 60 кГц, установлена камера, имитирующая бегущую волну в УКВ-диапазоне, разработана установка по имитации работ в экранированных помещениях, позволяющая снижать интенсивность естественного магнитного поля до 1000 раз.

В этот период были продолжены и получили дальнейшее развитие работы по методологии гигиенического нормирования ЭМП. Принятая в нашей стране методология гигиенической регламентации химических и физических факторов, базирующихся на представлении о пороговости их вредного действия на организм и на установлении зависимости «доза-эффект», была использована и при обосновании предельно допустимых уровней ЭМП РЧ. Это направление приобрело в те годы особую важность в связи со сложностью толкования различных биологических, биофизических и физических закономерностей, определяющих конечных результатов воздействия ЭМП.

Именно в трактовке вредного действия ЭМП, а, следовательно, и в обосновании гигиенических нормативов возникли разногласия между советскими и американскими учеными. В США исследования по вопросам безопасности ЭМП начались в связи с созданием радарных установок для космических полетов и были направлены на изучение влияния больших доз облучения операторов. В СССР, наоборот, быстро убедившись в высокой биологической активности больших уровней, сочли более важным для разработки допустимых величин облучения сосредоточить усилия на изучении малых интенсивностей. В результате в работах З. В. Гордон и А. С. Пресман в 1962 – 68 годах был описан синдром «хронического воздействия микроволн». В 1973 г на международном симпозиуме в Варшаве М.Г. Шандалой и Ю.Д. Думанским были представлены эффекты, вызываемые воздействием ЭМП низких интенсивностей. В том же году вышла книга М.С. Толгской и З. В. Гордон на английском языке, в которой на большом экспериментальном материале показано влияние как больших, так и малых доз микроволновой радиации.

Все это еще раз подтвердило правильность позиций отечественной школы гигиенистов, положивших в основу гигиенического нормирования ЭМП не тепловые, а изотермические эффекты.

К началу 80-х годов число сотрудников лаборатории достигало 46-48 человек. В этот период в лаборатории сформировались новые научные направления исследований – обоснование и разработка гигиенических нормативов для сверхнизких частот 10-60 кГц, для условий локального облучения работающих, а также для вращающихся и сканирующих антенн. В эти же годы было проверено несколько серий экспериментальных исследований на обезьянах и добровольцах.

Впервые в мире в лаборатории были развернуты комплексные исследования о влиянии гипогеомагнитных полей на функциональное состояние организма и здоровье человека, потребность в которых была вызвана широким распространением экранированных помещений, сооружений, транспортных средств и пр.

Важным шагом в практике совершенствования гигиенических регламентов явилось введение дозного подхода, позволившим уточнить ПДУ ЭМП с учетом продолжительности их воздействия в течение рабочего дня и тем самым обеспечить более адекватную оценку облучаемости персонала на основе таких новых показателей, как «энергетическая экспозиция» и «максимально допустимые уровни».

В результате были подготовлены и изданы 4 сборника научных трудов, руководство и справочник под ред. Б.М. Савина, опубликовано более 200 статей, разработаны санитарные нормы и правила.

Большое значение для дальнейшего развития электромагнитной гигиены и биологии имело систематическое (на протяжении 10 лет) сотрудничество советских и американских специалистов, возглавляемое академиком М.Г. Шандалой. Ежегодно проводившиеся рабочие совещания, в которых активно участвовали и сотрудники лаборатории, позволили существенно сблизить позиции ученых обеих стран в таком важном вопросе, как методология гигиенического нормирования ЭМП.

Существенный вклад в изучение влияния ЭМП на состояние здоровья внесли профпатологи НИИ медицины труда и профзаболеваний, несмотря на трудности в диагностике симптомов радиоволнового воздействия на организм человека,

вследствие отсутствия специфических эффектов. Сотрудничество, которое сложилось с первых лет существования лаборатории с клиническими подразделениями института, оказалось достаточно продуктивным – был описан синдром «радиоволновой болезни». Активно сотрудничали с лабораторией профессора В.В. Соколов, А.Е. Вермель, М.Н. Садчикова, К.В. Глотова, В.Н. Думкин и др.

Важно отметить, что в последние годы совместные работы лаборатории с клиникой института значительно расширились. Серьезную заинтересованность к исследованиям лаборатории проявляют Л.А. Тарасова, Л.А. Филонова, Л.А. Иванова, В.Н. Думкин, А.А. Тарасов и др. В качестве примера можно привести совместно выполненную НИР по изучению условий труда и состояния здоровья работников службы радиолокации, радионавигации и связи. В результате установлен повышенный риск развития сердечно-сосудистых заболеваний и неспецифического иммунодефицита. В настоящее время на базе клиники института планируется продолжение исследований по углубленной оценке состояния здоровья этой категории работников.

С серьезными трудностями лаборатория столкнулась в начале 90-х годов. Перестроечные политические и экономические процессы, происходящие в эти годы в нашей стране, сказались на кадровом составе лаборатории, на организации и проведении научных исследований. Однако, несмотря на существенные потери нам удалось в основном сохранить уникальную стендовую базу и постепенно найти возможности для продолжения научных исследований. Большую помощь и поддержку в становлении научных исследований группы ЭМИ оказывали и оказывают директор института Н.Ф. Измеров и зам. директора Г.А. Суворов.

В последние годы интерес к проблеме электромагнитной безопасности значительно вырос. Это вызвано быстро расширяющимися сферами применения электромагнитной энергии. Достаточно напомнить о всеобъемлющей компьютеризации, развитии сотовой и космической связи и др.

Учитывая создавшуюся ситуацию, усилия группы ЭМИ были сосредоточены на этих важнейших направлениях. Причем, большинство НИР выполнялись в тесном сотрудничестве с Самарским отраслевым НИИ радио Минсвязи РФ (А.Л. Бузов, В.А. Романов, Ю.И. Кольчугин), Северо-Западным научным центром гигиены (В.Н. Никитина, И.М. Суворов), Центром электромагнитной безопасности и Институтом биофизики МЗ РФ

(Ю.Г. Григорьев), Федеральным и Московским центрами Госсанэпиднадзора (А.В. Стерликов, В.Я. Ицков), Институтом военной медицины МО РФ (И.Б. Ушаков, В.Г. Зуев), Центральным физико-техническим институтом МО РФ (Н.Н. Гавриш, С.А. Афанасьев), ВНИИФТРИ (В.А. Тищенко), Техносервисэлектро (А.Ю. Токарский) и многими другими организациями. В результате были разработаны СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи» и СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях».

К этому следует добавить еще 5 нормативно-методических документов, разработанных группой ЭМИ совместно с рядом других организаций в период с 1991 по 2003 г.

В последние годы была завершена также многолетняя работа по изучению условий труда и состоянию здоровья рабочих, обслуживающих системы передачи электроэнергии сверхвысокого напряжения. При этом впервые были проведены ретроспективные эпидемиологические исследования, позволившие выявить у рабочих этих профессий тенденцию к повышению риска смерти от лейкоемий и опухолей мозга. Мы очень признательны за сотрудничество при выполнении этой работы Г.К. Радионовой, Е.Б. Гурвич, Г.И. Тихоновой и Э.А. Новохатской. Эта работа завершилась в 1997 г. защитой докторской диссертации Н.Б. Рубцовой.

Вместе с тем, исследования по этому направлению продолжают и в настоящее время. В прошлом году нами был выигран конкурс Московского комитета по науке и технике при Правительстве Москвы на выполнение НИР по разработке нормативно- методического документа, регламентирующего уровни внепроизводственных воздействий магнитного поля промышленной частоты.

Итогом научной деятельности группы ЭМИ за последние 10 лет явились главы I, II и IV в Руководстве «Физические факторы — эколого-гигиеническая оценка и контроль», глава в книге из серии экометрия – 1997 г., 2 монографии, публикация более 230 научных статей и др. Сотрудники группы принимали активное участие в организации проведения 3-х международных конференций (1998, 1999, 2002 гг.) под эгидой ВОЗ.

В настоящее время по проблеме электромагнитной безопасности выполняются 1 докторская Л.В. Походзей и 2

кандидатских диссертации (аспиранткой Поляковой С.П. и врачом-офтальмологом Большаковой В.А.).

Много времени сотрудники лаборатории уделяют работе в Российском национальном комитете по защите от неионизирующих излучений, председателем которого является Ю.Г. Григорьев, участвуют в работе Международной комиссии по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP) и в реализации Международной программы ВОЗ «Электромагнитные поля и здоровье человека», а также в пропаганде знаний по электромагнитной гигиене и подготовке специалистов санэпидслужбы и охраны труда.

С прошлого года возобновлены заседания по направлению неионизирующих излучений Проблемной комиссии «Научные основы медицины труда» в рамках Межведомственного научного совета «Медико-экологические проблемы здоровья работающих».

Быстро расширяющиеся сферы применения электромагнитной энергии требуют переноса акцентов с проблемы гигиенического нормирования на методологию оценки риска воздействия этого фактора на здоровье человека. Это научное направление возникло сравнительно недавно, но уже интенсивно развивается во всем мире. Анализ зарубежного опыта и первые результаты использования методологии риска при воздействии ЭМП показали перспективность этого направления, позволяя рассматривать его как надежный инструмент, способный определять целесообразность, приоритетность и эффективность оздоровительных мероприятий. Это направление исследований займет одно из важных мест в работе группы ЭМИ.

Одной из наиболее важных задач на ближайший период мы считаем расширение теоретических исследований по изучению биологических эффектов сверх малых интенсивностей ЭМИ, характерных для многих современных источников этого фактора.

Исключительное значение принадлежит клинко-физиологическим, биохимическим и иммунологическим исследованиям. Тем более, что по мнению ряда специалистов ЭМП малых уровней могут приводить к неврологическим нарушениям, сочетающихся с вегетативной дистонией в виде изменения регуляции сосудистого тонуса и функциональных экстракардиальных расстройств. Указанные нарушения могут иметь прогностическое значение для развития некоторых общесоматических заболеваний, прежде всего гипертонической болезни и ишемической болезни сердца.

Крайне важна организация эпидемиологических исследований различных контингентов населения для изучения возможных отдаленных последствий длительного воздействия ЭМП. Особое беспокойство вызывают публикации о возможной связи ЭМП с онкологической заболеваемостью у детей, военнослужащих, некоторых профессиональных контингентов, а также об увеличении числа выкидышей и аномалий развития у детей, матери которых подвергались воздействию ЭМП коротковолнового и микроволнового диапазонов.

Здесь упомянуты только некоторые наиболее важные направления исследований, но их неизмеримо больше. ЭМП антропогенной природы приобрели значение экологического фактора, они проникли во все сферы жизни и деятельности современного человека, их постоянному все возрастающему воздействию подвергается практически все население Земли. Нам и необходимо узнать – каковы последствия этого воздействия на здоровье ныне живущих и последующих поколений. Решение этих вопросов возможно только на основе тесного сотрудничества ученых многих специальностей.

URGENT PROBLEMS OF ELECTROMAGNETIC BIOLOGY AND HYGIENE – THE PAST, PRESENT AND FUTURE ACTIVITY

Yu. Paltsev, N. Rubtsova, L. Pokhodzey

RAMS Institute of Occupational Health, Moscow

In paper the history of organization, formation and development of Laboratory of electromagnetic fields of RAMS Occupational Health Institute is presented. From the organization of this laboratory have begun researches of EMF biological effects and development of sanitary hygienic standards in former USSR. The main work results and directions of laboratory activity are considered. The current condition of laboratory and perspectives for its activity in the field of EMF hygiene are given.

ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ СТРЕСС И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ

Григорьев Ю.Г.

ГНЦ - Институт биофизики МЗ РФ, Москва

Информация о неионизирующей радиации как о факторе, способном создавать угрозу безопасности и здоровью человека, может быть причиной эмоционального стресса. Из факторов нерадиационной природы именно эмоциональное напряжение наиболее закономерно может сопровождать действие неионизирующего излучения на организм человека. С одной стороны, есть данные указывающие, что само воздействие ЭМП может вызвать стрессорную реакцию (Судаков К.В., Антимоний Г.Д., 1973; Goodman R and Blank M. 1998г; Судаков К.В. 1999; Холодов Ю.А. 1999; Чернышева О.Н. и др.); с другой стороны, население не может оценить сам факт воздействия ЭМП, хотя предпосылки для этого воздействия, по их мнению, имеются (этот вид излучения не воспринимается органами чувств человека), возникает состояние эмоционального стресса.

В настоящее время миллионы людей в разных странах имеют контакт с ЭМП и подвергаются постоянному или кратковременному их воздействию. Мировая научная среда стала проявлять серьезную озабоченность по поводу воздействия ЭМП на здоровье человека (ВОЗ международная программа 1996-2005 гг.). Проблема, высокой “тревожности”, “стрессирования” населения весьма актуальна в настоящее время.

Г. Селье, родоначальник учения о стрессе, вначале определил стресс как состояние организма, возникающее при предъявлении к нему любых требований. В дальнейшем он уточнил это определение: стресс – это совокупность стереотипных, филогенетически запрограммированных реакций организма, которые вызываются любыми сильными, сверхсильными, экстремальными воздействиями и сопровождаются перестройкой защитных сил организма (Г. Селье, 1982).

Клинический синдром характерный для стресса, - общий адаптационный синдром (Г. Селье, 1960). Он может включать три стадии развития: стадию тревоги, стадию резистентности и стадию истощения. Последняя наблюдается в результате воздействия интенсивного раздражителя либо при длительном воздействии относительно слабого стресс – фактора, а также при функциональной недостаточности адаптационных механизмов организма. В этом случае адаптационный синдром приобретает патогенный характер.

Среди триады неспецифических изменений, описанных Г. Селье, были гипертрофия надпочечников, кровоизлияния в слизистую желудочно-кишечного тракта и уменьшение веса лимфоидных органов. Следовательно, стрессовые воздействия различных факторов организма человека осуществляются через нейроэндокринную систему, а стрессовая реакция характеризуется фазовым течением.

Понятие “эмоциональный стресс” было введено Г. Селье и О. Леви (1970г.) при изучении так называемого дистресса. Эмоциональный стресс – это состояние ярко выраженного психоэмоционального переживания человеком различных ситуаций, ограничивающих удовлетворение его социальных или биологических потребностей или угрожающих его здоровью.

В отличие от классического стресса, развивающегося вследствие нарушений гипофизарно-надпочечниковых отношений, в основе эмоционального стресса лежат первоначальные изменения в эмоциональной сфере психической деятельности. Установлено, что отрицательные эмоции, особенно в результате длительной неблагоприятной ситуации, характеризуются продолжительным последствием и суммацией, извращением химической чувствительности нейронов головного мозга, в частности по отношению к интермедиаторам.

Эмоциональный стресс лежит в основе адаптационных физиологических реакций мобилизации резервных возможностей организма, которые позволяют ему преодолевать конфликтные ситуации. Однако при определенных условиях эмоциональный стресс может появиться причиной возникновения неврозов и неврогенных заболеваний (П. К. Анохин, 1965).

Центральное звено эмоционального стресса – чувство тревоги, восприятия ситуации как угрожающей, как сигнал неблагополучия и опасности, которое может возникнуть не только в ответ на воздействие неионизирующей радиации, если оно действительно имеет место, но и на «гипотетическую» угрозу облучения.

Эмоционально-стрессорная реакция, безусловно, индивидуальный феномен; психиатрический фактор может являться стрессором для индивидуума и быть полностью индифферентным для другого, то есть в основе развития этой реакции может лежать субъективное отношение к фактору.

Цель эмоционального стресса – адаптировать организм к действию стрессора, но для нас наиболее важны возможные

негативные последствия для здоровья, которые зависят от интенсивности и продолжительности стрессорной реакции и определяются фенотипом.

В сфере внимания профилактической медицины и радиационной гигиены неионизирующих и ионизирующих излучений, осуществляющие, прежде всего, медицинское обеспечение профессиональной деятельности, связанной с использованием радиации, а также охрану здоровья населения, оказавшегося в зоне возможного влияния этих двух видов излучений, должны быть проявления острого и хронического эмоционального стресса. В условиях, когда реальное воздействие излучения возможно, но не произошло или оно очень мало, на первый план выходят последствия эмоционального стрессорного напряжения. (А.Н. Либерман, 2002; Б.Б. Мороз, Ю.Б. Дешевой, 2002).

В связи с задачами, состоящими перед проблемой электромагнитной безопасности, следует рассмотреть влияние эмоционального стресса на здоровье и производственную деятельность человека, оценить роль эмоционально – стрессовых воздействий в генезе соматических нарушений, а также учитывать значение эмоционального перенапряжения в развитии отдаленных последствий. Требуется внимание и так называемый вторичный стресс, как результат воздействия стресс-факторов уже социально-бытового характера либо других факторов среды обитания.

Ранее нами был введен термин «Ситуационный промышленный стресс» к условиям работы в экранированных помещениях – пребывание людей в условиях ослабленного геомагнитного поля (Григорьев Ю.Г, 1990, 1995, 1995а). Однако наш опыт показывает, что в настоящее время этот термин не должен ограничиваться только условиями производства, более правильно для сложившихся условий, особенно после широкого внедрения сотовой связи, это положение сформулировать в отношении всего населения и использовать термин «Ситуационный стресс».

Развитие ситуационного эмоционального стресса зависит от индивидуального состояния человека, степени его чувствительности к эмоционально-стрессовым реакциям на данный момент (David E. et al. 1999).

По критериям работоспособности и поведенческим реакциям у здоровых людей, подвергнутых эмоционально-стрессовому

воздействию, выделяются три типа психической напряженности (Аршавский В.В.1978, Наенко Н.И.,1990):

- операционный (стрессустойчивый) тип, который демонстрирует адекватность реакции, стабильность или даже улучшение выполнения операторской деятельности;

- эмоциональный (стресснеустойчивый) тип, которому присущи дезадаптивная невротическая реакция и ухудшение показателей работы;

- средний тип, показывающих среднее значение.

Известно, что нарушения психической адаптации в условиях эмоционального перенапряжения весьма выражены у лиц с нейроциркуляторной дистонией, гипертонической и язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки и др. Снижение адаптационного потенциала может выражаться в виде эмоциональной неустойчивости и тревожности.

Стойкие изменения поведения, нарушение психического статуса могут развиваться как по типу затяжной или отставленной во времени реакция как после острого эмоционального стресса, так и в результате постоянного присутствия электромагнитного источника, например, вблизи расположенной базовой станции сотовой связи. Это состояние нашло отражение в представлениях о посттравматических стрессовых расстройствах (ПТСР), которые сформулированы в Международной классификации болезней "Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем".

ПТСР-психиатрический синдром, характеризуется тремя группами симптомов:

- симптомы "репреживания", то есть повторное воспроизведение в памяти событий, которые ассоциируются с возможным воздействием ЭМП;

- симптомы избегания - попытки избежать напоминаний имевшим место событиям;

- упорные симптомы гипервозбуждения, то есть трудности засыпания, нарушение сна, гипермнительность, болезненно увеличенные реакции на информацию, например, о наличии источника облучения.

Расстройства памяти, познавательных способностей, интеграция информации и эмоции, наблюдаемые, при ПТСР, напоминают состояние, обозначаемое в неврологии как "диссоциация" сознания (Carlson E,Putman F, 1993). Особенность ПТСР заключается в том, что для его возникновения достаточно

как однократного воздействия, так и наличия реального источника длительного воздействия, которые закрепляются, и повторно воспроизводятся в памяти, создается постоянное ожидание каких-либо угрожающих обстоятельств для состояния здоровья и преобразуется в своего рода программы поведения, которым человек неосознанно следует на протяжении длительного времени, усиливая это состояние, знакомясь с соответствующей информацией в печати, телевидения и радио.

Подавленность, тоска, чувство тревоги, снижение интереса к ранее значимым аспектам жизни характерны для клинической картины ПТСР. К числу таких событий можно отнести активные переживания, связанные с опасностью ЭМ-облучения, формирование психологической установки на ожидание развития негативных отдаленных последствий, особенно злокачественных опухолей. Весьма показательны при этом депрессивные явления и вегетативные-гуморальные изменения, характерные для тревожного состояния. Эта ситуация часто складывается у населения, проживающего вблизи базовых станций сотовой связи.

Состояние здоровья лиц, которые подверглись психологическому стрессу в связи с возможностью ЭМ - облучения и действию на организм ЭМП малой интенсивности определяется, прежде всего, тревожно-фобическими расстройствами. Хронический эмоциональный стресс нередко является причиной невротических состояний и личностных декомпенсаций, выраженными депрессивными состояниями (Соколова Е.Б., 1996, Никитин О.А. и др. 1999).

Интенсивная и длительная стресс-реакция может быть сопряжена с продолжительным угнетением иммунного ответа вплоть до развития иммунодефицитного состояния. При длительном психоэмоциональном напряжении отмечено продолжительное и устойчивое снижение активности нормальных киллеров, что может явиться фактором риска онкологических заболеваний. Снижаются содержание иммуноглобулинов в крови и уровень так называемых нормальных противомикробных антител. Эмоциональный стресс может провоцировать заболевания, имеющие в основе аллергический или аутоиммунный компонент, ревматоидный артрит, множественный склероз и другие. Важный вывод заключается в том, что при тяжелом хроническом эмоциональном стрессе могут усиливаться нарушения системы иммунитета, вызываемые другими факторами и, том числе, ЭМП.

Таким образом, во время оценки состояния здоровья и при анализе заболеваемости лиц, находившихся в зоне возможного воздействия ЭМП, необходимо учитывать роль эмоциональных стрессорных факторов. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) пришла к выводу: “Ученые, не обладающие большим опытом в области последствий облучения, объясняли разнообразные биологические и медицинские отклонения у пострадавших под воздействием радиации. Наиболее вероятно, что они являются следствием психологического стресса”. Аналогичный вывод можно, по нашему мнению, отнести и к неионизирующему излучению.

Во многих странах (Израиль, Бразилия, Австралия, Австрия, Германия, Россия) возникают акты протеста населения против строительства базовых станций, многочисленны обращения граждан на якобы наличие источников ЭМП рядом с их жилым помещением и др.

Важны мероприятия по смягчению ситуационного стресса среди населения. За последние 10-15 лет много новых технологий вошло в нашу повседневную жизнь, часто без соответствующей информации о самой технологии и о возможных последствиях для здоровья населения при ее использовании. Такое отсутствие информации влечет к росту беспокойности людей, иногда чувствующих, что новые технологии им навязаны. Люди, страдающие от заболеваний, порожденных неизвестными причинами, часто винят в своих бедах ЭМП и соответствующих производителей. Очень важно информировать население о предпринимаемых мерах профилактики и защиты. Эта задача всех структур и средств информации. С нашей точки зрения, на первом месте стоит адекватная научно-обоснованная информация об электромагнитной опасности. Эта информация должна быть доступна для понимания широких масс населения. Во многих странах и в том числе и в России выпускаются соответствующие буклеты. В 2002 году ВОЗ опубликовала специальную брошюру о рисках электромагнитной опасности, где четко дифференцировано что является опасным для здоровья и что нет, а где наших знаний не хватает для оценки опасности.

Необходимо активно пропагандировать сформулированный ВОЗ предупредительный принцип, т.е. прикладывать максимальные усилия к минимизации облучения ЭМП населения, принятия простых, легко достижимых и недорогих мер для уменьшения воздействия ЭМП даже в отсутствии видимого риска

(Foster R. et al., 2001; Григорьев Ю.Г. и др. 1999) Пропаганда этого принципа на конкретных примерах укрепит доверие населения к административным органам.

Проблемы эмоционального стресса и электромагнитной безопасности тесно связаны друг с другом. Их изучение важно для решения задач, связанных с сохранением здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Григорьев Ю.Г. Ситуационный промышленный хронический стресс. Тезисы, доклады. III Всесоюзная конференция “Экстремальная Физиология. Гигиена” Москва.1990.с72-73.

2.Григорьев Ю.Г. Реакция организма в ослабленном геомагнитном поле (эффект магнитной депривации).Журнал: Радиационная биология, и Радиоэкология 1995, т.35, вып.1, с.3-18.

3.Григорьев Ю.Г. Ослабленное геомагнитное поле как фактор риска при работе в экранированных сооружениях. Журнал: Медицина труда и промэкология. 1995 а. №4, с. 7-12.

4.Григорьев Ю.Г., Степанов В.С., Григорьев О.А., и др. Электромагнитная безопасность человека. Справочно-информационное издание. Москва, Рос. нац. ком. по защите от неиониз. излуч. 1999. 145с.

5.Григорьев Ю.Г. Воздействия электромагнитных полей техногенной природы на человека (оценка опасности). Медицина экстремальных ситуаций. 1999. №2. с.34-40.

6.Крыжановский Г.И., Мигаева С.В., Макаров С.Р., Нейроиммунопатология. М.: Медицина, 1997, с. 197.

7.Кузьмин С.Н. Першин Б.Б. Современная Медицина 1988, №8, с.111-118.

8.Либерман А. Н. Радиация и стресс. Социально-психологические последствия чернобыльской аварии. С.П. “Новый век”, 2002, с.158

9.Международная программа “ЭМП и здоровье человека”(1996-2005гг.). ВОЗ, Информационные публикации 1996-2003гг.

10.Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. ВОЗ, Женева1995.

11.Мороз Б.Б., Дешевой Ю.Б., 2002. Ж. Радиационная биология. Радиоэкология, т.42 №1, 2002, с. 5-11.

12.Никитин О.А., Коробов Н.М., Белоногова М.В., и др. Социо-психологический мониторинг персонала электросетевых

объектов сверхвысокого напряжения. В кн. "Материалы Международного совещания ЭМП. Биологического действия и гигиенического нормирования." 18-22 мая, 1998. Публ. ВОЗ 1999, с.305-315.

13. Селье Г. Очерки об адапционном синдроме. Пер. с англ., Москва, 1960.

14. Селье Г. Стресс без дистресса. Москва, 1982, с.123.

15. Соколова Е.Б., Березин Ф.В., Мирошников М.Р., 1996; Никитин О.А., Коробов Н.М., Белоногов М.В., и др. 1999г. Социопсихологический мониторинг персонала электросетевых объектов сверхвысокого напряжения. В кн. "Материалы Международного совещания ЭМП. Биологического действия и гигиенического нормирования." 18-22 мая, 1998. Публ. ВОЗ 1999, с.305-315.

16. Судаков К.В., Антимоний Г.Д. Центральные механизмы действия электромагнитных полей. Успехи физиологических наук. 1973, 4(2), с. 101-135.

17. Судаков К.В. Действие моделированного электромагнитного поля на эмоциональные реакции. В материалах Международного совещания "ЭМП биологического действия и гигиенического нормирования". Москва, 18-22 мая 1998г. Публ. ВОЗ, 1999, с.153-158.

18. Чернобыльский проект. Экспертиза радиологических последствий и оценка Защитных мероприятий. Австрия. Август. 1991. с. 42.

19. Чернышева О.Н., Пилипенко Н.О., Будянская Э.Н., Зубанова Л.Ф. Срежорная реакция организма на воздействие электрического поля (ЭП) частотой 60 и 16 кГц. В кн. Тезисы III международной конференции "ЭМП и здоровье человека", 17-24 сентября 2002г., Москва - Санкт-Петербург.

20. Carlson E.B., Putman F.W. // Dissociation. 1993. V.6. Pp.16-27.

21. David E., Reibenweber J., Kentner S. The nature of Electromagnetic Hypersensitivity. Proceedings the Jnt. meeting "EMF: bioeffects and hygienic stand." Moscow, May, 1999, pp. 291-296

22. Establishing a dialogue on Risks from electromagnetic fields. WHO, Geneva, 2002, p 66.

23. Foster R., Vecchia P., Repacholi M. Science and the Preconceptionary Principle. Science, 2000. Vol. 288. P. 979-981.

24. Goodman R. and Blank M. (1998); Cell Stress and Chaperones 1998, Pp.79-88.

25. Kiecolt- Glaser J. // Psychos. Med. 1984. 46, pp 7-14.

26.Solomon G. Stress. Immunity and Agin. Ed. M. Peccer. N.Y. Basel, 1984, №10 pp. 1-10.

EMOTIONAL STRESS AND EMF

Yu. Grigoriev

State research center – Institute of biophysics,

In paper theses of the emotional stress theory is discussed. Specificity of emotional stress during EMF exposure is defined. Methods and positive experience of emotional stress reduction in condition of environmental electromagnetic pollution are considered.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ И РАК *

Обухова С.Б., Давыдов Б.И., Зуев В.Г.

Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины МО РФ, Москва

Электромагнитные излучения как физический фактор профессиональной деятельности и окружающей среды в настоящее время является непростой социально- гигиенической проблемой, значимость которой в обществе непрерывно повышается.

С медико-биологической точки зрения эпидемиологические наблюдения очень сложны для трактовки вредности электромагнитных излучений и требует от исследователя большой осторожности, особенно при слабых воздействиях, сравнимых с естественными электромагнитными шумами. Наиболее корректными следует считать экспериментальные исследования, поскольку они поддаются строгой верификации, но они сложны с точки зрения переноса полученных результатов с животных на человека.

Самым значимым заболеванием, которое периодически будоражит ученых и общественность- это поступающие в печать сведения о канцерогенности электромагнитных полей (ЭМП). Западные специалисты считают, что количественно “вклад” профессиональных факторов в заболеваемость раком колеблется в пределах, приблизительно, от одного до девяти случаев на 10000 человек от общего количества раковых заболеваний [8]. По мнению Swanson [33] на сегодняшнем уровне знаний точно оценить количественный “вклад” профессиональных и особенно экологических факторов в заболеваемость раком не представляется возможным

В одной из ранних работ Sigler и соавт. [31] обнаружили связь радиочастотного облучения с монголоидностью. Работа стала широко обсуждаться. Однако Cohen и соавт. [12] показали, что нет никакой достоверной связи монголоидности с облучением (цит по: [26]). Приблизительно в то же самое время в печати широко

** Статья отражает мнение авторов

обсуждался эпизод с "облучением" сотрудников посольства США в Москве и некоторых других посольств США в соцстранах микроволновым пучком, после чего "возникали" заболевания (головная боль, усталость, сердцебиение и т. д.) и даже смерть от рака двух сотрудников посольства в Москве. Гос. Департамент США заключил контракт с Johns Hopkins University School of Public Health and Hygiene, Department of Epidemiology об исследовании здоровья сотрудников посольства и других лиц, проживавших в Москве и в столицах некоторых восточноевропейских социалистических стран за период с 1953 по 1976 гг. В 1978 г. американские ученые сделали заключение, что состояние здоровья сотрудников посольства в Москве и других соцстранах не отличалось от состояния здоровья сотрудников в других посольствах, где, якобы, не было облучения. Эту ситуацию подробно проанализировал Pollack [26] и еще раз подтвердил результаты исследований университета Дж. Хопкинса.

Приблизительно в то же самое время появились сведения, что на базе вертолетов в Fort Rucker (Alabama) обнаружили случаи наследственных дефектов у детей, родившихся от пилотов этой базы. Это связали с облучением от радиолокационной станции (РЛС). Корректные эпидемиологические исследования показали, что наследственных аномалий у пилотов в Fort Rucker не больше, чем в среднем по популяции в целом [26]. Однако СМИ не успокаивались. Первая волна фобии по поводу страшных последствий от электромагнитного облучения по видимому началась с популярной книги американского журналиста Броудера "Облученная Америка" (Brouder P., 1977) с громким подзаголовком: " микроволновая радиация может ослепить вас, изменить ваше поведение, вызвать генетические нарушения и даже убить вас. Эту опасность скрыли от Вас Пентагон, Госдепартамент и электронная индустрия". В 1995 г прошла информация, что операторы швейных машин подвергаются большему облучению, чем даже линейщики на ЛЭП и операторы электроподстанций и что у них самый высокий уровень облучения среди других профессий связанных с ЭМП. Дети чьи матери во время беременности работали на электрических швейных машинах чаще болели лейкемией. Об этом сообщила в журнале Lancet Claire Infante-Rivard из Монреальского университета [34]. Эта информация сложна для понимания с точки зрения возможных патогенетических механизмов взаимодействия ЭМП с биологической тканью.

По нашему мнению, как правило, фобии "текут" с Запада на восток. Особенно подвержены фобиям американцы. В 1987 г в США страдало различными фобиями более 24 млн. человек.

Ниже мы более подробно остановимся лишь на анализе литературы по электрическим и магнитным полям сверхнизких частот (50/60 Гц), поскольку они эмитируются линиями электропередач, проходящими по регионам, вблизи жилых домов и коттеджных застроек и охватывают огромные территории в России. В этом случае ЭМП (для краткости объединим электрические и магнитные поля аббревиатурой ЭМП) воздействуют не только на взрослых но и на детей. Это обстоятельство особенно беспокоит население и общественность.

В 1982 г. Milham [24] впервые высказал предположение о повышенном риске смерти от лейкемии лиц, подвергшихся производственным (операторов подстанций и линейных рабочих на ЛЭП) воздействиям электромагнитных излучений промышленной частоты. Последующие исследования показали наличия риска появления рака крови и опухолей мозга, поэтому внимание исследователей было привлечено к этим двум типам рака. Исследовали также риск возникновения рака молочных желез.

В эпидемиологических наблюдениях, выполненных, в основном, после 1991 г. ретроспективно оценивался факт воздействия ЭМП на рабочих или население, исходя из расстояний проживающих людей от ЛЭП, косвенных и прямых оценках интенсивностей ЭМП.

Wetheimer et al. [39] и Tynes et al.[37] наблюдали не достоверное увеличение рака молочной железы, работающих с ЭМП. Guenel et al. [18] также не обнаружили связи с воздействием ЭМП прежде всего из-за высокого популяционного типа этого рака у женщин. Floderus et al. [17] сообщает об отсутствии риска острой миелоидной лейкемии, и возрастание риска хронической лимфоидной лейкемии и о недостоверном возникновении опухолей мозга. Исследования сопровождались хорошей дозиметрией ЭМП. Противоположные данные привел Feuchting et al. [15]при исследовании населения, проживающего вблизи ЛЭП. Оценка уровней ЭМП основывалась на расчете мощности самой ЛЭП. London et al. [20] установил слабую положительную связь ЭМП и риском заболевания хронической миелоидной лейкемией.

Исследования Sahl et al. [30], Theriault et al. [35] интересны тем, что обследуемые контингенты работали в сходных компаниях (Electricite de France, Hydro-Quebec и Ontario Hydro) и где оценка воздействия ЭМП производилась на основании данных персональных измерений магнитного поля на рабочих местах. Sahl показал возрастание лейкемии или опухолей мозга, но эти исследования статистически недостоверны из-за малого числа наблюдений. Исследования Theriault с соавт. проведены на большом контингенте персонала компаний Electricite de France, Hydro-Quebec и Ontario Hydro. Были проанализированы 25 различных типов раков (4151 случая), с хорошей дозиметрией и с использованием персональных дозиметров. Оценивалось также воздействие ЭМП имевшее место в прошлом. Общая оценка канцерогенеза показала отсутствие связи с ЭМП. Однако, отдельный анализ для конкретных типов рака показал корреляцию ЭМП с двумя типами раков. У рабочих с большей накопленной "дозой" риск заболевания острой миелоидной лейкемией был статистически достоверно выше. Однако это была не прямая зависимость доза-ответ и это наблюдалось не во всех трех компаниях. Связь заболеваемости с ЭМП для других типов рака отмечено не было.

Savitz (цит по: [10]) проанализировал 20733 случая смерти, бывших служащих одной из электрических компаний США. Интересно, что общая смертность и смертность от рака оказалась ниже, чем общепопуляционная для США, что, вероятно, связано с общим уровнем здоровья персонала компании, но слабо возростала с увеличением воздействия магнитного поля. В отличие от работы Theriault не было обнаружено связь смертности от лейкемии с накопленной дозой ЭМП. Однако, дифференциальный анализ по категориям работников показал, что риск лейкемии у "электромонтеров" выше, чем в других профессиональных категориях. Это исследование не решило основного вопроса: является ли ЭМП причиной рака.

В одной из работ [7] исследовали содержание онкологических маркеров в крови у сотрудников электрической подстанции в 500 кВ. Число обследованных, которые подвергались воздействию ЭМП, составило 67 человек. Определялись концентрации онкологических маркеров CYFRA 21-1(фрагмент цитокератина), CA 19-9 (углеводный антиген), CA 72-4 (раковый антиген 72-4), CA 125 (раковой антиген 125) , CA 15-3 (раковый антиген 15-3), AFP (альфа-фитопротеин). Выявлена тенденция к повышению

концентраций AFP, CYFRA 21-1, CA 19-9, CA 72-4 и CEA в крови у лиц контактировавших с ЭМП. Статистически достоверное повышение выявлено только по онкомаркеру AFP. По нашему мнению необходимы более обширные исследования и установление корреляции не только маркера AFP с клиническими симптомами данной профессиональной группы, но и исследования по другим маркерам [3].

Е.Б. Гурвич и др. [2] показали, что многолетнее ретроспективное когортное исследование смертности персонала, осуществляющего эксплуатацию энергообъектов электропередачи напряжением 500 кВ, не выявило повышенного риска смерти по всем причинам суммарно, и в частности, злокачественным новообразованиям. В тоже время они отмечают, что статистически недостоверное повышение стандартизованного относительного риска смерти от лейкемии лиц, подвергшихся воздействию электромагнитных полей промышленной частоты в производственных условиях требует дальнейшего изучения этого вопроса.

Как, видим, приведенные выше данные противоречивы и объяснений отдельным фактам связи возникновения рака с ЭМП дать трудно. С точки зрения психологии восприятия риска даже отдельные порой недостоверные факты могут вызвать нежелательные последствия в обществе. О чем мы скажем ниже.

Наибольший резонанс среди общественности получили исследования по изучению раковых заболеваний у детей проживающих в домах находящихся вблизи ЛЭП. В Америке, Швеции, Дании, Финляндии и Греции были проведены исследования в этом направлении. London et al. [19], Feuchting et al. [14] обнаружили положительную связь между лейкемией и опухолями мозга у детей и ЭМП, но корреляция была статистически недостоверна. Справедливо подчеркивается, что другие факторы, а не магнитные поля могут быть причиной наблюдаемого возрастания риска раковых заболеваний. Однако шведские исследователи [36]. обнаружили несущественную связь раковых заболеваний у детей с ЭМП (при интенсивности магнитного поля 0,3мкТл) в коттеджах и совсем не наблюдали этого в многоквартирных домах.

Olsen et al. [25] на значительном числе наблюдений (833 случай лейкемии), что риск возникновения лейкемии и опухолей мозга не возрастает. Весьма спорно отмечали, риск лимфомы.

Лейкемии, лимфомы и опухоли нервной системы среди детей живших в 500-метровой зоне ЛЭП были в пределах популяционных значений [38].

В заключение приведем одно мнение экспертов собравшихся в 1989 г в Вене [13]. Наблюдения за персоналом работающих более 20 лет на электросетевых объектах не выявили серьезных изменений в здоровье, не обнаружено и изменений в хромосомном аппарате. При обсуждении проблемы выяснилось также, что в Вене заболеваемость лейкемией у детей до 15 лет уменьшилась более чем в 4 раза за 1956-1986 гг., в том время как потребление электроэнергии на душу населения возросло в 7,5 раза.

Несколько сведений по экспериментальным исследованиям по канцерогенезу при воздействии ЭМП. Экспериментальные исследования лучше поддаются контролю, но экстраполяция экспериментальных данных, полученных на лабораторных животных, на человека остается сложной. Чтобы изучать канцерогенез у животных применяют провокаторы ("инициаторы") развития рака: химические вещества. Животные подвергались действию известного инициатора рака (7, 12 диметилбензантрацен, ДМБА) или ионизирующее излучение. Работы без химической провокации включали исследования по изучению развития у крыс лимфомы [32] и опухоли кожи у мышей [27]. Показано увеличение числа опухолей молочной железы у крыс, подвергавшихся воздействию 20 мкТл по 3 часа в день и отсутствие увеличения лимфомы и опухолей кожи при длительном воздействии магнитных полей (500 или 50 мкТл и 15 мкТл соответственно. После инициации мышей ДМБА с последующим воздействием ЭМП (2 мТл, частотой 60 Гц, 6 часов в день, 5 дней в неделю на протяжении 21-23 недели) образование папиллом у мышей не наблюдали [22]. Rannug et al. [27,28] с тем же ДМБА и облучением ЭМП (50- 500 мкТл, частотой 50 Гц на протяжении 19-21 часа в день) не наблюдали увеличение опухолей кожи и атипичных разрастаний. В исследованиях Mevissen et al. [23] и Loscher et al. [21] с инициализацией животных ДМБА результаты по канцерогенезу у животных после воздействия ЭМП были противоречивы. В проведенных нами [5] исследованиях на животных при микроволновом (2,4 ГГц) облучении в широком диапазоне интенсивности, вплоть до 100 мВт/см² не было обнаружено достоверного уменьшения продолжительности

жизни и статистически достоверного увеличения опухолей даже на фоне предварительного гамма-облучения в дозе до 5 Гр. Более того, в этих экспериментах микроволновое облучение вызывает даже незначительное снижение частоты радиационно индуцированных опухолей.

Проблема РАК и ЭМП –это прежде всего проблема психологии восприятия риска. Даже ничтожно малая вероятность появления рака особенно у детей вызывает у общественности вполне обоснованный страх. Публикации о вредном действии ЭМП приводят к радиофобии. Радиофобия во многом обусловлена сложностью биологической оценки малых доз при воздействии ионизирующих и неионизирующих излучений. Понятие радиофобия имеет более широкое толкование. Это не только страх, боязнь перед последствиями ионизирующего излучения, но и при облучении электромагнитными, магнитными и электрическими полями.

Широкое распространение неврологических, нервно-психических и психосоматических заболеваний приобретающих иногда характер эпидемии, связано с усилением страха перед техногенными и экологическими рисками. Эти заболевания как закономерный синдром неблагополучного стареющего общества возрастают в периоды социальной и политической нестабильности [4,9]

Национальная Медицинская Академия Франции указывает на то, что если и существует какое-либо влияние ЭМП промышленной частоты, в частности от ЛЭП и др. источников на здоровье человека, то оно слишком незначительно и поэтому данная проблема не является приоритетной в области охраны здоровья населения [29]. По возможности, оценку канцерогенного риска следует проводить по результатам хорошо спланированных, проведенных и проанализированных эпидемиологических исследований. К сожалению, эпидемиологическим исследованиям электромагнитного фактора обычно присущи такие недостатки как малочисленность обследуемых (в результате низкая статистическая достоверность), отсутствие адекватной дозиметрии (особенно ЭМП промышленной частоты) и особенно отсутствие информации о других сопутствующих факторах: физических (ионизирующее излучение, шум, ультрафиолетовое излучение), химических (особенно канцерогенов и высокотоксичных поллютантов) и даже

биологических (наличие в том или ином регионе специфических инфекционных заболеваний). Отсутствие таких данных затрудняет установление причинной связи заболевания с воздействием ЭМП.

На сегодняшний день ВОЗ [1], Международная ассоциация по радиационной защите, СИГРЕ [10,11] ставят под сомнение феномен онкогенности ЭМП. Проблемная комиссия “Научные основы медицины труда”, комиссия по канцерогенным веществам при Госкомитете по санитарному и эпидемиологическому надзору России пока не включила рак в список профессиональных заболеваний при работе с неионизирующими излучениями. Список профессий составлен с учетом материалов Международного агентства по изучению рака [6]. Поэтому любые претензии по выплате страховой компенсации за заболевание раком в результате трудовой деятельности связанной с ЭМП следует считать пока необоснованными. По существующему законодательству население может требовать по суду за, якобы, экологический ущерб, например, от излучения ВЛ электропередач, но доказать это практически невозможно.

Следует искать другие факторы экологического риска онкозаболеваний. Назовем только некоторые из них, которые могут представлять интерес: бенз(а)пирен, никель и его соединения, хром и его соединения, минеральные масла, асбесты, радон и другие радионуклиды а также некоторые лекарственные препараты. Оценивая состояние здоровья без учета социально-экономических и социально-психологических условий можно прийти к ложному выводу о влиянии экологической ситуации в данном регионе, где расположены объекты эмитирующие ЭМП.

Литература

1. ВОЗ 69. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Магнитные поля. Всемирная организация здравоохранения. Женева, 1992. — 191с.
2. Гурвич Е.Б., Новохатская Э.А., Рубцова Н.Б. Смертность персонала, осуществляющего эксплуатацию энергообъектов напряжением 500 кВ //Медицина труда и промышленная экология, 1995 — № 10. — С. 18-21

3. Давыдов Б.И., Зуев В.Г., Обухова С.Б. Электромагнитные поля: канцерогенный риск? В книге XII конференции по космической биологии и авиакосмической медицине. Материалы конф. 10-14 мая 2002г — М. — 2002. — С. 127-128
4. Давыдов Б.И., Ушаков И.Б., Солдатов С.К., Зуев В.Г. Принципы и методология оценки риска: медицинские и социально-экологические противоречия // Авиакосм. и эколог. мед.— 1996. — № 2. — С. 8-16.
5. Давыдов Б.И., Тихончук В.С., Антипов В.В. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений (ред. Ю.Г. Григорьев). М.: Энергоатомиздат, 1984. — 176с
6. О совершенствовании экспертизы профессионального рака (информационное письмо МАИР) // Медицина труда и промышленная экология. — 1994. — N 4. — С. 42-45
7. Самойлов В.О., Скорняков В.И. , Давыдов Б.И. Механизмы действия магнитных полей низкой частоты на человека (содержание онкомаркеров в крови у лиц, испытывающих продолжительные профессиональные воздействия ЭМП промышленной частоты) // Сб. материалов Международного совещания “Электромагнитные поля : биологическое действие и гигиеническое нормирование”, Москва, 18-22 мая, 1998 г., ВОЗ, Женева 1999г, с 34
8. Смулевич В.Б., Соленов Л.Г. Профессиональный рак: Актуальность проблемы, состояние и перспективы исследований // Медицина труда и промышленная экология. — 1994. — N 4. — С. 6-8
9. Ушаков И.Б., Давыдов Б.И., Зуев В.Г., Солдатов С.К. Техногенные риски: экологические и социально-психологические аспекты //Материалы Общероссийской конференции “РИСК—2000”. М.: Анкил, 2000, С. 304-308
10. IARC (Working group 36.06) Electric and magnetic fields and cancer: an update // Electra. — 1995. — No161. — P. 140-141
11. IARC (Working group 36.06) Current status of research on power-frequency electric and magnetic fields and reproduction // Electra. — 1994. — No 153. — P. 33-41.
12. Cohen B.H., Lilienfeld A.M., Kramar S. et al. (цит. По: Pollack H., 1983)
13. Electromagnetische felder und unsere gesundheit. //Oesterreichische Zeitschrift fur Elektrizitas (OZE). —1989. — Vol. 42, No 4. — P.172-174

14. Feychting A, et al. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high voltage power lines // *Am. J. Epidemiol.* — 1993. — Vol.138. — P. 467-481
15. Feychting A. et al. Magnetic fields, leukemia, and central nervous system tumors in Swedish adults residing near high voltage power lines // *Epidemiology.* — 1994. — Vol. 5, No 5. — P. 501-509
16. Feychting, A. Magnetic Fields and Cancer in Children Residing Near Swedish High Voltage Power Lines // *Am. J. Epidemiology.* — 1993. — Vol.138. — No. 7. — P. 415-421
17. Floderus B., Persson T., Stenlund C., et al. Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumors. A case-control study in Sweden // *Cancer Causes Control.* — 1993. — Vol. 4. — P. 465-476.
18. Guenel P., Raskmark P., Bach A. J. Guenel P, Raskmark P, Bach Andersen J. Incidence of cancer in persons with occupational exposure to electromagnetic fields in Denmark // *Brit. J. Ind. Med.* — 1993. — Vol. 50. — P. 758-764
19. London S.J. et al. Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia // *Am. J. Epidemiol.* — 1991. — Vol. 134. — P. 923-927.
20. London S.J. et al. Exposure to magnetic fields among electrical workers in relation to leukemia risk in Los Angeles county // *Am. J. Ind. Med.* — 1994. — Vol. 26. — P. 47-60.
21. Loscher W. et al. Tumor promotion in a breast cancer model by exposure to a weak alternating magnetic field // *Cancer Letters.* — 1993. — Vol. 71. — P. 75-81.
22. McLean J.R.N. et al. Cancer promotion in a mouse-skin model by a 60 Hz magnetic field // *Bioelectromagnetics.* — 1991. — Vol.12. — P. 273-287.
23. Mevissen M.A. et al. Effect of magnetic fields on mammary tumor development induced by 7,12- dimethylbenz(a)anthracene in rats // *Bioelectromagnetics.* — 1993. Vol.14. — P.131-143.
24. Milham S. Jr. Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields (Letter) // *N. Engl. J. Med.* — 1982. — Vol. 307 — P. 249
25. Olsen J.H. et al. Residence near high-voltage facilities and the risk of cancer in children // *BMJ.* — 1993. — Vol. 307. — P. 891-895.
26. Pollack H. Medical aspects of exposure to radio-frequency radiation including microwaves // *South Med. J.* — 1983. — Vol.76. — P. 759-765

27. Rannug A. et al. A study on skin tumor formation in mice 50 Hz magnetic fields field exposure // *Carcinogenesis*. — 1993. — Vol. 14. — P. 573-578,
28. Rannug A. et al. Rat liver foci study on coexposure with 50 Hz magnetic fields and known carcinogens // *Bioelectromagnetics*. — 1993. — Vol. 14, No 1. — P.17-27.
29. Roucayrol J.C. Sur les champs électromagnétiques de très basse fréquence et la santé // *Energ. Sante Serv. Etud. Med.* — 1994. — Vol. 5, No1. — P. 53-60
30. Sahl J.D., Kelsh M.A., Greenland S. Cohort and nested case-control studies of hematopoietic cancers and brain cancer among electric utility workers // *Epidemiology* 1993. — Vol. 4. — P.104-114.
31. Sigler A.T., Lilienfeld A.M., Cohen B.H., et al. Radiation exposure in parents of children with mongolism (Down's Syndrome) // *Bull. Johns Hopkins Hosp.* — 1965. — Vol. 117. — P. 374-399
32. Svedenstal B.M. Holmberg Lymphoma development among mice exposed to x-rays and pulsed magnetic fields // *Int. J. Radiation Biol.* — 1993. — Vol. 64, No1. — P.119-125.
33. Swanson G.M. A review of etiology, research design, and methods of risk reduction // *Cancer (Philad.)*. — 1988. — Vol. 62, No 8. — P.1725-46.
34. The Moscow Tribune. *Health* (Sewing Machines Linked to Leukemia), July 22,-- 1995 — P. 12
35. Theriault G., Gildberg M., Miller A.D. Cancer Risks Associated with Occupational Exposure to Magnetic Fields among Electric utility Workers in Ontario and Quebec, Canada, and France: 1970-1989 // *Am. J. Epidemiol.* — 1994. — Vol. 139, No 6. — P. 550-572.
36. Tomenius L. Electromagnetic environment and the incidence of childhood tumors in Stockholm County // *Bioelectromagnetics*. — 1986. — No 7. — P.191-207
37. Tynes T. et al. Electromagnetic fields and male breast cancer // *Lancet*. — 1990. — Vol.336, No 8730. — P. 3-5.
38. Verkasalo et al. Risk of cancer in Finnish children living close to power lines // *BMJ*. — 1993. — Vol. 307. — P. 895-899.
39. Wertheimer N. et al. Magnetic field exposure related to cancer subtypes // *Ann. N- Y Acad. Sci.*, 1987. — Vol. 502. — P.43-54.

ELECTROMAGNETIC FIELDS AND CANCER

S. Obukhova, B. Davydov, V. Zuyev,
The State Scientific-Research Testing Institute
of Military Medicine, Moscow

The results of epidemiological researches have caused a radiophobia to electromagnetic fields especially at low level exposure. Made in the paper critical analysis of scientific results reveals a complexity of the carcinogenesis problem at electromagnetic fields exposure. The authors consider that possibility of provoking cancerous diseases by EMF is doubtful. It is quite proved, that the International Agency for Research on Cancer (IARC) has not included yet electromagnetic fields in the list of carcinogenic factors to humans.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДХОДОВ К НОРМИРОВАНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ АНТРОПОГЕННОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРИРОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

*О.А. Григорьев¹, Е.П. Бичелдей¹, А.В. Меркулов¹,
Степанов В.С.², Б.Е. Шенфельд³*

¹ Центр Электромагнитной Безопасности, г. Москва

² ГНЦ –Институт биофизики Минздрава России, г. Москва

³ ФГУ «УралНИИ Экология» МПР России, г. Пермь

Интенсивное использование электромагнитной и электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последней трети XX века возник и сформировался новый значимый фактор загрязнения окружающей среды – электромагнитный. К его появлению привело развитие современных технологий передачи информации и энергии, дистанционного контроля и наблюдения, некоторых видов транспорта, а также развитие ряда технологических процессов. В настоящее время мировой общественностью признано, что электромагнитное поле (ЭМП) искусственного происхождения является важным значимым экологическим фактором с высокой биологической активностью.

Анализ планов отраслей связи, передачи и обработки информации, транспорта и ряда современных технологий показывает, что в ближайшем будущем будет нарастать использование технических средств, генерирующих электромагнитную энергию в окружающую среду.

С начала 90-х годов произошли изменения в структуре источников ЭМП, связанные с возникновением их новых видов (сотовой и других видов персональной и мобильной коммуникации), освоением новых частотных диапазонов теле- и радиовещания, развитием средств дистанционного наблюдения и контроля и т.д. Особенностью этих источников является создание равномерной зоны "радиопокрытия", что является ничем иным, как увеличением электромагнитного фона в окружающей среде.

Термин "глобальное электромагнитное загрязнение окружающей среды" официально введен в 1995 году Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ), включившей эту проблему в перечень приоритетных для человечества. В числе немногих всемирных проектов ВОЗ реализует Международный

электромагнитный проект (WHO International EMF Project), что подчеркивает актуальность и значение, придаваемое международной общественностью этой теме. В свою очередь практически все технически и культурно развитые страны реализуют свои национальные программы исследования биологического действия ЭМП и обеспечения безопасности человека и экосистем в условиях нового глобального фактора загрязнения окружающей среды.

Живые организмы в процессе эволюции приспособились к определенному уровню ЭМП, однако, резкое значительное повышение (в историческом аспекте) уровня ЭМП вызывает напряжение адаптационно-компенсаторных возможностей организма, долговременное действие этого фактора может привести к их истощению, что повлечет необратимые последствия на системном уровне.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭМП

Все существующие источники ЭМП можно разделить на следующие группы:

— *системы производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии постоянного и переменного тока (0-3 кГц)*: электростанции, линии электропередачи (ВЛ), трансформаторные подстанции, системы электроснабжения и т. д.

— *транспорт на электроприводе (0-3 кГц)*: железнодорожный транспорт и его инфраструктура, городской транспорт – метрополитен, троллейбусы, трамваи и т. п.

— *функциональные передатчики*: радиовещательные станции НЧ (30–300 кГц), СЧ (0,3–3 МГц), ВЧ (3–30 МГц) и ОВЧ (30–300 МГц) диапазонов; телевизионные передатчики; базовые станции (БС) систем подвижной (в т. ч. сотовой) радиосвязи; наземные станции космической связи; радиорелейные станции; радиолокационные станции (РЛС) и т. п.

Источники ЭМП, как правило, являются источником комплексного электромагнитного излучения, которое оказывает воздействие на дикую и культурную флору, животных, насекомых и почвенную флору в зоне влияния ЭМП. Кроме того, они занимают большие по площади территории (например, протяженность воздушных линий электропередачи напряжением

6–1150 кВ в нашей стране в настоящее время составляет более 4,5 млн. км) и часто нарушают целостность ареала распространения, пути миграций многих животных. Уровни ЭМП, создаваемые этими источниками в некоторых случаях превышают максимальный зафиксированный природный электромагнитный фон в 200–30000 раз.

2. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ДЕЙСТВИЯ ЭМП АНТРОПОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ И ЭКОСИСТЕМЫ

Проведенный анализ литературы показал, что до настоящего времени в РФ не проводилось комплексных и методически грамотных исследований воздействия ЭМП различных источников на окружающую среду. Как правило, в работах изучается реакция отдельных особей или различных видов живых организмов на воздействие ЭМП. Есть материалы единичных разрозненных исследований, посвященных изучению влияния ЭМП на природные биологические системы организменного и надорганизменного уровня (популяции, сообщества, экосистемы), но нет работ по изучению состояния и функционирования экосистем в целом в условиях действия ЭМП, влиянию ЭМП на различные виды экосистем. При этом следует ожидать, что биологическая активность ЭМП будет различной в отношении экосистем, обладающих различной устойчивостью (толерантностью) к действию этого фактора. Известно, что существуют природные экосистемы с очень хрупкой организацией, когда малейшее вмешательство человека вызывает серьезные нарушения в функционировании сообщества, и на восстановление гомеостаза требуется длительное время. (Г.В. Шляхтин, В.В. Аникин, Е.В. Завьялов и др., 2000). В этом случае техногенные ЭМП могут оказаться лимитирующим для экосистемы фактором и сильно изменить ее свойства.

Известно, что некоторые живые организмы обладают большей чувствительностью к ЭМП по сравнению с человеком (Н.А. Темурьянц, Б.М. Владимирский и др., 1992). В этом случае обоснованность принятия в качестве предельно допустимых уровней, установленных для человека является спорным. О высокой чувствительности многих животных к ЭМП свидетельствует наличие геомагнитного тропизма, т.е. использование геомагнитного поля Земли в качестве ориентира. Такая способность обнаружена у многих живых организмов: простейших (планарии, волвоксы, парамеции, улитки и др.),

насекомых (майские жуки, мухи, термиты, пчелы, бабочки) ракообразных, амфибий и рептилий (тритоны, пещерные саламандры, крокодилы, черепахи), рыб (угри, лещи и др.), птиц (F. Schneider, 1963; G. Becker, 1965; Л.А. Шидлаускайте, 1973; А.Г. Поддубный, 1971; А.С. Васильев и др., 1973, F.A. Braun, 1965; J.V. Phillips, K. Adler, 1978). Повышенной чувствительностью к ЭМП обладают мигрирующие на дальние расстояния животные – птицы, рыбы, насекомые и т.д. (Т.Р. Quinn, 1982; У.Ф. Тоун, Дж. Л. Гоулд, 1989; А.С. Пресман, 1997; Д.Е. Прести, 1989). Кроме того, многие животные используют ЭМП для осуществления дистантных взаимосвязей, обеспечивающих согласованное выполнение двигательных маневров в стаях рыб и птиц, в стадах млекопитающих; в скоплениях насекомых и одноклеточных организмов (А.С. Пресман, 1997). Проявления геомагнитного тропизма экспериментально обнаружены и у растений – семена, высаженные параллельно силовым линиям геомагнитного поля прорастают быстрее, чем при перпендикулярном или беспорядочном расположении, такая ориентация семян усиливает не только их рост, но и интенсивность различных физиологических процессов, что приводит к повышению урожайности.

Сильные отклонения ЭМП от естественного уровня в большую или меньшую стороны, выходят за границы оптимума жизнедеятельности живых организмов и являются стрессорным фактором. Об этом свидетельствуют проведенные экспериментальные работы, так при полном экранировании ГМП изменяется скорость размножения некоторых микроорганизмов, наблюдаются нарушения процессов жизнедеятельности, такие как атипичный рост клеток и тканей, изменений морфологии и функций органов животных (Ю.А. Холодов, 1975, В.Г. Подковкин, 1994). В условиях повышенного уровня ЭМП отмечалось нарушение ориентации и увеличение двигательной активности различных насекомых (В.Б. Чернышев, 1966-1971; Becker, 1966; Дж. Киршвинк, 1989). Приведенные данные свидетельствуют об использовании восприятия ЭМП организмами в процессе жизнедеятельности. Электромагнитное загрязнение может оказать непоправимый ущерб окружающей среде. Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности ЭМП во всех частотных диапазонах.

Можно выделить два основных вида источников ЭМП в окружающей среде: источники низкочастотного (0-3 кГц) и радиочастотного (3кГц –300 ГГц) ЭМП.

2.1. Влияние источников низкочастотного ЭМП на компоненты экосистем

Влияние ЭМП воздушных линий электропередачи (ВЛ) на растения. Теоретически уровни электрического поля регистрируемые вблизи ВЛ достаточны для повреждения листьев растений (Johnson et al, 1979). Проведенные наблюдения и эксперименты по влиянию ЭМП ВЛ на растения показали, что наблюдается уменьшение сухого веса надземной массы растений овса, подсолнечника растущих под ВЛ, по сравнению с контролем. Отмечено отрицательное действие ЭМП на величину потенциальной нитрогеназной активности почвенной ризосферной популяции, длину проростков растений (А.В. Тугарова, М.В. Смиян, 2000). В некоторых исследованиях, например А. Г. Каргашева, Г. Ф. Плеханова (1982) отмечается стимуляция роста и прорастания сухих семян креписа при воздействии ПеЭМП 40 кВ/м.

Влияние ЭМП ВЛ на насекомых. Наиболее распространенными реакциями насекомых (таких как стрекоз, бабочек, майских жуков, шмелей) на ПеЭП ВЛ являются избегание полета на близкое расстояние к низко расположенным проводам линии электропередачи, временная потеря ориентации и координации в пространстве вплоть до падения (G.Becker, 1977). При облучении ПеЭП ВЛ сверхвысокого напряжения (40 кВ/м; 50 Гц) гусениц китайского дубового шелкопряда было зарегистрировано замедление темпов роста и развития у гусениц младшего возраста, которое компенсировалось уже у гусениц третьего возраста (А. Г. Каргашев, Г. Ф. Плеханов, 1982 г.). Увеличение в 2-6 раз численности особей некоторых насекомых (жука-кузьки, шпанской мушки, тли, имаго) под проводами ВЛ было зарегистрировано В.В. Аникиным, Г.В. Шляхтиным (2000), что может быть объяснено уменьшением под ВЛ численности естественных врагов и более богатым запасом пищевых ресурсов. Очень чувствительными к действию ЭМП являются пчелы. В исследовании влияния ЭМП от ВЛ-765 (60 МГц, 7 кВ/м) на пчел были обнаружены следующие эффекты: увеличение двигательной активности, аномальное отложение прополиса у входа в улей,

снижение пищедобывательной мотивации, повышенный уровень смертности маток улья (Sheppard A.R., 2000)

Влияние ЭМП ВЛ на птиц и млекопитающих. Лабораторные исследования А. Г. Карташева, Г. Ф. Плеханова по выяснению биотропности ПеЭП ВЛ сверхвысокого напряжения (40 кВ/м; 50 Гц) показали, что у белых мышей (экспозиция 5, 10 и 20 сут) наблюдалось развитие анемии (30 %) на 10-е сут, которая компенсировалась развивающимся ретикулоцитозом к 20-м сут. Биотропность поля существенно зависела от стадии онтогенеза, уровня организации и экологических особенностей биообъектов, что необходимо учитывать при экологическом нормировании ПеЭП.

Анализ результатов эксперимента по изучению влияния на животных (крысы-самцы) ЭП (50 Гц) напряженностью от 100 до 5000 В/м при круглосуточном воздействии фактора позволил установить, что наблюдаются изменения общего состояния организма животных, нарушения метаболизма (белкового, углеродного и энергетического обменов и их регуляция) и процессов нейро-гуморальной регуляции (М.Г. Шандала, Ю.Д. Думанский, 1982), кроме того при длительном непрерывном воздействии ЭП (напряженность 1-5 кВ/м) возникают изменения генеративной функции подопытных животных и их потомства (нарушения внутриутробного и постнатального его развития). При влиянии длительного прерывистого ЭП также установлены нарушения генеративной функции (напряженности поля 10-15 кВ/м), выразившиеся в снижении плодовитости подопытных самок и изменениях внутриутробного развития потомства (М.Г. Шандала, Ю.Д. Думанский, 1982). Эти данные подтверждаются результатами В.Д. Дышловой, С.М. Пилявской и др. (1982), которые обнаружили после 3-4 месячного облучения мышей линии Вистар ЭМП ПЧ 15-25 кВ/м в семенниках животных морфологические и биохимические изменения интерстициальной ткани, характер которых зависел от напряженности ЭМП ПЧ. Самцы, подвергавшиеся ежедневному 5-часовому воздействию ЭМП ПЧ напряженностью 15 кВ/м, оказались бесплодными, несмотря на высокую сексуальную активность. При воздействии ЭМП напряженностью 10 кВ/м самцы потомство дали, но оно развивалось хуже, чем в контроле (повышение частоты врожденных аномалий и постэмбриональной гибели, снижение интенсивности роста тела). В потомстве от самок, подвергавшихся воздействию ЭМП ПЧ напряженностью 10 и 15 кВ/м, наряду с

указанными выше нарушениями, отмечено ухудшение развития шерстяного покрова. На основании полученных данных о влиянии ЭМП ВЛ на репродуктивную систему животных, можно ожидать в природных экосистемах нарушение количественного соотношения особей некоторых видов, что нарушает устойчивость экосистемы.

Результаты нескольких исследований сельскохозяйственных животных (овцы, ягнята), постоянно подвергающихся облучению ЭМП ВЛ показали, что существенных отличий по сравнению с контролем не наблюдалось в следующих показателях: продуктивности, уровнях заболеваемости и смертности. Но были обнаружены статистически достоверное снижение иммунной активности (интерлейкин-1) при продолжительном облучении (Lee et al., 1993; 1995; 1997)

В лабораторных исследованиях Hjeresen et al (1982) обнаружено, что облучение (60 Гц, 30 кВ/м) свиней в период сна вызывало у них беспокойство и дискомфорт, в то время как в период активности таких реакций не возникало. В исследованиях Mercer (1985) по изучению влияния ЭМП ВЛ-345, 500, 760 (напряженность 2-15 кВ/м) на коров, было зарегистрировано увеличение случаев рождения телят с аномалиями и среднего процента смертности телят с 3,4% до 5,85%. В то же время у взрослых коров не было зарегистрировано изменений в продуктивности и биохимическом составе молока.

Проведенное Г.И. Евтушенко (1982) исследование влияния МП ПЧ на нервную, сердечно-сосудистую, гемато-иммунологическую, эндокринную системы животных показало, что прерывистые и непрерывные МП 7500 А/м являются биологически активными, поскольку вызвали достоверные изменения во всех показателях. Биоэффекты действия МП напряженностью 750 А/м и 75 А/м характеризовались меньшими изменениями и восстанавливались в период последствия. Результаты эксперимента Б.М. Савина с сотр. (1987) подтвердили высокую чувствительность иммунной системы к действию ЭП 50 Гц напряженностью 1000-50 В/м при различных режимах облучения.

Влияние ВЛ на экосистемы многосторонне: во-первых, строительство ВЛ нарушает места обитания одних видов животных и создает благоприятные условия для других; во-вторых, это механическое воздействие – например, столкновение летящих птиц с опорами и проводами ВЛ; в-третьих, непосредственное токовое воздействие при контакте; в-четвертых,

влияние ЭМП на различные этапы онтогенеза животных. В работе О.Г. Нехорошева (1996) изучалось влияние ВЛ –500 кВ на жизнедеятельность птиц. Средняя напряженность ПеЭП на уровне скворечников составляла 10-15кВ/м. В результате установлено, что смертность птиц на изучаемых участках ВЛ от столкновения с проводами составляет в среднем 1,5 особи на 1 км ВЛ в год. Отмечено, что совокупность условий под ВЛ 500 кВ влияет на пути метаболизма аминокислот в организме самок скворца, что затем отражается на потомстве – увеличивается продолжительность "бесперьевого" периода развития птенцов и повышается их смертность.

Влияние ЭМП ВЛ на водные экосистемы.

Исследования воздействия ЭМП на гидрофауну и флору очень малочисленны. Проведенные модельные эксперименты В.Г. Дувинг, Ю.А. Малининой (2000) о влиянии ПеЭП 50 Гц напряжением до 500 кВ на гидробионтов *Daphnia magna* и *Scenedesmus quadricauda* показали их высокую чувствительность и возможность их использования в качестве тест-систем.

2.2. ВЛИЯНИЕ ИСТОЧНИКОВ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА ЭМП НА КОМПОНЕНТЫ ЭКОСИСТЕМ

Источниками радиочастотного диапазона (РЧ) (3 кГц-300 ГГц) ЭМП в окружающей среде являются различные радио-передающие и принимающие устройства радары, радиолокационные станции и т.д.

Влияние РЧ ЭМП на экосистемы. Широкое распространение источников РЧ излучений, ставит задачу оценки экологической защищенности различных экосистем в целом и их компонентов. Одна из таких работ была проведена в 1993-1995 гг. в рамках экологических программ Министерства обороны РФ, когда проводилась оценка влияния ЭМП (источник радар) на здоровье среды (В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили и др., 2000). Регистрировалось состояние отдельных компонентов экосистемы (почвенные беспозвоночные, растения, млекопитающие), подвергавшихся облучению электромагнитных волн радиодиапазона. Анализ состояния компонентов экосистемы проводился по морфогенетическим и физиологическим показателям. В структуре сообществ почвенной фауны (микроартоподы-сапрофаги и гамазовые клещи) и их распределении по почвенным горизонтам не было выявлено существенных изменений под действием ЭМП. Обнаружено

изменение общего состояния березы повислой, как по показателям стабильности развития, так и по показателям эффективности фотосинтеза. Изменение фотосинтетической активности является физиологической реакцией, которая может исчезать с течением времени, изменение же морфологии листа, происходящее в период его формирования, сохраняется в течение всего вегетационного периода. Серьезные изменения в иммунологических и морфологических показателях состояния организма были выявлены у всех исследованных видов млекопитающих (рыжей и серой полевок, полевой и лесной мышей, обыкновенной бурозубки). Причем физиологические реакции имели обратимый характер и исчезали через несколько дней после завершения облучения, в то время как морфологические изменения были необратимыми.

В работе Воронковой Е.В., Григорьева Ю.Г. (1996) изучалось влияние ЭМП с несущей частотой 400 МГц, ППЭ 260 и 130 мкВт/см², экспозиция 30 суток, в натуральных условиях при импульсном режиме работы РЛС специального назначения на семена сельскохозяйственных культур (ячменя, гречихи и картофеля). Цитогенетические исследования (выход хромосомных aberrаций) показали достоверное увеличение клеток с нарушениями в экспериментальной группе по сравнению с контролем. Увеличение хромосомных aberrаций было также обнаружено при облучении ЭМП воздушно-сухих семян и проростков салата (несущая частота 1,2 ГГц, частота модуляции 0,12 Гц, длительность импульса 16 мс, ППЭ – 0,5; 5,0; 25 мВт/см², облучение проводили повторно в течение 4 сут. по 30 мин.) (Ю.Г. Григорьев, Л.В. Невзгодина и др., 1996)

Обширное исследование было проведено в Латвии в районе расположения РЛС (г. Скруда), которая функционировала в течение 28 лет. РЛС имела следующие параметры: 154–162 МГц, импульсная мощность каждого из четырех передатчиков 1,25 МВт, длительность импульса 0,8 мс при скважности 50, горизонтальная поляризация и является аналогичной РЛС Габала. При дендроэкологическом анализе рассматривали срезы сосен в возрасте 60-100 лет. Оказалось, что толщина прироста деревьев значительно уменьшалась в годы электромагнитного воздействия (уменьшение стало статистически достоверным на 3-5 год работы РЛС) (V. Balodis et al, 1996). Наблюдения за гнездовьями птиц, показали, что заселенность птицами территории, прилегающей к РЛС достоверно ниже по сравнению с контрольной территорией.

Цитогенетический анализ клеток крови коров с фермы расположенной вблизи РЛС, показал повышенное количество генетических повреждений и случаев аномального гематопоза (V. Balodis et al, 2000)

Г.В. Козьмина, А.Г. Ипатова и др. (1999) проводили исследование влияния радиолокационных станций на фитоценозы, зооценозы, микробиоценозы. Эксперименты по облучению насекомых проводили в поле СВЧ-излучения с $\lambda=3\text{см}$ и ППЭ=150-200 мВт/см² и экспозиции от 1 до 25 минут. В двухлетнем полевом эксперименте проводилось облучение вегетирующих растений в течение световых дней двух летних месяцев (июнь-июль) с помощью СВЧ-установок с длиной волны 3 и 10 см и различными уровнями ППЭ от 0,15 до 1,3 мВт/см² при $\lambda=3\text{ см}$ и от 4,8 до 12,8 мВт/см² $\lambda=10\text{ см}$. ППЭ в зависимости от расстояния от источника излучения, составляла: на длине волны 3 см – 0,15-1,3 мВт/см², а на длине волны 10 см – 4,8-12,8 мВт/см². Оказалось, что используемые в эксперименте мощности СВЧ-излучения достаточны, чтобы вызвать летальный исход у всех исследованных насекомых под лучом. Облучение сельскохозяйственных растений (картофель, пшеница) с аналогичными энергетическими характеристиками не вызывало их поражения и потерь урожая. Следовательно, отдельные виды насекомых оказываются значительно менее резистентны к тепловому СВЧ-воздействию по сравнению с сельскохозяйственными растениями.

Исследования проведенные Ч. Асабаевым, Т.Ю. Бончковской (1973) позволили им сделать вывод о высокой чувствительности птиц (попугаев) к СВЧ полю – порог чувствительности птиц располагался ниже 2 мкВт/см². При воздействии поля микроволнового СВЧ поля, также отмечали нарушение поведения муравьев, которые теряли способность "информировать" собратьев об источнике пищи.

Важнейшей составной частью агроценозов является биосистема свободно живущих в почве микроорганизмов, деятельность которых определяет плодородие почв и доступность растениям питательных веществ. Комплекс почвенных микроорганизмов – это сложнейшая биосистема, обладающая рядом особенностей, которые позволяют ее отнести к довольно устойчивым системам. Однако воздействие какого-либо сильного внешнего фактора может значительно изменить соотношение определенных групп почвенных микроорганизмов или их физиологическую активность, что может привести к нарушению

внутреннего равновесия системы (гомеостаза), вплоть до необратимых изменений, а в конечном итоге потере урожайности. Полученные данные позволяют предположить, что хроническое СВЧ-облучение почвы ведет к частично стерилизующему эффекту, который выражается в снижении уровня азотфиксации. Четкой дозовой зависимости не обнаружено. Снижение уровня азотфиксации может происходить за счет снижения активности фермента нитрогеназы, ответственного за фиксацию атмосферного азота, либо за счет уменьшения числа азотфиксирующих микроорганизмов.

В результате исследования, проведенного В.И. Рыбниковой (1982) о влиянии СВЧ электромагнитных волн интенсивностью 20-40 мВт/см² на некоторые биологические объекты микроорганизмов (сальмонелл, золотистого стафилококка), установлено, что у облученных микроорганизмов изменяются морфологические признаки, которые передаются по наследству, биохимические свойства. Следовательно, микроволны могут действовать подобно мутагенному фактору.

Таким образом, хроническое СВЧ-излучение при определенных параметрах оказывает как стимулирующее, так и угнетающее действие на структурные компоненты экосистем (животных, растений, насекомых, почвенные микроорганизмы). Последствиями таких воздействий для экосистем может быть: подавление или стимуляция роста растений, усиление или ингибирование размножения насекомых, в том числе вредителей, изменение активности почвенных микроорганизмов и поражаемости растений грибными заболеваниями, снижение репродуктивности животных.

Выводы

Приведенные выше данные свидетельствуют о влиянии ЭМП широкого диапазона частот и разной интенсивности на состояние и функционирование компонентов экосистем. Воздействие ЭМП даже нетеплового уровня, отличающегося от параметров естественного фона, вызывают обратимые изменения регуляции физиологических процессов: у животных – изменение интенсивности обменных процессов, иммунной активности и т.п.; у растений – изменения процессов роста, газообмена, поглощения минеральных веществ и т.п. Под влиянием ЭМП изменяется и поведение животных – их двигательная активность, ориентация в пространстве, способность к выработке условных рефлексов.

Кроме того, имеются виды и сообщества живых организмов, отличающихся повышенной чувствительностью к действию ЭМП, которые при проведении мониторинга могут служить биоиндикаторами электромагнитного загрязнения среды.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДХОДОВ К НОРМИРОВАНИЮ ЭМП ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

3.1. ЗАРУБЕЖНЫЙ И РОССИЙСКИЙ ОПЫТ НОРМИРОВАНИЯ ЭМП

Проблема биологического действия ЭМП, оценки опасности для человека и окружающей среды занимает важное место, как в деятельности важнейших международных организаций, так и в работе соответствующих государственных органов промышленно развитых стран. На международном уровне основным органом комплексной координации проблемы обеспечения безопасности биосистем в условиях воздействия ЭМП является Всемирная организация здравоохранения. С 1995 года в ВОЗ действует долгосрочная программа WHO EMF Project, основная задача которой является координация соответствующих исследований и обобщение их результатов с целью выработки глобальных оценок и рекомендаций по проблеме биологического действия ЭМП. Начиная с 1998 года программа ВОЗ включает в сферу своих интересов проблему воздействия ЭМП на окружающую среду и элементы экосистем (ICNIRP, 2000).

Важным органом практической реализации обеспечения электромагнитной безопасности играет Международная Комиссия по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP). Но до настоящего времени ее деятельность направлена, прежде всего, на обеспечение электромагнитной безопасности человека.

По отдельным направлениям проблемы ВОЗ сотрудничает с другими международными организациями – Международным агентством по изучению рака, Международной электротехнической комиссией, Международным радиотехническим союзом и другими.

Вопросы регулирования загрязнения окружающей среды электромагнитным полем и контролем источников обычно решают профильные государственные учреждения, ведающие связью, телекоммуникациями, энергетикой и природоохранные организации. Так в США это Агентство по охране окружающей среды (US Environment Protection Agency), в Германии –

Министерство по охране окружающей среды и ядерной безопасности (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, www.bmu.de), в Нидерландах Министерство строительства, территориального планирования и охраны окружающей среды (Department of Housing, Spatial Planning and the Environment) и др.

Отдельными вопросами регулирования уровня ЭМП в окружающей среде занимаются органы по ионизирующим излучениям (специальный департамент в системе Агентства по охране окружающей среды США (US Environment Protection Agency), Национальный совет по радиационной защите Великобритании (National Radiological Protection Board), Департамент по радиационной защите Швеции (Swedish Radiation Protection Authority), Федеральное агентство по радиационной защите Германии (German Federal Office for Radiation Protection, www.bfs.de)

Во многих странах имеются долгосрочные международные и национальные программы по оценке опасности ЭМП для населения. Например, Международный проект ВОЗ "ЭМП и здоровье", программа ЕС COST, Национальная программа исследований США электрических и магнитных полей и распространения общественной информации (EMF RAPID). Свои программы также имеют: Швеция, Финляндия, Франция, Великобритания, Австралия, Япония, Германия, Дания, Канада.

Однако необходимо подчеркнуть, что основной целью большинства проводимых научно-исследовательских программ является оценка последствий и опасности влияния ЭМП разных источников применительно к человеку. Исследования по оценке влияния ЭМП на окружающую среду если и проводились, то прежде всего, с целью экологической легализации различных устройств-источников ЭМП. Например, Программа экологического мониторинга США 1982-1993 (Ecological Monitoring program) которая проводилась Военно-морским флотом США, где изучалось влияние телекоммуникационной системы, работающей в КНЧ диапазоне на биоту и экологические взаимоотношения видов. Изучались физиологические, экологические параметры наземных, водных экосистем. В рамках программы исследований High frequency Active Auroral research program (HAARP) изучалась экологическая опасность системы наблюдения за атмосферными и космическими процессами; Программа Ground Based Radar program проводилась с целью

изучения биологической активности сети радаров военного назначения (ICNIRP, 2000).

Широкомасштабные исследования были проведены в США для изучения влияния на экосистемы различных радиопередающих установок, таких как: The Next Generation Weather Radar system (NEXRAD) включающей 175 высокоэнергетических радаров; Ground Wave Emergency Network (GWEN) system аварийной системы коммуникации ВВС США; Electromagnetic pulse radiation environment simulator for ships (EMPRESS II) – системы, предназначенной для усиления электромагнитного импульса при внеатмосферном ядерном взрыве. Все эти исследования проводились на стадии экологической оценки проектов и установок с целью подготовки экологического паспорта.

Результаты всех этих исследований не были использованы для разработки нормативов по ЭМП для окружающей среды. Этот вопрос в международном научном сообществе стал подниматься сравнительно недавно. В настоящее время идет накопление, обобщение и критическая оценка теоретического и экспериментального материала, формирование подходов и разработка критериев экологического нормирования.

В Российской Федерации (и бывшем СССР) в качестве основного критерия санитарно-эпидемиологического нормирования воздействия ЭМП в принято положение, в соответствии с которым безопасным для человека считается ЭМП такой интенсивности, нахождение в котором не приводит к даже временному нарушению гомеостаза (включая репродуктивную функцию), а также к напряжению защитных и адаптационно-компенсаторных механизмов ни в ближайшем, ни в отдаленном периоде времени.

Первые нормативы были разработаны с целью регламентации ЭМП в условиях профессионального воздействия. В связи с резко возросшим темпом распространения источников ЭМП, их приближением к местам постоянного пребывания человека и общим увеличением электромагнитного загрязнения возникла необходимость разработки нормативов для условий непрофессионального воздействия, в т. ч. для населения.

На основании анализа результатов многочисленных исследований, в т. ч. экспериментов с хроническим воздействием в период с 1950 по 1990 гг. в СССР были определены предельно допустимые значения для условий профессионального и непрофессионального воздействия постоянного электрического и

магнитного поля, электромагнитного поля промышленной частоты (50 Гц) и радиочастотного диапазона (10 кГц – 300 ГГц). В качестве базовой величины принята величина энергетической экспозиции (энергетической нагрузки) в падающем ЭМП. При определении ПДУ интенсивности ЭМП, прежде всего, рассматривалось т. н. нетепловое (низкоуровневое), или информационное действие ЭМП, т. е. влияние ЭМП на процессы обмена информацией между различными органами и тканями, вызывающее нарушение гомеостаза.

Вместе с тем, существующая система санитарно-эпидемиологического нормирования ЭМП в Российской Федерации имеет существенные недостатки. Так, например, отсутствуют ПДУ, регламентирующие воздействие магнитной составляющей ЭМП во всем рассматриваемом частотном диапазоне (0–300 ГГц) для условий непрофессионального воздействия, прежде всего магнитного поля промышленной частоты 50 Гц. Необходимо создание ПДУ для квазистатического и низкочастотного (до 30 Гц) ЭМП, создаваемого транспортом на электротяге, медицинским оборудованием и т. п., а также для ЭМП в диапазоне частот 50 Гц – 10 кГц. Кроме того, в имеющихся на сегодняшний день нормативах не рассматривается модифицирующее влияние модуляции ЭМП, в том числе импульсного воздействия, а также других факторов окружающей среды (физических и химических).

При этом полное или частичное заимствование ПДУ (менее жестких по сравнению с российскими), содержащихся в стандартах по электромагнитной безопасности зарубежных стран и международных организаций, например, Международной комиссии по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP), в настоящее время не представляется возможным из-за принципиальных отличий в философии санитарно-эпидемиологического нормирования в России и за рубежом.

В настоящее время из-за увеличения электромагнитного загрязнения, появления новых видов источников ЭМП и их широкого распространения возникла необходимость регламентации воздействия ЭМП на окружающую среду.

В РФ национальным научно-координационным органом в области электромагнитной безопасности является Российский национальный комитет по защите от неионизирующих излучений (<http://www.pole.com.ru>, RNK@pole.com.ru), который проводит оценку состояния знаний о влиянии неионизирующего излучения

на здоровье и благополучие человека, составляет научно-обоснованные рекомендации по снижению облучения ЭМП.

РНКЗНИ проведены Международные конференции "Проблемы электромагнитной безопасности человека. Фундаментальные и прикладные исследования. Нормирование ЭМП: философия, критерии и гармонизация" (1999, 2002 г.). Кроме этого, в рамках конференции в Санкт-Петербурге проведен круглый стол (23 сентября 2002 г.), где обсуждались результаты широкомасштабных исследований хронического облучения ЭМП, проведенных в бывшем СССР. На основании, которых, были разработаны гигиенические нормативы по ЭМП. В свете международной гармонизации стандартов по ЭМП эти материалы представляют собой большую ценность и актуальность, а также вызывают большой интерес со стороны зарубежных ученых.

Члены РНКЗНИ постоянно следят за научными публикациями и периодически выпускают справочно-аналитические обзоры научной литературы, посвященные физическим характеристикам ЭМП, источникам и возможным негативным биологическим эффектам. При составлении аналитического обзора РНКЗНИ оценивает научную достоверность, своевременность и надежность каждого доклада. РНКЗНИ также проводит пропаганду предупредительного принципа в отношении ЭМП, делая заявления, составляя практические рекомендации и публикуя труды научных симпозиумов.

Членами РНКЗНИ проводятся работы по обобщению информации по санитарно-гигиеническим документам, требующих совершенствования и доработки, в условиях быстрого развития новых технологических установок и устройств, излучающих ЭМП, определены приоритеты

РНКЗНИ проводит работу совместно с ICNIRP, а также с международной программой ВОЗ "Электромагнитные поля и здоровье человека".

3.2. КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

В соответствии со статьей 25 Федерального закона "Об охране окружающей природной среды" от 19 декабря 1991 г. № 2060-1 нормирование качества окружающей среды проводится с целью установления предельно допустимых значений факторов воздействия на окружающую среду, гарантирующих экологическую безопасность населения, сохранения генетического

фонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности.

Основным критерием экологического нормирования ЭМП может служить положение, в соответствии с которым безопасным для экосистемы считается ЭМП такой интенсивности, при которой возможна потеря отдельной особи при обязательном условии сохранения стабильности экосистемы. При экологическом нормировании ПДУ ЭМП имеет смысл верхнего предела устойчивости организма, при превышении которого ЭМП становится лимитирующим фактором окружающей среды (см. рис. 1).

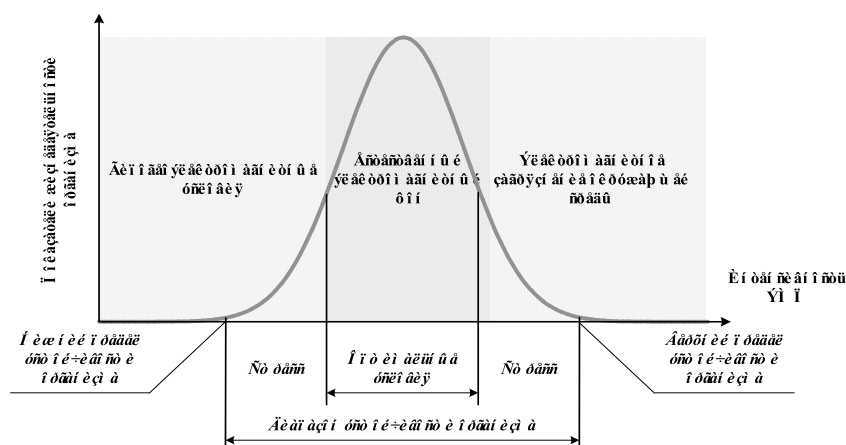


Рисунок 1 – Условная кривая изменений показателей жизнедеятельности организма от интенсивности воздействующего ЭМП

Безопасность экосистемы определяется близостью ее состояния к границам устойчивости. Ключевым требованием является: сохранение размера и биомассы экосистемы, постоянство видового состава, численных соотношений между видами и функциональными группами организмов. От этого зависит стабильность трофических связей, внутренних

взаимодействий между структурными компонентами экосистемы и ее продуктивность.

3.3 КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ЭМП

До настоящего времени ПДУ для оценки воздействия ЭМП на окружающую среду в целом не разработаны ни в одной стране мира. Имеются лишь разрозненные результаты отдельных исследований воздействия ЭМП на компоненты экосистем.

Единственным объектом живой природы, для которого разработаны и внедрены соответствующие ПДУ как в Российской Федерации, так и во многих государствах за рубежом, является человек.

К вопросу нормирования ЭМП для окружающей среды возможны несколько подходов:

1. За ПДУ принимается *интенсивность ЭМП естественного происхождения*. При таком подходе разработка нормативов является простой задачей и сводится к обобщению имеющихся данных по интенсивности естественного электромагнитного фона в интересующем диапазоне частот (0–300 ГГц). Данный подход не оправдан ни с экономической, ни с экологической точки зрения, т. к. его реализация потребует почти полного прекращения функционирования объектов-источников ЭМП, а также проведения чрезвычайно дорогостоящих защитных мероприятий.
2. За ПДУ принимается *технически минимально достижимая интенсивность ЭМП*, которая обеспечивает бесперебойную работу технических устройств. Подход является техническим, и вопрос нормирования рассматривается в отрыве от воздействия ЭМП на живые организмы. Установленные при таком подходе ПДУ могут быть в несколько раз выше пороговых значений, обоснованных биологическими исследованиями.
3. За ПДУ принимаются *ПДУ, разработанные для человека*. Перенесение требований нормативных документов, разработанных для человека, на экосистемы в целом представляется чрезмерно грубым приближением, даже при условии введения соответствующих поправочных коэффициентов, т. к. характер воздействия ЭМП определенного типа на представителей флоры и фауны может радикально отличаться от характера его воздействия человека. Особенно это различие может наблюдаться у организмов, так

или иначе использующих ЭМП естественного происхождения для обеспечения своего процесса жизнедеятельности.

4. За ПДУ принимаются *биологически обоснованные уровни*, установленные в результате физических, физиологических, клинических, биохимических и других исследований на биологических объектах.

Этот подход является наиболее правильным, так как ПДУ определяется на основе комплексных исследований с оценкой последствий влияния ЭМП на жизнедеятельность видов и сообществ различной организации.

3.4 МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ДЕЙСТВИЯ ЭМП НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Экологическим последствиям возрастающего уровня ЭМП в биосфере еще не дана соответствующая оценка. Следует отметить, что оценка последствий воздействия ЭМП на биосферу в целом является чрезвычайно сложной задачей, решение которой возможно лишь с позиций системной методологии. Этот подход заключается в конкретном учете всеобщности связей в природе, знании общесистемных законов и динамических свойств экосистем, таких как инертность, устойчивость, равномерность.

Методология оценки действия ЭМП различных диапазонов должна включать изучение чувствительности основных элементов экосистем (животных, растений, насекомых, почвенного микробсообщества) к воздействию ЭМП с целью установления экологически значимых тест-объектов – биоиндикаторов – по показателям продуктивности и выживаемости, а также определение наиболее чувствительных тест-систем. Это позволит минимизировать материально-технические затраты на дальнейшие исследования при сохранении их достаточной объективности.

Биоиндикатор, это организм, вид или сообщество по наличию, состоянию, поведению которых судят об изменениях в среде, в том числе о присутствии загрязнителей и степени загрязненности окружающей среды.

Например, среди растений наиболее изученным видом-биоиндикатором является сосна, которая высоко чувствительна к загрязнению среды и практически не встречается в сильно загрязненных районах (В.Н. Карнаухов, 2001). В ряде случаев в весенне-летний период для биомониторинга могут быть использованы клетки листьев липы, березы и других лиственных деревьев и кустарников.

Следует также обращать особое внимание на представителей экосистем, использующих ЭМП для обеспечения своего процесса жизнедеятельности.

Для большинства типов экосистем из различных климатических зон тест-объекты из растительного и животного сообществ могут варьировать.

Для определения пороговых величин интенсивности ЭМП различных частотных поддиапазонов необходимо проведение следующих перспективных исследований на выбранных биоиндикаторах и тест-системах:

- экспериментально определить ряды чувствительности биологических компонентов экосистем к воздействию ЭМП разных частотных поддиапазонов и выбрать соответствующие биоиндикаторы;
- для выбранных биоиндикаторов определить пороговые значения интенсивности ЭМП в каждом из частотных поддиапазонов при определенных режимах облучения на основе морфофизиологических, цитогенетических, электрофизиологических и биофизических показателей;
- разработать методы мониторинга состояния экосистем в условиях электромагнитного воздействия.

В реальной обстановке природные экосистемы одновременно подвергаются воздействию нескольких (многих) факторов среды. Оценку экологических последствий для компонентов природных экосистем следует проводить с учетом всего комплекса техногенных факторов. С этой целью потребуются построение иерархической структуры экологических факторов по степени их биологической и экологической значимости, а также исследования комплексного влияния факторов на биоиндикаторы с выявлением лимитирующего фактора. При этом следует уделять внимание экосистемам, расположенным на особо охраняемых территориях – заповедниках, заказниках, национальных парках и т. п., а также в зонах с повышенной антропогенной нагрузкой.

В случае, если в результате анализа проведенных по вышеуказанной схеме исследований выяснится, что ПДУ ЭМП для выбранных тест-объектов и тест-систем окажутся выше, чем для человека, то на основании статьи 28 "Об охране окружающей природной среды" в качестве нормативов для оценки электромагнитного загрязнения окружающей среды принимаются

санитарно-эпидемиологические правила и нормы, действующие в системе Минздрава России.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Термин “электромагнитное загрязнение окружающей среды” объективно отражает новые экологические условия, сложившиеся на Земле в условиях воздействия электромагнитного поля (ЭМП) на человека и все элементы биосферы.

В настоящее время проблема электромагнитной безопасности и защиты окружающей природной среды от воздействия ЭМП приобрела большую актуальность и социальную значимость, в том числе на международном уровне.

Технологическое развитие информационного общества привело к тому, что в условиях постоянного воздействия ЭМП находится значительная часть экосистем, особенно в условиях городов, на прилегающих к городам территориях, а также локально в практически незаселенных условиях. Анализ опубликованных данных, собственный опыт наблюдения и измерений ЭМП в условиях различных местностей показывает наличие высоких уровней ЭМП, в том числе тепловых значений, в местах недоступных для человека, но заселенных представителями флоры и фауны. Однако нормирование ЭМП как физического фактора внешней среды проводится только с целью его санитарно-гигиенической оценки для человека, а экологические нормативы для источников ЭМП в нашей стране отсутствуют.

Проведенный анализ экспериментальных работ показывают, что ЭМП является весьма чувствительным фактором для всех элементов биоэкосистем от человека до простейших.

Так действие ЭМП на насекомых свидетельствует о том, что этот фактор может вызывать изменения в поведении, действуя на уровне информационных отношений между особями, может оказывать чисто физическое действие в силу особенностей строения тела и жизнедеятельности насекомых; может также оказывать на некоторые физиологические характеристики (обмен веществ, рост и развитие). Возможно также некоторое действие ЭМП на генетическом уровне.

Как слабые, так и сильные ЭМП оказывают достаточно выраженное влияние на морфологические, физиологические, биохимические и биофизические характеристики многих растений. Влияют на рост, развитие и размножение растительных

объектов. Что касается истинно генетических последствий, то однозначного ответа на этот вопрос пока нет. Подавляющее большинство исследований обнаруживает высокую чувствительность различных микроорганизмов к достаточно слабым полям. Однако нет систематических и крайне мало достоверных данных о наличии эффектов, направлению реакций и последующих изменений в связи с параметрами действующих ЭМП.

Необходимо подчеркнуть, что значительная часть представителей фауны, в отличие от человека, обладает прямыми рецепторами ЭМП и использует естественные ЭМП для поддержания нормальной жизнедеятельности. По мнению авторов, такие виды являются наиболее уязвимыми в ситуации электромагнитного загрязнения.

Для регулирования воздействия ЭМП антропогенного происхождения на окружающую среду с целью предотвращения деградации основных компонентов природных экосистем, включая сокращение биоразнообразия, связанное с этим снижение способности природы к саморегуляции, в рамках реализации Экологической доктрины Российской Федерации, необходимо осуществление следующих мероприятий:

- разработка и утверждение критериев и предельно допустимых уровней воздействия ЭМП на окружающую среду;
- разработка и утверждение критериев оценки степени экологической опасности источников ЭМП конкретных типов, т. к. в зависимости от источника характер воздействия может иметь различный характер;
- внесение соответствующих изменений в методику проведения ОВОС, на объектах содержащих источники ЭМП;
- разработка методики инструментального контроля интенсивности ЭМП в целях экологической оценки;
- подготовка федерального и региональных реестров источников ЭМП;
- разработка методологии исчисления и введение платежей или экологического налога за ущерб, наносимый ЭМП окружающей среде, необходимость введения которых обсуждалась на различных уровнях (см. письмо Минэкономики России от 28 мая 1999 г. № 2296-П, решения Комитета по экологии Государственной Думы от 15 апреля 1999 г. № 98-5, от 21 мая

1998 г. № 70-2, от 19 ноября 1998 г. № 81-2, приказ Министра МПР России № 361 "О расширении системы платежей за негативное воздействие на окружающую среду");

–разработка порядка расчета экономических оценок вредных нагрузок от загрязнения окружающей среды ЭМП для использования указанных оценок при разработке планов специализированных мероприятий по защите (реконструкция, вывод за пределы населенных мест, использование технических защитных мероприятий и т.п.).

Учитывая, что существует определенный положительный опыт международных организаций и национальных программ в других странах по решению проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды, считаем необходимым изучение этого опыта, установление соответствующих межгосударственных контактов.

Начиная с 1995 года проблема электромагнитной безопасности в окружающей среде практически ежегодно обсуждается Комитетом экологии Государственной Думы Российской Федерации, находит поддержку в поручениях аппарата Правительства (ответственный – Минздрав России), однако практического решения не имеет.

Решение проблемы электромагнитного загрязнения окружающей среды является комплексной задачей, затрагивающей социальные и экономические интересы различных отраслей и ведомств, требующей междисциплинарных подходов и привлечения специалистов разного профиля. Особенностью проблемы является то, что основными источниками электромагнитного загрязнения окружающей среды являются наиболее динамично развивающиеся отрасли (связь, энергетика) со значительными привлеченными капиталами и инвестициями, как в техническую инфраструктуру, так и в целом в экономику отраслей. В связи с этим, для реального решения проблемы крайне необходимо иметь полномочный орган государственной координации работ.

Существующая тенденция увеличения использования электромагнитной энергии в хозяйственной деятельности человека и современное состояние обеспечения проблемы электромагнитной безопасности на государственном уровне позволяет прогнозировать дальнейшее увеличение электромагнитного загрязнения окружающей среды. Поэтому разработка и введение в практику нормативно-правовых и

экономических регуляторов электромагнитного загрязнения, безусловно, позволит создать коренной позитивный поворот в ситуации, предотвратить деградацию среды обитания и сокращение видового биоразнообразия, внесет важный вклад в обеспечение устойчивого развития страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аникин В.В., Шляхтин Г.В. и др. Обследование состояния энтомофауны в зоне влияния ЛЭП-500. // В кн. Мат-лы науч.-практич. конф. «Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения». г. Саратов 28-30 августа 2000. Изд-во СГУ, 2000. стр.3-6
2. Асабаев Ч., Бончковская Т.Ю.. Физиологическая характеристика реакции ЦНС животных к малоинтенсивным непрерывным ЭМП СВЧ диапазона. // В кн. Тезисы докладов симпозиума «Принципы и критерии оценки биологического действия радиоволн» Ленинград, 24-25 мая 1973 г. с. 29-31
3. Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое о биомагнетизме: В 2-х т. Т. 1: Пер. с англ./ Под ред. Дж. Киршвинка, Д. Джонса, Б. Мак-Фаддена. – М.: Мир, 1989. -353с.
4. Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое о биомагнетизме: В 2-х т. Т. 2: Пер. с англ./Под ред. Дж. Киршвинка, Д. Джонса, Б. Мак-Фаддена. – М. Мир, 1989. –525 с.
5. Васильев А.С. и др., Магниторецепторные реакции у стекловидного угря. // Биофизика, 1973.
6. Воронкова Е.В., Григорьев Ю.Г., Калашникова Н.В., Шеин В.И. Цитогенетические исследования влияния ЭМП на растительных объектах в натуральных условиях.// В кн. Мат. 1-ой рос. конф. «Проблемы электромагнитной безопасности человека. Фундаментальные и прикладные исследования», Москва, 28-29 ноября 1996 г. С 110.
7. Григорьев О.А., Меркулов А.В. Проблема экологических нормативов в условиях электромагнитного загрязнения окружающей среды. // Материалы 3-й междунар. конф. "Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования ", 17-24 сент. 2002 г., Москва - С.Петербург. - М., 2002. - С.25-27.

8. Григорьев Ю. Г., Степанов В. С., Григорьев О. А., Меркулов А. В. Электромагнитная безопасность человека. Справочно-информационное издание. Российский национальный комитет по защите от неионизирующего излучения, 1999

9. Григорьев Ю.Г., Невзгодина Л.В. и др. Влияние электромагнитного излучения сложного режима на высшие растения с различной метаболической активностью. // В кн. Мат. 1-ой росс. конф. «Проблемы электромагнитной безопасности человека. Фундаментальные и прикладные исследования», Москва, 28-29 ноября 1996 г. стр. 101-102.

10. Дувинг В.Г., Малинина Ю.А., Воеводин В.И. Моделирование воздействия электромагнитного поля высоковольтных линий электропередач на гидробиологические объекты. // В кн. Мат-лы науч.-практич. конф «Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения». г. Саратов, 2000. Изд-во СГУ, 2000 стр. 17

11. Дышловой В.Д., Пилявской С.М. и др. Влияние ЭМП ПЧ на генеративную функцию млекопитающих // В кн. Тезисы докладов Всесоюз. симпозиума «Биологическое действие ЭМП» Пущино, 1982. стр. 98-99.

12. Евтушенко Г.И. Влияние магнитного поля промышленной частоты на организм животных (50 Гц). Материалы 3-го советско-американского рабочего совещания по проблеме: «Изучение биологического действия физических факторов окружающей среды» Киев, 11-15 мая 1981 г. – Киев "Здоровья", 1982. стр. 160-178.

13. Захаров В. М., Чубинишвили А. Т., Дмитриев С. Г. и др. Здоровье среды: практика оценки.– М.: Центр экологической политики России, 2000. – 320 с.

14. Каргашев А. Г., Плеханов Г. Ф. Экологическая оценка ПЭП ЛЭП. // В кн. Тезисы докладов Всесоюз. симпозиума «Биологическое действие ЭМП» Пущино, 1982. стр. 99-101.

15. Козьмин Г.В., Ипатова А.Г. и др. Влияние хронического СВЧ облучения на компоненты агроэкосистем. // В кн. Материалы Международного совещания «Электромагнитные поля. Биологическое действие и гигиеническое нормирование» Москва, Россия, 18-22 мая 1998 г. Под ред. М. Х. Репачоли, Н. Б. Рубцовой, А. М. Муц. Geneva, 1999. стр. 207.

16. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. Под ред. Исаева Л. К. СПб, Эколого-аналитический информационный центр «Союз», 1998 – 896 с.
17. Материалы 5-го советско-американского рабочего совещания по проблеме: «Изучение биологического действия физических факторов окружающей среды». Ялта, 22-26 апреля 1985 г. – Киев «Здоровья», 1987
18. Материалы Международного совещания «Электромагнитные поля. Биологическое действие и гигиеническое нормирование» Москва, Россия, 18-22 мая 1998 г. Под ред. М. Х. Репачоли, Н. Б. Рубцова, А. М. Муц. – Женева, 1999
19. Нехорошев О.Г. Линии электропередачи и экология птиц. // В кн. Мат. 1-ой рос. конф. «Проблемы электромагнитной безопасности человека. Фундаментальные и прикладные исследования», Москва, 28-29 ноября 1996 г. стр. 109.
20. Павлович С. А. Магнитная восприимчивость организмов.. – М.: Наука и техника, 1985. – 110 с.
21. Плеханов Г.Ф. Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии. – Томск: Изд-во Томского университета, 1990. – 188 с.
22. Поддубный А.Г. Экологическая топография популяций рыб в водохранилищах. Л. Наука, 1971
23. Подковкин В. Г. Особенности гормонально-медиаторной регуляции организма в условиях изолированного и комбинированного действия различных неионизирующих факторов окружающей среды (геомагнитное поле, постоянное магнитное поле, электромагнитное излучение). Автореферат диссертации на соис. уч.ст. д.б.н. Москва, 1994, 39 стр.
24. Пресман А. С. Организация биосферы и ее космические связи. (кибернетические основы планетно-космической жизни). ГЕО – СИНТЕГ
25. Прести Д.Е. Навигация птиц, чувствительность к геомагнитному полю и биогенный магнетит. В кн.: Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое о биомагнетизме. Изд-во:МИР, 1989. Т.2. стр. 233-265.
26. Рыбникова В.И. Биологическое действие микроволн на некоторые микроорганизмы. // В кн. Тезисы докладов Всесоюз. симпозиума «Биологическое действие ЭМП» Пущино, 1982. стр. 27

27. Савин Б.М., Косова И.П., Шитникова О.Ю. Материалы 5-го советско-американского рабочего совещания по проблеме: «Изучение биологического действия физических факторов окружающей среды». Ялта, 22-26 апреля 1985 г. – Киев «Здоровья», 1987 с.171
28. Темурьянц Н. А., Владимирский Б. М., Тишкин О. Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. – Киев: Наук. думка, 1992. 188 с.
29. Тоун У.Ф., Гоулд Дж. Л. Чувствительность медоносных пчел к магнитному полю. В кн.: Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое о биомагнетизме. Изд-во:МИР, 1989. стр. 147-173.
30. Тугарова А.В., Смиян М.В., Шигаев А.В., Панасенко В.И., Чумаков М.И. Численность и активность ризосферной микрофлоры овса и подсолнечника под высоковольтными линиями электропередач. // В кн. Мат-лы науч.-практич. конф «Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения». г. Саратов, 2000. Изд-во СГУ, 2000.
31. Холодов Ю. А. Мозг в электромагнитных полях. М.: Наука, 1982. –123 с.
32. Холодов Ю. А. Реакции нервной системы на электромагнитные поля. М.: Наука, 1975
33. Чернышев В.Б. Влияние возмущений земного магнитного поля на активность насекомых. // В сб. Мат-ля совещания по изучению влияния магнитных полей на биологические объекты. М., 1966, с.80
34. Чернышев В.Б. Влияние электромагнитных полей на поведение насекомых // В сб. Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу. М. Наука, 1971. с. 231.
35. Шандала М.Г., Думанский Ю.Д. и др. Биологическое действие электрического поля низкой частоты (50 Гц). Материалы 3-го советско-американского рабочего совещания по проблеме: «Изучение биологического действия физических факторов окружающей среды» Киев, 11-15 мая 1981 г. – Киев "Здоровья", 1982. С. 141–159.
36. Шидлаускайте Л.А. Реакции водных животных в электромагнитных полях. // Тр. АН Лит. ССР, сер. В, Т.2, 1973, С. 127.
37. Шляхтин Г.В., Аникин В.В., Завьялов Е.В. и др. Влияние ЭМП на структуру и динамику биологических систем надорганизменного уровня.// В кн. Мат-лы науч.-практич. конф

«Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения». г. Саратов, 2000. Изд-во СГУ, 2000 стр. 34–35

38. Balodis V. et al. Does the Skruda Location station diminish the radial growth of pine trees? *The Science of the Total Environment* 180 (1):87-93. 1996

39. Balodis V., A. Kolodynski et al. The effects of electromagnetic radiation from the Skruda RLS on organisms. *Proceedings Int. Seminar on effects of EMF on the living Environment*. Ismaning, Germany, October 4–5, 1999. ICNIRP, 2000

40. Becker G. Elektrische Kommunikation bei termiten// *Z. f. Angew. Entomol.* 1977, p. 82;

41. Becker G. On the orientation of diptera according to the geomagnetic field. *III Intern. Biomagn. Sympos. Chicago, 1966*, p.9

42. Braun F.A. A compass directional phenomenon in mud snails and its relations to magnetism. // *Biol. Bull.*, 1965, 51. p. 135

43. ICNIRP. Effects of Electromagnetic Fields on the Living Environment. *Proceedings. International Seminar on Effects of Electromagnetic Fields on the Living Environment*, Ismaning, Germany, October 4 and 5, 1999. ICNIRP 10/2000 – 280 p.

44. Hjerlesen DL, Miller MC, Kaune WT, Phillips RD (1982). A behavioral response of swine to a 60-hz electric field. *Bioelectromagnetics* 3(4):443-452.

45. Johnson JG, Poznaniak DT, McKee GW (1979). Prediction of damage severity on plants due to 60-hz high-intensity electric fields. NTIS Document No CONF-781016:172-183, Hanford Life Sciences Symposium 18th Annual Meeting October 1978 Richland WA.

46. Lee JM Jr, Stormshak F, Thompson J, Hess DL, Hefeneider S (1997). Studies of melatonin, cortisol, progesterone, and interleukin-1 in sheep exposed to EMF from a 500-kv transmission line. In: R. G. Stevens, B. W. Wilson, L. E. Anderson, (eds.). *The Melatonin Hypothesis: Breast Cancer and the Use of Electric Power*. Columbus, Ohio: Battelle Press, P. 391–427.

47. Lee JM Jr, Stormshak F, Thompson JM, Thinesen P, Painter LJ, Olenchek EG, Hess DL, Forbes R, Foster DL (1993). Melatonin secretion and puberty in female lambs exposed to environmental electric and magnetic fields. *Biol Reprod* 49(4):857–864.

48. Lee JM. Jr, Stormshak F, Thompson JM, Hess DL, Foster D.L (1995). Melatonin and puberty in female lambs exposed to EMF: a replicate study. *Bioelectromagnetics* 16(2): 119-123 1995

49. Mercer H. D. (1985). Biological effects of electric fields on agricultural animals. *Vet Hum Toxicol* 27(5):422–426 1985.
50. Phillips J.B., Adler K., Directional and discriminatory responses of salamanders to weak magnetic fields. In: *Animal Migration Navigation and homing*. Springer-Verlag, Berlin, 1978. pp. 325–333.
51. Quinn T.P. A model for salmon navigation on the high seas. In: *Proceedings of the Salmon and Trout Migratory Behavior symposium*. 1982. pp. 229–237.
52. Sheppard A.R. "Biological Effects of High Voltage Direct Current Transmission Lines," Report to the Montana Department of Natural Resources and Conservation, Helena. NTIS publication, PB 83 207258, April, 1983.
53. Плеханов Г.Ф. Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии. Изд-во Томского университета, г. Томск, 1990

DEFINITION OF APPROACHES TO EMF STANDARDIZING FOR NATURAL ECOSYSTEMS

*O. Grigoriev*¹, *E. Bichelday*¹, *A. Merkulov*¹, *V. Stepanov*²,
*B. Shenfeld*³

¹ Center for Electromagnetic Safety, Moscow

² State Research Center – Institute of Biophysics, Moscow

³ “UralNII Ecology” of Ministry of Natural Resources, Perm

A review of Russian and foreign studies of EMF effects on living environment was made. Vast range of EMF frequencies and intensities affect on functions and condition of ecosystems. Even non-thermal EMF levels could cause reversible changes in physiological process regulation: animals have changes in metabolic processes, plants have changes in growth and gaseous processes, nutrition absorption. Some changes were observed in animal behavior such as motive activity, spatial orientation, decreasing of ability to form a conditioned response. Some animal species (some insects, bees, birds, crocodiles, turtles) use electromagnetic fields for spatial orientation during migration. Some biological communities are very sensitive to EMF affects and could become the biological indicators of electromagnetic pollution. In this paper some approaches and principles of EMF ecological standardizing are defined.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ПОСТОЯННЫХ ПОЛЕЙ - ГОТОВЫ ЛИ РОССИЙСКИЕ НОРМАТИВЫ К ГАРМОНИЗАЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ СТАНДАРТАМИ?

Р.В. Афанасьев, А.А. Галкин, В.Г. Зуев

Государственный научно-исследовательский испытательный
институт военной медицины МО РФ, Москва

Введение

Статические электрические и магнитные поля занимают крайнее положение в спектре электромагнитных частот, то которое соответствует его началу или частоте 0 Гц. Это тот случай, когда связь между электрическим и магнитным полем отсутствует и мы рассматриваем эти поля отдельно. При этом излучающая компонента отсутствует, и появление постоянного электрического поля не влечет за собой возникновение магнитного. Это особый случай вырожденного электромагнитного поля, с длиной волны равной бесконечности. Из-за отсутствия компоненты излучения постоянное электрическое и магнитное поле нельзя назвать электромагнитным излучением (ЭМИ), но для их обозначения вполне можно использовать термин электромагнитные поля (ЭМП), поскольку они могут быть статическими, а могут быть и переменными. Основные параметры ЭМП это - напряженность электрического (E) и магнитного (H) поля, они остаются те же по своей физической сути, что и во всем спектре частот и являются величинами векторными. Определением напряженности электрического поля является сила, с которой это поле действует на заряд в теле или в пространстве, а для магнитного поля - сила, с которой это поле действует на элемент тока в проводнике. Эти базовые физические представления объединяют переменные и постоянные ЭМП. Термин ЭМИ можно применять только для переменных электрических и магнитных полей, когда существует связь электрического и магнитного поля через волновое сопротивление.

Источники статических полей

Со статическим электрическим полем человек постоянно встречается в окружающей его среде, в быту и на производстве.

Здесь уместно особо выделить случаи возникновения контактных токов при соприкосновении с экранами видеодисплейных терминалов, телевизоров или другими объектами, способными накапливать потенциал, достигающий до 20 кВ. Эти токи силой от единиц до сотен мА могут вызывать тактильные ощущения (от легкого покалывания до сильной боли). И все-таки случаи воздействия контактного тока более относятся к соблюдению мер безопасности труда в электротехнике при защите от статистического электричества, чем к биологическому воздействию поля в том виде, в каком его рассматривает радиобиология неионизирующих излучений, хотя строгое разграничение этих понятий провести затруднительно. Человек, находясь в постоянном электрическом поле предгрозовой обстановки подвергается не только воздействию сильного (до 3 кВ/м) статического электрического поля, возникающего между землей и грозowymi облаками, но при разряде молнии он может быть поражен контактным током. Эта опасность характерна и для статического электрического поля, например, на общественном электротранспорте. Да и современные нормативные уровни напряженности поля сравнимы с уровнями электрического пробоя в воздухе при определенных условиях. При работах в условиях воздействия статического электрического поля характерно тесное сплетение мероприятий по технике безопасности труда как при работе с электричеством так и электромагнитной безопасностью, в основе которой лежат биологические эффекты от воздействия внешних полей. Линии сильного постоянного тока в метро, трамваях и троллейбусах создают мощные электрические (до 15-20 кВ/м) и магнитные (до 100 мкТл) поля. Кроме того сильные постоянные электрические поля часто встречаются в авиационной, текстильной, химической и полиграфической промышленности и других отраслях национальной экономики.

Источниками постоянных магнитных полей высокой напряженности служат специальные установки в научно-исследовательских учреждениях и здравоохранении (ЯМР-томографы, ускорители, установки управляемого термоядерного синтеза). Так, например, ядерно-магнитные томографы являются источниками магнитной индукции до 1 Тл.

Механизмы взаимодействия с биологическими объектами.

В статическом электрическом поле тело человека можно рассматривать как неоднородный диэлектрик. Поэтому для оценки воздействия этого поля на тело необходимо использовать модель электрического поля в диэлектрике.

В диэлектрике, находящемся во внешнем электростатическом поле происходят существенные изменения [1]. На микроуровне положительно заряженные ядра атомов и отрицательно заряженные электроны реагируют на внешнее поле.

Несимметричные молекулы (H_2O) обладают собственным дипольным моментом, а в симметричных (H_2 , N_2) - положительные и отрицательные заряды расположены в центре тяжести молекулы. Под действием внешнего поля заряды симметричных молекул смещаются пропорционально величине поля вдоль его силовых линий, приобретая при этом дипольный момент. А имеющийся дипольный момент несимметричных молекул, взаимодействуя с внешним полем, начинает поворачиваться вдоль силовых линий. Так действует электростатическое поле на заряды внутри молекул. Обычно такие заряды не покидают пределы молекул и обозначаются как связанные. Кроме связанных существуют свободные заряды, в электродинамике их называют сторонними [2] (другое их название - свободные, хотя их свобода имеет существенное ограничение). Сторонние заряды движутся внутри тела вдоль силовых линий постоянного электрического поля. Для анализа поля внутри диэлектрика выбирается бесконечно малый объем и в нем находят суперпозицию полей от связанных и сторонних зарядов. Эта величина, усредненная по бесконечно малому объему, образует микроскопическое поле в точке внутри диэлектрика в соответствии с принципом суперпозиции (наложения) электрических полей. Этот принцип позволяет вычислить напряженность любой системы зарядов. При отсутствии внешнего поля дополнительные моменты всех молекул тела в сумме равны 0. Под действием внешнего электростатического поля тело (диэлектрик) поляризуется и степень его поляризации пропорциональна напряженности поля в данной точке. Для практического расчета полей внутри диэлектрика полезна вспомогательная величина - электрическая индукция (D), которая связана с микроскопической напряженностью поля (E) и поляризуемостью (P) диэлектрика соотношением:

$$D = \epsilon_0 E + P \quad (1)$$

или

(2)

где

ϵ_0 - электрическая постоянная ($0,885 \cdot 10^{-11}$ Ф/м);

ϵ - безразмерная величина, диэлектрическая проницаемость тела.

Важнейшим физическим параметром в оценке воздействия статического электрического поля на тело человека является напряженность внешнего поля вне тела (E), измеряемая в В/м или кВ/м, что более подходит к реальным уровням напряженности полей, определяющих пороги его нормирования.

Действие постоянного магнитного поля проявляется тогда, когда есть проводник с током. В этом случае оно будет действовать на элемент проводника с током с силой, пропорциональной магнитной индукции. В организме человека целый ряд анатомо-физиологических образований могут рассматриваться как проводник с током, например, кровотоки в сосудах и пути передачи нервного импульса. Магнитное поле не действует на неподвижный заряд, а сила его воздействия появляется, когда заряд движется. Для магнитного поля также как и для электрического справедлив принцип суперпозиции полей. Основной характеристикой магнитного поля является магнитная индукция (B) измеряемая в Тл, наряду с ней используется и характеристика напряженности магнитного поля (H_m) измеряемая в А/м. Аналогично с электрическим полем, у магнитного поля имеется связь между напряженностью и индукцией [1, 3]:

(3)

где μ_0 - магнитная постоянная ($1,26 \cdot 10^{-6}$ Г/м);

μ - магнитная проницаемость среды, безразмерная величина.

Кстати, из зависимости между H и B, используя константу μ_0 можно найти соотношение между единицами напряженности и индукции постоянного магнитного поля для немагнитной среды:

$$1 \text{ А/м} = 1,26 \cdot 10^{-6} \text{ Тл} = 1,26 \text{ мкТл}$$

$$1 \text{ Тл} = 0,8 \cdot 10^6 \text{ А/м} = 800 \text{ кА/м.}$$

Если тело, помещенное во внешнее магнитное поле не является магнетиком, то магнитная проницаемость его среды равна 1. Абсолютное большинство биологических объектов относится именно к ним. Таким образом напряженность магнитного поля внутри тела человека такое же, как и вне его.

Биологические эффекты

Проведенные экспериментальные исследования по изучению биологических эффектов, вызываемых действием статического электрического поля, не выявили достоверных доказательств “вредного” для здоровья человека действия [4]. Ряд ведущих российских специалистов по вопросам биологического действия и гигиенического нормирования [5] относит статические электрические поля к фактору, обладающему сравнительно низкой биологической активностью. Выявленные нарушения носят исключительно функциональный характер и “... укладываются в рамки астеноневротического синдрома и вегетососудистой дистонии” [5]. Там же отмечается, что опросы, проведенные среди работающих в условиях воздействия данного фактора, показали, что у них преобладают субъективные жалобы невротического характера, выраженные в повышенной раздражительности, нарушениях сна и возникновении головной боли. Эта симптоматика носит характер фобии среди работников, имеющих преувеличенное представление об опасности своего рабочего места. Судя по результатам лабораторных исследований, объективные показатели крови оказались устойчивы к данному фактору и даже в очень сильных электрических полях отмечалась лишь незначительная тенденция к лимфоцитозу и моноцитозу, имеющая нестойкий характер их проявления. Причем следует подчеркнуть, что эти эксперименты на животных проводились при напряженности поля до 340 кВ/м [4], что, например, значительно превышает ПДУ введенные ГОСТом 12.1.045-84. В таких же мощных полях исследовалась репродуктивная функция и развитие потомства животных. Результаты этих исследований показали незначительные различия с контролем. В полях, сравнимых по напряженности с современными нормами для населения (19 кВ/м), исследовались гематологические и иммунологические показатели (альбумин и глобулин белковой фракций сыворотки крови) у крыс, при этом реакции оказались нестойкие. Незначительные изменения отмечались в количестве клеток крови, белка крови и химии крови у мышей.

При воздействии постоянным магнитным полем наиболее чувствительными считаются нервная, сердечно-сосудистая, нейроэндокринная системы. Работающие в постоянном магнитном поле предъявляют субъективные жалобы в основном астенического характера. У них могут наблюдаться

функциональные сдвиги со стороны сердечно-сосудистой системы [5]. Картина крови достаточно устойчива даже в сильных магнитных полях. ВОЗ [6] считает, что на сегодня нет достоверных доказательств повреждающего действия на организм человека мощной постоянной магнитной индукции (до 2 Тл), что почти в 100 раз превышает рекомендуемый ПДУ для населения (14 мТл). Отсутствие прямых доказательств повреждающего действия у этого фактора объясняет довольно резкое различие ПДУ для населения разных государств (от 14 до 200 мТл). В ряде работ отмечаются осторожные рекомендации по проведению дополнительных исследований влияния на человека постоянной магнитной индукции выше 2 Тл. Довольно объемные исследования [4], и проведенные оценки фактических уровней магнитных полей показали, что в практике на большинстве рабочих мест, применяемые источники полей создавали уровни магнитной индукции от 0,1 мТл до 1 Тл, что находится ниже упомянутого порога 2 Тл и обнаружение каких-либо прямых биологических эффектов в таких условиях маловероятно.

Нормативы и ограничения по воздействию

Несмотря на довольно скептическое отношение некоторых исследователей к стойкости биологических эффектов существуют нормативные документы по ограничению воздействия статических электрических и магнитных полей. В 1994 году Европейский комитет по электротехнической стандартизации CENELEC разработал предварительный Европейский стандарт. Этот документ интересен прежде всего тем, что в нем впервые предприняты попытки объединить все стандарты на весь спектр электромагнитных излучений от 0 до 300 ГГц. В нем для персонала по напряженности электрического статического поля установлен предельно допустимый уровень в 42 кВ/м для 8 часового рабочего дня, а для населения - 14 кВ/м. В таблице 1 для сравнения представлены некоторые национальные стандарты. В Российской Федерации действуют по крайней мере два стандарта для персонала по статическому электрическому полю это - "Санитарно-гигиенические нормы допущенной напряженности электростатического поля" № 1757-77, утвержденные Минздравом и ГОСТ 12.1.045-84. "ССБТ. Электростатические поля. Дополнительные уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля".

Т а б л и ц а 1. Сравнительные предельно допустимые уровни по нормированию статистических полей для отдельных национальных стандартов

Статическое электрическое поле				
Россия		Германия DIN, (Англия)	США, AGGIH, 1991	CENELEC, 1991
Персонал	$E_{\max} = 60$ кВ/м	$E_{\max} = 60$ кВ/м $E_{\text{день}} = 40$ кВ/м	$E < 25$ кВ/м	$E_{8\text{час}} = 42$ кВ/м
	$E_{8\text{час}} = 21$ кВ/м			
Население	$E_{\text{ПДУ}} = 15$ кВ/м	–	–	$E_{\text{ПДУ}} = 16$ кВ/м
Статическое магнитное поле				
Персонал	$V_{\text{ПДУ}} = 10$ мТл	$(V_{\text{день}} = 20 \text{ мТл})$ $(V_{\max} = 2 \text{ Тл})$	$V_{\text{ПДУ}} = 10$ мТл $V_{\max} = 2$ Тл	$V_{\text{ПДУ}} = 200$ мТл $V_{\max} = 2$ Тл

Для населения России документом, нормирующим ПДУ электростатического поля, является “Санитарно-гигиенический контроль полимерных стройматериалов, предназначенных для применения в строительстве жилых и общественных зданий” № 2158-80, установивший уровень для условий непрофессионального воздействия в 15 кВ/м. Действующим нормативным документом, нормирующим ПДУ постоянного магнитного поля является: “Предельно допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами” № 1742-77, в которых установлен предельный уровень магнитной индукции для персонала в 10 мТл. К настоящему времени известен лишь один документ по стандарту для статической индукции, разработанный Европейским комитетом CENELEC, где для населения допускается непрерывная экспозиция 10 мТл, что сравнимо с Российским нормативом, но для рабочих мест персонала.

Заключение

Накопленный научный материал по исследованию электрических и магнитных полей не позволяет строго определить

порог их воздействия с точки зрения вреда здоровья. Отсюда и некоторые расхождения в национальных стандартах, особенно по максимально допустимым воздействиям. Однако, предварительный анализ показывает, что эти расхождения небольшие и при известной заинтересованности национальные стандарты в этой области обеспечения электромагнитной безопасности скорее всего уже готовы к гармонизации международных нормативов, которая в настоящее время проводится по инициативе ВОЗ.

Литература

1. Савельев И.В. Курс общей физики, Том 2. Электричество и магнетизм. М., Наука, 1978.
2. Ландау Л.Д., Лившиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., Гостехиздат, 1957.
3. Repacholi M.H. Introduction to non-ionizing radiation. Proceedings Third International Non-Ionizing Radiation Workshop. Baden, 1996. P. 4-5/
4. Grandolfo M., Vecchia P. Static Electric and Magnetic Fields: sources, physical interaction and bioeffects. Baden, 1996. P. 271-285.
5. Руководство. Физические факторы эколого-гигиеническая оценка и контроль. Том 1. М., Медицина, 1999.
6. Комарова А.А. //Руководство по профессиональным заболеваниям. Ред. Н.Ф.Измеров. - Т. 2. - М.: Медицина, 1983. С. 214-219.
7. Framework for Developing EMF Standards. Draft. International EMF Project World Health Organization. Geneva, 2002.

BIOLOGICAL EFFECTS OF STEADY ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS – ARE RUSSIAN STANDARDS READY TO THE HARMONIZATION WITH INTERNATIONAL EMF STANDARDS?

A. Afanas'ev, A. Galkin, V. Zuev
The State Scientific-Research Testing Institute
of Military Medicine, Moscow

The biophysical mechanisms of interaction steady electric and magnetic fields with biological objects are considered. The analysis of medical and biological EMF effects on different animal species and man is carried. It is determined that Russian standards are practically harmonized with US and European standards in zero frequency range of EMF.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ В УСЛОВИЯХ НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ: ИСТОЧНИКИ И МЕТОДОЛОГИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

О. А. Григорьев, В. С. Петухов, А. В. Меркулов
Центр электромагнитной безопасности, г. Москва

На основании обобщения результатов исследований, выполненных специалистами Центра электромагнитной безопасности (ЦЭМБ) в течение 1994–2003 гг., можно констатировать, что основными источниками магнитного поля промышленной частоты (МП ПЧ) в условиях непроизводственного воздействия являются токи в токопроводящих элементах системы электроснабжения класса напряжения 0,4 кВ. Элементы системы электроснабжения включают в себя электропроводку, электротехническое оборудование, установленное в зданиях, в том числе трансформаторы, кабельные линии и распределительные щиты. МП ПЧ создается при эксплуатации этих устройств и является паразитным.

Проведенный анализ структуры построения и эксплуатации систем электроснабжения в Российской Федерации позволил выделить особенности, способствующие возникновению повышенного (относительно средних значений) уровня МП ПЧ. Известно, что магнитное поле в окружающем пространстве создается проводниками с током. Таким образом, причина появления МП ПЧ вблизи силовых трансформаторов, электродвигателей и т. п. очевидна. Более сложная ситуация с системой кабельных линий здания. Суммарный ток по линиям питания однофазных и трехфазных нагрузок при отсутствии токов утечки тождественно равен нулю при любом распределении нагрузок по фазам, и магнитное поле, создаваемое протекающими в таких (без утечек) кабельных линиях токами в проложенных рядом друг с другом проводниках также пренебрежимо мало. При появлении в кабельной линии тока утечки возникает дисбаланс, т. е. неравенство нулю суммарного тока по кабельной линии, что приводит к образованию в окружающем пространстве магнитного поля, медленно убывающего с увеличением расстояния от рассматриваемого кабеля. Наличие несбалансированных токов (токов утечки) может являться следствием следующих причин:

- выполнение групповой сети по системе заземления TN-C (функции нулевого рабочего и нулевого защитного проводников объединены в одном проводнике);
- ошибки при выполнении монтажа системы электроснабжения, когда пере
- путаны при подключении нулевые рабочие и нулевые защитные проводники электроприемников;
- повреждение изоляции нулевых рабочих проводников кабельных линий, в результате чего появилась несанкционированная гальваническая связь нулевых рабочих проводников электропотребителей с РЕ-системой здания.

Кроме того, наличие токов утечки в системе электроснабжения здания приводит к протеканию токов по металлоконструкциям и трубопроводам, что также является причиной увеличения уровней МП ПЧ.

Аналогичная ситуация возникает и в случае, когда токоведущие (фазные и нулевые рабочие) проводники разнесены в пространстве (даже при отсутствии тока утечки в кабельной линии). Указанные источники МП ПЧ нехарактерны для систем электроснабжения за рубежом и, к сожалению, являются доминирующими в России. Дело в том, что национальные стандарты, основанные на рекомендациях Международной электротехнической комиссии (МЭК) и определяющие принципы построения кабельных сетей и опосредованно исключающие возможность появления токов утечки, приняты в 1997 г. (ГОСТ Р 50571.10–96 "Заземляющие устройства и защитные проводники" [1]) и 2000 г. (7 издание ПУЭ, Главы 6 и 7.1, 7.2 [2]) и пока не нашли массового применения на практике.

Интенсивность МП ПЧ, создаваемого токами в кабельных линиях, зависит от силы несбалансированного тока (тока утечки), а также геометрии линии и расстояния до объекта воздействия (наличие изгибов, петель, глубина залегания и т. п.). Максимальное зафиксированное специалистами ЦЭМБ в ходе выполнения работ значение силы несбалансированного тока в кабельной линии класса напряжения 0,4 кВ, проходящей в непосредственной близости от служебного помещения административного здания, составило 76,3 А (среднеквадратическое значение). При этом эффективные уровни плотности магнитного потока в помещении достигали значения 24,9 мкТл.

Еще одним значимым источником МП ПЧ являются токи в проводах воздушных линий электропередачи переменного тока (ВЛ) класса напряжения 6–500 кВ (трассы ВЛ класса напряжения 750 и 1150 кВ пролегают вне селитебных территорий), проходящие в непосредственной близости от жилых, административных и производственных зданий. Распределения интенсивности МП ПЧ вблизи ВЛ на высоте 1,8 м от поверхности земли, построенные на основании результатов измерений, выполненных сотрудниками ЦЭМБ, приведены на рисунке 1.

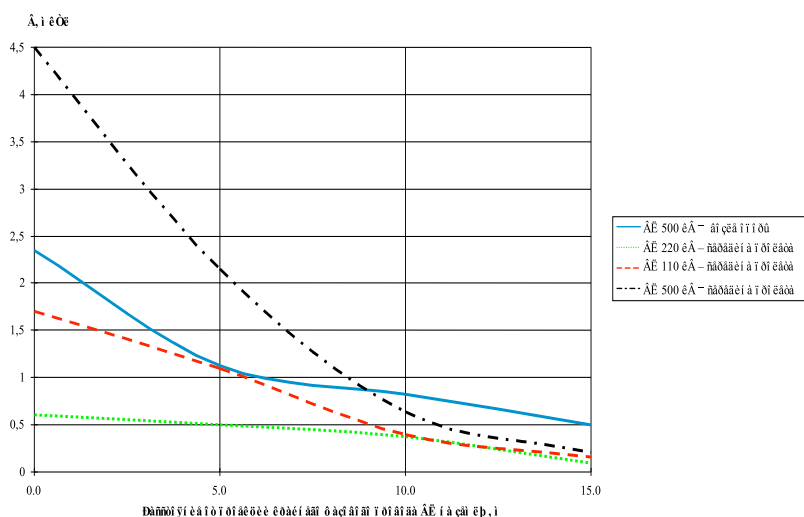


Рисунок 1 – Распределения интенсивности МП ПЧ, создаваемого ВЛ, в зависимости от расстояния от проекции крайнего фазового провода ВЛ

Значения интенсивности МП ПЧ, создаваемого ВЛ, зависит от ее электрической нагрузки и конструктивных особенностей. Значения напряженности МП ПЧ, создаваемого ВЛ разных классов напряжений, непосредственно под проводами, приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Напряженность МП ПЧ, создаваемого ВЛ различных классов напряжений

Тип ВЛ	Напряженность магнитного поля А/м
ВЛ 6–35 кВ	0,1–2
ВЛ 110 кВ	0,1–5
ВЛ 500 кВ	1–10

Токи в трансформаторах и распределительных устройствах трансформаторных подстанций (ТП) различного назначения (понижительные ТП, тяговые ТП электротранспорта и т. п.) могут служить источниками МП ПЧ на селитебной территории и в помещениях жилых, общественных и административных зданий. Особое место занимают встроенные в здания понижительные ТП 10/0,4 кВ или 6/0,4 кВ, т. к. они создают гигиенически значимые уровни МП ПЧ в помещениях, прилегающих к ним, становясь источником МП ПЧ долговременного (хронического) воздействия. Максимальные зафиксированные специалистами ЦЭМБ значения плотности магнитного потока в помещениях, смежных с ТП, достигали 9,6 мкТл. Кроме того, оборудование встроенных в здание ТП служит дополнительным источником шума и вибрации.

В отличие от встроенных, отдельно стоящие ТП являются достаточно локальным источником МП ПЧ исключительно на прилегающей к ним территории. Максимальные зафиксированные специалистами ЦЭМБ значения плотности магнитного потока на расстоянии 1 м от здания отдельно стоящей ТП – 3,6 мкТл, на расстоянии 5 м – 0,74 мкТл.

Токи в токоведущих частях электрооборудования производственного, медицинского и бытового назначения также являются значимыми источниками МП ПЧ. В таблице 2 представлены результаты инструментального контроля интенсивности МП ПЧ, создаваемого различным электрооборудованием.

На рисунке 2 представлены данные по интенсивности МП ПЧ, создаваемого при работе основных бытовых приборов.

Таблица 2 – Данные по уровню МП ПЧ на рабочих местах персонала (по обобщенным результатам различных исследований [3])

Вид промышленности, источник	Значения МП ПЧ, мкТл	Комментарии	ЭМП других диапазонов на рабочем месте
Электро- и электромеханическое оборудование в промышленности			
Нагреватели	600–1400	Общее воздействие, измеренное на месте оператора	3–30 кГц
Индукционные нагреватели	1–46		Высокая интенсивность в диапазоне 3–30 кГц
Ручные дробилки	300		–
Токарные станки, прессы	0,1–0,4		–
Электрогальваника			
Участки выпрямления переменного тока	200–460	–	Высокая интенсивность постоянных электрического и магнитного полей
Внешние кабельные линии и подстанции	10–170		–
Алюминиевая промышленность			
Помещение с тиглями для плавки алюминия	0,34–3	–	Высокая интенсивность постоянных электрического и магнитного полей
Участки выпрямления переменного тока	30–330	–	Постоянные электрическое и магнитное поля
Сталеплавильные заводы			
Ковш аффинирования активный электрод	17–130	Фиксировалось наивысшее значение поля	>0–3 Гц

Участки электрогальваники	0,2–110	на рабочем месте оператора	3–30 кГц
Телевизионные студии			
Видеокамера (студийная и переносная)	0,7–2,4	На расстоянии <0,05 м	3–30 кГц
Видеомагнитофон при стирании записи	16–330	–	–
Пульт осветителя	1–30	–	–
Студия	0,2–0,5	–	–
Системы связи			
Стойки с электромеханическими реле	0,15–3,2	Измерено на расстоянии 0,1–0,2 м от реле	Постоянные электрическое и магнитное поля, >0–3 Гц, 3–30 кГц,
Помещение коммутаций (электромеханические реле и электронные ключи)	0,01–130	Обзорные измерения	–
Подземные телефонные сооружения	0,3–0,5	Обзорные измерения	–
Больница			
Палата интенсивной терапии	0,01–22,0	Измерено на уровне груди медсестер	3–30 кГц
Послеоперационная палата	0,01–2,4		3–30 кГц
Магнитно-резонансный томограф	0,05–28	Измерения только на рабочем месте персонала	Постоянное магнитное поле, ЭМП радиочастотного диапазона

гармоника с частотой 100 Гц. Проводники, отходящие от станций катодной защиты, имеют значительную длину (до нескольких десятков метров) и располагаются на стенах зданий, в т. ч. жилых. Максимально зафиксированные специалистами ЦЭМБ значения интенсивности МП ПЧ на расстоянии 0,5 м от труб водоснабжения – 17,5 мкТл, от проводников станции катодной защиты – 8,9 мкТл.

Следует заметить, что из-за резкого роста доли нелинейных электропотребителей (персональные компьютеры и файл-серверы, компьютерная периферия, видеомониторы и телевизоры, блоки бесперебойного питания, копировальные аппараты и факсы; газоразрядные лампы и т. п.) в сетях электроснабжения зданий 0,4 кВ регистрируются высшие по отношению к промышленной частоте (50 Гц) гармоники. Это, в свою очередь, является причиной появления высших гармонических составляющих в спектре МП ПЧ. Дело в том, что для электропитания вышеперечисленного электронного оборудования используются встроенные импульсные источники питания, представляющие собой нелинейные нагрузки, сопротивление которых изменяется с течением времени.

Ток, потребляемый этими источниками, имеет ярко выраженный импульсный характер. Это объясняется схемными особенностями импульсных источников питания, а именно наличием сетевого выпрямителя (диодного моста) и сглаживающего емкостного фильтра. При приближении кривой питающего напряжения к максимальному значению электронные вентили диодного моста скачкообразно меняют свое сопротивление от бесконечности до определенного малого значения. Такой характер изменения сопротивления вентилей равносителен включению или отключению им нагрузки. Таким образом, периодическое включение и отключение приводит к появлению коротких импульсов потребляемого тока, что показано на рисунках 3, 4.

Эти токи представляют собой несинусоидальный периодический сигнал, который можно представить в виде суммы постоянной величины и бесконечного ряда синусоидальных сигналов с кратными частотами.

На рисунке 4 кривая тока, потребляемого системным блоком компьютера, разложена в гармонический ряд. Показано, что третья гармоника (150 Гц) исследуемого тока по величине составляет 80 % от величины основной гармоники частотой 50 Гц.

В случаях, когда мощность нелинейных электропотребителей, подключенных к кабельной линии с током утечки, превышает 20–25 % от общей потребляемой мощности, в спектральном составе МП ПЧ наблюдается присутствие третьей гармоники, причем ее уровень может быть меньше, сравним или значительно превышать уровень первой (основной) гармоники, что отображено на рисунках 5–7. Если мощность нелинейных электропотребителей достигает лишь 10–15 %, каких-либо особенностей в спектральном составе МП ПЧ, как правило, не наблюдается.

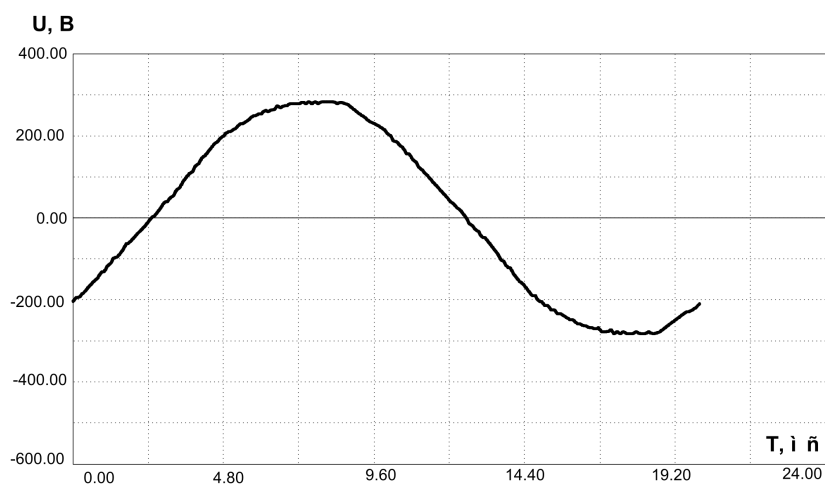
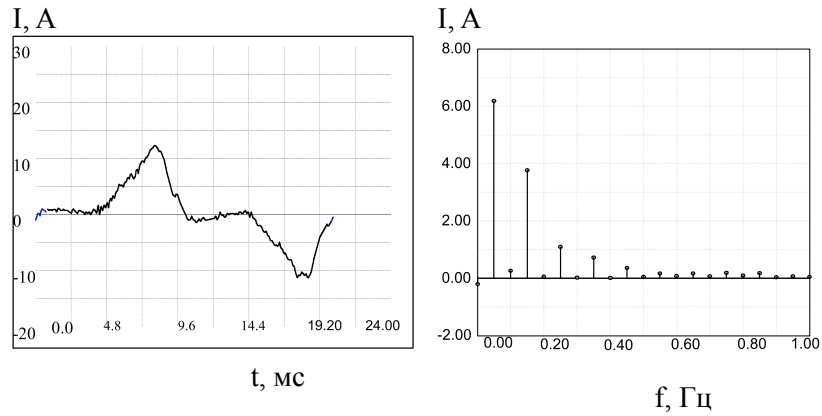


Рисунок 3 – Импульсный источник питания. Питающее напряжение



**Рисунок 4 – Импульсные источники питания.
Потребляемый ток и его гармонический состав**

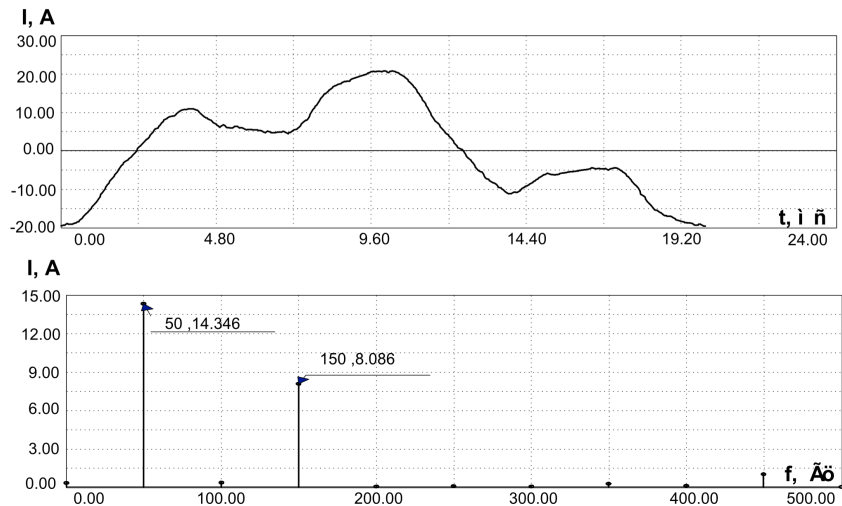


Рисунок 5 – Дисбаланс тока (ток утечки) и его гармонический состав по кабелю питания. Амплитудные значения 14,3 А по первой гармонике и 8,1 А по третьей гармонике промышленной частоты

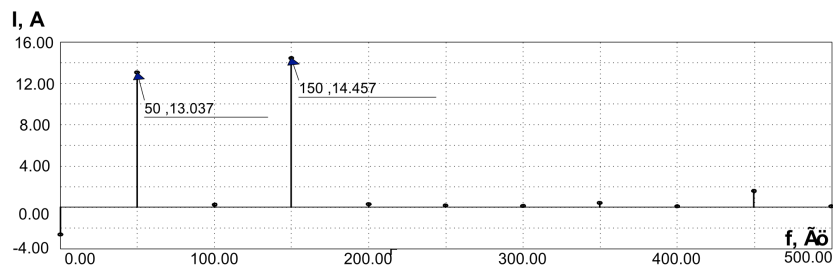
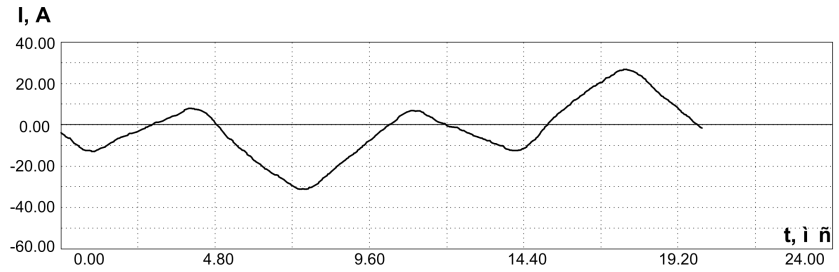


Рисунок 6 – Ток по защитному проводнику. Амплитудные значения 13,0 А по первой гармонике и 14,5 А по третьей гармонике промышленной частоты

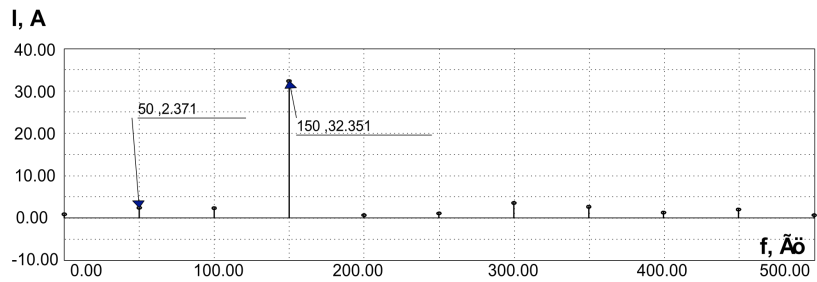
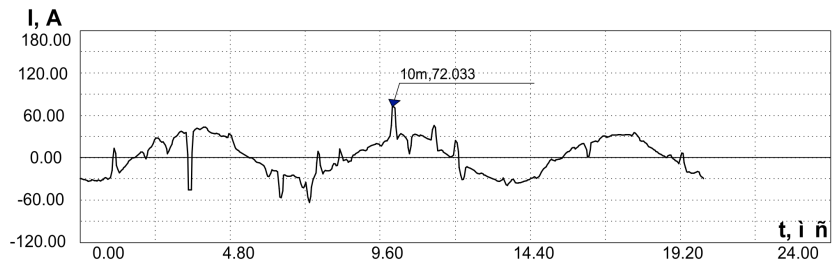


Рисунок 7 – Дисбаланс тока (ток утечки) и его гармонический состав по кабелю питания. Амплитудные значения 2,3 А по первой

гармонике и 32,4 А по третьей гармонике промышленной частоты

Особенностями источников МП ПЧ в условиях непроизводственного воздействия являются:

- скрытый (латентный) характер расположения источников МП ПЧ, т. е. когда наличие источника не известно, а первоначальные сведения о нем появляются на основе косвенных данных, например, по искажению изображения на экранах средств визуального отображения информации с электронно-лучевой трубкой;
- сложная пространственная конфигурация источников МП ПЧ;
- практически полное отсутствие контроля режима работы источников МП ПЧ, т. е. отсутствие информации о максимально возможной и о текущей (на момент проведения измерений) величине силы тока в источнике, которая прямо пропорциональна интенсивности МП ПЧ.

Вышеперечисленные особенности определяют ряд требований к методике проведения инструментального контроля интенсивности МП ПЧ.

При проведении инструментального контроля интенсивности МП ПЧ в целях санитарно-эпидемиологической оценки в качестве измеряемого и оцениваемого параметра следует применять либо плотность магнитного потока B [Тл], либо напряженность магнитного поля H [А/м] неискаженного МП ПЧ (условия свободного пространства). В этом случае перевод единиц измерения можно осуществить, используя соотношение 1:

$$1 \text{ А/м} \approx 1,25 \text{ мкТл} \quad (1)$$

В общем случае за счет фазового сдвига токов магнитное поле являются вращающимися, эллиптически поляризованными, т. е. вектор напряженности магнитного поля (плотности магнитного потока) в каждой точке изменяется в пространстве и во времени по закону эллипса, проходя через свое максимальное и минимальное значения. В соответствии с требованиями действующих нормативно-методических документов, например, СанПиН 2.2.4.723–98 "Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях" [4] в качестве определяющего принимается действующее (среднеквадратическое)

значение синусоиды, имеющей амплитуду, равную большей полуоси эллипса, описываемого вектором напряженности магнитного поля (плотности магнитного потока) в данной точке пространства, как на рисунке 8.

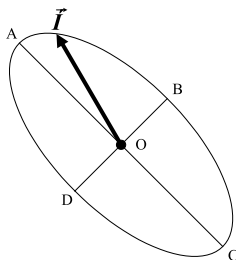


Рисунок 8 – Эллипс, описываемый вектором напряженности магнитного поля H в точке пространства O . AO и OC – большие полуоси, BO и OD – малые полуоси эллипса

Однако этот подход к оценке интенсивности магнитного поля не обеспечивает точности, повторяемости и воспроизводимости результатов измерений при проведении инструментального контроля. Поэтому следует определять действующие значения плотности магнитного потока или напряженности магнитного поля по трем взаимно перпендикулярным осям (X, Y, Z) с последующим вычислением модуля вектора плотности магнитного потока или напряженности магнитного поля согласно выражениям (2) и (3) соответственно.

$$\left(\begin{array}{c} 2 \\ \end{array} \right) \\ \hat{A}_{\text{действ.}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [A_x^2(t) + B_y^2(t) + B_z^2(t)] dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T B_x^2(t) dt} + \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T B_y^2(t) dt} + \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T B_z^2(t) dt}$$

$$\left(\begin{array}{c} 3 \\ \end{array} \right) \\ \hat{i}_{\text{действ.}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T [i_x^2(t) + i_y^2(t) + i_z^2(t)] dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_x^2(t) dt} + \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_y^2(t) dt} + \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_z^2(t) dt}$$

Измерения энергетических параметров МП ПЧ включают прием и преобразование его энергии в электрический сигнал, предварительную обработку (усиление, фильтрация и т. д.) полученного сигнала, его преобразование в форму, удобную для индикации (детектирование).

Общая блок-схема средства инструментального контроля МП ПЧ приведена на рисунке 9.

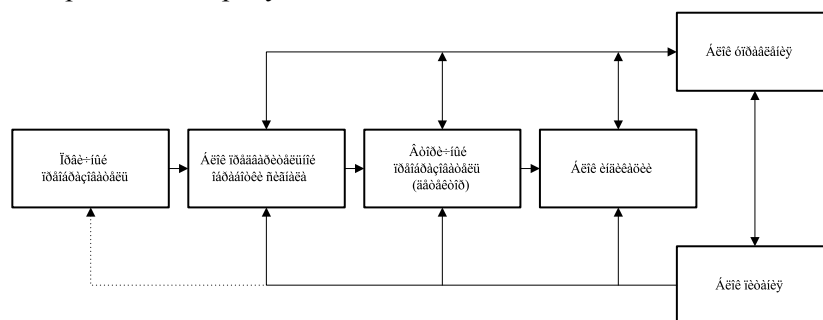


Рисунок 9 – Блок-схема средств инструментального контроля МП ПЧ

Первичный преобразователь (антенна) в зависимости от типа прибора может быть изотропным (ненаправленным) или требующим ориентации в зависимости от поляризации поля. Следует отдавать предпочтение приборам с изотропными антеннами-преобразователями. В качестве первичного преобразователя для регистрации МП ПЧ в основном используются рамочные антенны (магнитные диполи) и датчики Холла.

Предварительная обработка и детектирование сигнала, а также индикация, могут осуществляться как в аналоговой, так и в цифровой форме.

Таблица 3 – Средства измерений интенсивности МП ПЧ

Тип	Диапазон частот, Гц	Пределы измерений	Основна отн. погрешность измерений, %	Производитель прибора
Г-79	20–20000	0,1–1000 мкТл	± 5	ПО "Магнитопровод" (Молдова)
Г-703	20–20000	0,1–1000 мкТл	± 5	ПО "Магнитопровод" (Молдова)
ПЗ-50Б (В)	47–53	0,01–2250 нТл	± 15	АОЗТ "ТАНО" (Россия)

Ф-4356	45–1000	0,1–100 мТл	± (4–6)	ПО "Электроизмеритель" (Украина)
ТП2-2У	20–2000	0,01–1999 мТл	± (2,5–5)	МЦРМИ ГП "ВНИИФТРИ" (Россия)
МПМ-2	40–200	0,01–199,9 мТл	± (5–7,5)	МЦРМИ ГП "ВНИИФТРИ" (Россия)
EFA-1/-2/- 3	5–30000	0,04–10000 мкТл	± (3–5)	"Wandel & Goltermann" (ФРГ)
EFA-200/-3 00	5–32000	0,04–10000 мкТл	± (3–5)	"NARDA STS" (ФРГ)
ВММ-3	5–2000	0,04–2000 мкТл	± 5	"Radians Innova" (Швеция)

Приборы для измерений интенсивности МП ПЧ должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 51070–97 "Измерители напряженности электрического и магнитного полей. Общие технические требования и методы испытаний" [5].

Основная допускаемая относительная погрешность измерений интенсивности МП ПЧ не должна превышать ±20 %.

Так как кроме основной гармоники МП ПЧ может содержать ряд высших гармоник, следует использовать приборы с достаточно широкой полосой измерений (до 500–1000 Гц).

Характеристики измерителей МП ПЧ производства России, СССР и зарубежных стран, приведены в таблице 3.

Фактически единственным доступным на рынке на сегодняшний день отечественным средством контроля интенсивности МП ПЧ относительно низких уровней (до 100 мкТл) является измеритель ПЗ-50Б (В) производства АОЗТ "ТАНО", внешний вид которого представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Внешний вид измерителя ПЗ-50В

Измеритель выполнен в виде носимого прибора с автономным питанием и предназначен для определения действующих значений напряженности МП ПЧ (в полосе частот 47–53 Гц) в диапазоне 0,01 до 1800 А/м (0,01–2250 мкТл). Основными элементами измерителя являются отсчетное устройство УОЗ-50 и рамочная антенна-преобразователь (АП) НЗ-50 (М) направленного приема. Работа измерителя основана на возбуждении в АП под воздействием измеряемого поля переменного напряжения, пропорционального напряженности поля. Переменное напряжение предварительно усиливается в АП и поступает на вход УОЗ-50, где происходит его фильтрация, дальнейшее усиление, преобразование в постоянное напряжение и индикация. Обеспечиваемая основная относительная погрешность измерений – $\pm 15\%$. При этом прибор отличается простотой использования, малыми габаритами и массой.

Одним из самых совершенных в настоящее время средств контроля интенсивности МП ПЧ является анализатор ЕФА-200/-300 производства компании "NARDA STS" (ФРГ), предназначенный для контроля среднеквадратических и амплитудных значений магнитного поля в диапазоне частот от 5 Гц до 32 кГц – см. рисунок 11.

В качестве первичного преобразователя в анализаторе ЕФА-200/-300 используется встроенная или внешняя изотропная рамочная антенна, состоящая из трех взаимно перпендикулярных катушек индуктивности.



Рисунок 11 – Внешний вид анализатора EFA-200/-300

Благодаря широкому использованию современной элементной базы и цифровой обработки сигналов в анализаторе EFA-200/-300 удалось достичь высокую точность ($\pm 3-5\%$) и большой динамический диапазон (40 нТл – 10 мТл) измерений магнитного поля при развитых дополнительных функциях (цифровая фильтрация сигнала, память данных измерений, обработка результатов и управление с помощью компьютера, возможность автоматического мониторинга уровней магнитного поля и др.), а также небольшом весе и габаритах.

Отличительной особенностью этого прибора является возможность спектрального анализа измеряемого магнитного поля с определением частоты и уровня отдельных спектральных компонентов и представление этих данных непосредственно на индикаторе (рисунок 12).

В настоящее время в нашей стране практически отсутствует стандартизованная на федеральном уровне методика инструментального контроля МП ПЧ в условиях непромышленного воздействия, учитывающая вышеуказанные особенности источников.

Вновь разрабатываемая методика должна, прежде всего, служить для выявления и локализации основных, определяющих электромагнитную обстановку источников МП ПЧ, в т. ч. латентных. Она может включать два основных этапа: составление карты (одной или нескольких) распределения МП ПЧ в помещении или в рабочей зоне и мониторинг МП ПЧ в точках локального максимума. На селитебных территориях достаточно выполнять точечные измерения на заранее выбранных трассах.

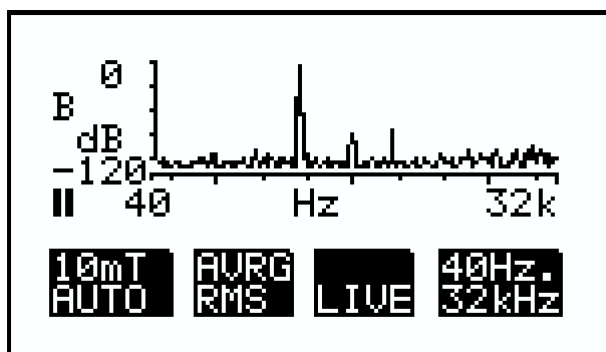


Рисунок 12 – Результаты спектрального анализа магнитного поля на индикаторе анализатора EFA-200/-300 в диапазоне частот 40 Гц – 32 кГц

При получении общей характеристики распределения МП ПЧ в помещении или в рабочей зоне в зависимости от предполагаемого типа источника составляются однослойные или многослойные карты распределения МП ПЧ. Измерения интенсивности производятся в узлах сетки с шагом от 0,5 до 1,5 м в зависимости от площади помещения или рабочей зоны и предположений о характере источника на выбранных высотах в диапазоне от 0 до 1,8 м от уровня пола (опорной поверхности), например, 0,2, 1 и 1,8 м. В каждой точке измерения интенсивности МП ПЧ следует осуществлять не менее трех отсчетов, в качестве итогового результата измерений в каждой точке принимается среднее арифметическое результатов полученных отсчетов.

Далее полученные данные измерений следует обработать с помощью программ типа Microsoft® Excel™, построив карты распределения МП ПЧ в помещении или рабочей зоне. Пример карты распределения МП ПЧ показан на рисунке 13.

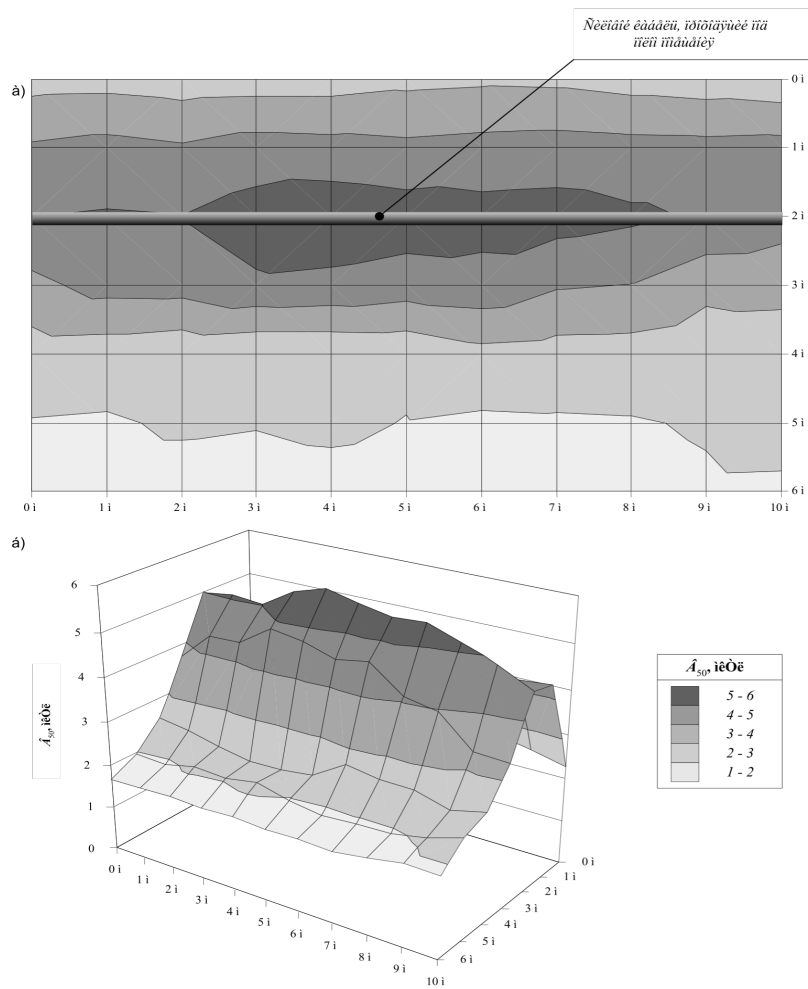


Рисунок 13 – Распределение интенсивности МП ПЧ в помещении на высоте 1 м от уровня пола. Источник – несбалансированный ток в электрическом кабеле, проходящем под полом помещения

Графическое изображение распределения МП ПЧ в помещении или в рабочей зоне достаточно информативно ориентирует на местоположение основных источников и выявляет локальные максимумы распределения МП ПЧ. С целью получения информации о временном характере изменений интенсивности МП ПЧ возможно проведение мониторинга в точках локальных максимумов.

Полученные с помощью методики двумерные однослойные или многослойные карты распределения интенсивности МП ПЧ в помещении позволят не только локализовать источники поля, но и оптимизировать размещение рабочих мест по критерию воздействия поля на персонал и технические средства.

Однако выполнение подробных карт распределения интенсивности МП ПЧ является достаточно трудоемким процессом, требующим определенных навыков персонала и соответствующей аппаратуры. Поэтому в гигиенической практике возможно выполнять лишь точечные измерения интенсивности МП ПЧ в узлах гипотетической сетки.

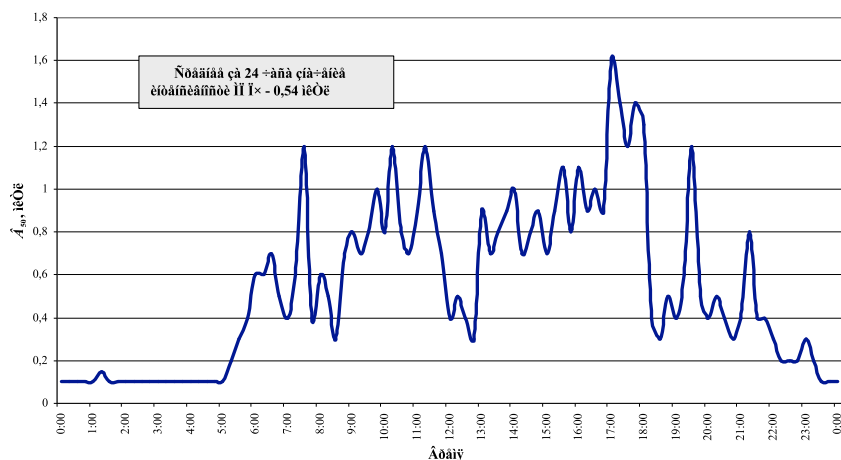


Рисунок 14 – Пример типичного графика суточного изменения величины плотности магнитного потока в помещении в выбранной точке контроля

Основной проблемой в оценке интенсивности МП ПЧ в условиях непромышленного воздействия является учет влияния нагрузки источников МП ПЧ на общее состояние

электромагнитной обстановки. На рисунке 14 показан типичный график суточного изменения плотности магнитного потока в помещении в выбранной точке контроля.

Так как проведение круглосуточного мониторинга электромагнитной обстановки возможно лишь в исключительной ситуации, следует разработать метод оценки нагрузки источников МП ПЧ на основе усредненных статистических данных и учитывать это в виде поправочных коэффициентов для результатов измерений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе приведены характеристики и особенности основных типов источников МП ПЧ, в т. ч. нехарактерных, определяющих электромагнитную обстановку в помещениях жилых, общественных и административных зданий, на селитебной территории в условиях непромышленного воздействия. Показано, что отличительной особенностью ряда источников в современных условиях является выраженное наличие высших гармонических составляющих МП ПЧ.

Рассмотрены проблемы проведения инструментального контроля МП ПЧ в местах долговременного пребывания населения и выдвинут ряд требований к разрабатываемой методике измерений. Продемонстрировано, что при комплексном подходе к проведению инструментального контроля интенсивности МП ПЧ, современные средства измерения вместе с адекватной методикой контроля позволяют достаточно точно оценить электромагнитную обстановку, учитывая особенности источников МП ПЧ, в т. ч. возможный латентный характер месторасположения и явную зависимость интенсивности МП ПЧ от нагрузки источника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 50571.10–96 "Заземляющие устройства и защитные проводники" М.: ИПК изд-во стандартов, 2000.
2. ПУЭ. 7 издание, Раздел 6 и 7. М.: «Изд-во НЦ ЭНАС», 2000. – 80 с.
3. Радиационная медицина. Том IV. Руководство для врачей-исследователей и организаторов здравоохранения. Гигиенические аспекты неионизирующих излучений (биологическое действие, принципы защиты и гигиеническая

регламентация). Под общ. ред. Ильина Л.А., М.: ИздАТ, 1999 г. – 304 с.

4. СанПиН 2.2.4.723–98 "Переменные магнитные поля промышленной частоты (50 Гц) в производственных условиях". М.: Федеральный Центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. – 20 с.

5. ГОСТ Р 51070–97 "Измерители напряженности электрического и магнитного полей. Общие технические требования и методы испытаний". М.: ИПК изд-во стандартов, 1999.

6. Инструкция по эксплуатации измерителя напряженности поля промышленной частоты ПЗ-50. М.: АОЗТ "ТАНО", 1998. – 30 с.

7. EFA-200/-300. Users Manual. NARDA STS, 2000. – 120 p.

50 Hz MAGNETIC FIELD IN CONDITION OF NON-OCCUPATIONAL EXPOSURE: SOURCES AND MEASURING METHODS

O. Grigoriev, V. Petouhov, A. Merkulov,
Center for electromagnetic safety, Moscow

In paper the characteristics and specific characters of power frequency magnetic field (MF) main sources are described, including anomalous ones, which form electromagnetic situation in residential, public and administrative buildings, built-up areas. It is shown that some MF sources are characterized by marked level of higher harmonics of 50 Hz .

The problems of power frequency magnetic field exposure measurements at public areas are discussed and requirements for developing measurement method are suggested. It is proved, that complex usage of modern measurement devices together with adequate measurement method could provide the accurate assessment of electromagnetic situation.

ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА И СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ СПЕЦИАЛИСТОВ, ОБСЛУЖИВАЮЩИХ СРЕДСТВА РАДИОЛОКАЦИИ, РАДИОНАВИГАЦИИ И СВЯЗИ В АЭРОПОРТАХ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

*Н.Б.Рубцова, Л.В. Походзей, Н.Н. Курьеров, Ю.П. Пальцев,
Т.Г. Самусенко, Н.В. Лазаренко, А.А.Тарасов, В.Н.Думкин,
Л.А.Иванова, М.Н.Горизонтова, Т.Р.Захарова, В.В.Субботин*

НИИ медицины труда РАМН, Москва

Введение

Изучение условий труда и состояния здоровья специалистов, осуществляющих эксплуатацию средств локации, навигации и связи в аэропортах гражданской авиации (службы эксплуатации радиотехнического оборудования обеспечения полетов и авиационной электросвязи - ЭРТОС), является важной задачей, так как до настоящего времени вопрос о степени неблагоприятного влияния на организм имеющегося на их рабочих местах комплекса факторов производственной среды, остается изученным недостаточно.

Известно, что любое радиолокационное, радионавигационное оборудование и средства связи являются источниками электромагнитных полей (ЭМП) радиочастотного диапазона (РЧ). Эксплуатация этого оборудования сопряжена с риском для здоровья человека. Наличие сопутствующих неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса, таких как ЭМП промышленной частоты, шума, неблагоприятных микроклиматических параметров в сочетании с характером выполняемой работы (высокий уровень напряженности труда, связанный с большой ответственностью за обеспечение безопасности полетов) также может привести к ухудшению здоровья работающих.

Исследования состояния здоровья этой категории работающих крайне малочисленны. Как известно, клинические проявления неблагоприятного влияния ЭМП были описаны в основном отечественными авторами [1-3, 5, 6, 11 и др.]. Согласно этим данным, поражения, вызываемые ЭМП РЧ, могут быть острыми и хроническими. Острые поражения возникают при воздействии значительных тепловых интенсивностей ЭМП. Они

встречаются крайне редко – при авариях или грубых нарушениях техники безопасности. В отечественной литературе несколько случаев острых поражений описаны военными медиками [2,10]. При этом чаще всего речь идет о пострадавших, работавших в непосредственной близости от излучающих антенн радиолокационных станций (РЛС). Подобный случай облучения двух авиатехников от радара на Филиппинах описан также [17].

Для профессиональных условий характерны хронические поражения. Они выявляются, как правило, после нескольких лет работы с источниками ЭМП микроволнового диапазона (МКВ) при уровнях воздействия, составляющих от десятых долей до нескольких мВт/см² и превышающих периодически 10 мВт/см². Симптомы и течение хронических форм радиоволновых поражений не имеют строго специфических проявлений. В клинической картине их выделяют три ведущих синдрома: астенический, астено-вегетативный (или синдром нейроциркуляторной дистонии) и гипоталамический. Астенический синдром, как правило, наблюдается на начальных стадиях заболевания и проявляется жалобами на головную боль, повышенную утомляемость, раздражительность, периодически возникающие боли в области сердца. Вегетативные сдвиги обычно характеризуются ваготонической направленностью реакций (гипотония, брадикардия и др.). В умеренно выраженных и выраженных стадиях заболевания часто диагностируется астено-вегетативный синдром, или синдром нейроциркуляторной дистонии гипертонического типа. В клинической картине на фоне усугубления астенических проявлений основное значение приобретают вегетативные нарушения, связанные с преобладанием тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, проявляющиеся сосудистой неустойчивостью с гипертензивными и ангиоспастическими реакциями [9, 11].

Высокую частоту функциональных изменений со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем у работающих в условиях воздействия ЭМП (около 60%) отмечали польские авторы [25]. При этом различий в состоянии здоровья двух больших групп, подвергавшихся воздействию при плотности потока энергии (ППЭ) до 0,2 мВт/см² и при ППЭ >0,2-6 мВт/см², не было выявлено.

Следует отметить, что в западной литературе фактически нет описания вредных для здоровья человека эффектов при ППЭ излучения ниже 10 мВт/см² [19-22]. По мнению [22, 24] верхняя

граница безопасного уровня лежит между 1 и 10 мВт/см².

Экспертами ВОЗ (WHO/VER/IRPA) [17] на основании анализа 10 работ западных авторов, изучавших состояние здоровья работающих при уровнях ЭМИ, не превышающих, как правило, 5 мВт/см², сделан вывод об отсутствии отчетливых доказательств неблагоприятного влияния на человека этих воздействий. Эксперты полагают, что патология возникает при более высоких уровнях. Нельзя, однако, не обратить внимания на приведенные в том же документе сведения о большей по сравнению с контролем частоте изменений в хрусталике глаз у военных, связанных с обслуживанием радаров [17, 22], у работающих с источниками микроволн в условиях производства [16], а также у специалистов, обслуживающих радио- и теле-радиоаппаратуру 558 кГц – 527 МГц [17]. Аналогично данные исследований, выполненных в последние годы в Китае [123], также свидетельствуют о реакции нервной системы человека на воздействие ЭМП МКВ-диапазона. Так при обследовании 293 человек, подвергавшихся импульсно-модулированным МКВ-воздействиям частотой 400-9400 МГц при ППЭ 0,07-0,18 мВт/см² частота неврологической симптоматики составила 40,3%; в ряде других исследований при производственных воздействиях ЭМП частотой 3500-4200 МГц (ППЭ <0,05 мВт/см²) неврологическая симптоматика обнаруживалась у 71,5% обследованных. Кроме того, данные эпидемиологических исследований также обращают внимание на увеличение риска развития лейкоемий у персонала, обслуживающего радиолокационные установки [18].

В связи с этим значительный интерес представляет исследование по комплексному изучению влияния условий труда (включая сложную электромагнитную обстановку и сопутствующие факторы производственной среды) на состояние здоровья и ряда физиологических функций персонала, обслуживающего средства радиолокации, радионавигации и связи аэропортов гражданской авиации.

Материал и методики

Исследования выполнены на 2-х авиапредприятиях: РГП «Волгаэроавиация»/аэропорт «Курумоч» (г.Самара) и ГУАП «Пулково» (г.Санкт-Петербург).

Гигиенические исследования включали в себя измерения уровней ЭМП сверхвысокочастотного диапазона, высокой, ультравысокой и промышленной частоты (50 Гц) и шума на каждом из объектов. Они проводились во всех местах возможного

пребывания персонала при проведении работ по ремонту и обслуживанию радиотехнических систем и во время перерывов: в помещениях, где размещены передатчики, фидерные тракты и аппаратура слежения за техническим состоянием объекта (кунги, модули, аппаратные залы и др.); на открытой территории, примыкающей к радиотехническому объекту рядом с антенно-фидерными системами; во вспомогательных технических (дизельные, щитовые, агрегатные и др.) и бытовых помещениях; по маршрутам перемещения персонала по территории аэродрома (включая разезды на машине).

Контроль интенсивностей ЭМП в диапазоне частот свыше 300 МГц проводился с помощью измерителя плотности потока энергии ПЗ-19 (Россия). Измерения напряженности электрического поля в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц и на частоте 50 Гц проводились с помощью прибора NFM-1 (Германия). Интенсивность магнитного поля промышленной частоты 50 Гц определялась по величине индукции с помощью микротесламетра Г-79 (Молдавия). Интенсивность ЭМП в диапазоне частот 5 Гц - 400 кГц измерялась прибором V&E-метром АТ-002 (Россия), поверхностный электростатический потенциал на экране ВДТ – прибором ИЭСР-6 (Россия). Интенсивность геомагнитного поля и степень его ослабления в экранированных помещениях оценивались с помощью прибора магнитометра феррозондового МФ-1 (Россия). Всего выполнено 1170 измерений в 820 точках. Время работы в условиях воздействия ЭМП определялось по результатам собственных хронометражных исследований и данным отдела охраны труда.

Гигиеническая оценка условий воздействия на работающих ЭМП производилась в соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96, СН № 5802-91, СанПиН 2.2.4.723-98, СанПиН 2.2.2.542-96.

Измерения шума производились импульсным шумомером типа 2204 с октавным фильтром типа 1613 (пр-ва фирмы "BRUEL&KAER", Дания) в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.050-86.

Измерения общей вибрации в помещениях производились виброметром типа 00042 производства фирмы RFT (ГДР) в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.012-90. Измерения общей вибрации на пассажирских сидениях автомобиля УАЗ 2206, на котором перевозится персонал по территории аэродрома, производились тем же виброметром, используемым в качестве

предусилителя, измерительным магнитофоном типа 7003 и анализатором типа 2131 (пр-ва фирмы "BRUEL&KAER", Дания).

Измерения шума проведены в 591 точке, вибрации 63 точках.

Гигиеническая оценка уровней шума проводилась согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 в зависимости от категорий тяжести и напряженности труда персонала, вибрации – согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96.

В соответствии задачей изучения состояния здоровья было проведено обследование специалистов службы ЭРТОС. При этом осуществлялись:

- осмотр терапевтом;
- осмотр неврологом;
- анкетирование по специальным анкетам;
- экспресс-тестирование с целью определения биологического возраста;
- определение артериального давления (АД);
- определение частоты сердечных сокращений (ЧСС);
- углубленная оценка состояния центральной нервной системы по показателю критической частоты слияния и различения световых мельканий (КЧСМ и КЧРМ);
- гематологические исследования крови;
- иммуноцитохимические исследования крови.

Всего был обследован 146 человек (мужчин): по 73 чел. на каждом объекте исследования.

При терапевтическом и невропатологическом обследовании осуществлялся сквозной медицинский осмотр специалистов службы ЭРТОС. По данным терапевтического обследования сравнение групп между собой осуществлялось по следующим признакам (параметры анализа).

- встречаемая патология (все выявленные нозологические формы);
- наиболее часто встречаемая патология;
- жизнеугрожающие осложнения.

По данным невропатологического обследования определялись жалобы специалистов службы ЭРТОС, изменения в состоянии нервной системы и основные синдромы индивидуально и по группам.

Экспресс-тестирование по определению биологического возраста работников службы ЭРТОС производилось по методике В.Г.Илюшенко [8] на основании регистрации значений артериального давления, продолжительности задержки дыхания,

статической балансировки и субъективной оценки здоровья по специальной анкете.

Регистрация артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений осуществлялась по методике Короткова с использованием автоматического аппарата типа UA-767.

Углубленное исследование состояния нервной системы осуществлялось по результатам определения параметров состояния зрительного анализатора по определению критической частоты слияния и различения световых мельканий (КЧСМ и КЧРМ) по стандартной методике с помощью аппарата «КЧСМ-84».

При гематологическом и иммуно-цитохимическом анализе крови специалистов службы ЭРТОС анализировались данные как в целом по группе обследованных, так и отдельно по выделенным 3 группам.

При гематологическом обследовании работников службы ЭРТОС был проведен клинический анализ крови с определением содержания гемоглобина, эритроцитов, цветного показателя, количества лейкоцитов, СОЭ и подсчетом лейкоцитарной формулы. Одновременно определяли количество ретикулоцитов, эритроцитов с базофильной зернистостью и тромбоцитов в крови.

Для сопоставления результатов исследования крови использованы показатели практически здоровых лиц, принятые в РФ, как нормальные (В.В. Меньшиков, В.В. Соколов, И.А. Грибова).

При цитохимическом исследовании в цитоплазме нейтрофилов определяли содержание кислотной (КФ) и щелочной фосфатазы (ЩФ) по методу Boldberg & Bark в модификации Нарцисова Р.П.

Состояние антиоксидантной и бактерицидной системы нейтрофилов оценивалось по показателю миелопероксидазы – фермента, участвующего в против-окислительных реакциях в организме. Активность миелопероксидазы оценивали с помощью вычисления среднего цитохимического коэффициента (СЦК) (по методу С. Astardi & Berg). Условно принято считать СЦК $\leq 1,70$ низким, СЦК = 1,71-2,00 умеренным и СЦК = 2,30-2,56 высоким.

С целью оценки иммунного статуса определяли абсолютное количество лимфоцитов и их основных субпопуляций (Т-хелперы, Т-супрессоры, Т-нулевые лимфоциты и В-клетки) в 1 мл крови и иммунорегуляторный индекс (ИРИ), характеризующий соотношение иммунорегуляторных клеток (норма 1,8-2,3)

Все результаты исследований анализировались индивидуально и по группам, и обрабатывались статистически с помощью критерия t Стьюдента и корреляционного анализа.

Результаты гигиенических исследований

Анализ функциональных обязанностей персонала основных подразделений службы ЭРТОС, а также изучение основных технических характеристик, закрепленного за каждым подразделением оборудования, позволили в зависимости от степени профессиональной связанности с источниками ЭМП и частоты последнего, выделить 3 основные группы:

I группа - персонал, который обслуживает мощное радиотехническое оборудование радиолокационных и радионавигационных комплексов (РЛК и РНК), работающее на частотах свыше 300 МГц (обзорные радиолокаторы (ОРЛ)-А («Скала МПА» и др.), ОРЛ-Т (1Л-118 и ВРЛ «Корень – АС»), РЛК «Иртыш» (АТСР-33К и ВРЛ «Корень – АК»), радиолокационные системы посадки (РСП)-1 и РСП-2 с радиолокаторами ДРЛ – 7СМ, РП-3Г и РП-5Г, радиотехнические системы ближней навигации (РСБН)-4Н и др.)

II группа – персонал, который обслуживает радиотехническое оборудование радиомаячных систем посадки – (СП) (дальние приводные радиомаяки (ДПРМ), ближние приводные радиомаяки (БПРМ), курсовые радиомаяки (КРМ) и др.), передающих радиоцентров (ПРЦ) и других передающих систем, работающих в диапазоне частот от 30 кГц до 300 МГц

III группа - персонал, обслуживающий радиотехническое оборудование автоматизированной системы управления (АСУ) и др., в конструкции которого отсутствуют мощные генерирующие и излучающие ЭМП устройства, размещенное в зданиях, расположенных рядом с территорией аэродромов.

Радиолокационные комплексы (РЛК), обслуживаемые **I группой**, излучают в открытое пространство электромагнитную энергию в широком диапазоне частот от 0,8 до 9,42 ГГц в режиме импульсной модуляции (мощность в импульсе от 20 кВт до 20 МВт), с разной длительностью импульса (от 0,45 до 5,5 мксек) и частотой их повторения (от 120 до 2400 Гц), с использованием механического сканирования (вращения) антенных систем с разной скоростью – от 3 до 100 оборотов в минуту.

РЛК размещены на территории аэродрома на специально выделенных огороженных участках. На каждом объекте имеется административно-техническое здание, отдельно стоящие кунги с генерирующей аппаратурой и 2-3 антенные системы. Персонал доставляется на объект на машине и практически на протяжении всей рабочей смены находится на нем. Вследствие необходимости круглосуточного обслуживания РТО работа организуется по сменам продолжительностью 8 и 12 часов при 40 часовой рабочей неделе.

Большую часть рабочего времени (около 70%) персонал находится в технических зданиях и помещениях кунгов (частично или полностью экранированных), где размещаются генерирующая аппаратура с антенно-фидерным трактом и аппаратура управления и слежения за работой системы в целом. Меньшую часть рабочей смены (около 30%) персонал проводит на технической территории объекта, в том числе осуществляя ремонтно-профилактические работы на антенных устройствах РЛС.

Перемещения персонала по служебным помещениям и технической территории, обусловленное необходимостью контроля за состоянием обслуживаемого оборудования и проведения плановых, а часто и внеплановых ремонтов, приводит к постоянной смене характера облучения. Так, находясь в технических помещениях, кунгах, он периодически подвергается воздействию паразитного импульсно-модулированного СВЧ ЭМП непрерывной генерации от находящихся там передатчиков и фидерных трактов, уровни которого составляли от 1,5 до 17 мкВт/см². При этом надо отметить, что большинство служебных помещений полностью или частично экранированы. С одной стороны – это положительный факт, т.к. таким образом персонал защищается от воздействия СВЧ ЭМП, излучаемых антенными системами РЛС. Однако, одновременно в таких экранированных помещениях происходит ослабление и искажение ЭМП естественного происхождения (геомагнитное поле в отдельных помещениях было ослаблено в 2,2 – 5 раз). Накопленные к настоящему времени данные свидетельствуют о том, что работа в гипогеомагнитных условиях также может приводить к развитию ряда неблагоприятных изменений со стороны центральной нервной, сердечно-сосудистой и иммунной систем организма, к изменению его чувствительности к воздействию других факторов внешней среды [13].

При проведении работ на открытой территории объекта персонал может подвергаться воздействию импульсно-модулированных СВЧ ЭМП от антенных систем, при этом облучение носит прерывистый характер в силу механического вращения (или сканирования) последних. Измерения, выполненные под антенными системами (на земле) показали, что уровни ППЭ ЭМП были существенно выше, чем в помещениях, достигая 170 – 250 мкВт/см². Однако наиболее высокие значения ППЭ были зарегистрированы во время ремонтно-профилактических работ на отключенных антенных системах, установленных либо на крышах технических зданий, либо на отдельных мачтах, когда персонал попадает в зону прохождения основного, боковых и заднего лепестков диаграммы направленности других работающих в данный момент антенн. Так, в ГУАП «Пулково» специалисты на объекте ОРЛ-Т, при проведении работ на площадках вышки, где установлена антенна МВРЛ, попадает в зону облучения с ППЭ СВЧ ЭМП, равной 500 - 2000 мкВт/см², что превышает даже максимально допустимый уровень - 1000 мкВт/см² (СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96). Хотя работа в таких условиях должна выполняться в специальных экранированных комплектах, это требование не всегда выполняется, а имеющиеся на объектах комплекты не соответствуют современным требованиям. При оценке облучения специалистов данной группы нельзя также не учитывать возможность проведения ими работ на работающей антенной системе при возникновении аварийной ситуации.

Таким образом, основным источником облучения персонала данной группы являются антенные системы. И, если учесть, что каждая радиолокационная или радионавигационная система может излучать одновременно или последовательно на нескольких частотах (от 2-х до нескольких десятков каналов), а на одном объекте постоянно работают, как правило, 2-3, а то и более антенных устройств, то следует констатировать, что электромагнитная обстановка на рабочих местах специалистов по радиолокации и радионавигации чрезвычайно сложна и постоянно изменяется.

Полученные данные согласуются с результатами выполненных ранее исследований [12, 14]. Так, в технических помещениях аэродромных РЛК уровни ЭМП СВЧ диапазона, как правило, не превышали 10 мкВт/см², на открытой территории колебались в широких пределах: от 0,25 до 3700 мкВт/см² в

зависимости от высоты установки и угла наклона антенн, а также удаления от РЛС.

Расчет ежедневных энергетических экспозиций, проведенный в соответствии с действующими СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 показал, что для основных видов работ выполняемых этой группой они, как правило, составляют от 30 до 120 мкВт×ч/см², не превышая ПДУ энергетической экспозиции (ЭЭ), равного 200 мкВт×ч/см².

Однако, надо признать, что провести адекватную оценку условий облучения персонала от антенных систем РЛС в реальных условиях работающего аэропорта в настоящее время крайне сложно, а часто практически невозможно. Так, в соответствии с действующей методикой измерения уровней ЭМП должны проводиться отдельно от каждой антенны при остановленном вращении (сканировании) и направлении основного, а также боковых и заднего лепестков диаграммы в точку измерения (в т.н. режиме «остановленного луча») с последующим суммированием полученных значений. Однако даже на одном объекте выполнить подобные исследования в полном объеме не представляется возможным, поскольку нельзя отключить постоянно работающие РЛС, ввиду необходимости обеспечения безопасности полетов. Тем более сложно оценить реальную электромагнитную обстановку по СВЧ ЭМП на других радиотехнических объектах (РТО), обсуживаемых службой ЭРТОС, а также при перемещении персонала по территории аэродрома.

Кроме того, при расчете энергетических экспозиций при облучении от антенн, работающих в режиме кругового обзора и сканирования в соответствии с действующими СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 следует использовать коэффициент ослабления биологической активности, равный 0,1, что приводит к занижению энергетических экспозиций в 10 раз по сравнению с таковыми, рассчитанными для случаев непрерывного облучения.

Такой подход в нормировании был принят еще в 70-е годы и основывался на чисто энергетических позициях. В настоящее время в связи с накоплением научных о роли импульсной модуляции в развитии биоэффектов электромагнитных излучений (ЭМИ) [4], с развитием представлений об их информационном воздействии, а также изменением условий облучения, как следствием использования новых типов РЛС, он требует, по-видимому, серьезного пересмотра.

Следует также отметить, что до настоящего времени как в России, так и за рубежом [20], регламентируются в основном только средние значения ППЭ, при этом практически не учитываются пиковые уровни мощности ЭМИ, особенно возросшие в последнее время, и на необходимость учета которых указывалось отечественными авторами еще в 80-е годы [15].

Это свидетельствует, в первую очередь, о явной недооценке опасности воздействия ЭМИ на персонал, обслуживающий средства локации, навигации и связи.

Условия облучения персонала **II группы**, обслуживающего радиотехническое оборудование радиомаячных систем посадки СП (дальние приводные радиомаяки ДПРМ, ближние приводные радиомаяки БПРМ, курсовые радиомаяки КРМ и др.), передающих радиопередатчиков (ПРЦ) и других передающих систем (II группа), также довольно сложны, поскольку при проведении работ на закрепленных за ним объектах, разбросанных по всей территории аэропортов, он попадает в условия последовательного, а часто одновременного воздействия ЭМП широкого спектра частот (от 0,3 до 150 МГц), изменяющегося по интенсивности и продолжительности. Так, на радиомаяках БПРМ и ДПРМ ($f=0,588$ МГц) при осуществлении технического обслуживания и ремонтно-профилактических работ у передатчиков, размещенных в технических зданиях, уровни ЭМИ составляли от 10 до 50 В/м, на открытой территории под антенным полотном от 7 до 100 В/м. Кроме того, на ряде объектов, а также по маршрутам перемещения по территории аэропорта было выявлено и наличие практически неконтролируемого СВЧ излучения с ППЭ до 150 мкВт/см², оценить вклад которого в общее облучение персонала данной группы крайне сложно ввиду его нерегулярности.

Уровни ЭМП, воздействию которых подвергается персонал передающего радиопередатчика при проведении работ в аппаратной колеблются: у СВ – КВ передатчиков и отходящих от них фидеров от 5 до 80 В/м, у УКВ передатчиков – от 2 до 10 В/м, на антенном поле под КВ-антенно-фидерными устройствами составляют 2-15 В/м. Расчет реальных суммарных энергетических экспозиций для персонала данной группы показал, что они могут существенно различаться в зависимости от вида и места проведения работ. При этом, при облучении от СВ передатчиков ЭЭ, как правило, составляли 2500 – 5400 (В/м)²×ч (при ЭЭ_{пду} равном 20000 (В/м)²×ч), от КВ передатчиков - 200 – 4000 (В/м)²×ч (при ЭЭ_{пду} равном 20000 (В/м)² × ч). Вместе с тем, при проведении ремонтных работ

на отключенной аппаратуре рядом с работающими СВ и КВ передатчиками (например, Р140 2М №6 и 9, «Кедр» №11) особенно у их задних панелей и фидеров, в отдельные дни значения ЭЭ могут превышать допустимые, достигая 25000 (В/м)²×ч (для СВ излучения) и 14000 (В/м)²×ч (для КВ).

На рабочем месте антенщика, осуществляющего ремонт УКВ антенн, размещенных на вышке, выявлено превышение максимально допустимого уровня ЭМИ (до 150 В/м). При этом величина энергетической экспозиции может достигать порядка 20000 (В/м)²×ч, что существенно превышает допустимое значение – 800 (В/м)²×ч.

Изучение электромагнитной обстановки на рабочих местах персонала, включенного в **III группу**, осуществляющего ремонтно-профилактическое обслуживание РТО, в конструкции которого отсутствуют мощные генерирующие и излучающие ЭМП устройства (автоматизированная система управления воздушным движением (УВД), оборудование контрольно-диспетчерского пункта (КДП), оборудование АТС, линейно-аппаратный цех, телеграфное оборудование, оборудование центра коммутации сообщений и др.) не выявлено наличия на рабочих местах гигиенически значимых уровней ЭМП (ниже ПДУ ЭМП для населения).

Гигиеническая оценка уровней шума на рабочих местах радиотехнического персонала **I и II групп** показала, что эквивалентные уровни звука более чем на 15 дБА превышают допустимые, на рабочих местах персонала, отнесенного к **III группе**, не выявлено превышения ПДУ (табл. 1).

Таблица 1 – Усредненные данные измерений и расчетов сменных эквивалентных уровней звука по объектам аэропортов

№ группы	I				II		III	
	Обзорные РЛС	Курсовые РЛС	РСБН	РСП	СП	ПРЦ	АСУ	КДП
L(A) _{мин.} , Дб	45,6	44,1	36,0	44,0	35,0	47,4	40,7	36,0
L(A) _{макс.} , Дб	110,6	112,7	103,0	109,0	103,9	113,3	84,9	109,6
L(A) _{экв.} , Дб	89,2	84,3	86,6	92,4	87,6	92,6	55,3	66,0

Превышение ПДУ, дБ	19,2	15,3	16,6	22,4	17,6	22,6	0,0	0,0
--------------------	------	------	------	------	------	------	-----	-----

Основными источниками шума на их рабочих местах персонала **I** и **II** групп являются преобразователи ВПЛ (87-95 дБА), ПСЧ (88-97 дБА), системы охлаждения оборудования, как встроенные, так и навесные (кондиционеры - до 93,5 дБА), а также аварийные дизель-электростанции во время их работы.

Наиболее высокие уровни шума (более 100 дБА) на объектах обоих аэропортов отмечены в помещениях агрегатных при работе аварийных дизель-генераторных электростанций (ДЭС), и хотя время пребывания персонала в этих условиях незначительно (в среднем 20 мин. в неделю или 0,75% рабочего времени), сменные эквивалентные уровни звука, действующие на обслуживающий их персонал, значительно превышают допустимые. В помещениях агрегатных, оборудованных ДЭС типа АДСА-200, уровни звука при их работе составляют 110 – 113 дБА, что превышает максимально допустимые по СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Нахождение персонала и производство работ в таких условиях без применения индивидуальных средств защиты (СИЗ) запрещено.

Кроме того, радиотехнический персонал **I** - **II** групп при производстве работ по ремонту и обслуживанию радиотехнических систем ближнего наведения, радиотехнических объектов службы посадки могут подвергаться воздействию шума влетающих и производящих посадку самолетов, а так же при их рулении на близлежащих рулежных дорожках. Результаты измерения уровней шума для таких условий представлены в табл. 2.

Как видно из таблицы 2, эквивалентные уровни звука для 10 циклов руления, взлета и посадки за смену на территории объектов, расположенных вблизи взлетно-посадочных полос, значительно ниже сменных эквивалентных уровней для персонала обслуживающего объекты РСБН и СП аэропорта «КУРУМОЧ» равных 89,4 дБА и 88,1дБА соответственно. Таким образом, как показали проведенные исследования, при современной загрузке аэропортов вклад создаваемого ими шума в сменные эквивалентные уровни будет составлять менее 1 дБ.

Таблица 2– Влияние шума самолетов на сменные эквивалентные уровни на территории объектов аэропорта «КУРУМОЧ»

Объект, условия измерений	Продолжительность действия	L(A) _{макс}	L(A) экв. за время действия	L (A) экв. к в . 10 циклов	L(A) экв. 10 циклов
Территория РСБН при рулении ТУ-134 по РД-1	90 сек	85 дБ	83 дБ	57 дБ	67 дБ
Территория РСБН при взлете ЯК-40	20 сек.	105 дБ	104 дБ	72,9 дБ	83 дБ
Территория ГРМ-51 при посадке ТУ-134	60 сек	97 дБ	96 дБ	69,7 дБ	80 дБ

Персонал **I** и **II** групп периодически может также подвергаться воздействию общей вибрации: при производстве работ по ремонту и обслуживанию радиотехнических устройств обзорных радиолокаторов, радиотехнических объектов службы посадки в агрегатных и аппаратных модулях (технологическая вибрация), и на транспортных средствах при проезде к местам производства работ (транспортная вибрация).

Результаты измерений действующих скорректированных по частоте значений виброускорения по помещениям показали, что по всем направлениям они находятся в пределах нормативов, определяемых СН по категории 3а для технологической вибрации, даже без учета времени воздействия.

Эквивалентные скорректированные уровни виброскорости на пассажирских сидениях автомобиля типа УАЗ 2206 (аэропорт «Курумоч») при перевозке персонала к месту работ и обратно для усредненных условий движения превышает допустимые до 9,4 дБ по вертикальному направлению (ось Z).

В соответствии с Руководством Р-2.2.755-99 условия труда персонала, обслуживающего передающие радиотехнические устройства обзорных радиолокаторов, систем ближней навигации, радиотехнических объектов службы посадки и др. (**I** и **II** группы), по комплексу оцененных факторов могут быть в большинстве случаев отнесены к вредным: класс 3.2-3.4. Условия труда остальных подразделений службы ЭРТОС, объединенных в **III** группу, по комплексу оцененных факторов в большинстве случаев соответствуют классу 2 или 3.1.

Результаты клинико-физиологических исследований

В соответствии с результатами гигиенической оценки условий труда специалистов службы ЭРТОС, обследованные лица были разделены на 3 группы в зависимости от степени профессиональной связанности с воздействием ЭМИ РЧ.

I группа – 59 человек.

II группа – 51 человек.

III группа – 36 человек.

Распределение обследованных по группам, объектам исследования и возрасту, соответственно, представлено в таблице 3.

По данным терапевтического обследования, наиболее часто встречаемая патология сердечно сосудистой системы (ССС): - артериальная гипертония (АГ), вегетососудистая дистония (ВСД), ишемическая болезнь сердца (ИБС) - в первой и второй группах. Наиболее часто встречаемые осложнения - острый инфаркт миокарда (по данным анамнеза), нарушения ритма сердца (по данным осмотра).

Жизнеугрожающие состояния – тахи - форма фибрилляции предсердия (по данным осмотра).

На втором месте по частоте встречаемости - заболевания желудочно-кишечного тракта; язвенная болезнь 12-перстной кишки.

Заболевания бронхо-легочного аппарата – хронический бронхит, БА (единичные случаи).

Таблица 3– Распределение обследованного персонала по группам

	РГП «Волгаэронавигация»		ГУАП «Пулково»	
	Кол-во	Возраст, М±m	Кол-во	Возраст, М±m
Группа I	29	44,9±2,0	28	49,3±2,1
Группа II	28	46,8±1,9	23	44,1±2,2
Группа III	16	47,0±2,1	22	49,1±1,5
Всего	73	46,3±1,2	73	47,6±1,1

В плане оценки возможного неблагоприятного влияния на состояние здоровья специалистов службы ЭРТОС, подвергающихся воздействию ЭМИ и сопутствующих факторов производственной среды и трудового процесса можно заключить, что эти факторы не оказывают значимого влияния на частоту

развития патологии ССС, однако приводят к трехкратному увеличению частоты встречаемости осложнений у лиц, не получающих лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Полученные результаты, свидетельствующие о разнице в частоте встречаемости и характере течения патологии ССС по группам исследования и объектам связаны, по-видимому, в основном с качеством медицинского обслуживания. Так в ГУАП «Пулково» наличие поликлинической службы позволяет рано выявлять патологию органов и систем специалистов службы ЭРТОС и своевременно назначить адекватную терапию. На этом фоне увеличивается частота выявленных случаев патологии ССС и резко снижается число осложнений. Отсутствие адекватного медицинского обеспечения специалистов службы ЭРТОС РГП «Волгааэронавигация» приводит снижению числа лиц с своевременно диагностированными заболеваниями ССС и резкому увеличению осложненных форм патологии, причем осложненное течение заболеваний ССС в три раза больше у лиц **I и II** групп.

Результаты неврологического осмотра полностью коррелируют с данными терапевтического обследования и свидетельствуют о том, что в обследованной группе специалистов службы ЭРТОС **I и II** групп в сравнении с группой **III** отмечается тенденция к увеличению синдромов вегетативной дисфункции и сосудистой дисфункции. У них значительно чаще отмечены жалобы на шум в голове, головокружения, раздражительность; определенно чаще были жалобы на снижение либидо и потенции (16,7% и 5,1%, соответственно) (табл. 4); проявления объективно регистрируемых изменений состояния нервной системы (табл.5). В группе **I + II** чаще отмечен синдром ВСД (ВД) - (49%), тогда как в группе **III** – 20,5% (см. табл.6). Суммарно в группе **I + II** синдром ВСД (ВД), ГБ (АГ) отмечен в 83,6% случаев, в то время как в группе **III** такие изменения обнаружены в 46,7% случаев. Если в группе **I + II** синдромы ВСД (ВД), ГБ (АГ) и ИБС (по данным терапевтического осмотра) отсутствовали у 18% обследованных, то в группе **III** число таких лиц составило 40%.

Таблица 4– Жалобы обследованных по группам **I+II и **III** специалистов службы ЭРТОС**

Жалобы	группа, I+II n=108		Группа III, n=39	
	n	%	n	%
Головные боли	42	38,9	16	41,0

Шум в голове	17	15,7	4	10,2
Головокружения	24	22,2	6	15,4
Обмороки, кризы	2	1,8	-	-
Слабость, утомляемость	43	39,8	17	43,6
Раздражительность	43	39,8	14	35,9
Снижение фона настроения	16	14,8	7	17,9
Ослабление памяти	32	29,6	9	23,0
Выпадение волос на голове	53	49,0	18	46,1
Поседение	54	50,0	22	56,4
Снижение либидо и потенции	18	16,7	2	5,1
Боли в позвоночнике	58	53,7	25	64,1
Метеозависимость	41	37,9	15	38,7
Артралгии, миалгии	32	29,6	13	33,3
Субъективная реакция на воздействие производственных факторов	59	54,6	23	58,9

Эти данные подтверждаются результатами определения АД и ЧСС (табл. 7). На фоне того, что средние значения СД, ДД и ЧСС в общем укладываются в границы нормы, из 59 человек в группе I у 22 (37,3%); из 51 человека группы II - у 22 (43,1%) и из 36 человек группы III - у 11 (30,6%) отмечено увеличение значений СД более 140 мм рт.ст. Аналогичная картина также наблюдается и для значений ДД. В целом из 146 человек у 64 человек (43,8%) СД, у 63 (43,1%) ДД и у 58 человек (39,7%) ЧСС выходили за границы физиологической нормы, свидетельствуя о наличии почти у половины обследованных изменений в состоянии сердечно-сосудистой системы. Отчасти это может быть обусловлено возрастными изменениями состояния ССС.

Таблица 5– Изменения нервной системы в группах I+II и III специалистов службы ЭРТОС

Изменения нервной системы	группа, I+II n=108		Группа III, n=39	
	n	%	n	%
Изменения черепно-мозговых нервов	12	11,1	1	2,6

НистагмOID	14	12,9	7	17,9
Слабость конвергенции	4	3,7	-	-
Нарушения чувствительной сферы	6	5,5	1	2,6
Снижение отдельных сухожильных рефлексов	20	18,5	8	20,5
Тремор	17	15,7	2	5,1
Периферические вегетативные нарушения	24	22,2	15	38,4
Эндокринно-обменные нарушения	9	8,3	1	2,6

Таблица 6– Основные неврологические синдромы обследованных по группам I+II и III специалистов службы ЭРТОС

Основные синдромы	группа, I+II n=108		Группа III, n=39	
	n	%	n	%
ВСД (ВД)	53	49,0	8	20,5
ГБ (АГ)	37	34,6	11	28,2
Вертеброгенные болевые синдромы (ВБС)	34	31,5	14	35,9
Без ВСД, ВД, ГБ, АГ, ИБС	14	13,0	17	43,6

Таблица 7– Артериальное давление и ЧСС у обследованных

Группы	Артериальное давление						ЧСС		
	Систолическое			Диастолическое					
	M±m	%>N	%<N	M±m	%>N	%<N	M±m	%>N	%<N
I	137,7±2,6	37,3	5,1	87,1±1,6	39,0	0	72,4±1,3	16,9	16,9
II	138,1±3,1	43,1	7,8	88,3±1,9	49,0	7,8	75,4±2,0	27,4	15,7
III	134,4±3,4	30,6	5,6	85,9±2,5	11,0	0	68,2±2,0	13,9	30,6

Однако определение корреляционных зависимостей значений СД и ДД с возрастом, стажем общим и стажем профессиональным показывает, что наряду с логически обоснованной высокой степенью корреляции этих показателей с

возрастом и стажем в группе I СД не обнаруживает корреляции с общим стажем работы, тогда как коэффициент корреляции со стажем работы по профессии является статистически значимым. Это позволяет предполагать, что для лиц группы I (в наибольшей степени профессионально связанных с воздействием ЭМИ) более значимым в обнаруживаемой тенденции к повышению СД является не общий стаж, а стаж работы по профессии (при воздействии ЭМИ).

Анализ результатов экспресс-исследования по определению биологического возраста показывает, что в целом по группе обследованных отмечается статистически достоверное ($p \leq 0,01$) превышение биологического возраста по сравнению с календарным в среднем на 3,8 года. Причем эти значения достаточно близки для обоих объектов исследования. При сравнении значений календарного и биологического возраста по группам можно видеть, что у лиц I группы в целом биологический возраст статистически достоверно превышает календарный на 4,2 года ($p \leq 0,02$); у лиц II группы - на 3,8 года ($p \leq 0,05$), тогда как увеличение биологического возраста лиц III группы на 4 года не достигает порога статистической значимости (см табл. 8 и рис.1).

Результаты гематологического и иммунно-цитохимического исследования по изучению морфологического состава крови, оценки состояния иммунного статуса и неспецифической резистентности (по данным цитохимического обследования) указывают на возникновение у обследованных специалистов количественно-функциональных изменений клеток крови.

Таблица 8 – Календарный и биологический возраст у обследованных

Группа	Ч и с л о лиц	В о з р а с т календарный	В о з р а с т биологический	Достовернос ть различий
Группа 1	59	47,2±1,4	51,4±1,1	$p \leq 0,02$
Группа 2	51	46,7±1,4	50,5±1,4	$p \leq 0,05$
Группа 3	39	47,0±1,2	50,0±1,3	$p > 0,05$
Всего	146	47,0±0,8	50,7±0,7	$p \leq 0,01$

Изменения показателей периферической крови выразались в снижении количества гемоглобина и эритроцитов,

тромбоцитопении и цитопенических реакциях, таких как снижение абсолютного количества нейтрофилов и лимфоцитов. Было также выявлено увеличение количества моноцитов и, в определенных случаях, повышение количества эритроцитов с базофильной зернистостью (табл.9 и рис.2).

По данным цитохимических исследований обнаружены изменения клеточного метаболизма лейкоцитов крови, выражающиеся в повышении активности кислой фосфатазы, миелопероксидазы и разнонаправленных изменениях показателей активности щелочной фосфатазы (рис.3 и табл.10).

Иммунный статус характеризовался снижением абсолютного количества лимфоцитов, изменениями соотношения абсолютного числа иммунорегуляторных субпопуляций (Т-хелперов и Т-супрессоров) и количественного состава популяций Т-нулевых лимфоцитов и В-клеток (табл.10).

У специалистов, в большей степени профессионально связанных с воздействием ЭМИ, изменения гематологических и иммунологических показателей носили более выраженный характер, свидетельствуя об изменениях гематологических показателей, нарушении неспецифических факторов защиты и иммунологической реактивности с формированием количественно-функционального иммунодефицита.

Заключение

Данные гигиенических исследований свидетельствуют о том, что электромагнитная обстановка на рабочих местах персонала, обслуживающего передающее радиотехническое оборудование средств радиолокации, радионавигации и связи аэропортов гражданской авиации, отличается особой сложностью и специфичностью: техногенные импульсно-, амплитудно- и частотно-модулированные ЭМП широкого спектра частот (0,3 – 150 МГц, 0,8 - 9,42 ГГц) с постоянно изменяющимися интенсивностно-временными параметрами, дефицит естественных ЭМП в экранированных помещениях. Облучение носит сложный дискретно-интермиттирующий характер, наиболее высокие уровни ЭМП создаются антенно-фидерными системами. Персонал службы ЭРТОС следует отнести в группу риска по факту воздействия на него ЭМП и шума.

Данные клинико-физиологического исследования свидетельствуют о риске развития неблагоприятных изменений сердечно-сосудистой, нервной, гематологической и иммунной систем у обследованных специалистов аэропортов гражданской авиации, осуществляющих эксплуатацию средств локации, навигации и связи, т.е. в большей степени профессионально связанных с воздействием ЭМИ и сопутствующих факторов производственной среды и трудового процесса.

Полученные данные обуславливают необходимость продолжения исследований данной профессиональной группы путем углубленного обследования с использованием спектра методов исследований по оценке состояния сердечно-сосудистой и нервной систем психологическим тестированием, биохимическими и цитохимическим исследованиями крови и пр.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вермель А.Е., Садчикова М.Н. Заболевания, вызываемые воздействием электромагнитных излучений диапазона радиочастот // Руководство по профессиональным заболеваниям. Т.2. Ред. Н.Ф. Измеров. – М.: Медицина, 1983. – С. 203-216.
2. Гембицкий Е.В. В кн. «Влияние СВЧ-излучений на организм человека и животных»// Л., Медицина – 1966 – 121-129.
3. Гордон З.В. Вопросы гигиены труда и биологического действия электромагнитных полей сверхвысоких частот. – М.:

Медицина, 1966. – 162с.

4. Григорьев Ю.Г. Роль модуляции в развитии соматических эффектов ЭМП // Мат. Междунар. сов. «Электромагнитные поля. Биологическое действие и гигиеническое нормирование», Москва, Россия, 18-22 мая 1998г., Geneva: WHO, 1999.- С.37-48.

5. Дрогичина З.А., Садчикова М.Н. В кн. «О биологическом действии электромагнитных полей радиочастот»// М., НИИ ГТ и ПЗ, 1964, 105-109.

6. Думанский Ю.Д., Сердюк А.М., Лось И.П. «Влияние электромагнитных полей радиочастот на человека»// Киев - Здоров'я - 1975 – 159 с.

7. Измеров Н.Ф., Пальцев Ю.П., Суворов Г.А. и др. Неионизирующие электромагнитные излучения и поля // Руководство «Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль».- М.: Медицина, 1999. Т.1.- С. 8 – 95.

8. Илюшенко В.Г. использование показателей биологического возраста при оценке заболеваемости рабочих фанерно-мебельного комбината.//Геронтология и гериатрия. Биологический возраст, наследственность и старение. Ежегодник – Киев – 1984 – с 78-81.

9. Комарова А.А. //Руководство по профессиональным заболеваниям. Т.2/Под редакцией Н.Ф. Измерова. – М.: Медицина, 1983. – С.214-219.

10.Малышев В.М., Колесник Ф.А.//Электромагнитные волны сверхвысокой частоты и их воздействие на человека., Л.-Медицина – 1968 - 87 с.

11.Никонова К.В., Вермель А.Е.//Клинико-гигиенические проблемы влияния электромагнитных излучений радиочастотного диапазона. В кн.: Физиология человека и животных. Т. 22. Биологическое действие электромагнитных излучений. М., ВИНТИ, 1978, с. 112-139.

12.Никонова К.В., Храмова Н.Д., Фукалова П.П. и др. Гигиеническая оценка уровней микроволнового облучения персонала аэропортов гражданской авиации // Сб. науч. трудов под ред. Б.М. Савина «Гигиеническая оценка и биологическое действие прерывистых микроволновых облучений». – М.-1983. – С. 26-38.

13.Походзей Л.В. Гипогеомагнитные поля как один из неблагоприятных факторов среды // Мат. Междунар. сов. «Электромагнитные поля. Биологическое действие и

гигиеническое нормирование», Москва, Россия, 18-22 мая 1998г., Geneva: WHO, 1999.- с. 237-247.

14.Савин Б.М. Актуальные вопросы гигиенического нормирования микроволнового облучения на примере персонала аэропортов гражданской авиации // Сб. науч. трудов под ред. Б.М. Савина «Гигиеническая оценка и биологическое действие прерывистых микроволновых облучений». – М.-1983. – С.8-25.

15.Савин Б.М., К.В. Никонова, Е.А. Лобанова, Б.М. Мирзоев /Гигиеническое нормирование микроволновых облучений персонала аэропортов, профессионально не связанного с обслуживанием радиолокационных станций // Сб. науч. трудов под ред. Б.М. Савина «Гигиеническая оценка и биологическое действие прерывистых микроволновых облучений». – М.-1983.- 128-138.

16.Cleary S.F. Microwave Cataractogenesis. Proc. IEEE 1980 – v.68 – N1 – p.p.61-69.

17.Environmental Health Criteria 16. Radiofrequencies and Microwave//WHO – Geneva- 1984 – 145 p.

18.Goldsmith J.R. Epidemiologic Evidence of radiofrequency Radiation (microwave) Effects on health in Military, Broadcasting and Occupational and Environmental Health – 1995 – v.1 –p.p. 47-57.

19.M. Grandolfo, S.M. Michaelson and A. Rindi, (eds.) "Biological Effects and Dosimetry of Non-ionizing Radiation: Radiofrequency and Microwave Energies," Plenum Press, New York and London (1983).

20.ICNIRP. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics Society, 1998.

21.Michaelson S.M. Biological effects of radiofrequency radiation. Concepts and Criteria//Health Phys. – 1991 – v.61 – N1 – p.3-4.

22."Proceedings of a Workshop on Radiofrequency Radiation Bioeffects," Defense Research Group, Panel VIII, NATO AC/243, J.C. Mitchell (ed.) Research Establishment for Applied Science, D-5307 Wachtberg-Werthoven, Federal Republic of Germany, 11-13 Se 1084, USAFSAM-TP-85-14, (April 1985).

23. Proc. Of the'99 Intern. EMF Seminar, Ministry of Health.P.R.China – WHO – May 4-5 –1999 – Beijing. – 119 p.

24. Radio Frequency Radiation Dosimetry and its Relationship to the Biological Effects of Electromagnetic

Fields//Ed.B.Klaunberg & D. Miklavcic – NATO Science Series – Kluwer Academic Publishers – Dordrecht/Boston/London – 1998.

25. Siekierzynski M., Czernski P., et al. Health surveillance of personnel occupationally exposed to microwave//Aerosp. Med. – 1974 – v. 45 – p.1143-1148.

CIVIL AIRCRAFT RADAR LOCATION, RADIO- NAVIGATION AND COMMUNICATION MEANS STAFF WORK CONDITION AND HEALTH STATE STUDY

N. Rubtsova, L. Pokhodzey, N. Courierov, Yu. Paltsev, N. Lazarenko, A. Tarasov, V. Dumkin, T. Zakharova, M. Gorizontova, V. Subbotin

RAMS Institute of Occupational Health, Moscow, Russia

Hygienic researches of work environment of the personnel which is carrying out operation and technical repair service of means of a radar-location, radionavigation and communication of the KYRUMOCH (Samara) and PULKOVO (Saint Petersburg) airports testify that they are exposed to complex factors of the occupational environment and labour process, the most important factors are electromagnetic fields (EMF) and noise.

It is shown, that electromagnetic environment in inspected objects is defined as special multiple and specificity (technogenic EMF of broad band spectrum of frequencies of pulse and continuous generation with constantly varied intensity-time parameters, deficit of natural EMF in the shielded rooms). Personnel exposure has complex discretely - interrupted character. In some cases an adequate hygienic evaluation may be difficult and may result in EMF influence underestimation in development of changes in a health state of the service personnel. Daily equivalent sound levels on the majority of the workplaces exceeded hygienic normative values, especially in technical rooms.

Investigation results of a complex of the appreciated factors allow us to estimate working condition in most cases as harmful - category 3.2-3.4 according Hygienic Guide P-2.2.755-99.

Health state of this professional group has been evaluated by results of clinical and physiological inspection of 146 men (therapeutist and neuropathologist examination, cardio-vascular and nervous system physiological researches, blood, immune and cytochemical research).

The statistically significant increase (for 5,3 years) of biological age comparing with real age, more frequently cardio-vascular pathologies, the tendency to vegetative as well as vascular disfunction increase were revealed.

There were revealed quantitative - functional changes of blood cells (decrease of hemoglobin and erythrocytes amount, as well as thrombocytes quantity and cytopenic reactions), changes of leukocytes cell metabolism (increase of acid phosphatase and myeloperoxidate activity, and different directed changes of alkaline phosphatase activity), lymphocytes absolute quantity decrease, changes of immune system regulatory subpopulations absolute number ratio (T-helpers and T-suppressors) and B-cells and T-zero lymphocytes quantitative structure populations. These results testifies to infringement of the not specific factors of protection and immune system reaction ability and quantitative - functional immune deficiency formation.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РАБОТАЮЩИХ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ВРОЖДЕННЫХ ПОРОКОВ У ИХ ДЕТЕЙ

Г.И. Тихонова, Н.Б. Рубцова

НИИ Медицины труда РАМН, Москва

Введение

Постоянное увеличение числа источников электромагнитных полей (ЭМП) и излучений (ЭМИ) различных частотных диапазонов в среде обитания человека ведет к росту численности населения, подвергающегося производственным и внепроизводственным воздействиям этого фактора. Вопрос о влиянии ЭМП на здоровье человека до настоящего времени остается изученным недостаточно. Целесообразно, при оценке последствий воздействия неблагоприятных антропогенных факторов, в качестве модели рассматривать профессиональные группы, подвергающиеся воздействию этих факторов в наибольшей степени.

К настоящему времени во многих странах мира, в том числе и в России выполнены десятки эпидемиологических исследований как когортных, так и построенных по схеме "случай - контроль", указывающих на повышение риска развития гемобластозов (МКБ-Х С81-С96) и злокачественных новообразований мозга (МКБ-Х С69-С72) вследствие производственных воздействий ЭМП различных частотных диапазонов (лица, так называемых, «электрических профессий»)[7 и др.]. Особую тревогу вызывает тот факт, что при профессиональном воздействии ЭМП канцерогенные эффекты могут развиваться не только у самих работающих, но и у их потомства [4-6,8-10]. Установлено, что ЭМП различных частотных диапазонов играют неодинаковую роль в развитии этих форм патологии.

Известно, что некоторые факторы физической природы могут оказывать не только канцерогенный, но и мутагенный и тератогенный эффекты, поэтому важное научное и практическое значение имеет вопрос о наличии причинной связи между производственным воздействием ЭМП различных частотных диапазонов и риском возникновения у их детей врожденных пороков развития (ВПР). Этот вопрос особенно актуален в связи с

постоянным ухудшением состояния здоровья детского населения в России. Только за десять лет с 1990 по 2000 год частота возникновения врожденных пороков развития возросла в 2,5 раза. В 2000 году у 5,4 % детей, из числа родившихся живыми, в возрасте до 1 года были выявлены врожденные пороки развития [3; с.140-141; 139]. В 2001 г. на фоне снижения заболеваемости от всех причин на 1-ом году жизни, частота развития врожденных пороков возросла еще на 3,3 % [2; с.35-36]. Эти неблагоприятные тенденции развиваются на фоне социально-экономических процессов, происходящих в стране. Однако это не умаляет значения исследований по оценке роли антропогенных факторов в формировании ВПР.

Выявление причин повышения частоты развития редких форм патологии связано с применением методов аналитической эпидемиологии. Наиболее эффективно решение данной задачи может быть осуществлено с помощью ретроспективного аналитического эпидемиологического метода «случай – контроль». Особенность этого типа исследований состоит в том, что наличие связи между воздействием и заболеванием оценивается сравнением распространенности изучаемого воздействия в группах лиц больных данной формой патологии и здоровых. Таким образом, обследуемые отбираются в опытную группу – «случай» или группу сравнения – «контроль» в зависимости от наличия или отсутствия у них изучаемого заболевания. В указанных группах сопоставляется частота распространенности подозреваемого патологического воздействия в прошлом. Аналитические возможности этого метода позволяют одновременно изучать влияние нескольких факторов риска на возникновение одной, заранее выбранной нозологической формы или класса болезней. При этом появляется возможность анализировать совместное влияние тех или иных сочетаний факторов и оценивать результаты их взаимодействия.

Материал и методы исследования

Выполнено ретроспективное аналитическое эпидемиологическое исследование, построенное по схеме «случай-контроль», направленное на оценку риска развития врожденных пороков у детей как следствия профессиональной экспозиции родителей ЭМП различных частотных диапазонов.

Исследование выполнялось в Москве. Основную группу составили семьи, в которых перинатально (мртворождения и

смерти на 1-ой неделе жизни) погибли дети в связи с врожденными пороками развития. Работа была ограничена рамками перинатальной смертности с тем, чтобы на примере наиболее выраженных, несовместимых с жизнью пороков развития выявить влияние факторов, ведущих к формированию этого вида патологии. Сбор информации осуществлялся в городском Методическом кабинете по родовспоможению Московского городского департамента здравоохранения из «Карт выкопировки свидетельства о смерти (мертворождении) ребенка» на протяжении 8-летнего периода наблюдения. Было выкопировано 1369 свидетельств о случаях перинатальной гибели детей, в которых в качестве причины смерти или одной из причин указывался врожденный порок развития. Все свидетельства о смерти (мертворождении) ребенка имели заключение патологоанатома о причине смерти.

Контрольная группа формировалась из семей, в которых в этот же период времени родились здоровые дети. Сведения о новорожденных и роженицах получали из медицинской документации в родильных домах г. Москвы. Условием включения семей в обе группы наблюдения являлось постоянное проживание в Москве.

Для реализации программы исследования данных медицинской документации было недостаточно, поэтому, для получения необходимой информации была специально разработана анкета. Программа опроса родителей больных и здоровых детей включала три основных блока:

- демографические и социально-экономические характеристики родителей, условия и образ жизни семьи;
- медико-биологические характеристики (акушерский анамнез матери, течение и осложнения беременности, состояние здоровья родителей, наличие врожденных пороков у родителей или других членов семьи и т.д.);
- профессиональный маршрут обоих родителей.

Особое внимание в анкете уделялось профессиональному маршруту обоих родителей для получения максимально полной информации. Родителей просили указать весь профессиональный маршрут с момента окончания школы до наступления беременности, а матери и в период беременности. По каждому из мест работы следовало указать профессию, полное название предприятия, наименование цеха или отдела, период времени, в течение которого родители работали на данном предприятии, а

также наличие контакта с вредными профессиональными факторами, с особым учетом факторов электромагнитной природы.

Опрос родителей погибших и здоровых детей осуществлялся методом почтового анкетирования. Возвратилось около 40% анкет в обеих группах. Основную группу составили 550 семей и контрольную - 1778 семей.

В сравниваемых группах оценивалась распространенность профессиональной экспозиции ЭМП для каждого из родителей. Экспонированными считались лица, подвергавшиеся на рабочем месте воздействию этих факторов в период перед наступлением беременности, а мать – и в течение беременности.

Оценкой относительного риска (ОР) в исследовании являлось отношение шансов (англ. Odds ratio - OR). При одинаковой распространенности рассматриваемого фактора риска в основной и контрольной группах относительный риск равен 1. Повышенное значение ОР является статистически значимым с вероятностью 95%, если нижняя граница доверительного интервала больше 1. В данном исследовании для элиминирования влияния мешающих факторов применялся стратификационный анализ для неподобранных групп. Контролировались влияние комплекса факторов условий и образа жизни и комплекса факторов, характеризующих репродуктивное здоровье.

При анализе риска развития ВПР у детей, родители которых подвергались производственным воздействиям ЭМП различных частотных диапазонов (лиц «электрических профессий») раздельно оценивался относительный риск при экспозиции родителей ЭМП сверхнизкочастотного диапазона, в первую очередь, ЭМП ПЧ и ЭМП радиочастотного диапазона.

Результаты и обсуждение

При изучении профессионального маршрута, особое внимание было обращено на родителей, подвергавшихся производственным воздействиям электромагнитных полей сверхнизкочастотного диапазона. Этот диапазон частот широко распространен не только в энергетике, но и в промышленности, на транспорте и в других отраслях народного хозяйства.

В группу экспонированных ЭМП промышленной частоты (ЭМП ПЧ) были отнесены лица, занятые на электроэнергетических объектах - персонал, осуществляющий обслуживание и эксплуатацию высоковольтного оборудования (в т.ч. оперативно-диспетчерский), электросварщики, инженеры-

электрики, электрики и электромонтеры на промышленных предприятиях, а также водители и машинисты электрических видов транспорта..

Женщины достаточно редко работали в "электрических" профессиях (5 женщин в основной и 7 – в контрольной группах). Анализ данных по группе в целом свидетельствует, что ОР возникновения ВПР у детей, матери которых подвергались воздействию всех видов ЭП и МП ПЧ составил 2,32 (95% ДИ 0,77-7,00), однако он не достигал порога статистической значимости.

При этом, ЭМП ПЧ были экспонированы только 2 женщины в основной группе, работающие на энергообъектах. В контрольной группе 4 мамы подвергались воздействию преимущественно магнитных полей (МП) ПЧ (3 женщины были экспонированы МП ПЧ на производстве и в НИИ, и одна работала на электрокаре). Относительный риск для этой подгруппы составил 1,62 (95% ДИ 0,34-7,62).

Кроме того, по три женщины в основной и контрольной группах работали водителями троллейбуса или трамвая. Вероятность рождения ребенка с ВПР в этой профессиональной подгруппе более чем в три раза превышала аналогичный показатель в контроле, однако и здесь показатель был статистически незначим (ОР=3,24; 95% ДИ 0,74-14,32).

Таким образом, в группе женщин, экспонированных ЭМП ПЧ, наиболее выраженная тенденция к повышению риска перинатальной гибели ребенка в связи с ВПР, наблюдалась у женщин-водителей городского электрического транспорта, а относительный риск по группе в целом ОР=2,32 формировался преимущественно за счет высокого уровня ОР в подгруппе женщин – водителей электротранспорта.

Мужчины значительно чаще, по сравнению с женщинами, подвергались воздействию ЭМП ПЧ (14 отцов из 550 в основной группе и 24 из 1778 – в контроле).

При профессиональной экспозиции отцов ЭМП этого диапазона частот наблюдалось почти двукратное увеличение риска перинатальной гибели новорожденного в связи с ВПР по сравнению с контролем, который отражает фоновый уровень риска в населении г. Москвы (ОР = 1,91; 95% ДИ 0,99-3,68), причем нижняя граница доверительного интервала была близка к единице. Однако этот показатель формировался за счет разных по величине рисков в отдельных профессиональных подгруппах.

Наиболее многочисленной была профессиональная подгруппа электросварщиков. Лица, занятые в этой профессии испытывают воздействие комплекса неблагоприятных факторов, ведущими среди которых являются сварочные аэрозоли и МП ПЧ импульсного режима генерации. Относительный риск в этой профессиональной подгруппе (ОР=1,44 95% ДИ 0,47-4,44), также как и в подгруппе работников, подвергающихся воздействию ЭМП ПЧ (2 отца в основной группе и 5 - в контрольной) (ОР = 1,28 95% ДИ 0,29-5,79), имел слабую тенденцию к повышению.

Среди экспонированных ЭМП сверхнизкочастотного диапазона была выделена еще одна профессиональная группа, условно отнесенная к диапазону ЭМП ПЧ. Она формировалась из лиц, испытывающих воздействие этого фактора при работе на электротранспорте. В эту группу вошли водители городского электротранспорта, машинисты электропоездов в метро и электролокомотивов на железнодорожном транспорте.

Дифференцированная оценка риска развития ВПР у детей, отцы которых работали на отдельных видах электротранспорта показала, что в семьях, где мужья являлись водителями городского электротранспорта частота развития этого вида патологии была в 2,4 (95% ДИ 0,60-9,87) раза выше по сравнению с контролем, но как и при экспозиции матерей, ОР не достигал 95% порога статистической значимости, принятого в медицинских исследованиях.

В профессиональных группах машинистов локомотивов электропоездов на железной дороге и электропоездов метрополитена относительный риск рождения ребенка с ВПР составил 2,71 (95% ДИ 0,87-8,47). Следует заметить, что в этой профессиональной группе не встречались машинисты пригородных электропоездов, интенсивностные характеристики воздействия на которых МП ниже в связи с большей удаленностью их рабочего места от источника ЭМП.

Можно предполагать, что полученные значения относительного риска не были статистически достоверны в связи с низкой распространенностью профессии водителя (машиниста) электротранспорта в профессиональной структуре работающих. Поэтому, несмотря на то, что в семьях, где родились дети с ВПР, отцы и матери, занятые на электротранспорте встречались в 2,4 – 3,2 раза чаще, чем в популяции, численность их была незначительна.

При объединении водителей и машинистов всех видов электротранспорта в единую группу ОР достиг 95% порога статистической значимости и составил 2,61 (95% ДИ 1,05-6,48).

Таким образом, в представленном исследовании, впервые выявлено повышение, относительного риска развития ВПР у детей, родители которых работали водителями электротранспорта.

Следует констатировать, что в последние годы все больший интерес привлекают вопросы возможного неблагоприятного влияния на здоровье работающих ЭМП, имеющихся на рабочих местах водителей электротранспорта [1]

Интенсивностно-временные характеристики ЭМП на рабочих местах этих профессиональных групп в настоящее время изучены крайне недостаточно из-за необходимости применения специальных средств метрологического контроля. В отличие от синусоидальных ЭМП, создаваемых такими источниками, как воздушные или кабельные линии электропередачи, в локомотивах электропоездов и в других видах электротранспорта отмечаются резкие скачки интенсивности в широком диапазоне частот ЭМП [1]. Кабины водителей (или корпуса собственно транспорта) являются экраном, обеспечивающим защиту работающего от электрической составляющей ЭМП, но практически не изменяющим его магнитную компоненту. Гигиенические регламенты такого рода воздействий ЭМП отсутствуют как у нас в стране, так и за рубежом.

В качестве примера можно также привести данные И.А.Авенариус [1] с соавторами по изучению электромагнитной обстановки в салоне и кабине водителя троллейбуса. Известно, что источником электропитания троллейбуса в Москве является постоянный ток напряжением 550 В. Рабочий ток составляет 180-200 А. Во время остановок магнитное поле в салоне троллейбуса снижается почти в два раза по сравнению с земным полем. При движении троллейбуса, как и других видов электротранспорта, отмечаются резкие скачки величины индукции магнитного поля. Увеличение размаха скачков индукции магнитного поля нарастает при движении с частыми разгонами и торможениями. Значение индукции магнитного поля больше в кабине, чем в салоне.

Вместе с тем необходимо учитывать, что водители городского электротранспорта подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса, среди которых наряду со сложно характеризуемым ЭМП

существенную роль играют высокая степень нервно-эмоционального напряжения, связанного с ответственностью за пассажиров, движением в плотных транспортных потоках, сменным характером работы, высокие уровни загрязнения воздушной среды на магистралях г. Москвы и другие неблагоприятные профессиональные воздействия, которые также могут являться факторами риска в развитии ВПР у их детей.

Для дифференциации эффектов воздействия этих факторов от факторов электромагнитной природы были проанализированы риски возникновения ВПР у детей, родившихся в семьях водителей городских автобусов, труд которых близок по характеру и условиям труда водителям электротранспорта, за исключением факторов электромагнитной природы. Не было выявлено различий в распространенности профессии водителя городского автобуса в основной и контрольной группах. Относительный риск не отличался от 1.

Таким образом, по данным проведенного исследования, можно предполагать, что 2-3-кратное увеличение риска развития ВПР у детей, рождавшихся в семьях водителей электротранспорта, связано с резкими колебаниями амплитудно-частотных характеристик индукции магнитного поля, которым подвергаются родители будущего ребенка перед наступлением беременности и плод в течение беременности. Нервно-эмоциональные перегрузки, испытываемые работниками электротранспорта, и загрязнение воздуха рабочей зоны у водителей городского электротранспорта могут усугублять негативные эффекты от воздействия ЭМП. Однако полученные результаты требуют проведения дальнейших исследований в этом направлении, которые могут подтвердить или опровергнуть полученные данные.

Следующий раздел работы был посвящен изучению связи экспозиции родителей ЭМП РЧ и развитию ВПР у их детей. Электромагнитное излучение радиочастотного диапазона (РЧ) как фактор производственной среды также более характерно для рабочих места мужчин, чем женщин. В основной группе производственным воздействиям ЭМИ высоких (ВЧ), ультравысоких (УВЧ) и сверхвысоких частот (СВЧ) подвергались 7 матерей и 23 отца, а в контрольной – 2 матери и 27 отцов.

Женщины, у которых родились дети с ВПР, подвергались воздействию ЭМП при работах по электромагнитным испытаниям оборудования в НИИ и на приборостроительных заводах. Одна женщина осуществляла ВЧ-сварку пластмассовых изделий,

подвергаясь воздействию ЭМИ в сочетании с химическим фактором.

В контрольной группе одна из двух женщин осуществляла ВЧ-сварку пластмассы на фабрике кожгалантереи, подвергаясь сочетанному воздействию ЭМП и химических веществ, другая – работала инженером на ВЧ-установках в Институте высоких температур АН.

Расчет ОР показал, что в семьях, где родились дети с ВПР, мамы более, чем в 10 раз чаще подвергались воздействию ЭМП РЧ в некоторых случаях в сочетании с другими вредными профессиональными факторами (11,45 95% ДИ 2,73-48,06). Вследствие того, что женщины редко работали в контакте с ЭМП этого диапазона частот, не представлялось возможным оценить риск развития врожденной патологии у детей в зависимости от экспозиции матери только ЭМП и ЭМП в сочетании с воздействием химического фактора. Кроме того, следует отметить, что хотя ОР был статистически значим, по причине малой численности экспонированных женщин в контрольной группе, размеры доверительного интервала были велики, а это предполагает, что истинное значение ОР может колебаться в широких пределах.

В опытной и контрольной группах отцы подвергались производственным воздействиям ЭМП РЧ различных частотных диапазонов при службе в вооруженных силах, в военной и гражданской авиации, на флоте, работе на приборостроительных в т.ч. радиотехнических заводах (регулирующие радиоаппаратуры), предприятиях министерства связи (теле- и радиопередающие центры), НИИ.

К сожалению, не представлялось возможным подразделить лиц как опытной, так и контрольной групп по категориям облучения в зависимости от частоты, режима генерации, условий воздействия. В связи с этим анализ данных осуществлялся по группам в целом. Вместе с тем, в опытную группу вошли лица, интенсивностно-временные параметры воздействия ЭМИ РЧ на которых в значительной степени превышают таковые в контрольной. Так в опытной группе из 550 отцов один обслуживал радиолокационную систему, двое – работали на теле- и радиопередающих станциях, один - в НИИ дальней радиосвязи. В контрольной группе из почти 1800 человек таких категорий лиц, профессионально связанных с эксплуатацией источников ЭМП РЧ

не было. Регулировщики радиоаппаратуры среди отцов контрольной группы встречались в 3,5 раза реже, чем в основной.

Риск перинатальной гибели новорожденных в связи с ВПР в семьях, где отец имел профессиональную экспозицию ЭМИ РЧ, в 2,83 раза превышал аналогичный показатель в контрольной группе (95% ДИ 1,47-4,39).

Заключение

Выполненное ретроспективное аналитическое эпидемиологическое исследование «случай-контроль», направленное на оценку риска развития ВПР у детей как следствия профессиональной экспозиции родителей ЭМП различных частотных диапазонов, показало, что при экспозиции ЭМП сверхнизкочастотного диапазона статистически значимое увеличение риска развития врожденной патологии у детей выявлено только в семьях, где отец в период перед наступлением беременности работал водителем (машинистом) на электротранспорте (ОР=2,61 95% ДИ 1,05-6,48). В тех случаях, когда водителем электротранспорта работала будущая мама отмечался еще более высокий риск, хотя и не достигающий порога статистической значимости.

Оценка риска развития ВПР у детей, родители которых подвергались профессиональному воздействию ЭМП РЧ, также показала статистически значимое увеличение ОР. В семьях, где отец был экспонирован этому фактору, вероятность перинатальной гибели ребенка в связи с ВПР почти в 3 раза превышала аналогичный показатель в контроле (ОР=2,83 95% ДИ 1,47-4,39). При экспозиции матери ЭМИ РЧ-диапазона в период беременности риск возрастал более, чем в 10 раз. Таким образом, негативное воздействие на здоровье будущего ребенка более выражено в тех случаях, когда воздействию этого фактора подвержена мать ребенка. Выявленная связь вызывает тревогу, поскольку врожденные пороки развития являются одной из наиболее сложных форм патологии и имеют тяжелые психологические, социальные и экономические последствия для семьи и общества в целом.

Полученные результаты указывают на необходимость продолжения и расширения исследований в этом направлении. Особая актуальность этих работ обусловлена постоянным и быстрым ростом числа и интенсивности различных источников ЭМИ, действующих на человека во всех сферах его жизнедеятельности, что ведет к увеличению доли населения,

подвергающегося воздействию этого фактора, в том числе профессиональному.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Авенариус И.А., Лелюхин А.М., Трофименко Ю.В., Тихонова Г.И. и др. Электромагнитное поле в автотранспорте и здоровье человека.// Сб.Науч.-техн.конф.: «Луканинские чтения. Пути решения энергоэкологических проблем в автотранспортном комплексе» М., 4-5 февраля 2003 г.: с. 152-154.
- 2.Государственный доклад о состоянии здоровья населения РФ в 2001 году. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. - 120с.
- 3.Здравоохранение в России: Стат.сб./ ГоскомстатРоссии.-М., 2001. - 356 с.
- 4.Colt JS, Blair A. Parental occupational exposures and risk of childhood cancer. *Envir.Health Persp.* 106 (suppl 3): 909-925 (1998).
- 5.Electric and magnetic fields and cancer: An update//*Electra* - 1995 - v.161 - p.131-141.
- 6.Feychting M., Plato N., Nice G., Ahlbom A. Paternal Occupational Exposures and Childhood Cancer. In *J. Environmental Health Perspectives/ v.109, № 2, February 2001, p.193-196.*
- 7.Goldsmith J.R. Epidemiologic evidence of radiofrequency radiation (microwave effects on military, broadcasting and occupational studies)//*Int. J. of Occupational and Environmental Health* - 1995 - v.1 - N 1 - p.47-57.
- 8.Gurvich E.B., Tikhonova G.I., Radionova G.K. et al. Occupational and non-occupational exposure to extremely low frequency electromagnetic fields as a risk factor. In *Proc. of Intern. Meeting "Electromagnetic fields: Biological Effects and Hygienic Standardization"*, Moscow, 18-22 May 1998, WHO, Geneva, 1999, p.275-278.
- 9.Tikhonova G.I., Radionova G.K., Rubtsova N.B EMF occupational exposure of parents and children's haemoblastosis// *Abstr. of Proc. XXXIth General Assembly of URSI, August 13-21,1999, Toronto, Canada.*
- 10.Van Steensel-Moll HA, Valkenburg HA, Van Zanen GE. Childhood leukemia and parental occupation: a register-based case-control study. *Am J Epidemiol* 121: 216-224 (1985).

**PARENTS OCCUPATIONAL ELECTROMAGNETIC
EXPOSURE AS RISK FACTOR OF CHILDHOOD
CONGENITAL MALFORMATION**

G. Tikhonova, N. Rubtsova

RAMS Institute of Occupational Health, Moscow

There was carried out 8 year “case-control” study of congenital malformation development risk as a result of electromagnetic fields of different frequency range parent’s occupational exposure. The study was carried out in Moscow in base of 550 “cases” and 1778 “control”.

Among of professional group occupationally exposed to extremely low frequency electromagnetic field odds ratio of their children congenital malformation risk was elevated in group of parents that has worked as electric transport driver only: for men OR= 2,61 (95% CI 1,05-6,48), for women OR was 3,24 (95% CI 0,74-14,32).

In group of parents occupationally exposed to radio frequency electromagnetic field elevated risk of their offspring congenital malformation was founded: for fathers OR =2,83, (95%CI 1,47-4,39) and for mothers OR=11,45 (95% CI 2,73-48,06).

ЭКОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ

А.Ю. Сомов

Саратовский государственный университет, Саратов

Существующие темпы роста числа абонентов сотовой связи в России значительно опережают все оптимистические прогнозы. По прогнозу 1999 г. число абонентов в России к 2010 г. должно было достигнуть 3 млн., однако уже сейчас их более 18 млн. [Григорьев Ю.Г. и др., 1995, 1999]. Сложилась ситуация, когда значительная часть населения добровольно подвергают себя риску воздействию электромагнитного излучения.

В настоящее время во всем мире нет однозначного подхода к проблеме нормирования электромагнитного излучения носимого радиотелефона. Проблема гармонизации национальных стандартов в последнее время стала главенствующей практически на всех международных конференциях, посвященных воздействию электромагнитного излучения на окружающую среду и здоровье человека. К сожалению, взаимоприемлемого решения до настоящего времени не принято. Несогласованность национальных и международных норм безопасности, отсутствие согласованных методик измерений приводит к тому, что сертифицированные в одной стране радиотелефоны могут не соответствовать гигиеническим требованиям других стран-импортеров продукции. В России в настоящее время продаются и используются мобильные радиотелефоны исключительно зарубежного производства. При продаже и рекламе радиотелефона обычно ссылаются на соответствие их параметров требованиям европейского стандарта GENELEC либо ANSI/IEEE, в то время как в России существует своя система нормирования ЭМИ сотового телефона.

Россия установила одни из самых жестких в мире нормативов по воздействию электромагнитного излучения носимого абонентского аппарата [ГН 2.1.8/2.2.4.019-94]. Согласно этим нормативам плотность потока излучения радиотелефона не должна превышать 100 мкВт/см^2 при пользовании телефоном населением и 1000 мкВт/см^2 при профессиональной деятельности. При разработке этих нормативов никаких дополнительных медико-

биологических исследований не проводилось и ПДУ были автоматически перенесены из санитарных норм, регулирующих воздействие ЭМИ передающих радиотехнических объектов, не была отработана методика проведения измерений. В результате измерения, проведенные различными лабораториями, значительно отличаются. Несложные расчеты показывают, что уже при средней выходной мощности радиотелефона 30 мВт на расстоянии 5 см уровень электромагнитного излучения радиотелефона превышает 100 мкВт/см². Следовательно, ни один из продаваемых в России сотовых телефонов не удовлетворяет действующим у нас гигиеническим нормативам. Возникает вопрос, а стоит ли вводить такие нормативы, которые не могли быть выполнены. Кроме того, действующие нормативные документы (ГН 2.1.8./2.2.4.019–94 и др.) неадекватно отражают сущность произошедших перемен, являются по ряду вопросов спорными и противоречивыми. В самое недавнее время воздействию гигиенически значимых уровней электромагнитного излучения радиочастотного диапазона подвергся ограниченный круг людей и это в основном было связано с их профессиональной деятельностью. И было абсолютно оправданным в существующей нормативно-правовой базе регулирования ЭМИ выделение конкретного человека, сообщества людей по признаку – связано ли воздействие ЭМИ с профессиональной деятельностью или нет. Применительно же к пользователям сотового телефона данное разделение выглядит абсурдным.

В настоящее время подавляющее большинство ученых считают, что электромагнитное излучение отрицательно влияет на здоровье человека и является причиной целого ряда заболеваний, в первую очередь онкологических, нервной и сердечно-сосудистой системы [Григорьев Ю.Г. и др., 1995]. Особенно подвержены воздействию электромагнитного излучения дети, женщины в состоянии беременности, люди, страдающие аллергией.

Под эгидой ВОЗ в настоящее время проводится программа медико-биологических исследований по определению приемлемого риска воздействия ЭМИ сотового телефона, в которой участвуют ученые более 40 стран. Окончательные результаты исследований будут получены не ранее 2008 г. Однако уже сейчас, не дожидаясь этих исследований, необходимо принятие целого ряда мер предупредительного характера.

Население ни одной развитой страны ни при каких условиях уже не откажется от мобильной связи, поскольку считается, что

возможный ущерб здоровью значительно меньше приносимых социальных благ. Кроме того, известно множество конкретных фактов, когда наличие сотового телефона спасало жизнь. Административные меры ограничительного и запретительного характера не принесут желаемых результатов. В связи с этим основной акцент в концепции нормативно-правовых актов следует сосредоточить на мерах предупредительного характера, позволяющих каждому человеку реализовать право добровольного выбора приемлемого для себя риска воздействия ЭМИ [Гаврилов А.А. и др., 2002].

Риск для жизни человека проявляется в двух формах - добровольном и принудительном (вынужденном) риске. Основными признаками отнесения риска к одной из указанных форм являются осведомленность и согласие человека принять или не принять на себя дополнительные нагрузки и воздействия, опасные для его жизни и здоровья. В настоящее время проблематично говорить о возможности снижения уровня электромагнитных полей до естественного электромагнитного фона. Основная цель создания системы электромагнитной безопасности - обеспечение приемлемого уровня опасных для жизни человека воздействий электромагнитных полей и компенсация нанесенного ему ущерба.

Существующая в настоящее время нормативно-правовая база регулирования воздействия ЭМИ использует один признак - связано или нет воздействие ЭМИ с профессиональной деятельностью конкретного человека, сообщества людей [СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96]. Не вызывает сомнения принцип отнесения профессионального риска к категории добровольного, в то же время отнесение риска воздействия ЭМИ на население полностью к категории вынужденного неправомерно. В подавляющем большинстве случаев население подвергает себя риску воздействия ЭМИ добровольно (сознательно или неосознанно). Индивидуальный риск должен выбираться человеком добровольно. Нормирование (принудительное) индивидуального электромагнитного риска должно осуществляться на стадиях детства и в репродуктивный период. На стадиях же социальной активности человека индивидуальный техногенный риск должен выбираться им добровольно - в этом есть элемент свободы человека. Государство обязано лишь оценить данный риск и предупредить человека о потенциальных опасностях.

При регулировании вынужденного риска предпочтение следует отдать нормативно-правовым, административным и экономическим механизмам. При регулировании добровольного риска приоритетными должны стать просветительские методы. Необходимо перенести основной акцент с административных мер регулирования на экономические и просветительские.

Типичным источником добровольного риска воздействия ЭМИ является носимый радиотелефон, типичным источником вынужденного риска - базовая станция сотовой связи.

Учитывая, что основной задачей системы электромагнитной безопасности станет перевод риска вынужденного в риск добровольный, в настоящее время необходимо определить технические требования к сотовому телефону, позволяющие пользователю радиотелефона самостоятельно выбирать и контролировать уровень воздействия ЭМИ. В первую очередь, это будет касаться возможности контроля экспозиции, контроля системы динамической регулировки мощности излучения и возможности самостоятельной регулировки уровня воздействия.

Из всех видов мобильной связи сотовая является самой безопасной. Это обеспечивается достаточным количеством базовых станций и наличием системы регулирования мощности абонентского аппарата. Основным критерием экологичности абонентского аппарата становится эффективность работы системы регулирования мощности.

В действующих санитарных нормах нормируется уровень ЭМИ абонентского аппарата. То есть фактически вводятся ограничения на максимальную мощность радиотелефона. Не учитывается, что уровень электромагнитного излучения абонентского аппарата определяется не его максимальной мощностью, а прежде всего месторасположением пользователя относительно базовой станции и эффективностью работы всей сети сотовой связи. В первую очередь необходимо нормировать не максимальную мощность ЭМИ радиотелефона, а вводить определенные правила эксплуатации всей сети сотовой связи. Обычно на первом этапе создания сети сотовой радиосвязи операторы развертывают незначительное количество базовых станций, у которых зона охвата практически совпадает с рабочей зоной. В дальнейшем на втором этапе с ростом числа абонентов количество базовых станций увеличивается. Проведенные на территории г. Саратова измерения уровня электромагнитного излучения абонентских аппаратов показали, что в стандарте

CDMA плотность потока излучения не превышает 10 мкВт/см² при расстоянии до базовой станции до 2-3 км, минимально зафиксированный уровень ЭМИ радиотелефона в стандарте GSM – 25 мкВт/см² (минимально зафиксированный уровень ЭМИ радиотелефона с стандарте CDMA - 4 мкВт/см²). Уровень ЭМИ не превышает 100 мкВт/см² для радиотелефона стандарта CDMA при удалении от базовой станции на расстояние до 7-8 км, для радиотелефона стандарта GSM – 3-4 км. На границе зоны обслуживания при расстоянии до базовой станции 20-30 км уровень ЭМИ радиотелефонов стандарта GSM и CDMA примерно одинаков и достигает 800-1200 мкВт/см². В стандарте CDMA максимальная мощность излучения радиотелефона достигалась непосредственно перед обрывом связи, в стандарте GSM максимальная мощность достигалась вдали от границы зоны обрыва связи с запасом в 10-15 дБ. Измерения проводились на территории города на высоте 1,8 метра от поверхности земли с максимальной звуковой нагрузкой. Без звуковой нагрузки уровень электромагнитного излучения радиотелефона стандарта CDMA в зоне уверенного приема уменьшается в 5-10 раз, в стандарте GSM 3-4 раза. Столь значительное различие эколого-технических характеристик радиотелефонов стандартов GSM и CDMA частично могут быть объяснены техническими характеристиками абонентских и базовых станций, а также технологией передачи сигнала. Во многом же это объясняется тем, что технические условия на абонентский аппарат с кодовым разделением каналов (CDMA) протокола IS-95 (РД 45.177-2001 Минсвязи) предполагают жесткую независящую от оператора связь уровня мощности и принимаемого сигнала радиотелефона. Технические требования к абонентскому аппарату стандарта GSM (РД 45.187-2001 Минсвязи) регламентируют лишь качественные требования к системе регулировки мощности и даже допускают возможность отключения. Некоторые операторы пытаются компенсировать недостатки частотно-территориального планирования сети сотовой радиосвязи (особенно на первом этапе ее развертывания) изменением параметров системы регулирования мощности.

Результаты проведенных измерений показывают, что решающую роль в уменьшении риска воздействия ЭМИ, создаваемого системами сотовой связи, должен сыграть научно-технический прогресс. Далеко не исчерпаны возможности по уменьшению риска воздействия ЭМИ существующих на данный

момент сетей сотовой связи. В первую очередь это касается оптимизации частотно-территориальных планов сетей сотовой радиосвязи. Следует также учесть, что существующие модели расчета распространения сигнала на основе формул Введенского и Хата [Hata M., 1980] не являются универсальными и дают неплохое приближение лишь при свободном распространении радиоволн и больших макросотах. Спроектированные на основании этих расчетов частотно-территориальные планы нуждаются в корректировке на основании инструментальных измерений. В принципе операторы заинтересованы в уменьшении ЭМИ абонентского аппарата, поскольку это позволяет увеличить срок службы батареи, уменьшить энергопотребление сети и уровень помех. Однако, когда встает вопрос выбора: меньший уровень воздействия ЭМИ на абонента, либо хорошая связь и устойчивая работа сети. «Интеллектуальная» система сети сотовой связи выбирает последнее. И это понятно, поскольку воздействие ЭМИ человек не чувствует, а за плохую связь он строго спросит с оператора. Неоправданно большую мощность излучает радиотелефон в момент передачи абонента от одной базовой станции к другой. Особенно это характерно для операторов, работающих в стандарте GSM.

Применение методологии добровольного и вынужденного экологического риска не исключает использование нормативно-правовых механизмов регулирования воздействия ЭМИ абонентского аппарата.

В России (СССР) широкое использование населением мобильной связи началось позднее, чем в других странах. Ориентированность на результаты собственных секретных исследований в интересах обороны и безопасности определили не только правила использования зарубежных разработок в области мобильной связи, но и свои правила распределения и назначения частотного ресурса. Приоритет однозначно отдавался отечественным разработкам, обеспечению национальных интересов и технологической независимости. Международный союз электросвязи ставился перед фактом распределения частотного ресурса в СССР и вынужден был с этим соглашаться. Частоты, выделяемые за рубежом системам сотовой связи, в России использовались в основном аэронавигационными и специальными службами. В связи с распадом СССР и неспособностью России самостоятельно организовать производство аппаратуры для систем сотовой связи в 1991 году

были частично открыты области частот 450 МГц, а затем 800 МГц и 900 МГц, под которые были разработаны технологии основных действующих в западных странах стандартов сотовой связи. В тех же диапазонах частот в России традиционно размещены многочисленные средства радионавигации и спецсвязи. В результате ограниченности имеющегося частотного ресурса многие операторы сотовой связи не могут эффективно эксплуатировать и развивать свои сети [Косых В.Н. 2003]. От этого во многом страдает и экологическая составляющая. Так, опыт эксплуатации сетей с кодовым разделением каналов показывает, что отсутствие второй полосы частот приводит к уменьшению пропускной способности сети, сложностью борьбы с помехами, и как следствие этого - повышенный уровень излучения радиотелефонов.

В руках государства остается мощнейший рычаг регулирования – монопольное право на распределение ограниченного природного ресурса атмосферы – радиочастотного диапазона. Однако ни закон «О связи», ни многочисленные положения о порядке проведения конкурсов по распределению радиочастот не определяют четких критериев, обеспечивающих технологическую и экологическую безопасность страны. Как, впрочем, и ответственность государственных органов регулирования за принимаемые решения. Кроме того, существует ряд ведомственных запретов, что приводит к отсутствию у операторов возможности оптимально развивать сети сотовой связи. Это явилось причиной многочисленных судебных процессов. Имеются случаи ограничения потребителей услуг сотовой связи в возможности получить доступ к передовым технологиям. МАП РФ уже обращал внимание на нарушения в этих подзаконных актах Законов РФ «О защите прав потребителя», «О конкуренции и ограничении монополистической деятельности на товарных рынках» и др.) Этот принцип декларируется соответствующими положениями Закона РФ «Об охране окружающей природной среды». Однако в Законе РФ «О связи» и ряде подзаконных актов о порядке проведения конкурсов по распределению радиочастот эти положения отсутствуют. Стоит настоятельная необходимость в разработке ряда дополнений в действующие нормативно-правовые акты, согласно которым при распределении ограниченного государственного ресурса - радиочастотного диапазона и выборе приоритетных стандартов сотовой связи для их развития на отечественном

телекоммуникационном рынке приоритетным должен стать критерий экологичности.. Необходимо решение вопроса государственной поддержки развития систем сотовой связи, уровень воздействия ЭМИ на человека у которых меньше.

Наибольших успехов сотовая мобильная связь добилась в Москве и Санкт-Петербурге. Однако рынок услуг сотовой связи в этих городах близок к насыщению и ведущие операторы начали активно строить сети в регионах. В подавляющем большинстве случаев при развертывании региональных сетей сотовой связи операторы используют хорошо зарекомендовавшие себя в Московском и Северо-Западном регионах технологии частотно-временного разделения каналов и западно-европейские принципы частотно-территориального планирования. При этом не учитываются значительные различия в социально-экономическом развитии регионов, инфраструктуре линейных средств связи, демографической ситуации, наличие малонаселенных и труднодоступных территорий. В этих условиях из-за экономической целесообразности операторы вынуждены развертывать незначительное количество базовых станций повышенной мощности, зоны охвата которых практически совпадают с рабочей зоной. В результате ухудшается целый ряд потребительских качеств связи (прежде всего, работа в движении, энергетические характеристики, работа системы регулирования мощности абонентского аппарата, уровень воздействия электромагнитного излучения на пользователя). Представленные выше результаты исследований показывают, что риск воздействия ЭМИ на пользователя радиотелефона не превышает допустимого, если расстояние до ближайшей базовой станции не превышает 6-7 км в стандарте GSM и 2-3 км в стандарте CDMA. Очевидно, есть необходимость наложить нормативные ограничения на экологические характеристики сети сотовой радиосвязи.

Большинство проблем развития рынка мобильной связи, в том числе вопросы обеспечения электромагнитной безопасности, обусловлены тем, что мы не производим аппаратуры для сетей сотовой связи. Даже Китай, не говоря уже о таких странах как Япония и Южная Корея, не допустил у себя господства иностранных производителей. В настоящее время во всем мире идет острая дискуссия о путях перехода к сотовым сетям третьего поколения, которые кроме всего прочего должны предоставлять услуги высокоскоростного доступа в Интернет. В принципе все сводится к двум вариантам: европейскому, который поддерживают

страны Западной Европы и североамериканскому, который поддерживают США, Канада, Китай, Япония, страны Юго-Восточной Азии. По какому же пути пойдет Россия? Оба варианта создания сетей сотовой связи третьего поколения предполагают использовать технологию кодового разделения каналов. Здесь у нас появился реальный шанс ликвидировать допущенное технологическое отставание. Еще в 1935 году выдающийся советский ученый Д.Агеев почти на 10 лет раньше К.Шеннона в своей работе «Линейные методы селекции и проблема пропускной способности эфира» теоретически обосновал технологию кодового разделения каналов. Исторически, военные связисты США и СССР применяли технологию кодового разделения каналов при создании закрытых систем связи. И в этом не имели себе равных в мире. Сейчас у нас появился реальный шанс ликвидировать допущенное технологическое отставание и занять достойное положение на мировом рынке услуг сотовой связи.

В настоящее время обсуждается вопрос о разработке серии дополнительных технических требований к сотовому телефону, позволяющим пользователю радиотелефона самостоятельно выбирать и контролировать уровень воздействия ЭМИ. В первую очередь это будет касаться возможности контроля экспозиции, контроля системы динамической регулировки мощности излучения и возможности самостоятельной регулировки уровня воздействия.

Однако уже сейчас можно сформулировать некоторые рекомендации для населения, позволяющие уменьшить уровень воздействия ЭМИ сотового радиотелефона:

- не держите включенный телефон перед глазами, самое безопасное положение для него у уха;
- в автомобиле и на даче пользуйтесь выносной антенной;
- пользователям сотовых телефонов нелишне знать, что чем дальше они находятся от ближайшей базовой станции, тем больший уровень мощности вынужден излучать их сотовый телефон. Зато использование выносных антенн в значительной степени уменьшает это воздействие. С этой точки зрения устанавливать антенну на крыше автомобиля полезно, а, к примеру, на крыле или на багажнике возле кабины – часто бессмысленно;
- не говорите громко по радиотелефону, чем тише вы говорите, тем меньше уровень электромагнитного излучения;

– следует иметь в виду, что даже когда вы не говорите по сотовому телефону, он периодически включается и излучает электромагнитную энергию в так называемом режиме поиска сети. В связи с этим старайтесь не носить телефон в кармане, на брючном поясе, и тем более использовать его в качестве украшения, хотя многие модели радиотелефонов имеют изысканный внешний вид. Самое лучшее место для радиотелефона – сумочка;

– постарайтесь приобретать сотовый телефон с индикатором уровня принимаемого сигнала. В этом случае по количеству полосочек, кубиков вы будете знать ориентировочно и уровень электромагнитного излучения вашего аппарата при включении. Чем больше полосочек и кубиков, тем меньше уровень излучения и наоборот. Но это только при условии, что ваш телефон полностью исправен.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гаврилов А.А., В.И., Нестеров Е.К., Оленьев В.В., Сомов А.Ю. Добровольный и вынужденный экологический риск при воздействии электромагнитного излучения, создаваемого системами сотовой связи // Известия Академии промышленной экологии. 2002. № 2, С. 43-46.
2. ГН2.1.8/2.2.4.019-94. Временно допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи. М.: ГКСЭН, 1995.
3. Гольшко А. Generation 4 // Мобильные систем. №2, 2000 г., с. 14-19.
4. Григорьев Ю.Г., Степанов В.С., Григорьев О.А., Меркулов А.В. Электромагнитная безопасность человека. Москва, 1999. 145 с.
5. Косых В.Н. CDMA (IS-95) – в кругу проблем // Мобильные системы. №1, 2003, с.35-38
6. Радиационная медицина, т. 4, Гигиенические проблемы неионизирующих излучений. Авторский коллектив под ред. Ю.Г. Григорьева и В.С. Степанова. М.; Изд. АТ, 1999, 304 с.
7. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)". М.; Госсанэпиднадзор, 1996, 28 с.

8.Hata M. Empirical formula for Propagation Loss in Land Mobile Radio Services // IEEE Trans. On Vehicular Technology.-Aug. 1980.-Vol.29.-P. 317-325

ECOLOGICAL AND TECHNICAL PROBLEMS OF
DEVELOPMENT OF CELLULAR COMMUNICATION
NETWORKS

A. Somov
State University of Saratov

The concept of electromagnetic exposure regulation on the basis of voluntary and involuntary ecological risk methodology is offered. The basic technical requirements for cellular telephones are determined, which allow the user control the level of electromagnetic fields exposure. EMF risk should be reduced using scientific and technical progress achievements. The measurements of EMF level from mobile phones have shown, that EMF power flux density (PFD) depends from type mobile phones standard: PFD of CDMA phones does not exceed $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ at distance from base station up to 2-3 km (minimum registered EMF level was $4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$) and for GSM phones PFD was $25 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. The EMF level does not exceed $100 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ for CDMA phones at distance from base station up to 7-8 km and for GSM phones up to 3-4 km. The EMF level from both GSM and CDMA mobile phones at the boundary of mobile phones service (20-30 km from base station) was $800-1200 \mu\text{W}/\text{cm}^2$. For government it is reasonable to support development of mobile communication systems with less EMF exposure.

**ИЗУЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖПОЛУШАРНОЙ
АСИММЕТРИИ МОЗГА ПРИ ПОМОЩИ
ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ**

Р.Ф. Гимранов
Кафедра клинической нейрофизиологии факультета
повышения квалификации медицинских работников
Российского университета дружбы народов, Москва

1.1. Основы ТМС.

В 1896 году Д'Арсонвалем было показано, что при воздействии импульсным магнитным полем на проекцию коркового звена зрительного анализатора у человека можно вызвать зрительный фосфен [22]. Позже эти эксперименты были повторены, и аналогичные данные получены S.Thompson в 1910 году [53].

В 1965 году R.Bickford и B.Fremming [16] впервые смогли произвести стимуляцию лицевого нерва синусоидальным магнитным полем. В 1980 году в экспериментах по прямому воздействию электрического тока на поперечнополосатую мускулатуру с применением высоковольтного стимулятора была обнаружена возможность транскраниальной анодной электрической стимуляции (ТЭС) коры головного мозга человека с регистрацией вызванного моторного потенциала (ВМП) [41]. Зарегистрировать моторные ответы с мышц при стимуляции магнитным полем периферических нервов удалось впервые в 1982 году M.J.R.Polson [46].

В 1985 году группа ученых Шеффилдского университета во главе с A.Barker создала магнитный стимулятор, способный возбуждать моторную кору человека [13]. Эта методика стала называться транскраниальной магнитной стимуляцией – ТМС, а дальнейшее использование этой методики для стимуляции периферических нервов и спинномозговых корешков привело к общему названию - магнитная стимуляция (МС).

При магнитной стимуляции в катушке стимулятора происходит генерация электромагнитного импульса, которая, проникая через прилежащие ткани, достигает нервной системы (головного мозга, спинномозговых корешков или периферических нервов). В результате электромагнитной индукции в нервных тканях генерируется переменное электрическое поле, которое приводит к появлению в них импульса тока. Прохождение через мембрану нервной клетки электрического тока приводит к деполяризации и развитию потенциала действия, который дальше распространяется по нервным волокнам. Магнитные стимуляторы обычно состоят из мощного конденсатора, стимулирующей катушки и блока управления. От конструкции катушки во многом зависят параметры стимуляции. Глубина проникновения магнитного поля прямо пропорциональна диаметру используемой

катушки и силе тока, проходящего через нее. Соотношение между напряженностью импульсного магнитного поля и индуцированным электрическим током в ткани является сложным явлением, зависящим от многих факторов, таких как - геометрия индуктора и его размеры (рис.1), глубина залегания и анатомические особенности стимулируемой структуры.

В двойных катушках в виде бабочки объединены два кольца и магнитное поле в каждом имеет противоположную направленность, а максимальная плотность поля приходит на центр катушки (место соприкосновения) и уменьшается по направлению кнаружи. Катушки небольшие по диаметру создают высокую напряженность магнитного поля у поверхности кожи и поэтому высокоэффективны при стимуляции поверхностных нервов. Катушки с большим диаметром позволяют проводить эффективную магнитную стимуляцию более глубоких структур головного мозга. Двойные катушки позволяют проводить более локальную стимуляцию.

К основным техническим характеристикам магнитного стимулятора относятся:

1. *Фазность формирования импульса (рис.2):* монофазный, бифазный и полифазный.
2. *Длительность импульса* - время, в течение которого нарастает и затухает магнитное поле, в современных приборах варьирует от 0,1 до 0,6 мсек.
3. *Частота стимуляции* - варьирует при максимальной индукции магнитного поля от 0,1 до 50/с и может подаваться в виде: одиночных импульсов с межстимульным интервалом от 1 до 10 с, что позволяет практически полностью восстанавливать энергию в МС; высокочастотных импульсов с минимальным межстимульным интервалом 40 мсек при частоте 25/с и восстановлением около 70% энергии в МС; в виде пачки стимулов с минимальным межстимульным интервалом 1 мс (рис. 3).
4. *Количество стимулов*, подаваемых подряд до перегрева катушки (в современных аппаратах может быть более 500).

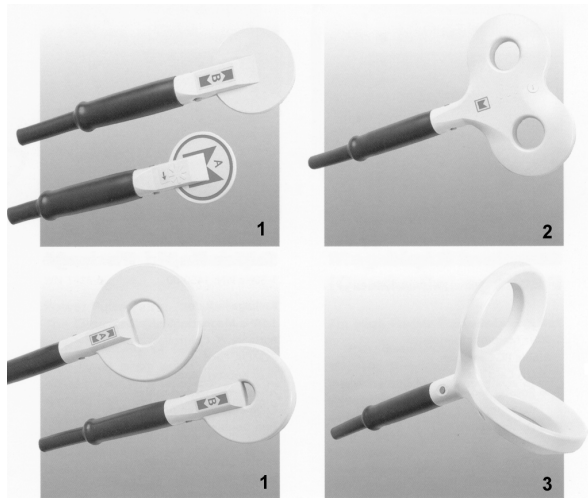


Рис. 1. Катушки для магнитной стимуляции:
 1 – круглые с различными диаметрами;
 2 – двойная; 3 – двойная коническая

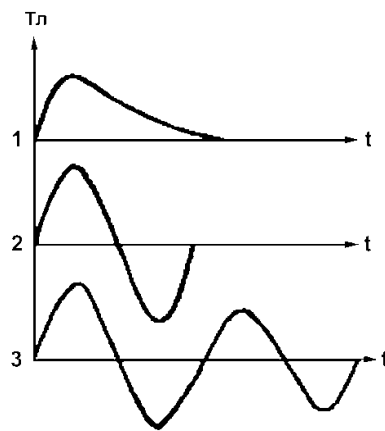


Рис.2. Виды импульсов:
 1- монофазный;
 2 - бифазный;
 3 – полифазный.



Особенностью распространения импульсов при магнитной стимуляции является то, что, несмотря на уменьшение интенсивности индуцированного тока с расстоянием, на величину этой интенсивности не оказывают влияния окружающие ткани, как это происходит в случае прямой электрической стимуляции. Магнитное поле проходит все структуры тела без существенного затухания, и поэтому даже структуры с высоким электрическим сопротивлением, такие как кости черепа, не меняют характеристик магнитного поля и величину индуцированного тока в нервной ткани. Поскольку индукционный ток прямо пропорционален проводимости тканей, то в коже, жировой, костной тканях (удельное сопротивление 1000-15000 Ом·кв. см), в отличие от нервной и мышечной ткани (удельное сопротивление около 250 Ом·кв. см), индуцируются только слабые токи. Создание катушек в виде восьмерки (двойные катушки) привело к возможности выполнять более локальную стимуляцию [42].

Все более широкое использование ТМС в медицинских науках [12, 15, 27], безусловно, связано с определенными преимуществами метода перед использованием транскраниальной электрической стимуляции мозга. Магнитное поле способно без изменений проникать через любые анатомические структуры и соответственно возбуждать ткани, прикрытые костными и мышечными образованиями. Падение напряженности индуцированного электрического поля при магнитной стимуляции существенно меньше, чем при использовании электрического тока [4, 28]. Болевые ощущения при ТМС отсутствуют, так как интенсивность индуцированного электрического поля недостаточна для возбуждения болевых рецепторов кожи, в связи с этим открываются широкие возможности для использования метода [40]. Также ТМС не требует предварительной обработки кожных покровов, а возможность стимуляции с некоторого

расстояния позволяет использовать метод при наличии у пациентов открытых ран, повязок, инфекционных процессов. Возможность свободно перемещать катушку используется для быстрого определения оптимальной точки стимуляции [5].

Условия безопасности. При проведении магнитной стимуляции исследователи и клиницисты стараются получить максимальный эффект в ответ на это воздействие, однако надо помнить что работа со стимулирующей аппаратурой требует соблюдения условий технической и медицинской безопасности. Несмотря на то, что магнитная стимуляция считается относительно безопасным методом стимуляции нервной ткани, ее клиническая безопасность находится под пристальным изучением. Приняты нормы до 2,5 Тл при воздействии статического магнитного поля во время ЯМР исследования в США и Великобритании [47, 49]. Нет никаких прямых или косвенных указаний на большую патогенность магнитного импульсного поля по сравнению с постоянным [14]. Особенно много исследований по изучению безопасности воздействия ТМС на организм человека было проведено в 90-е годы [14, 33]. Они показали отсутствие побочных или отрицательных эффектов при правильном применении ТМС квалифицированным специалистом, тем не менее, работы по изучению безопасности ТМС продолжаются [17, 18, 50, 54] в связи с созданием новых более эффективных методик и стимуляторов, позволяющих генерировать не только одиночные стимулы, но серии импульсов.

Описаны отдельные наблюдения возникновения эпилептических приступов у больных эпилепсией при ТМС. В 1990 году появились высокочастотные магнитные стимуляторы (вТМС) способные индуцировать импульсы с частотой до нескольких десятков в секунду, при индукции магнитного поля более 2 Тл [43]. В настоящее время магнитные стимуляторы могут достигать частоты подачи импульсов до 100 Гц с межстимульным интервалом менее 1 мсек. вТМС обладает значительно большей эффективностью воздействия и в связи с этим значительно расширяются области применения в медицине, особенно с терапевтической целью. вТМС, обладая более выраженной эффективностью воздействия на нервную систему человека, требует четкого определения показаний и противопоказаний к стимуляции, параметры воздействия должны учитывать рекомендуемые "стандарты безопасности" при которых не возникает осложнений (таб.1) и стимуляцию должны проводить

только при участии или под контролем квалифицированного специалиста.

Быстрый разряд, электромагнитного импульса через магнитную катушку при МС вызывает сильный акустический щелчок. Например, у магнитных стимуляторов с индукцией магнитного поля до 2,2 Тл, при пиковой мощности 70-100% при стимуляции, возникает акустический артефакт (ААМК) магнитной катушки с силой 130-140 дБ, что может оказывать неблагоприятное воздействие на рецепторные структуры внутреннего уха, в частности, на барабанную перепонку. Международный стандарт уровня шума по риску повреждающего воздействия рассматривается на уровне 120-140 дБ в качестве небезопасного. Аудиологические исследования до и после проведения магнитной стимуляции у контрольных исследуемых не выявили никакого риска вероятной потери слуха, но при ТМС желательно применять тампоны в наружный слуховой проход.

Быстрый электромагнитный разряд вызывает нагревание в катушке стимулятора, особенно при высокой индукции магнитного поля и частоте стимуляции, что при непосредственном контакте с кожей пациента может вызвать гиперемию или ожога. Современные магнитные стимуляторы оснащены температурными сенсорами, контролирующими бесперебойную работу стимулятора и не допускающие перегревания катушки. Так же имеются системы охлаждения нагревающейся катушки холодной жидкостью или потоком воздуха, втягивающегося через фильтры в катушке и выходящего через другое отверстие в конце соединенного со стимулятором кабеля. Использование ТМС не рекомендуется больным, у которых имеется электронный кардиостимулятор, в анамнезе есть указания на проведение операции по трансплантации магистральных сосудов головного мозга, при наличии крупных аневризм мозговых сосудов. Так же не рекомендуется проведение ТМС у беременных женщин и пациентов, принимающих большие дозы антиконвульсантов.

Электромагнитные поля могут оказывать неблагоприятное воздействие на бытовые электронные приборы и персональные компьютеры. Поэтому следует перед стимуляцией изолировать от воздействия ЭМП кварцевые и электронные часы, кредитные электронные карты (удаление на 50 см от катушки).

Таблица 1- Рекомендуемые "стандарты безопасности"

Индукция магнитного поля (% от моторного порога)	1 Гц	5 Гц	10 Гц	20 Гц	25 Гц
100	>1800	>10	>5	2,05	1,28
110	>1800	>10	>5	>1,6	0,84
120	360	>10	4,2	1,0	0,4
130	>50	>10	2,9	0,55	0,24
140	>50	7,6	1,3	0,35	0,2
150	>50	5,2	0,8	0,25	0,24
160	>50	3,6	0,9	0,25	0,2
170	27	2,6	0,8	0,15	0,12
180	11	2,4	0,5	0,2	0,08
190	11	1,6	0,6	0,25	0,12
200	8	1,4	0,4	0,2	0,12
210	7	1,6	0,3	0,1	0,08
220	6	1,2	0,3	0,1	0,08

1.2. Применение ТМС для исследования межполушарной асимметрии в моторной коре.

Транскраниальная магнитная стимуляция в течение 16 лет используется для исследования состояния моторной коры человека [5, 51]. Было показано, что у здоровых праворуких испытуемых индукция магнитного поля при ТМС, способной вызвать электрические потенциалы с мышц правой руки (при ТМС левого полушария) ниже, чем с мышц левой руки (при ТМС правого полушария) [38, 52]. Асимметрия физиологического моторного порога у людей разного возраста может быть различной, и это связано, скорее всего, с функциональной асимметрией на корковом уровне [37]. Главной задачей настоящей работы было изучение порогов двигательного ответа на ТМС и их межполушарную асимметрию, а также динамику изменений межнейронных связей в моторной коре, участвующих в двигательной деятельности у здоровых испытуемых.

Методика. Исследование было проведено у 31 здоровых испытуемых в возрасте от 19 до 22 лет, средний возраст 20.9 ± 1.2 года. Все испытуемые были студентами высших учебных

заведений. Работу проводили в мае (до каникул), сентябре (сразу после каникул), ноябре (через 2 мес. после каникул). В апреле-мае и октябре-ноябре нагрузка на правую кисть (запись лекций и практических занятий) превышала 4 ч. в день, в июле-августе (при обследовании в начале сентября) такая нагрузка не превышала 10 мин. в день.

Все испытуемые, подобранные для исследования (из 48), были праворукими и не имели среди родственников леворуких. Активность руки была оценена с использованием восьми тестов [2]. На каждый тест возможно пять вариантов: +2 – использует только правую руку, +1 - обычно использует правую руку, 0 - нет предпочтения, -1 -обычно использует левую руку, -2 - всегда использует левую руку. Полная оценка активности руки достигалась при суммировании всех восьми тестов. Таким образом, диапазон возможных типов составляет от -16 (крайняя леворукость) до +16 (крайняя праворукость). Все испытуемые, которых подбирали для исследования, были подразделены на три группы: 1-я группа, от -16 до -10 леворукие; 2-я группа, от -10 до +10, смешанная активность рук; 3-я группа, от +10 до +16, праворукие. В исследованиях принимали участие только представители 3-й группы.

Для ТМС моторной коры мы использовали магнитный стимулятор Нейрософт-МС. Индуктор представляет собой плоскую восьмиобразную катушку с внешним диаметром 10 см в каждой петле. Принцип действия магнитного стимулятора основан на разряде емкости на индуктивность в момент замыкания электронного ключа. В этот момент в индукторе возникает импульсное магнитное поле, которое индуцирует в тканях головного мозга ток, вызывающий нервный импульс, как при обычной электростимуляции. Максимальная индукция магнитного поля была 2.2 Тл. Форма магнитного импульса – монофазный, длительность 0.3 мс. Регистрацию вызванного мышечного потенциала и триггерный запуск магнитного стимулятора производили на 8-канальном нейроусреднителе «Viking 4P» («Nicolet», США) посредством поверхностных электродов, наложенных на правую и левую мышцы кисти (m.abductor pollicis brevis; межэлектродное сопротивление менее 5 кОм. Использовали фильтры в диапазоне 20-3000 Гц. В начале выявляли оптимальную позицию катушки ("hot point") в расслабленном состоянии мышц, при котором регистрируемые вызванные потенциалы с мышц противоположной от ТМС

стороны обладали максимальными амплитудами и минимальными латентными периодами. Затем определяли пороги – значения ТМС, вызывающие вызванные потенциалы в расслабленной мышце с помощью повышения или понижения интенсивности ТМС с приростом 5 %. Определяли также пороги возникновения электрической активности мышц во время произвольного напряжения мышц кисти путем повышения или понижения интенсивности ТМС с шагом 5% и с тем же расположением катушек. Величина усилия в течение произвольного напряжения мышцы соответствовала 2 кг по показаниям динамометра. Эпоха анализа составляла 100 мс. Порог двигательного ответа при расслабленном состоянии и произвольном напряжении мышц определяли как минимальную интенсивность ТМС, при которой возникают отчетливые ответы, отделяющиеся от фоновой мышечной активности (с амплитудой не менее 0.5 мВ и не более 1 мВ) в 3-5 последовательных предъявлениях. Значения моторных порогов в таблице и на рисунке выражены в процентах от максимальной индукции магнитного поля. Результаты в таблице представлены как среднее значение \pm стандартное квадратичное отклонение.

Статистический анализ проводили с использованием программы Statistica: параметрический тест t-критерий Стьюдента и дисперсионный анализ для двух факторов (ANOVA). Если значение p было меньше, чем 0,05, то это считалось значимым показателем.

Результаты исследований. Проведенные в мае исследования показали, что среди здоровых испытуемых среднестатистические значения моторных порогов возникновения вызванного потенциала в расслабленных мышцах и при их произвольном напряжении с правой стороны, при ТМС левого полушария были ниже, чем эти же показатели с мышц левой стороны, при ТМС правого полушария. Эти различия носили статистически достоверный характер (таб. 2).

Различия среднестатистических значений порогов, полученных в сентябре при ТМС левого полушария и при ТМС правого полушария носили статистически недостоверный характер. Исследования, проведенные в ноябре, выявили статистически достоверные различия: при ТМС левого полушария среднестатистические значения были ниже, чем при ТМС правого полушария.

Таблица 2 - Значения порогов двигательной реакции при транскраниальной магнитной стимуляции у здоровых испытуемых (в процентах от максимальной индукции 2.2 Т) (M±m)

Время проведения ТМС	N	Расслабление (% от 2,2 Т)	Напряжение (% от 2,2 Т)
ТМС ЛП в мае	31	59.5±4.3 %	48.2±4.4 %
ТМС ПП в мае	31	62.6 ±3.6 %	51.8 ±4.2 %
ТМС ЛП в сентябре	31	62.3± 4.2 %	52.7±5.4 %
ТМС ПП в сентябре	31	63.2 ±3.8 %	52.9 ±5.2 %
ТМС ЛП в ноябре	31	59.1± 4.2 %	48.2± 3.9 %
ТМС ПП в ноябре	31	62.5 ±4.1 %	51.6 ±4.5 %

Примечание. ЛП – левое полушарие, ПП - правое полушария, n – число испытуемых.

При сравнении среднестатистических значений порогов двигательных ответов в мае и сентябре отмечено статистически достоверное увеличение в сентябре при ТМС левого полушария, в то время как при ТМС правого полушария изменения были статистически недостоверны. В исследованиях, проведенных в ноябре отмечалось статистически достоверное снижение среднестатистических значений моторных порогов при ТМС левого полушария по сравнению с сентябрем, а при ТМС правого полушария эти изменения были статистически недостоверны. Данные экспериментов, проведенных в мае и ноябре для ТМС левого и правого полушария, статистически достоверно не различались (рис.4).

Обсуждение результатов. В ранее проведенных исследованиях было показано, что порог двигательного ответа для мышц рук при ТМС левого полушария (у праворуких) был ниже чем, при ТМС правого [38, 52]. Полученные в настоящей работе данные, свидетельствующие о более низком пороге ТМС, вызывающем электрические потенциалы в мышцах при стимуляции доминантного полушария у здоровых испытуемых, согласуются с этими данными.

Показано изменение порогов при ампутации руки, что также указывает на функциональный характер этих изменений [48] в отличие от изменений, происходящих при органических поражениях моторной коры, например при инсульте [19].

Достоверное увеличение порогов при ТМС левого полушария у здоровых праворуких испытуемых при отсутствии регулярных письменных заданий и снижение этих значений при наличии заданий (более 4 ч в день), может свидетельствовать о функциональном характере указанных изменений. Полученные результаты согласуются с данными об увеличении значений порогов двигательных вызванных потенциалов при ТМС доминантного полушария и стирание межполушарной асимметрии при уменьшении функциональной нагрузки на доминирующую руку с возрастом [37]. Дальнейшие исследования, направленные на изучение организации моторной системы с использованием ТМС позволят уточнить механизмы пластичности в ней.

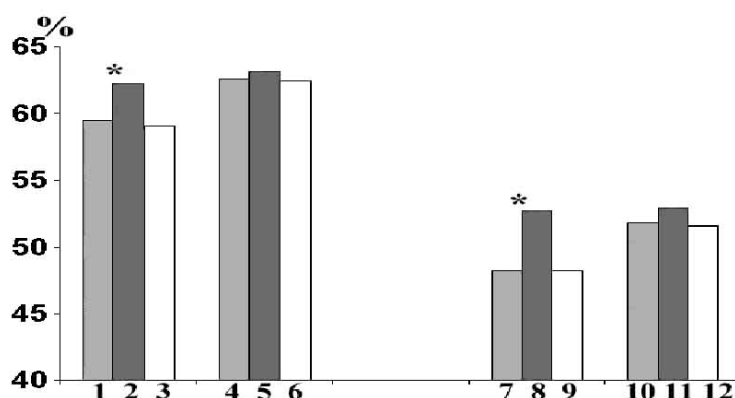


Рис. 4. Среднестатистические значения порогов двигательной реакции при ТМС. 1-3, 7-9 – стимуляция левого полушария; 4-6, 10-12 – правого; 1, 4, 7, 10 – показатели экспериментов в мае; 2, 5, 8, 11 - в сентябре; 3, 6, 9, 12 - в ноябре; 1-6 - при расслабленном состоянии мышц; 7-12 - при произвольном напряжении мышц; * - статистически достоверные различия при $p < 0.05$.

1.3. Применение ТМС для исследования межполушарной асимметрии памяти.

Классически принято подразделять память на кратковременную и долговременную [25], или «первичную» и «вторичную». Кратковременная память со временем консолидируется, переходя из лабильного в устойчивое состояние

[1, 7]. Высказывают предположение о преимущественной связи правой фронтальной коры с прагматической информацией, приобретенной ранее и хранящейся в памяти, а левой фронтальной коры – с информацией, имеющейся в данный момент, только что поступившей [9]. Ранее было показано влияние электроконвульсионного шока на память [39]. Основной задачей данного исследования было: изучение влияния ТМС на кратковременную и долговременную память у человека при воздействии на правую и левую лобно-височные области.

Методика. Исследование проводилось на четырех группах практически здоровых испытуемых. Первая группа из 12 испытуемых, в возрасте от 18 до 39 лет, получала воздействие ТМС на правую и левую лобно-височные области сразу же после вербального предъявления 5 цифр. Цифры от 1 до 25 были расположены в случайном порядке в 30 таблицах и были выбраны случайным образом. Испытуемым цифры произносились и повторялись 2 раза, сразу же после этого производили 1 минутную ТМС на правое полушарие и просили повторить цифры, затем производили ТМС в течение 5 минут и снова просили повторить цифры. Аналогичную процедуру проводили и при ТМС левого полушария (четные испытуемые сначала получали воздействие на левое полушарие, нечетные на правое). Между воздействиями ТМС на правое и левое полушарие делали перерыв в течение 15 минут. Вторая группа из 14 испытуемых, в возрасте от 18 до 35 лет, получала воздействие ТМС на правую и левую лобно-височные области после предъявления 14 цифр, которые за 2 недели до этого запоминались испытуемым (2 раза в течении этих 2 недель проверяли на полное запоминание). ТМС проводили аналогично 1 группе. Индукция магнитного поля соответствовала 90% от моторного порога (ТМС при воздействии на моторную кору вызывающая движения в контралатеральной конечности) и превышала 1,2 Тл, а частота составляла 5 Гц. Третья группа из 25 испытуемых в возрасте от 18 до 40 лет была контрольной для первой группы, все процедуры проводили аналогично этой группе, за исключением ТМС (ложное воздействие). Четвертая группа из 16 испытуемых в возрасте от 18 до 36 лет была контрольной для второй группы (ложное воздействие ТМС). Все испытуемые были праворукими, что выявлялось на основании комплексного тестирования по известной методике [2]. Для ТМС использовали магнитостимулятор «Нейро-МС» (г.Иваново) с диаметром катушки 10 см (8-образная катушка) и расположенной в проекции правой и

левой лобно-височных областей. Полученные данные подвергали статической обработке по t-критерию Стьюдента, различия считали значимым при $p < 0,05$.

Результаты исследований. При тестировании в первой группе среднее количество правильно названных цифр через одну минуту после предъявления вербальной информации соответствовало $4,92 \pm 0,28$; через пять минут $4,75 \pm 0,45$. В первой группе после воздействия ТМС на правое полушарие среднее значение правильно названных цифр через одну минуту соответствовало $4,83 \pm 0,39$; через пять минут $4,83 \pm 0,39$; полученные данные незначительно отличались от результатов контрольной группы и различия были статистически недостоверны.

Через одну минуту после воздействия на левое полушарие ТМС среднее значение правильно названных цифр соответствовало $3,66 \pm 0,49$; а через пять минут $3,58 \pm 0,51$. При сравнении полученных данных до и после воздействия на левое полушарие ТМС, а так же с результатами контрольной группы отмечались статистически достоверное ухудшение кратковременной памяти как через одну минуту, так и через пять минут. Не отмечалось достоверных различий между результатами полученными после 1-ой и 5-ти минутами ТМС как правого, так и левого полушария. В контрольной группе, при сравнении данных по кратковременной памяти до и после ложного воздействия, значимых изменений не выявлено. Сравнительный график показан на рис. 5.

Во второй и четвертой группах достоверных изменений при сравнении данных как между группами, так и между полушариями (при ложном воздействии) не получили (во второй группе до воздействия $13,92 \pm 0,26$, после ТМС на правое полушарие $13,92 \pm 0,26$, на левое полушарие $13,85 \pm 0,36$; в четвертой группе до ложного воздействия $13,87 \pm 0,34$, после ложного воздействия на правое полушарие $13,87 \pm 0,34$, на левое полушарие $13,81 \pm 0,40$). Сравнительный график показан на рис. 6.

Полученные результаты указывают на влияние ТМС с индукцией магнитного поля более 1,2 Тл и частотой 5 Гц на кратковременную память при воздействии на левую лобно-височную область и отсутствие достоверных изменений в кратковременной памяти при воздействии ТМС на правую лобно-височную область. Влияние ТМС на долговременную память при воздействии на левое и правое полушария, не выявлено.

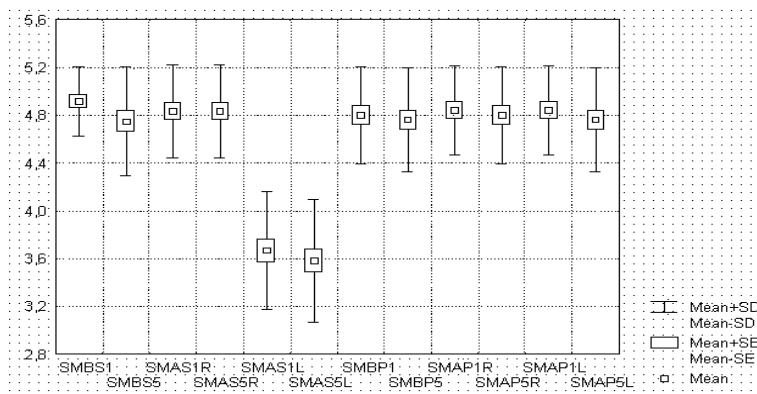


Рис. 5. Изменение кратковременной памяти при ТМС.

SM (short-term memory) – кратковременная память;

BS1, BS5 (before stimulation)–до стимуляции, после предъявления задания через 1 и 5 минут; AS1, AS5 (after stimulation) – после стимуляции через 1 и 5 минут; BP1, BP5 (before placebo)-до предъявления ложного воздействия, через 1 и 5 минут после предъявления задачи; AP1, AP5 (before placebo) – после предъявления ложного воздействия через 1 и 5 минут; R, L (right, left) – стимуляция правого или левого полушария;

* - статистически достоверные изменения.

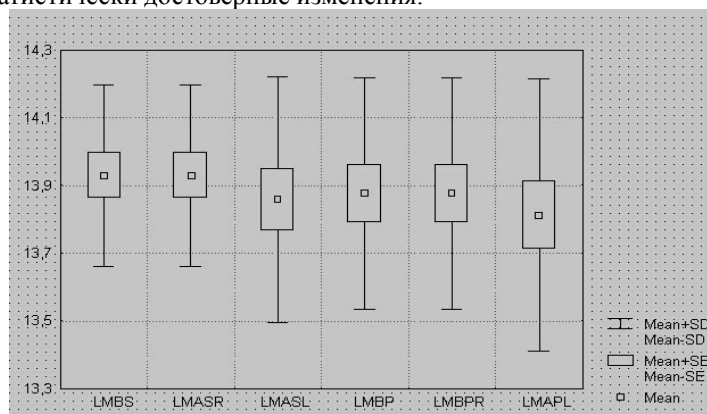


Рис. 6. Изменение долговременной памяти при ТМС.

LM (long-term memory) – долговременная память; BS (before stimulation)–до стимуляции; AS (after stimulation) – после стимуляции; BP (before placebo)-до предъявления ложного воздействия; AP (before placebo) – после предъявления ложного воздействия; R, L (right, left) – стимуляция правого или левого полушария.

Обсуждение результатов. Несмотря на большой объем экспериментального материала и несомненные успехи, достигнутые различными исследователями, широкий круг вопросов, связанных с кратковременной и долговременной памятью, остается пока невыясненным. Отсутствие строгой локализации энграммы не противоречит известным сведениям о существовании определенных мозговых структур, чьи функции связаны с процессами памяти. Связь отдельных структур мозга с механизмами памяти заключается скорее всего не в том, что в этих структурах хранятся определенные энграммы, а в том, что в них находятся нейронные системы, регулирующие процессы запечатления, фиксации и, возможно, воспроизведения следа памяти [7]. Таким образом, полученные результаты, указывающие на большее влияние левого полушария на механизмы кратковременной памяти не противоречат данной концепции и подтверждают предположение о преимущественной связи левой фронтальной коры с информацией, имеющейся в данный момент, только что поступившей [9]. Функциональные асимметрии опосредствуются пространственно-временными факторами и именно пространственно-временная организация составляет наиболее фундаментальную характеристику целостной нервно-психической деятельности человека [2].

Предполагают, что в течение нескольких сот миллисекунд в сенсорной памяти происходит кодирование вербальных сенсорных сигналов и передача в кратковременную память, где в замкнутых нейронных сетях происходит реверберация импульсов [11]. С нашей точки зрения, ТМС с индукцией магнитного поля более 1,2 Тл и частотой 5 Гц приводит к нарушению реверберации импульсов в нейронных сетях, что в свою очередь приводит к ухудшению кратковременной памяти.

В наших исследованиях все испытуемые были праворукими и, следовательно, моторные и сенсорные речевые центры локализовались в левом полушарии [3]. Кратковременная память, отвечая за временное хранение, целенаправленное повторение и циркуляцию вербально кодированной информации, исходя из полученных результатов, вероятно, тесным образом связана с этими центрами, так как при воздействии на правую лобно-височную область достоверных изменений в кратковременной памяти не происходило.

То что при ТМС с данными частотно-амплитудными характеристиками не происходят изменения в долговременной памяти, а в кратковременной памяти при стимуляции на левое полушарие происходят, указывает на их функциональные различия.

1.4. Применение ТМС для исследования речевой межполушарной асимметрии.

Психологические и неврологические исследования указывают на межполушарную асимметрию речевых центров [2]. Возможность ТМС вызывать деполяризацию нейронов вызвала попытки использовать ее исследования межполушарной организации речевых центров [21, 35]. Показано, что ТМС может вызвать два эффекта в речи испытуемых: позитивный (вокализация, звучание) и негативный (неспособность к вокализации, звучанию) – неспособность правильного произношения или применения слов. Позитивный эффект – вокализация проявляется в виде удлинённого или прерывистого звука и возникает при стимуляции участка впереди от нижнего края центральной извилины, когда больной молчит. Негативный эффект возникает при стимуляции околосилвиевой области, когда больной говорит и проявляется в разных вариантах.

При ТМС могут возникнуть и быть выявлены следующие феномены: трудности называния (вспоминания названия); персеверации (застревания на слоге, слове); литеральные парафазии (по акустическому или по артикуляторному признаку); вербальные парафазии; прерывание речевой деятельности (порядковый счет) [29, 45]. Важно, что все эти нарушения не возникали при отсутствии стимуляции или количество подобных ошибок было не велико (менее 25%). Главной задачей нашего исследования было изучение возможности применения ТМС с различными амплитудно-временными характеристиками для верификации доминантного по речи полушария у здоровых испытуемых и больных с опухолями больших полушарий.

Методика. Верификацию доминантного по речи полушария проводили у 24 здоровых испытуемых и у 40 больных с опухолями левого полушария головного мозга (19 больных с опухолями в проекции левой височной или лобно-височной области и 21 с опухолями в проекции левой лобно-теменной области). Данное обследование, у этих больных, производили до операции.

После ознакомления с ходом исследования и выражения согласия все здоровые испытуемые и больные с опухолями левого

полушария получали воздействие ТМС на правое и левое полушарие в лобно-височной области во время счета и чтения (наизусть) детских стихов (рис.7). ТМС при счете начинали только после цифр 5-6, а во время стихов после 4-5 секунд чтения. ТМС у первого по списку испытуемого начинали с правого полушария, а у следующего по очереди за ним с левого (и дальше чередовали). Между воздействиями ТМС на правое и левое полушарие делали перерыв в течение 10-15 минут. Эффект считали положительным, если при трехкратной стимуляции происходила остановка речи. Если остановка была менее 2-х раз или сомнительна, то результаты считали отрицательными.

Индукция магнитного поля при верификации доминантного по речи полушария соответствовала 90 и 110% от моторного порога (ТМС при воздействии на моторную кору, вызывающая движения в контралатеральной конечности) и превышала 1,2 Тл, а частота составляла 1, 5 и 10 импульсов в сек. На каждой частоте ТМС проводили воздействие сначала с индукцией магнитного поля в 90% от моторного порога, а затем в 110%.

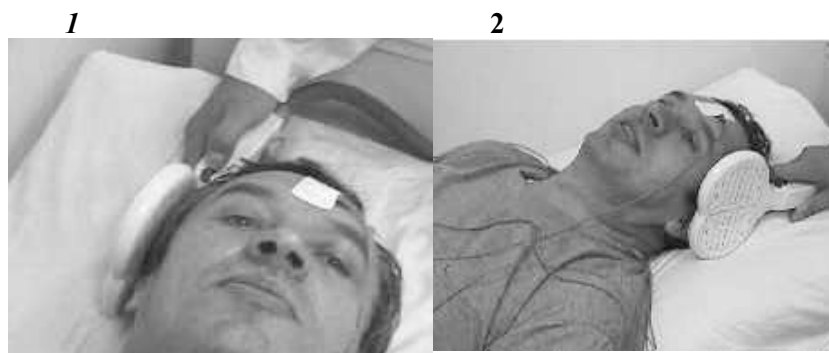


Рис.7. Проведение ТМС правого (1) и левого (2) полушария с целью верификации доминантного по речи полушария.

Результаты исследований. При картировании речевых функций при помощи ТМС у 24 здоровых праворуких испытуемых задержку речи удалось получить у всех при стимуляции левого полушария. При ТМС с частотой 1 /сек задержку речи удалось получить только у 1 испытуемого (110% от моторного порога). Воздействие с частотой 5 /сек позволило получить эффект при индукции 90% от моторного порога у 8, а при 110% у 20. При ТМС

с частотой 10 /сек задержка речи отмечалась при индукции 90% у 17, а при 110% у 22 испытуемых.

Таким образом хотя у всех испытуемых удалось получить эффект задержки речи (на счет и чтение детских стихов) при ТМС левого полушария, но на какой-либо частоте воздействия 100% результат не был получен. Хотя четко прослеживалась тенденция влияния частоты и индукции магнитного поля на результаты.

При стимуляции правого полушария четких признаков остановки речи не отмечалось.

У 21 праворуких пациентов с опухолями в проекции левой центральной борозды (лобно-теменная область) задержку речи удалось получить у 20 при ТМС левого полушария. Воздействие с частотой 1 /сек и индукцией 90% привело к задержке речи у 2 больных, а при индукции 110% у 8. При ТМС с частотой 5 /сек эффект был получен при индукции 90% у 11, а при индукции 110% у 19 больных (таб. 1). При воздействии с частотой 10 /сек задержка речи отмечалась при индукции 90% у 16, а при индукции 110% у 20. Задержку речи не удалось получить в одном наблюдении у больного, принимающего антиконвульсанты в течение длительного времени (больше 2 лет).

Таблица 3– Количество здоровых испытуемых и больных, у которых была задержка речи при ТМС левого полушария

	Здоровые	Больные с ОЛМО	Больные с ОЛВО
<i>Всего:</i>	24	21	19
1/сек (90% МП)	0	2	0
1/сек (110% МП)	1	8	3
5/сек (90% МП)	8	11	10
5/сек (110% МП)	20	19	15
10/сек (90% МП)	17	16	13
10/сек (110% МП)	22	20	17

Примечание. ОЛМО – опухоль левой моторной области; ОЛВО - опухоль левой лобно-височной области.

Наибольший эффект отмечался при применении ТМС с индукцией магнитного поля в 100 % от моторного порога и частоте 5 и 10 в сек.

При стимуляции правого полушария не вызывающих сомнений задержек речи не было отмечено.

У 19 больных с опухолями в проекции левой височной или лобно-височной области задержку речи удалось получить у 18 при ТМС левого полушария. У 1 пациента задержку речи удалось получить при ТМС как правого, так и левого полушария. У 1 пациента эффект был сомнителен. При ТМС левого полушария с частотой 1/сек задержку речи удалось получить у 3 больных (индукция 110% от моторного порога). Воздействие на левое полушарие с частотой 5/сек позволило получить эффект при индукции 90% от моторного порога у 10 больных, а при 110% у 15. При ТМС левого полушария с частотой 10 /сек задержка речи отмечалась при индукции 90% у 13, а при 110% у 17 больных.

При стимуляции правого полушария не вызывающих сомнений задержек речи не было отмечено.

У больных с опухолями в проекции левой лобно-височной области, так же как и в других группах наблюдались разные эффекты задержки речи при использовании различных амплитудно-временных характеристик ТМС. Наибольший эффект отмечался при применении ТМС с индукцией магнитного поля в 100 % от моторного порога и частоте 5 и 10 в сек. На рис. 8 изображены сравнительные график задержки речи между тремя группами при ТМС с частотой 1, 5 и 10 /сек индукцией в 90 и 110% от моторного порога.

При сравнении данных, полученных до операции, при верификации доминантного по речи полушария с использованием ТМС и интраоперационного картирования речевых центров при помощи электростимуляции, отмечалась высокая степень совпадений. У всех больных, у которых до операции были получены положительные реакции с задержкой речи при ТМС левого полушария, так же были получены аналогичные результаты при интраоперационной электростимуляции левого полушария. У больного, у которого не был получен эффект с задержкой речи при ТМС, во время операции порог электрической стимуляции достигал 20-22мА (длительность 1мс, частота 50/сек).

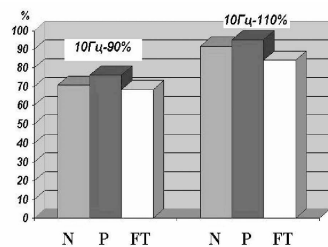
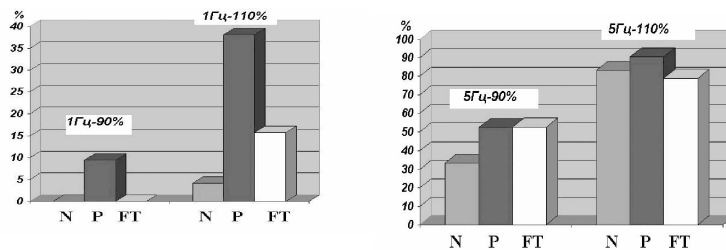


Рис.8. Сравнительные графики задержки речи при ТМС левого полушария. N – здоровые испытуемые; P-больные с опухолями в проекции левой моторной области; FT-больные с опухолями левой височной или лобно-височной области; 1,5,10/сек - частота ТМС; 90 и 110% - индукция магнитного поля (% от моторного порога).

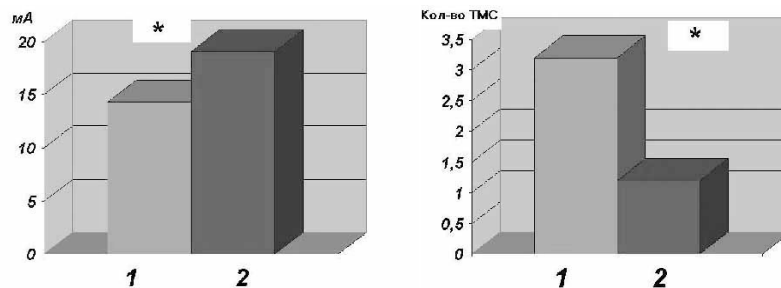


Рис.9. Сравнительные графики дооперационной ТМС и интраоперационной ИЭС. 1 – первая группа больных (11) у которых сила тока для верификации была меньше 15 мА; 2 - вторая группа больных (6) у которых сила тока для верификации была больше 15 мА; мА – сила тока; кол-во ТМС – среднестатистическое количество ТМС, приведших к задержке речи.

До операции у 11 больных при ТМС возникали эффекты задержки речи на нескольких амплитудно-временных

характеристиках стимуляции (>3), а у 6 больных только при ТМС с частотой 5 или 10 /сек и индукцией магнитного поля 110% от моторного порога. При сравнении данных по силе тока, необходимой для задержки речи при электростимуляции коры во время операции, у этих двух групп больных отмечалась достоверная корреляция. У тех больных, у которых задержка речи отмечалась на нескольких вариантах стимуляции, во время операции сила тока была меньше, чем у другой группы. На сравнительных графиках (рис.9) показаны эти различия.

Обсуждение результатов. Одним из методов профилактики речевых нарушений, является методика картирования функционально значимых зон коры головного мозга, как до операции (фМРТ, ТМС), так и во время операции (электростимуляция коры). Дополнение или замена теста Wada у больных с нейрохирургическими и неврологическими заболеваниями были одной из самых ранних целей в когнитивном тестировании при ТМС [35, 45].

Показано, что прекращение речи может наблюдаться даже при низких частотах ТМС [26], наши данные согласуются с этим, так как мы получали данный эффект у ряда здоровых испытуемых и больных при ТМС с частотой 1/сек. Однако, наиболее выраженный эффект задержки речи при ТМС наблюдался при применении не одиночных импульсов, а пачки из 5-8 импульсов с частотой 5-10/сек. Наиболее эффективной частотой для получения эффекта задержки речи у здоровых испытуемых и больных с опухолями больших полушарий оказалась частота ТМС 10/сек. Эти данные подтверждаются близкими результатами полученными в работах других исследователей [20, 29, 34].

То, что у части больных мы не смогли получить задержку речи ни при каких амплитудно-временных характеристиках ТМС, вероятнее всего можно объяснить длительным приемом антиконвульсантов. Показано, что длительным приемом антиконвульсантов значительно повышают порог моторных ответов при ТМС [55] и дальнейшее повышение индукции у этих больных могла бы привести к нарушению «стандартов безопасности» и тем самым к повышению риска получения осложнений.

Мы применяли для задержки речи у здоровых испытуемых и больных с опухолями больших полушарий ТМС с различной индукцией магнитного поля. У всех здоровых испытуемых и

больных с опухолями больших полушарий мозга было отмечено, что при индукции магнитного поля в 110% от моторного порога эффект был более выражен, чем при ТМС с 90% значением. Наши результаты созвучны с данными других авторов [30, 44] и могут быть объяснены тем, что при большей индукции магнитного поля можно вызвать деполяризацию в большем количестве нейронов речевых центров.

У всех больных, у которых до операции были получены положительные реакции с задержкой речи при ТМС левого полушария, так же были получены аналогичные результаты при интраоперационной электростимуляции левого полушария.

При сравнении данных о силе тока, необходимой для задержки речи при электростимуляции коры во время операции, у этих двух групп больных отмечалась достоверная корреляция. У тех больных, у которых задержка речи отмечалась на нескольких вариантах стимуляции во время операции, сила тока в среднем была меньше 15 мА, а в другой группе сила тока оказалась больше 15 мА. Данная закономерность может быть объяснена индивидуальной вариабельностью организации речевых центров (анатомической, функциональной в результате различного развития).

Таким образом, с нашей точки зрения, ТМС может применяться для верификации доминантного по речи полушария у здоровых испытуемых и больных с опухолями головного мозга с высокой степенью эффективности, что совпадает с мнением других авторов [20, 22, 34, 44, 55].

1.5. ТМС для исследования межполушарной асимметрии знака эмоции.

Обычно эмоцию определяют как особый вид психических процессов, которые выражают переживание человеком его отношения к окружающему миру и самому себе [6]. Знак эмоции, положительный или отрицательный, определяется отношением субъекта к своему состоянию, стремление своими действиями максимизировать положительную эмоцию, т.е. усилить ее, продлить, повторить и минимизировать отрицательную: ослабить, прервать, предотвратить [10]. По мнению некоторых исследователей знак эмоции у человека решающим образом зависит от соотношения активности левой и правой фронтальной коры [23, 24].

Основной задачей нашей работы было: определение наличия межполушарной асимметрии знака эмоции у здоровых испытуемых при помощи ТМС.

Методика. Исследование проводилось на двух группах практически здоровых испытуемых. Первая группа из 21 испытуемых, в возрасте от 18 до 29 лет, получала воздействие ТМС на правую и левую лобную область. Вторая группа из 19 испытуемых в возрасте от 18 до 30 лет была контрольной (ложное воздействие ТМС).

В обеих группах испытуемые должны были рассматривать фотографии лиц людей на экране монитора компьютера и нажатием на кнопку «мышки» сменять одно изображение другим. До проведения исследования всех испытуемых обучали необходимым навыкам при исследовании и рекомендуемому времени рассматривания фотографий - от 2 до 4 сек на каждую. Цветные фотографии 50 людей с негативными (гнев) и позитивными (радость) выражениями лица были расположены в случайном порядке и были выбраны случайным образом для предъявления. После окончания просмотра 50 фотографий компьютерная программа определяла среднестатистическое время потраченное испытуемым на рассмотрение отдельно для позитивных и отдельно для негативных выражений лиц. Все фотографии были сделаны цифровым фотоаппаратом Sony на нейтральном фоне и с одинаковыми характеристиками освещения и разрешения.

В первой группе данную процедуру проводили до ТМС, после одной минуты ТМС на лобную область правого полушария и после одной минуты ТМС на лобную область левого полушария. ТМС у четных по списку испытуемых начинали с правого, а у нечетных с левого полушарий. Между воздействиями ТМС на правое и левое полушарие делали перерыв в течение 15 минут. Индукция магнитного поля соответствовала 90% от моторного порога (ТМС при воздействии на моторную кору вызывающая движения в контралатеральной конечности) и превышала 1,2 Тл, а частота составляла 10 в сек. Для ТМС использовали магнотимулятор «Нейро-МС» (г.Иваново) с диаметром катушки 10 см (8-образная катушка).

Во второй группе все процедуры проводили аналогично первой группе, только катушка магнитного стимулятора была расположена на расстоянии более 20 см от правого и левого полушарий.

Все испытуемые были праворукими, что выявлялось на основании комплексного тестирования по известной методике [2]. Испытуемые были ознакомлены с ходом исследований и давали письменное согласие на участие в нем. Статистический анализ проводили с использованием программы Statistica: параметрический тест t-критерий Стьюдента и дисперсионный анализ для двух факторов (ANOVA). Результаты в таблице представлены как среднее значение \pm среднее квадратичное отклонение. Если значение p было меньше, чем 0,05, то это считалось значимым показателем.

Результаты исследований. При тестировании в первой и второй группах среднестатистическое время рассматривания фотографий с позитивными и негативными выражениями лица существенно не отличалось. Статистически достоверных различий выявлено не было.

Таблица 4– Среднестатистическое время рассматривания позитивных и негативных стимулов у исследуемых 1-ой и 2-ой группы ($M \pm m$).

Исследуемые	Позитивные стимулы (сек.)	Негативные стимулы (сек.)
1 группа (до воздействия)	2,4 \pm 0,3	2,5 \pm 0,3
1 группа (ТМС слева)	2,0 \pm 0,3	3,4 \pm 0,3
1 группа (ТМС справа)	3,5 \pm 0,3	1,9 \pm 0,3
2 группа (до ложного воздействия)	2,5 \pm 0,3	2,5 \pm 0,3
2 группа (ложное воздействие слева)	2,7 \pm 0,4	2,6 \pm 0,3
2 группа (ложное воздействие справа)	2,6 \pm 0,4	2,6 \pm 0,3

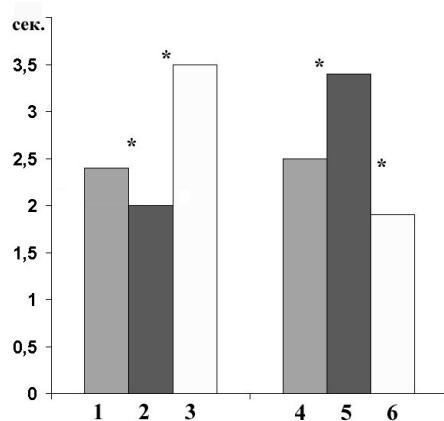


Рис. 10. Среднестатистическое время рассматривания позитивных и негативных фотографий в первой группе. 1, 2, 3 – рассматривание позитивных фотографий; 4, 5, 6 – рассматривание негативных фотографий; 1, 4 – до ТМС; 2, 5 – после ТМС правого полушария; 3, 6 – после ТМС левого полушария; * – статистически достоверные различия.

В первой группе после воздействия ТМС на правое полушарие среднестатистическое время на негативные фотографии увеличилось, а на негативные фотографии уменьшилось (таб. 1). При их сравнении отмечалось статистически достоверное различие. Так же было достоверно и различие при сравнении аналогичных значений времени для рассматривания негативных и позитивных выражений лиц до проведения ТМС и после воздействия на правое полушарие.

После проведения ТМС левой лобной области отмечалось достоверное уменьшение среднестатистического времени при рассмотрении негативных фотографий и увеличение его при рассмотрении негативные выражений лица при сравнении аналогичных значениями до проведения ТМС. Полученные среднестатистические значения времени рассмотрения негативных и позитивных фотографий после ТМС так же различались статистически достоверно (рис.10).

Во второй группе после проведения ложного воздействия среднестатистическое время рассматривания негативных и позитивных фотографий существенно не изменилось как при имитации воздействия на правое, так и левое полушарие (рис.11). Статистически достоверных различий не было выявлено при сравнении этих данных с результатами полученными до ложного воздействия.

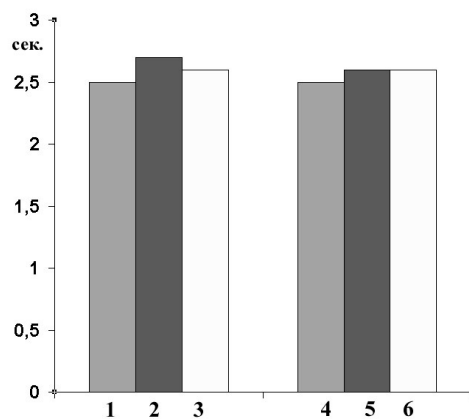


Рис.11. Среднестатистическое время рассматривания позитивных и негативных фотографий во второй группе. 1, 2, 3 – рассматривание позитивных фотографий; 4, 5, 6 – рассматривание негативных фотографий; 1, 4 – до ложного воздействия (ЛВ); 2, 5 – после ЛВ на правое полушарие; 3, 6 – после ЛВ на левое полушарие.

Таким образом, полученные результаты указывают на влияние ТМС с индукцией магнитного поля в 90% от моторного порога и частотой 10 в сек на знак эмоций (негативный или позитивный) при воздействии на левую или правую лобные области.

Обсуждение результатов. По мнению авторов руководства, изданного в 1997 году, до сих пор отсутствует точное научное определение термину «эмоция» [36] и несмотря на успехи, достигнутые в изучении мозговых механизмов психических процессов, в настоящее время не существует единой общепринятой научной теории эмоций [8, 18]. Наиболее важным каналом эмоционального, невербального общения является зрительный, через который принимается информация, содержащаяся в выразительных жестах и экспрессивных реакциях лица. Лицо - наиболее важный источник информации в процессе общения [32]. Кросскультурные исследования распознавания лицевой экспрессии показали, что основные эмоции (гнев, страх, счастье, удивление, печаль, отвращение) одинаково проявляются и узнаются в обществах с различной культурой и традициями [6]. По этому, в нашем исследовании в качестве эмоциональной модели мы использовали именно мимические реакции на лице – гнев (негативный) и радость (позитивный).

Наличие эмоциональной асимметрии полушарий головного мозга в настоящее время широко признано [2, 6, 10]. При регистрации ЭЭГ у больных с депрессией выявлен особый тип функциональной асимметрии, фокус активации находится в фронтальной и центральных областях правого полушария, а при

наличии у испытуемых состояниях «счастья» доминирует биоэлектрическая активность в фронтальной области левого полушария [23]. Полученные в нашем исследовании результаты согласуются с этими данными: при стимуляции (активация) правого полушария у испытуемых отмечается увеличение выбора негативных фотографий, а при стимуляции левого полушария позитивных.

Эмоции на значимый стимул, это единство аффективно-когнитивных процессов. Полагают, что знак эмоций зависит от соотношения активности левой (ЛФК) и правой (ПФК) фронтальной коры и представляется в виде двух неравенств [31]:

ЛФК > ПФК = положительные эмоции

ПФК > ЛФК = отрицательные эмоции.

В результате наших исследований показано, не только что при активации левого полушария увеличивается позитивный, а правого негативный знак эмоций, но и происходит снижение эмоционального знака в противоположном полушарии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Анохин К.В. Молекулярные сценарии консолидации долговременной памяти // Журн. высш. Нерв. Деят.- 1997. Т.4, №2. - С.261-279.
2. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека // М. Медицина. - 1988. - С.240.
3. Гимранов Р.Ф., Щекутьев Г.А., Машеров Е.Л. и др. Применение ТМС и интраоперационной электростимуляции для верификации речевых центров // V Международная конференция «Современное состояние методов неинвазивной диагностики в медицине». - 1998. - Москва. - С. 172-173.
4. Гимранов Р.Ф. Использование транскраниальной магнитной стимуляции в медицине // Журн. вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. – 1999. - №3. - С.36-39.
5. Гимранов Р.Ф. Магнитная стимуляция в диагностике поражений нервной системы // Глава в книге «Нейрофизиологические исследования в клинике». – 2001. - М.: «Антидор». - С.163-179.
6. Данилова Д.Д. Психофизиология // 2001. - М.:«Аспект Пресс». - С. 373
7. Нейрохимия // Под ред. И.П.Ашмарина, П.В.Стукалова. – 1996. - М.: Изд. Инст.биомед.химии РАМН. - С.450

8. Симонов П.В. Мозговые механизмы эмоций // Журн. высш. нервн. деят. - 1997. - Т.4, № 2. - С.320-328.
9. Симонов П.В. Функциональная асимметрия эмоций // Журн. высш. нервн. деят. - 1998. - Т.48, №2. - С.375-380.
10. Симонов П.В. Лекции о работе головного мозга // - 2001. - М.: «Наука». - С.95.
11. Физиология человека // Под ред. Шмидта З., Тевса Г. - 1996. - М.: Мир. - Т.1. - С.323.
12. Amassian V.E., Cracco R.Q., Maccabee P.J. et all. Transcranial magnetic stimulation in study of the visual pathway // J.Clin.Neurophysiol.- 1998. – Vol.15, №4. - P.288-304.
13. Barker A.T., Jalinous R. Freeston I.L. Non-invasive magnetic stimulation of human motor cortex // Lancet. - 1985. - №1. - P.1106-1107.
14. Barker A.T. An introduction to the basic principles of magnetic stimulation // J.Clin.Neurophysiol. - 1991.- Vol. 8, №1. -P26.
15. Barker A.T., Stevans J.C. Measurement of the acoustic output from two magnetic nerve stimulator coils // J.Physiology. – 1991. - №431.- P. 301.
16. Bickford R.G., Fremming B.D. Neural stimulation by pulsed magnetic fields in animals and man // In:Digest of the 6th International Conference on Medical Electronics and Biological Engineering. – 1965. - Tokyo. - P.112.
17. Chokroverty S., Hening W. Magnetic brain stimulation: safety studies // EEG and Clin.Neurophysiol.- 1995. - №97. - P.36-42.
18. Chen J., Hanusaik L., Ramses P. et all. Comparative psychophysical evaluation in cochlear implantation: Electrical and magnetic stimulation // American J.of Otology. – 1997. – №18.- P.39-43.
19. Cramer S.C., Bastings E.P. Mapping clinically relevant plasticity after stroke // Neuropharmacology. - 2000. - Vol.39. - P.842-851.
20. Claus D., Weis M., Treig T. et all. Influence of repetitive magnetic stimuli on verbal comprehension // J. Neurol. – 1993. - Vol.24. - P.149-150.
21. Cracco RQ, Amassian VE, Maccabee PJ. Physiological basis of the motor effects of magnetic stimulation. 2. Stimulation with the magnetic coil // J. Clin Neurophysiol. - 1987. - №4. - P.223.
22. D'Arsonval A. Dispositifs pour la mesure des courants alternatifs de toutes frequences. Comtes Redus de la Societe de Biologie // - 1996. – Paris. - P.450-451.

23. Davidson R.J., Fox N.A. Asymmetrical brain activity discriminates between positive versus negative affective stimuli in human infants // *Social Psychophysiology and Emotions*. - 1988. - P.131-150.
24. Davidson R.J. Parsing affective space: Perspective from neuropsychology and psychophysiology // *Neuropsychol.* - 1993. - Vol.7. - P.464.
25. Ebbinghaus H. *Memory: a contribution to experimental psychology* // 1885. - Reprinted N.Y. - 1963.
26. Epstein C.M., Lah J.K., Meador K. et al. Optimum stimulus parameters for lateralized suppression of speech with magnetic brain stimulation // *Neurology*. - 1996. - Vol.47. - P.1590-1593
27. Geddes L.A. The history of stimulation with eddy currents due to time-varying magnetic fields // in *Magnetic Stimulation in Clinical Neurophysiology* - 1989. - Butterworth. - P.5-11.
28. George M., Wassermann E.M., Prost R.M. Transcranial magnetic stimulation: A neuropsychiatric tool for the 21 century // *J.Neuropsychiatry and clinical neurosciences*. -1996. - Vol.8. - P.373-382.
29. Geddes L.A. History of magnetic stimulation of the nervous system // *J.Clin. Neurophysiol.* - 1991. - Vol.8. - P.3-9.
30. Grafman J., Pascual-Leone A., Alway D. et al. Induction of a recall deficit by rapid-rate transcranial magnetic stimulation // *Neuroreport*. - 1994. - Vol.5. - P.1157-60.
31. Heller W. Neuropsychological mechanisms of individual differences in emotion, personality and arousal // *Neuropsychol.* -1993. - Vol.7. - P.476.
32. Hells U., Karras A., Scherer K.R. Multichannel communications of emotion: synthetic signal production // 1988 - N.J. - P.161-182.
33. Jaliou R. Technical and Practical aspects of magnetic nerve stimulation // *J. Clinical Neurophysiology*. - 1991. - №8. - P.10-25.
34. Jellinger K. Pathology and pathogenesis of apallic syndromes following closed head injuries // In: "The apallic syndrome". - Springer verlag. - 1977. - P.88-103.
35. Jennum P, Friberg L, Fuglsang-Frederiksen A. et al. Speech localization using repetitive transcranial magnetic stimulation // *Neurology*. - 1994. - Vol.44. - P.269-73.
36. Kandel E., Schwartz J., Jessel Th. (Eds.) *Essentials of neural science and behavior* // Prentice Hall International. - 1997.

37. Matsunga K., Uozumi T., Tsuji S. et al. Age-dependent changes in physiological threshold asymmetries for the motor evoked potential and silent period following transcranial magnetic stimulation // EEG a. Clin. Neurophysiol. - 1998. - Vol.109.- P.502-507.
38. Macdonell R.A.L., Shapiro B.E., Chiappa K.N. et al. Hemispheric threshold differences for motor evoked potentials produced by magnetic coil stimulation // Neurology. - 1991. - Vol.41. - P.441-444.
39. McGaugh J. Time-dependence processes in memory storage // Science. - 1966. - Vol. 153. - P. 1351.
40. Martin D.L. The role of glia in the inactivation of neurotransmitters // In: Neuroglia (Kettenmann H., Ransom B.R., eds). - 1995.: New York. Oxford. - P.732-745.
41. Merton P.A., Morton H.B. Stimulation of the cerebral cortex in the intact human subject // Nature. - 1980. - P.285.
42. Murray N.M.F. Magnetic Stimulation of cortex: clinical applications // J.Clin. Neurophysiol. - 1991. - Vol.8, №1. - P.66-76.
43. Pascual-Leone A., Valls-Sole J., Brasil-Neto J.P., Cammarota A., Grafman J., Hallett M. Akinesia in Parkinson's disease. Effects of subthreshold repetitive motor cortex stimulation // Neurology. - 1994. - N 44. - P. 892-898.
44. Pascual-Leone A., Bartres-Faz D., Keenan J. TMS: studying the brain-behaviour relationship by induction of "virtual lesions" // Biol. Science. - 1999. - Vol.354. - P.1229-1238.
45. Pascual-Leone A., Walsh W., Rothwell J. TMS in cognitive neuroscience - virtual lesion, chronometry and functional connectivity // Current opinion in Neurobiology. - 2000. - Vol.10. - P.232-237.
46. Polson M.J.R., Barker A.T., Freeston I.L. Stimulation of the nerve trunks with time-varying magnetic fields // Med.Biol.Eng. Comput. - 1982. - № 20. - P. 243-244.
47. Rockville M.D. Guidelines for evaluating electromagnetic exposure for trials of clinical NMR systems // US food and drug administration. - 1982.
48. Roricht S., Meyer B.U. Residual function in motor cortex contralateral to amputated hand // Neurology. - 2000. - V.54. - P.984-987.
49. Saunders R.D. Task group on static and slowly varying magnetic fields (up to 300 Hr) // Radiol protect Bull. - 1987. - №78. - P.11-14.

50. Scott P.V. Asystol from tetanic stimulation of the accessory nerve // *Anaesthesia*. - 1996. - Vol.51. - P.1148-1150.

51. Sicbner H.R., Tormos J.M., Ceballos-Baumaon A.O. Low-frequency rTMS of the motor cortex in writers cramp // *Neurology*. - 1999. - Vol.52. - P.529-537.

52. Triggs W.J., Calvamo R., Macdonell R.A.L. et al. Physiological motor asymmetry in human handedness evidence from transcranial magnetic stimulation // *Brain Res*. - 1994. - Vol.636. - P.270-276.

53. Thompson S.P. Proc of the Royal Society of London // *Biology*. - 1910. - Vol.82. - P.396-398.

54. Wasserman E.M. Risk and safety of repetitive TMS: report and suggested guidelines from International Workshop on the safety or TMS // *EEG a. Cli.Neurophysiol*. - 1998. - №108. - P.1-16.

55. Wassermann EM, Blaxton TA, Hoffman EA. et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the dominant hemisphere can disrupt visual naming as well as speech in temporal lobe epilepsy patients // *Ann Neurol*. - 1996. - Vol.40 - P.525.

RESEARCH OF ORGANIZATION OF BRAIN INTERHEMISPHERAL ASYMMETRY BY TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION METHOD

R.F. Gimranov

Department of Clinical neurophysiology of Russian
Peoples Friendship University, Moscow

The basis for transcranial magnetic stimulation (TMS) and the main technical characteristics of magnetic stimulator are considered. In the study the TMS was used for research of interhemispherical asymmetry in motor cortex, memory and verbal centers. Research done allow authors to ascertain that TMS (of left hemisphere) with definite characteristics induce changes in short-term memory but not in long-term memory; TMS could be effectively applied for verification of verbal dominant hemisphere; TMS of right hemisphere may cause increase of negative emotions and left hemisphere – positive emotions.

ПРИЛОЖЕНИЕ

РЕКОМЕНДАЦИИ НАСЕЛЕНИЮ РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО КОМИТЕТА ПО ЗАЩИТЕ ОТ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ

На заседании, состоявшемся 19 сентября 2001 г. были обсуждены и впервые приняты рекомендации Российского Национального Комитета по защите от неионизирующих излучений для населения, использующего сотовые телефоны, и организаций индустрии сотовой связи.

1. Поддерживая предупредительную стратегию Всемирной Организации Здравоохранения, опираясь на опубликованные данные зарубежных исследований и научных обобщений, мнения международных научных обществ, экспертные заключения членов Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, распространить от имени Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений следующую информацию для населения об элементарных правилах безопасности и гигиены при обращении с сотовыми телефонами:

1.1. рекомендовать не использовать сотовые телефоны детям и подросткам до 16 лет;

1. рекомендовать не использовать сотовые телефоны беременным, начиная с момента установления факта беременности и в течение всего периода беременности;

2. рекомендовать не использовать сотовый телефон лицам, страдающим заболеваниями:

– неврологического характера, включая неврастению, психопатию, психостению, неврозы клиника которых характеризуется астеническими, навязчивыми, истерическими расстройствами, а также снижением умственной и физической работоспособности, снижением памяти, расстройствами сна, эпилепсия и эпилептический синдром, эпилептическая предрасположенность;

1.4. при использовании сотового телефона принимать меры по ограничению воздействия электромагнитного поля, а

именно ограничить продолжительность разговоров (продолжительность однократного разговора – до 3 мин.), максимально увеличивать период между двумя разговорами (минимально рекомендованный – 15 мин.), преимущественно использовать сотовые телефоны с гарнитурами и системами "свободные руки" ("hands free").

2. Рекомендовать производителям и продавцам сотовых телефонов в сопроводительной технической документации приводить следующую информацию:

- 2.1. информацию разделов 1.1 – 1.4 настоящего Решения;
- 2.2. данные о прохождении санитарно-эпидемиологической оценки в объеме: номер санитарно-эпидемиологического заключения, наименование органа, выдавшего санитарно-эпидемиологическое заключение, наименование испытательной лаборатории, измеренное значение электромагнитного поля.

МНЕНИЕ
РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО КОМИТЕТА
ПО ЗАЩИТЕ ОТ НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ
О “нетрадиционных” методах защиты
от электромагнитных полей

"22" мая 2002 г.

г. Москва

В связи с распространением и широкой рекламой среди населения средств защиты от электромагнитных полей (ЭМП), основанных на "нетрадиционных методах", Российский Национальный Комитет по защите от неионизирующих излучений считает необходимым сформулировать свою точку зрения по вопросу возможности их использования.

Мнение РНКЗНИ основано на научном подходе и многолетнем опыте работы по проблеме защите населения от ЭМП, а также результатах экспертизы членами РНКЗНИ 18 изделий заявленных как "нетрадиционное" средство защиты от биологического действия ЭМП.

Терминология "энерго-информационное воздействие", "тонкие физические поля" является неприемлемой в официальных документах в силу отсутствия соответствующего физического, либо биологического понятия и соответствующей **научной терминологии**. Указанные физические явления не подтверждены объективными воспроизводимыми исследованиями, отсутствуют средства и методы их прямого физического измерения, физическая теория, математический аппарат, описывающий указанные явления.

В биологических экспериментах по изучению "нетрадиционных" технологий отсутствуют результаты, основанные на воспроизводимых методиках, построенных на стандартизированных подходах по выявлению биологической реакции. Предоставляемые отчеты не имеют объективных статистически значимых оценок эффективности предлагаемых средств защиты. Встречаются случаи, когда при экспертном рассмотрении материалов обнаруживается подтасовка фактов, явлений, а также наличие выводов, не следующих из реальных фактических материалов.

Изделия, основанные на так называемых "нетрадиционных" технологиях, нельзя упоминать в качестве средств защиты от ЭМП

и других физических факторов, поскольку средство защиты, по определению, должно снижать интенсивность воздействующего фактора до значений, регламентированных санитарными правилами и нормами (СанПиН). Результаты фактических измерений показывают, что влияния на физические факторы, нормируемые отечественными СанПиН, эти изделия не оказывают.

Вся продукция, являющаяся источниками физических факторов гигиенически значимых уровней, проходит гигиеническую оценку и не требует применения дополнительных средств защиты.

В случае признания наряду с физическими и химическими факторами существования неких "нетрадиционных" факторов воздействия, требующих "нетрадиционных" методов защиты, необходим пересмотр всех научно обоснованных санитарно-гигиенических нормативных документов и результатов исследований гигиенической и медицинской науки за 50 лет. Таких оснований РНКЗНИ не видит.

Активная коммерческая реклама изделий "нетрадиционной" защиты с использованием псевдонаучной терминологии отвлекает ресурсы организаций в ущерб реальным мероприятиям по защите здоровья и охране труда работающих.

На основании вышеизложенного, РНКЗНИ считает, что использование средств защиты, основанных на указанных "нетрадиционных" методах и технологиях недопустимо как населением, так и работающими в условиях воздействия неблагоприятных факторов.

Председатель Российского национального
комитета по защите от неионизирующих
излучений, член Научного
Консультативного Комитета ВОЗ по
программе "ЭМП и здоровье",
доктор медицинских наук, профессор

Ю.Г. Григорьев

Ученый секретарь Российского
национального комитета по защите от
неионизирующих излучений,
кандидат биологических наук

Е.П. Бичелдей

ТРЕТЬЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

"Электромагнитные поля и здоровье человека.
Фундаментальные и прикладные исследования"

17 – 24 сентября 2002 г.

Москва – Санкт-Петербург, Россия

Решение заседания «Круглого стола»

"Гармонизация стандартов ЭМП в связи с научными данными Восточно-Европейских стран. Обсуждение результатов экспериментов по хроническому облучению ЭМП, проведенных в течение многих лет в СССР, которые легли в основу нормативов в СССР и России". Точка зрения российских ученых.

23 сентября 2002 г.

г. С.-Петербург

На заседании "Круглого стола" были представлены результаты экспериментов и гигиенических исследований биологического действия ЭМП РЧ, которые были использованы в 70-х годах для обоснования нормативов ЭМП радиочастотного диапазона в СССР.

Обсуждение представленных материалов позволили участникам "Круглого стола" сделать следующие выводы.

1. Ретроспективный анализ представленных материалов указывает на возможность развития неблагоприятных реакций организма в условиях хронического облучения ЭМП РЧ с плотностью потока энергии 50-500 мкВт/см².
2. В качестве основного критерия нормирования воздействия ЭМП в Российской Федерации принято положение, в соответствии с которым безопасным для человека считается ЭМП такой интенсивности, которое не приводит к даже временному нарушению гомеостаза (включая репродуктивную функцию), а также к напряжению защитных и адаптационно-компенсаторных механизмов *ни в ближайшем, ни в отдаленном периоде времени.*

В качестве последующих шагов в целях гармонизации гигиенических требований к ЭМП участники «Круглого стола» считают необходимым следующее.

1. Найти согласованную формулировку понятия ПДУ ЭМП.

2. Признать необходимым обязательного учета результатов хронического облучения ЭМП при определении ПДУ. Эти материалы должны быть неотъемлемой частью обоснования ПДУ, наряду с эффектами острого облучения.
3. При нормировании важно учитывать наличие нетеплового механизма биологического действия ЭМП РЧ малых интенсивностей 50–1000 мкВт/см².
4. Необходимо разработать доступные методы дозиметрического контроля электромагнитной обстановки, позволяющие соответствующим региональным службам надзора (в России – службам Госсанэпиднадзора) оперативно оценивать и контролировать соблюдение принятых нормативов (стандартов ЭМП РЧ).
5. Необходимо более широкое обобщение имеющихся в литературе результатов экспериментов и гигиенических материалов, и разработка программ дополнительных исследований для подтверждения согласованных значений ПДУ.

Основные выводы, которые могут быть сделаны по результатам работы конференции:

1. Необходимо вовлечение России в международный процесс гармонизации стандартов по ЭМП.
2. Исследование роли модуляции в формировании биологического эффекта при импульсном режиме облучения.
3. Необходимость проведения дополнительных исследований хронического действия ЭМП с оценкой кумулятивного эффекта и развития отдаленных эффектов.
4. Необходима разработка методов измерений ЭМП с целью контроля обстановки электромагнитного загрязнения.
5. Целесообразно продолжить поиск эффективных методов лечения ряда заболеваний с использованием ЭМП.

APPENDIX

RNCNIRP **ADVICE ON THE SAFE USE OF MOBILE PHONES**

The **RNCNIRP** offers the following advice on the safe use of mobile phones. These recommendations are based on the precautionary principle of the World Health Organization, published scientific and medical studies, reviews and recommendations by scientific groups and the expert opinions of **RNCNIRP** members.

1. Children under the age of 16 should not use mobile phones.
2. Pregnant women should not use mobile phones.
4. Those suffering from following diseases and disorders should not use mobile phones:
 - neurologic diseases such as neurasthenia, psychopathy, psychosteny, and all neurosis with asthenic, obsessional hysterical disorders and reducing of mental, physical activity, memory loss, sleep disorders,
 - epilepsy and epileptic syndrome, epileptic predisposing.

4. The duration of calls should be limited to a maximum of three minutes, and after making a call the user should wait a minimum of 15 minutes before making another call. The use of headsets and hands-free systems is strongly encouraged.

Manufacturers and retailers of mobile phones should include the following information together with the engineering specifications:

- all of the above recommendations regarding use;
- all relevant health and epidemiological data on mobile phones, together with the radiation exposure levels associated with the phone and the name of the measurement lab.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ЧЛЕНОВ РНКЗНИ ЗА 2000-2003 ГГ.

1. Binhi V.N. Amplitude and frequency dissociation spectra of ion-protein complexes rotating in magnetic fields.// Bioelectromagnetics, 21(1):34-45, 2000.
2. Binhi V.N. Magnetobiology: Underlying Physical Problems. Academic Press, San Diego, 2002.

3. Binhi V.N. Theoretical concepts in magnetobiology. // *Electro Magnetobiol.*, 20(1):47-62, 2001.
4. Binhi V.N., Alipov Ye.D., and Belyaev I.Ya. Effect of static magnetic field on E.coli cells and individual rotations of ion-protein complexes. // *Bioelectromagnetics*, 22(2):79-86, 2001.
5. Binhi V.N., Goldman R. Ion-protein dissociation predicts "windows" in electric field-induced wound-cell proliferation. // *Biochim. Biophys. Acta*, 1474(2):147-156, 2000.
6. Binhi V.N., Savin A.V. Molecular gyroscopes and biological effects of weak extremely low-frequency magnetic fields. // *Phys. Rev. E*, 65(051912), 2002.
7. Bykov S.E., Vorontsova Z.A., Dolzhanov A.Y., Zuyev V.G. Mitotic activity of a jejenum epithelium crypt and tissue basophils at long-term action of electromagnetic radiation. In: Abstracts 2nd European congress on biogerontology: From molecules to humans. August 25-28, 2000. Saint Peterburg, Russia // *Успехи геронтологии*, 2000, вып. 5, С.39.
8. Grigoriev Yu. Cell towers results of measurements and estimations of safety limits for the public. //In Proceedings Int. conf. of Cell Tower Siting. Austria (Salzburg, June 7-8), 2000. P. 47-51.
9. Grigoriev Yu. Role of modulation in development of EMF somatic effects.// In proceeding of WHO meeting on EMF biological effects and standards Harmonization in Asia and Oceania. South Korea (Seoul, October 21-24, 2001). pp. 77-81.
10. Nickitina V.N. Ways of harmonizing the international and national standards in the field of electromagnetic radiation.// Proceedings of the Eastern European Regional EMF Meeting and Workshop: Criteria for EMF Standards Harmonization. Varna. Bulgaria. 28 April – 3 May, 2001. P. 233-235
11. Rubtsova N. EMF hygienic standards in Russia// Abstracts Key Presentations of Eastern European Regional EMF Meeting and Workshop “Measurements and Criteria for Standard Harmonization in the Field of EMF Exposure”, Varna, Bulgaria, 28 April-3 May 2001, p.63-70
12. Rubtsova N. EMF hygienic standards in Russia// Proceedings of Eastern European Regional EMF Meeting and Workshop “Measurements and Criteria for Standard Harmonization in the

Field of EMF Exposure” and WHO EMF Standards Harmonization Meeting. Varna, Bulgaria, 28 April-3 May. Ed. by M. Israel and M. Repacholi, 2001, p.87-90

13. Rubtsova N. Overview of health effects of extremely low frequency electromagnetic fields// Abstracts Key Presentations of Eastern European Regional EMF Meeting and Workshop “Measurements and Criteria for Standard Harmonization in the Field of EMF Exposure”, Varna, Bulgaria, 28 April-3 May 2001, p.3-10
14. Rubtsova N. Overview of health effects of extremely low frequency electromagnetic fields// Proceedings of Eastern European Regional EMF Meeting and Workshop “Measurements and Criteria for Standard Harmonization in the Field of EMF Exposure” and WHO EMF Standards Harmonization Meeting. Varna, Bulgaria, 28 April-3 May. Ed. by M.Israel and M.Repacholi, 2001, p.21-35
15. Scherbatykh I.Y. Dolzhanov A.Y., Zuyev V.G Age variation of morphofunctional condition of cerebral cortex during the influence of electromagnetic radiation. In: Abstracts 2nd European congress on biogerontology: From molecules to humans. August 25-28, 2000. Saint Peterburg, Russia // Успех геронтологии, 2000, вып. 5, С.78.
16. Somov A.Y. Free-will and forced risk of electromagnetic radiation impact of cellular radio systems//Electromagnetic fields and human health. Fundamental and applied research. Moscow. 2002. P. 309-310.
17. Voronstova Z.A., Dolzhanov A.Y., Zuev V.G.. Iodining of aminoacids colloid of the thyroid gland and electromagnetic field. Age aspects In: Abstracts 2nd European congress on biogerontology: From molecules to humans. August 25-28, 2000. Saint Petersburg, Russia // Успех геронтологии, 2000, вып. 5, С.89.
18. Zuyev V.G., Sobolenko A.K., Davydov B.I., Evaluation of personnel immunologic status in the operating conditions of an exposure of 50 Hz - electromagnetic fields et al. - In: Proceeding of 3-rd International Conference on bioelectromagnetism and 1-st Slovenian - Croatian Meeting on Biomedical Engineering. 8-12 October 2000. Bled - Slovenia, 2000, P.261-262.

19. Zuyev V.G., Ushakov I.B., Gavrish N.N., Troitsky O.V., A.M.Okunev, Smirnov V.V.. Psychophysiological and psychological screening of the personnel working in conditions of effect of electromagnetic fields of industrial frequency. - In: 2nd International EMF Seminar in China: Electromagnetic Fields and Biological Effects. Xi'an, China, October 23-26, 2000. - China, 2000, P. 206.
20. Антипова С.Е., Бузов А.Л., Сподобаев Ю.М. и др. Электромагнитная безопасность и функционирование отрасли "Связь". - М.: Радио и связь, 2000. - 77с.
21. Атякшин Д.А., Воронцова З.А, Должанов А.Я., Зуев В.Г. Сравнительная характеристика воздействий слабого электромагнитного и ионизирующего излучений. Морфологические эквиваленты. - В кн.: Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине // Тезисы II Международного конгресса 3-7.07.2000, Санкт-Петербург. - СПб, 2000, С.90.
22. Байбаков С.Е. Федоров В.П., Зуев В.Г. и др. О количественных нарушениях в организации молекулярного слоя мозжечка при действии импульсного электромагнитного поля (ИЭМП) - В кн.: Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования. Материалы Третьей Международной конференции (17-24 сентября 2002 г., г. Москва – С.-Петербург. Россия). - М., 2002. - С. 51.
23. Байбаков С.Е. Федоров В.П., Зуев В.Г. Морфогистохимический эквивалент хронического воздействия импульсного электромагнитного поля (ИЭМП) на мозжечок. - В кн.: Новое в изучении пластичности мозга. - М.: НИИ мозга РАМН, 2000, С.11.
24. Байбаков С.Е. Федоров В.П., Зуев В.Г. Структурно-функциональная характеристика грушевидных нейронов мозжечка при воздействии широкополосного высокоамплитудного импульсного электромагнитного излучения ультракороткой длительности - В кн.: Актуальные проблемы медицины и фармации // Материалы 65-й итоговой научной конференции молодых ученых и студентов. - Курск, Курский государственный медицинский университет: 2000, С.9-10.

25. Байбаков С.Е. Федоров В.П., Зуев В.Г. и др. Реакция акседендритического комплекса нейронов коры мозжечка на хроническое действие импульсного электромагнитного поля. - В кн.: Морфология -физической культуре, спорту и авиакосмической медицине: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию профессора В.Г. Петрухина // Под ред. П.К. Лысова - М.: Советский спорт, 2001, С.221-225.
26. Белоногова М. В., Давыдов Б.И. Техногенные риски: социально-психологические аспекты// Вестник электроэнергетики, 2000, № 2, с 70-76
27. Белоногова М.В., Бибииков Н.В., Давыдов Б.И. Эколого-географическое оценка электросетевых объектов единой энергетической системы России ("ЕЭС России").// Конф." Инженерная экология -XXI век", Москва, МЭИ(ТУ) 23-25 мая 2000г тезисы, стр 72-74
28. Белоногова М.В., Давыдов Б.И. Социально-психологические аспекты восприятия техногенных рисков // Авиакосмическая и экологическая медицина. - 2001. - Т. 35, № 1. - С. 5-11
29. Бинги В.Н. Вращение биологических систем в магнитном поле: расщепление спектров некоторых магнитобиологических эффектов. // Биофизика, 45(4):757-759, 2000.
30. Бинги В.Н. Магнитобиология: эксперименты и модели. "МИЛТА", М., 2002. 592 с.
31. Бинги В.Н. Нетепловые биологические эффекты электромагнитных полей. // Ж. Наука и технология в промышленности, 2003.
32. Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы. УФН, 173(3):265-300, 2003.
33. Бреус А.И., Савченко К.И., Сподобаев Ю.М. Электроника. М.: Радио и связь, 2001. -158с.
34. Бузов А.Л. Сподобаев Ю.М. Филиппов Д.В. Юдин В.В. Электродинамические методы анализа проволочных антенн. -М.: Радио и связь, 2000. -153с.
35. Бузов А.Л., Романов В.А., Мишенков С.Л., Крапивина Е.Н., Сподобаев Ю.М. Экологическая безопасность отрасли

- «Связь». Федеральный справочник «Связь и информатизация в Российской Федерации». –М.: Родина-Про, 2001. С. 353-362.
36. Бузов А.Л., Бузова О.В., Минкин М.А. Сподобаев Ю.М. Электромагнитная экология в 8 – 11 классах средней школы: Учебно-методическое пособие по интегрированному курсу. – М.: Школа-Пресс, СОНИИР, 2000. – 190с.
 37. Бузов А.Л., Казанский Л.С., Сподобаев Ю.М., Филиппов Д.В., Юдин В.В. Современные методы электродинамического моделирования антенн и антенных систем диапазонов ВЧ, ОВЧ и УВЧ. Электродинамика и техника СВЧ, КВЧ и оптических частот, 2001, т. IX, №3 (31). С. 5-17.
 38. Быков С.Э. Евтеева М.С., Зуев В.Г. Влияние электромагнитного фактора повышенного уровня на популяцию тканевых базофилов тощей кишки - В кн.: Организм и окружающая среда: жизнеобеспечение и защита человека в экстремальных условиях // Материалы Российской конференции. Москва, 26-29 сентября 2000 г. - М.: Слово, 2000, Т.1, С.80-82.
 39. Быков С.Э., Зуев В.Г. Состояние популяций тканевых базофилов тощей кишки при воздействии электромагнитного излучения. - Новости клинической цитологии России, 2001, Т. 5, № 3-4, С. 187-188.
 40. Волохина И.В., Малинина Ю.А., Сомов А.Ю. и др. Исследование воздействия ЛЭП – 500 на почвенную микрофлору и гидробионтов в лабораторных условиях // IV съезд по радиационным исследованиям (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность). Москва, 2001. С. 807.
 41. Воронцова З.А, Атякшин Д.А., Должанов А.Я, Зуев В.Г. Крупноклеточные ядра гипоталамуса и щитовидная железа при радиомодификации электромагнитным излучением. В кн.: Тезисы докладов V Всероссийской конференции "Нейроэндокринология - 2000", посвященной 75-летию А.Л.Поленова, 18-20 апреля 2000 года, Санкт-Петербург. - СПб, 2000, С.30-31.
 42. Воронцова З.А. Должанов А.Я., Ушаков И.Б., Зуев В.Г. Эффект полирадиомодификации низкоинтенсивного

ионизирующего излучения в щитовидной железе слабым ЭМИ и измененной газовой среде - В кн.: Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине // Тезисы II Международного конгресса 3-7.07.2000, Санкт-Петербург. - СПб, 2000, С.91.

43. Воронцова З.А., Зуев В.Г., Ушаков И.Б. и др. Тироциты и тканевые базофилы щитовидной железы при 10-месячного воздействия электромагнитного излучения. - Новости клинической цитологии России, 2001, Т. 5, № 3-4, С. 175-177.
44. Воронцова З.А., Зуев В.Г. Активность кислой фосфатазы щитовидной железы при воздействии электромагнитного фактора. - В кн.: Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования. Материалы Третьей Международной конференции (17-24 сентября 2002 г., г. Москва – С.-Петербург. Россия). - М., 2002. - С. 59-60.
45. Воронцова З.А., Зуев В.Г. Активность щелочной фосфатазы щитовидной железы при адаптации к воздействию электромагнитного фактора. - В кн.6 Материалы X международного симпозиума "Эколого-физиологические проблемы адаптации", 29-31 января 2001 г. - М.: Изд-во Рос. университета дружбы народов, 2001, С.118-119.
46. Воронцова З.А., Зуев В.Г. Гормонообразование в щитовидной железе при длительном воздействии электромагнитного излучения. Материалы Международного экологического симпозиума. Научные чтения "Белые ночи-2000". - СПб, 2000, С. 292-294.
47. Воронцова З.А., Зуев В.Г. Гормонорезистентность щитовидной железы при хроническом воздействии электромагнитного поля. - Новости клинической цитологии России, 2000, Т.4, № 3-4, С. 150-152.
48. Воронцова З.А., Зуев В.Г. Морфофункциональное состояние щитовидной железы при 10-месячном воздействии электромагнитного поля. - Новости клинической цитологии России, 2002, Т. 6, № 1-2, С. 5-6.
49. Воронцова З.А., Зуев В.Г. Проницаемость гистогематических барьеров щитовидной железы крыс при 10-месячном воздействии электромагнитного фактора. - В кн.: Тезисы докладов IV съезда по радиационным исследованиям

(радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность)
// Москва 20-24 ноября 2001 года. - М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2001, Т.3, С.782.

50. Воронцова З.А., Зуев В.Г. Тканевые базофилы щитовидной железы в механизмах адаптации при длительном воздействии электромагнитного излучения. - В кн.: XII конференция по космической биологии и авиакосмической медицине. Материалы конференции. 10-14 мая 2002 года, Москва. - М., 2002. - С.103-104.
51. Гаврилов А.А., В.И., Нестеров Е.К., Оленьев В.В., Сомов А.Ю. Добровольный и вынужденный экологический риск при воздействии электромагнитного излучения, создаваемого системами сотовой связи //Известия Академии промышленной экологии. 2002. № 2, С. 43-46.
52. Галкин А.А. Зуев В.Г., Афанасьев Р.В., Троицкий О.В. Адекватная оценка физических параметров электромагнитных излучений в системе электромагнитной безопасности- В кн.: Международное совещание “Человек и электромагнитные поля” г. Саров, Нижегородской области, 27-29 мая 2003 г. - (в печати).
53. Галкин А.А., Зуев В.Г., Афанасьев Р.В., Гавриш Н.Н. К вопросу физической оценки одиночного электромагнитного импульса в биологических экспериментах - В кн.: Сборник Седьмой Российской научно-технической конференции по электромагнитной совместимости “ЭМС-2002”. - СПб., 2002, С.528-529.
54. Гимранов Р.Ф. Транскраниальная магнитная стимуляция. Монография. Москва, 2002, -163с.
55. Гимранов Р.Ф. Физические основы и условия технической и медицинской безопасности при транскраниальной магнитной стимуляции. // В кн. Электромагнитные поля и здоровье человека. Москва, Изд-во РУДН, 2002. с. 162-172
56. Грешневиков А.Н., Маликов А.Н., Кравченко А.А., Нестеров Е.Н., Петрученко Н.М, Родвикова И.В., Сомов, А.Ю. Экологический налог за воздействие электромагнитного излучения: региональный аспект проблемы. // Проблемы региональной экологии. №. 4. 2001. С. 24-29.
57. Григорьев О.А. Электромагнитная безопасность городского населения: характеристика современных источников ЭМП и

оценка их опасности // В кн. Электромагнитные поля и население. Современное состояние проблемы. М.: Изд-во РУДН, 2003. с.76-93

58. Григорьев О.А., Григорьев Ю.Г., Меркулов А.В., Петухов В.С., Соколов В.А., Магнитное поле промышленной частоты в условиях непрофессионального воздействия. // Охрана труда и социальное страхование. № 7, 2002, С. 64-68.
59. Григорьев О.А., Меркулов А.В. Характеристика электромагнитного поля ручного сотового телефона в салоне легкового автомобиля оснащенным и не оснащенным внешней антенной // В кн. Электромагнитные поля и население. Современное состояние проблемы. М.: Изд-во РУДН, 2003. с.94-100
60. Григорьев О.А., Меркулов А.В., Харламов Г.А. Анализ многолетних данных измерения электромагнитного поля на рабочих местах пользователей персональных компьютеров в г. Москва // Материалы 3-й междунар. конф. "Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования ", 17-24 сент. 2002 г., Москва - С. Петербург. - М., 2002. - С.147-148.
61. Григорьев О.А., Петухов В.С., Меркулов А.В. Проблема "дрожания" изображения видеомониторов на рабочих местах пользователей персональных компьютеров. // Материалы научно-практической конференции "Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения". Саратов, 2000, С. 40-41.
62. Григорьев О.А., Степанов В.С., Меркулов А.В. Проблемы санитарно-гигиенического надзора за элементами системы сотовой радиотелефонной связи // В кн. Электромагнитные поля и здоровье человека. Москва, Изд-во РУДН, 2002. с. 56-64.
63. Григорьев О.А., Степанов В.С., Меркулов А.В., Григорьев Ю. Г., Жильцов М.В. Персональный компьютер – физические факторы, воздействие на пользователя. // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2001. № 5. С. 35-47.
64. Григорьев Ю. Г. Отдаленные последствия биологического действия электромагнитных полей. //Радиационная биология. Радиоэкология. 2000. Т. 40. № 2. С. 217-225.

65. Григорьев Ю. Г. Сотовая связь – радиобиологическая проблема и оценка опасности. //Радиационная биология. Радиоэкология. 2001. Т. 41. № 5. С. 500-513.
66. Григорьев Ю. Г. Сотовая связь – радиобиологическая проблема и оценка опасности. Тезисы IV съезда по радиационным исследованиям. М. 2001. С.785.
67. Григорьев Ю. Г., Васин А.Л. Влияние на организм электромагнитных полей радиочастот (анализ отечественной литературы) // В кн. Электромагнитные поля и население. Современное состояние проблемы. М.: Изд-во РУДН, 2003. с.5-28
68. Григорьев Ю. Г., Васин А.Л. Сравнительные аспекты стандартов ЭМП и проблемы их гармонизации // В кн. Электромагнитные поля и население. Современное состояние проблемы. М.: Изд-во РУДН, 2003
69. Григорьев Ю. Г., Григорьев О.А. и др. Оценка опасности, опыт контроля и защиты в условиях непрофессионального воздействия магнитного поля промышленной частоты. //В кн. "Электромагнитные поля и здоровье человека". М. 2002.С. 81-97.
70. Григорьев Ю. Г., Григорьев О.А., Меркулов А.В. Мобильная связь – реальный источник воздействия ЭМИ на население (телефоны и базовые станции) // В кн. Электромагнитные поля и население. Современное состояние проблемы. М.: Изд-во РУДН, 2003. с.29-75.
71. Григорьев Ю. Г., Степанов В.С., Григорьев О.А. Персональный компьютер: физические факторы, воздействие на пользователя. // Радиационная биология. Радиоэкология. 2001. Т. 41. № 2. С. 195-206.
72. Григорьев Ю. Г., Труханов К.А. и др. Избранные вопросы теории биологического действия ЭМП. //В кн. "Электромагнитные поля и здоровье человека". М. 2002.С. 124-140.
73. Григорьев Ю.Г. ЭМП сотовой связи – влияние на здоровье населения и оценка опасности (состояние проблемы на 2002 год) // В кн. Электромагнитные поля и здоровье человека. Москва, Изд-во РУДН, 2002. с. 14-44.
74. Григорьев Ю.Г. ЭМП сотовой связи – влияние на здоровье населения и оценка опасности (состояние проблемы на 2002

- г.). //В кн. "Электромагнитные поля и здоровье человека". М. 2002.С. 14-48.
75. Григорьев Ю.Г., Васин А.Л., Труханов К.А., Шафиркин А.В. Сравнительные аспекты и принципы нормирования электромагнитных полей в России и за рубежом.// Материалы XII конференции по космической биологии и авиакосмической медицине, с.122. Москва, 10-14 июня 2002 г.
76. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А. и др. Персональный компьютер – гигиеническая характеристика физических факторов на рабочем месте пользователя и оценка их возможного влияния на здоровье. //В кн. "Электромагнитные поля и здоровье человека". М. 2002.С. 65-80.
77. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А., Петухов В.С., Меркулов А.В., Харламов Г.А. Оценка опасности, опыт контроля и защиты в условиях непрофессионального воздействия магнитного поля промышленной частоты // В кн. Электромагнитные поля и здоровье человека. Москва, Изд-во РУДН, 2002. с. 81-97.
78. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А., Степанов В.С., Меркулов А.В., Чекмарев О.М. Персональный компьютер – гигиеническая характеристика физических факторов на рабочем месте пользователя и оценка их возможного влияния на здоровье // В кн. Электромагнитные поля и здоровье человека. Москва, Изд-во РУДН, 2002. с. 65-80.
79. Григорьев Ю.Г., Труханов К.А., Васин А.Л. Избранные вопросы теории биологического действия электромагнитных полей // В кн. Электромагнитные поля и здоровье человека. Москва, Изд-во РУДН, 2002. с. 124-138.
80. Григорьев Ю.Г., Шафиркин А. В. и др. Риск отдаленной неопубликованной патологии при хроническом воздействии ионизирующей и неионизирующей радиации применительно к гигиеническому нормированию. //В кн. "Электромагнитные поля и здоровье человека". М. 2002.С. 141-161.
81. Григорьев Ю.Г., Шафиркин А.В. Риск отдаленных последствий хронического воздействия ионизирующей и неионизирующей радиации применительно к гигиеническому нормированию. // XII конференция по

космической биологии и авиакосмической медицине: Материалы конференции. М. Май. 2002. С. 355-356.

82. Григорьев Ю.Г., Шафиркин А.В., Васин А.Л. Нормирование радиочастотного электро-магнитного поля (РЧ ЭМП) для населения России. Ретроспективное исследование и современная точка зрения // В кн. Электромагнитные поля и здоровье человека. Москва, Изд-во РУДН, 2002. с. 98-122.
83. Григорьев Ю.Г., Шафиркин А.В., Никитина В.Н. Риск отдаленной неопухоловой патологии при хроническом воздействии ионизирующей и неионизирующей радиации применительно к гигиеническому нормированию // В кн. Электромагнитные поля и здоровье человека. Москва, Изд-во РУДН, 2002. с. 141-161.
84. Гусятников В.Н., Сомов А.Ю. Создание информационной системы и разработка реляционной базы данных для расчета и моделирования электромагнитного загрязнения // Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения. Матер. науч.-прак. конф. Саратов, 2000. С.41-45.
85. Гусятников В.Н., Щербаков В.А., Сомов А.Ю., Кравченко А.А. Создание информационной системы моделирования нормативно-гигиенических и экономических показателей электромагнитного загрязнения // Саратовская область на пороге XXI века: состояние и перспективы. Саратов, 2001. С. 189-193.
86. Давыдов Б.И., Фаустов А.С., Попов В.И. Некоторые исторические аспекты радиобиологических исследований // История отечественной космической медицины (по материалам военно-медицинских учреждений) Под ред. И.Б. Ушакова, В.С. Бедненко, Э.В. Лапаева.-М.-Воронеж: Издательство Воронежского института МВД России. 2001. Глава 12, с 204-212
87. Давыдов Б.И., Зуев В.Г. Эколого-географическая оценка линий электропередач сверхвысокого напряжения. - В кн.: XI Всероссийская научная конференция с международным участием "Состояние и перспективы развития медицинской и военно-медицинской географии" / СПб, 23 марта 2003 г.
88. Давыдов Б.И., Ушаков И.Б., Зуев В.Г. Международные инвестиции в экологию: возможные последствия для стран-реципиентов // конференция XXI век-- . медицинские науки

--от идей до новых технологий Инновации, менеджмент, рынок, Москва. 2001, 10-11 декабря

89. Давыдов И.Б., Зуев В.Г. Социально-экономическая составляющая техногенного риска электромагнитных излучений. В кн.: Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования. Материалы Третьей Международной конференции (17-24 сентября 2002 г., г. Москва-Санкт-Петербург. Россия). - М., 2002. - С. 122-123.
90. Должанов А.Я., Воронцова З.А., Зуев В.Г. Митотическая активность кишечного эпителия при хроническом воздействии электромагнитного фактора. Сборник трудов Международного экологического конгресса, 14-16 июня 2000 года. Под. ред. Н.И. Иванова. – СПб: Балт.гос. техн. ун-та, 2000, Т.2, С. 303.
91. Должанов А.Я., Ушаков И.Б., Зуев В.Г. Низкоинтенсивное электромагнитное излучение в полирадиомодификации слабого ионизирующего излучения. В кн.: Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине // Тезисы II Международного конгресса 3-7.07.2000, Санкт-Петербург. - СПб, 2000, С.92.
92. Зуев В.Г. , Гавриш Н.Н., Троицкий О.В., Окунев А.М.. Самооценка условий труда и состояния здоровья персоналом, эксплуатирующим электроразрядные установки. Тезисы докладов научно-технической конференции "Инженерная экология - XXI век", Москва, 23-25 мая 2000 года. - М.: МЭИ (ТУ), 2000, С.108-109.
93. Зуев В.Г. Гавриш Н.Н., Федоров П.И. Реакция кардиореспираторной системы организма у персонала электрораспределительных комплексов сверхвысокого напряжения. - В кн.: Актуальные проблемы диагностики и восстановления профессионального здоровья. Сборник научных трудов, посвященный 10-летию 6-го Центрального военного клинического госпиталя МО РФ. - М., 2001, С. 175-176.
94. Зуев В.Г. Галкин А.А., Гавриш Н.Н. и др. Перспективы совершенствования электромагнитной безопасности военного труда. Вопросы нормирования. - В кн.: Актуальность проблемы обитаемости, радиационной и

химической безопасности кораблей и судов ВМФ // Материалы 3-й научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня основания 1 ЦНИИ МО РФ. - СПб. 2001, С.54-55.

95. Зуев В.Г. Галкин А.А., Походзей Л.В., Пальцев Ю.П. Эколого-гигиеническая оценка уровней гипогеомагнитных полей на авиационно-технических объектах. - В кн.: Человек в авиации и проблемы сохранения здоровья // Материалы Второго научно-практического конгресса 23-27 октября 2000 г., г. Москва. - М., 2000, С.43-44.
96. Зуев В.Г. Солдатов С.К., Троицкий О.В. Иммунологический статус персонала электрораспределительных комплексов сверхвысокого напряжения. В кн.: Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов // Сборник докладов Шестой Российской научно-практической конференции "ЭМС-2000". - СПб., 2000, С. 508-511.
97. Зуев В.Г., Гавриш Н.Н., Афанасьев Р.В. и др. Электромагнитные поля импульсов электроразрядных установок: производственная вредность для персонала - В кн.: V Международный симпозиум по электромагнитной совместимости и электромагнитной экологии (ЭМС-2003) // СПб., 16-19 сентября 2003 г. - (в печати).
98. Зуев В.Г., Давыдов Б.И., Гавриш Н.Н. и др. Необходимость нормирования широкополосных единичных электромагнитных импульсов ультракороткой длительности. - В кн.: Актуальность проблемы обитаемости, радиационной и химической безопасности кораблей и судов ВМФ // Материалы 3-й научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня основания 1 ЦНИИ МО РФ. - СПб, 2001, С.55.
99. Зуев В.Г., Иванов А.С., Галкин А.А. и др. Динамика веса беременных крыс на микроволновое воздействие интенсивностью 1 мВт/см²- В кн.: Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования. Материалы Третьей Международной конференции (17-24 сентября 2002 г., г. Москва – С.-Петербург. Россия). - М., 2002. - С. 67-68.

100. Зуев В.Г., Ушаков Б.Н., Окунева А.М. и др. Электромагнитные излучения как геронтологический фактор риска - Актуальные проблемы интегральной медицины: Тр. науч.-практич. конф. // Под общ. ред. чл.-кор. РАМН проф. И.Б. Ушакова и проф. И.Э.Есауленко. - М. - Воронеж: Воронежский государственный университет, 2001. - С. 193-200.
101. Иванченко В.А., Кузнецов В.Е., Лыков Ю.И., Сомов А.Ю. Исследование возможности дистанционного мониторинга газов-загрязнителей в атмосфере с использованием радиолокационных систем миллиметрового диапазона // Радиотехника и электроника. 2000. Т.45. №6. С. 758-760.
102. Кораблин М.А., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Общая характеристика топологии излучающих комплексов телекоммуникаций с точки зрения проблем электромагнитной безопасности. Вестник СНИИР, №1, 2002. С.57-60.
103. Коробков Н.М., Лаврентьев В.М., Давыдов Б.И., Рубцова Н.Б., Токарский А.Ю. Экологическая безопасность подстанций и воздушных линий электропередач сверхвысокого напряжения (глава 20, стр. 446-464) в книге: Электропередачи сверхвысокого напряжения ЕЭС России, М.: Энергоатомиздат, 2001, — 484с
104. Кравченко А.А., Сомов А.Ю., Щербаков В.А. Оценка экономического ущерба от воздействия электромагнитных полей // Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения. Матер. науч.-прак. конф. Саратов, 2000. С. 75-76.
105. Кравченко А.А., Сомов А.Ю., Щербаков В.А. Природоохранный эффект от введения налога за воздействие электромагнитного излучения // Труды 3-й международной научно-практической конференции «Экономика, экология и общество России в 21-м столетии». Санкт-Петербург, 2001. С. 1027-1029.
106. Кубанов В.П., Куклев В.А., Шишкин А.И., Сподобаев Ю.М. Безопасность жизнедеятельности в схемах и таблицах. -М.: Радио и связь, 2002. -134с.
107. Лескова Г.И., Нестеров Е.К., Сомов А.Ю., Солдаткин С.И. Создание экспериментальных природоохранных территорий (экополигонов) в регионе Нижнего и Среднего Поволжья:

- задачи, принципы и критерии// Проблемы региональной экологии. №. 2. 2000. С. 60-65.
108. Лукьянова С.Н. Феноменология и генез в суммарной биоэлектрической активности головного мозга на электромагнитное излучение. // Радиационная биология. Радиоэкология. Т.42, №3, 2002, с. 308-314.
109. Малинина Ю.А., Филинова Е.И., Сомов А.Ю., Шляхтин Г.В. Влияние электромагнитного излучения на состояние донной фауны // Фундаментальные и прикладные аспекты функционирования водных экосистем: проблемы и перспективы гидробиологии и ихтиологии в XXI веке. Саратов, 2001. С. 102-103.
110. Мартиросов К.С., Григорьев Ю. Г., Зорин В.В., Яшкин П.Н. Экспериментальное изучение роли простагландинов в механизме возникновения диспепсических нарушений в период первичной реакции после воздействия на организм ионизирующих излучений в больших дозах. //Радиационная биология. Радиоэкология. 2000. Т. 40. № 3. С. 272-276.
111. Маслов М.Ю., Сподобаев Ю.М. Рассеяние электромагнитного поля прямоугольной апертуры границей раздела с полупроводящей средой, расположенной в зоне индукции. Антенны, №1, 2003. С. 52-56.
112. Маслов Ю.М., Сподобаев Ю.М., Сподобаев М.Ю, Филиппов Д.В. Комплексное моделирование электромагнитных полей в промышленных и жилых помещениях. Радиотехника (журнал в журнале). - 2001. - №11. – С.90-93.
113. Меркулов А.В., Григорьев О.А. Инструментальный контроль интенсивности электромагнитного поля в салоне легкового автомобиля (информационные материалы к оценке электромагнитной опасности на транспорте) // В кн. Электромагнитные поля и население. Современное состояние проблемы. М.: Изд-во РУДН, 2003
114. Никитина В.Н. Актуальные проблемы обеспечения электромагнитной безопасности населения.// Материалы научно - проблемной конф.: Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения, Саратов: изд-во Саратовского университета, 2000, С. 21-22
115. Никитина В.Н. Гигиенические и клинические аспекты воздействия электромагнитных полей низкой

интенсивности.// Тез. 2 Международного конгресса: Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине 3-7 июля 2000г., Санкт-Петербург, 2000, С.164

116. Никитина В.Н. Пути гармонизации международных и национальных стандартов в области электромагнитных излучений.// Материалы 4-го международного симпозиума по ЭМС и электромагнитной экологии, 19-22 июня 2001 г., Санкт-Петербург, С.253-257.
117. Никитина В.Н. Экспериментальное обоснование гигиенических регламентов электромагнитных полей диапазона 3-30 МГц.// Материалы 3-й Межд. конф.: Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования 12-24 сентября 2002 г., Москва – С.-Петербург, Россия, С.167.
118. Никитина В.Н., Анисимов В.Н., Забежинский Н.А., Попович И.Г. Канцерогенная опасность при работе с персональными компьютерами и пути ее предупреждения (пособие для врачей).// Утв. Председателем секции по онкологии УМС МЗ РФ академиком РАМН, проф. В.И. Чиссовым 5 января 2001 г. протокол №11. Санкт-Петербург: МЗ РФ НИИ онкологии им. проф. Н.Н.Петрова, 2001.
119. Никитина В.Н., Вилесов Д.В., Тимохова Г.Н. К вопросу обеспечения электромагнитной безопасности на судах.// Материалы 4-го международного симпозиума по ЭМС и электромагнитной экологии, 19-22 июня 2001 г., Санкт-Петербург, С.260-262.
120. Никитина В.Н., Гурский А.П., Павленок А.М. Экспериментальное обследование электромагнитной обстановки и условий труда в технологических сооружениях.// Тез. 6-й Российской научно-технической конф.: Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов 20-22 сентября 2000 г., Санкт-Петербург, 2000, С.516-518.
121. Никитина В.Н., Захарченко М.П., Вишнякова Е.А. Факторы риска и здоровье пользователей электронно-вычислительных комплексов (обзор зарубежной литературы).// Медицина труда и промышленная экология, 2002. №9, С. 27-31.
122. Никитина В.Н., Кириллова В.Ф., Филимонов В.Н. Профессионально обусловленная патология у связистов,

работающих в автозалах автоматических телефонных станций координатного типа.// Материалы юбилейной научной конф.: Медицина труда на пороге XXI века 22-23 декабря 1999 г., Санкт-Петербург, 2000, С.122-123

123. Никитина В.Н., Ляшко Г.Г. Низкочастотные магнитные поля электрических швейных машин. // Материалы 3-й Межд. конф.: Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования 12-24 сентября 2002 г., Москва – С.-Петербург, Россия, С.153.
124. Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Кириллова В.Ф. Гигиенические исследования электромагнитных полей на автозаправочных станциях.// Тез. 6-й Российской научно-технической конф.: Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов 20-22 сентября 2000 г., Санкт-Петербург, 2000, С.533-534.
125. Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Кириллова В.Ф., Чернявский В.П. Исследования магнитных полей в помещениях цехов современных швейных производств и состояние здоровья женщин. // В сб. докладов 7-й Российской научно-технической конф. по электросовместимости ЭМС-2002. Санкт-Петербург, 2002, С.530-531.
126. Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Копытенко Ю.А. Исследование антропогенных электромагнитных полей в электропоездах и технологических зонах метрополитена.// Медицина труда и промышленная экология, 2001. №10, С. 25-27.
127. Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Тимохова Г.Н., Плеханов В.П. Магнитные поля городского электротранспорта: характеристика параметров и условий воздействия.// Научные труды Фед. Науч. Центра им. Ф.Ф. Эрисмана: Гигиена: прошлое, настоящее, будущее. Москва, 2001, С. 181-182
128. Никитина В.Н., Мальцев А.В., Наумова Т.М., Евдокимов Н.М. и др. Безопасный компьютер на работе и дома (для пользователей персональных компьютеров).// Санкт-Петербург: изд-во Сизов М.П., 2001г. –40 с.
129. Никитина В.Н., Плеханов В.П., Ляшко Г.Г. Оценка риска нарушения здоровья при воздействии электромагнитных излучений.// Материалы научно-проблемной конф.:

- Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения, Саратов: изд-во Саратовского университета, 2000, С. 24-26
130. Никитина В.Н., Посохин В.В. Суворов И.М. Мониторинг здоровья в зонах воздействия электромагнитных полей радиочастот. //Тез. 6-й Российской научно-технической конф.: Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов 20-22 сентября 2000 г., Санкт-Петербург, 2000, С.524-529.
131. Никитина В.Н., Свидовый В.И. Электромагнитные поля - человек -окружающая среда.// Санкт-Петербург: изд-во «ООО Абевега», 2001г. –45 с.
132. Никитина В.Н., Свидовый В.И., Ляшко Г.Г., Филимонов В.Н. Условия труда и состояние здоровья водителей электротранспорта.// Научные труды Фед. Науч. Центра им. Ф.Ф.Эрисмана: Гигиена: прошлое, настоящее, будущее. Москва, 2001, С. 392-395.
133. Никитина В.Н., Фоминич Э.Н. Вилесов Д.В. Электромагнитные поля – человек -окружающая среда.// Материалы научно-проблемной конф.: Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения, Саратов: изд-во Саратовского университета, 2000, С. 62-64
134. Пальцев Ю., Рубцова Н., Походзей Л. Риск нарушений здоровья от электромагнитных полей // В кн. Справочник «Профессиональный риск» под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Де-нисова. М.: Социздат 2001, 267с., с.130-137
135. Попов С.С. Должанов А.Я., Зуев В.Г. Крупноклеточные ядра гипоталамуса при 10-месячном воздействии повышенного уровня электромагнитного излучения - кн.: Организм и окружающая среда: жизнеобеспечение и защита человека в экстремальных условиях // Материалы Российской конференции. Москва, 26-29 сентября 2000 г. В 2-х томах. - М.: Слово, 2000, Т.2, С.62-63.
136. Попов С.С., Должанов А.Я, Зуев В.Г. Морфофункциональное состояние крупноклеточных ядер гипоталамуса при длительном воздействии электромагнитного излучения высокой и низкой интенсивности. // Новости клинической цитологии России, 2000, Т.4, № 3-4, С.152-153
137. Попов С.С., Должанов А.Я., Зуев В.Г. и др. Влияние 7 месячного воздействия электромагнитного поля на

синтетические возможности нейросекреторных клеток крупноклеточных ядер гипоталамуса - *Новости клинической цитологии России*, 2002, Т. 6, № 1-2, С. 11-16.

138. Попов С.С., Должанов А.Я., Зуев В.Г. и др. Крупноклеточные ядра гипоталамуса после 7- и 10-месячного воздействия электромагнитного излучения низкой интенсивности - В кн.: Тезисы докладов IV съезда по радиационным исследованиям (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность) // Москва 20-24 ноября 2002 года. - М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2001, Т.3, С.793.
139. Попов С.С., Должанов А.Я., Зуев В.Г. и др. Морфофункциональное состояние супраоптических ядер гипоталамуса при хроническом воздействии электромагнитного фактора. Сборник трудов Международного экологического конгресса, 14-16 июня 2000 года, СПб. Под ред. Н.И. Иванова. – СПб: Балт. гос.техн. ун-т, 2000, Т.2, С. 301.
140. Попов С.С., Должанов А.Я., Зуев В.Г. и др. Супраоптические ядра гипоталамуса в условиях воздействия электромагнитного излучения различной продолжительности и интенсивности. - *Новости клинической цитологии России*, 2001, Т. 5, № 3-4, С. 179-181.
141. Попов С.С., Должанов А.Я., Зуев В.Г. и др. Эффект высокоинтенсивного электромагнитного излучения как составляющая радиационного воздействия на супраоптические ядра гипоталамуса. - В кн.: Медицинские аспекты радиационной и химической безопасности // Материалы Российской научной конференции, г. Санкт-Петербург, 11-12 октября 2001 г. - СПб.: Военно-медицинская академия, 2001, С.318-319.
142. Попов С.С., Должанов А.Я., Зуев В.Г. и др. Крупноклеточные ядра гипоталамуса в механизмах адаптации при воздействии электромагнитного излучения - морфологические эквиваленты - В кн.: XII конференция по космической биологии и авиакосмической медицине. Материалы конференции. 10-14 мая 2002 года, Москва. - М., 2002. - С.284-286.

143. Походзей Л.В. Закономерности техногенного и природного воздействия на человека наиболее значимых физических факторов с обоснованием требований к средствам и методам мониторинга за состоянием производственной среды, трудового процесса и здоровья работающих // В сб. тр. института медицины труда РАМН под ред. акад. РАМН Н.Ф. Измерова «Актуальные проблемы «Медицины труда», Москва 2001, с. 111-169.
144. Походзей Л.В. Электромагнитные поля и здоровье человека в современных условиях // В сб. научных статей МПФ ППО ММА им. И.М.Сеченова «Профилактическая медицина – практическому здравоохранению», часть 1. Гигиена, М., 2001г., с. 102-105
145. ППЭ или SAR? Материалы третьей МК «Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования». Москва, 2002. - С. 142(рус.), 332(англ.).
146. Романов В.А., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М., Филиппов Д.В. Программный комплекс анализа электромагнитной обстановки: новая версия – новые возможности. Вестник СНИИР, №2, 2002. С. 70-74.
147. Романов В.А., Сподобаев Ю.М., Сподобаев М.Ю. Концепция создания автоматизированных систем для анализа электромагнитных полей в окружающей среде. Труды НИИР, 2000. С69-72.
148. Рубцова Н.Б., Дикой В.П., Токарский А.Ю., Красин О.В. Тросовые экраны и их применение на ВЛ-500 кВ// Повышение эффективности работы энергосистем. Труды ИГЭУ, вып.4, Иваново, 2001, с.209-215
149. Рубцова Н.Б., Дикой В.П., Токарский А.Ю., Красин О.В. Элементы теории контурных экранов// Повышение эффективности работы энергосистем. Труды ИГЭУ, вып.4, Иваново, 2001, с.225-254
150. Рубцова Н.Б., Измеров Н.Ф., Афанасьева Р.Ф., Кузьмина Л.П., Липенецкая Т.Д., Уланова И.П., Диева Л.А., Суворов Г.А. Новые технологии в медицине труда как основа охраны здоровья работающих// Сб. трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «XXI век. Медицинские науки: От идей до новых

технологий. Инновации, менеджмент, рынок», М., 2001, с. 103-111

151. Рубцова Н.Б., Пальцев Ю.П., Походзей Л.В. Риск нарушений здоровья от электромагнитных полей// В справочнике «Профессиональный риск» п.р. Измерова Н.Ф., Денисова Э.И., М., Социздат, 2001, с.130-137
152. Рубцова Н.Б., Пальцев Ю.П., Походзей Л.В. Электромагнитные поля в окружающей среде// В справочнике «Профессиональный риск» п.р. Измерова Н.Ф., Денисова Э.И., М., Социздат, 2001, с.138-142
153. Рубцова Н.Б., Суворов Г.А., Пальцев Ю.П., Походзей Л.В. и др. Закономерности техногенного и природного воздействия на человека наиболее значимых физических факторов с обоснованием требований к средствам и методам мониторинга за состоянием производственной среды, трудового процесса и здоровья работающих// В сб. трудов Института медицины труда РАМН п.р. акад РАМН Н.Ф.Измерова «Актуальные проблемы медицины труда», М., 2001, с.111-169
154. Рубцова Н.Б., Суворов Г.А., Пальцев Ю.П., Походзей Л.В., Лазаренко Н.В., Клещенок О.И., Петрова Л.П., Лошилов Ю.А., Стерликов А.В., Романов В.А., Гавриш Н.Н. Вопросы биологического действия и гигиенического нормирования электромагнитных полей, создаваемых средствами мобильной связи// Ж. «Медицина труда и промышленная экология», 2002, № 9, с.10-18
155. Рубцова Н.Б., Суворов Г.А., Пальцев Ю.П., Прокопенко Л.В., Походзей Л.В., Тихонова Г.И. Физические факторы и стресс// Ж. «Медицина труда и промышленная экология», 2002, № 8, с.1-4
156. Рубцова Н.Б., Тищенко В.А., Токатлы В.И., Лукьянов В.И., Походзей Л.В. Глава 4. Электромагнитное поле// Энциклопедия Экометрия «Контроль физических факторов производственной среды, опасных для человека», М., Изд-во стандартов, 2002, с.68-129
157. Рубцова Н.Б., Тищенко В.А., Токатлы В.И., Лукьянов В.И., Походзей Л.В. Глава 4. Электромагнитное поле// Энциклопедия Экометрия «Контроль физических факторов

окружающей среды, опасных для человека», М., Изд-во стандартов (в печати)

158. Сомов А.Ю. Вопросы нормативно-правового регулирования воздействия электромагнитного излучения // «Инженерная экология XXI век» Матер. науч.-прак. конф. Москва, 2000. С. 94-96.
159. Сомов А.Ю. Экономические механизмы регулирования воздействия электромагнитного излучения на окружающую среду и здоровье человека // «Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов». Докл. конф. Санкт-Петербург, 2000. С. 377-380.
160. Сомов А.Ю., Малинина Ю.А. Перспективы создания экспериментальных экологических территорий (экополигонов) в регионе Нижнего Поволжья // Перспективы развития Волжского региона. Материалы Всерос. заоч. конф. Тверь, 2001. С. 9-10.
161. Сподобаев Ю.М. Бузов А.Л., Бузова О.В., Романов В.А., Кольчугин Ю.И. Формирование знаний по электромагнитной экологии у школьников средней школы. Медицина труда и промышленная экология. №2. 2000. С.37-39.
162. Сподобаев Ю.М. Кубанов В.П., Куклев В.А., Сподобаев М.Ю. Компьютеризированный учебник «Основы электромагнитной экологии». Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2001610202, 23.02.2001, РОСПАТЕНТ.
163. Сподобаев Ю.М. Электромагнитная безопасность технических средств телекоммуникаций. Научно-технический калейдоскоп, серия «Экологическая и производственная безопасность», №1, 2001, С. 107-112.
164. Сподобаев Ю.М., Кубанов В.П. Основы электромагнитной экологии. – М.: Радио и связь, 2000. –240с.
165. Суворов Г.А., Пальцев Ю.П., Походзей Л.В., Прокопенко Л.В. и др. Физические факторы и стресс // В ж. «Медицина труда и пром. экология», 2002г., №8, с. 1-4
166. Суворов Г.А., Пальцев Ю.П., Рубцова Н.Б., Походзей Л.В. и др. Электромагнитные поля в окружающей среде // В кн. Справочник «Профессиональный риск» под ред. Н.Ф.

Измерова и Э.И. Де-нисова М.: Социздат 2001, 267с., с. 138-142

167. Суворов Г.А., Походзей Л.В., Пальцев Ю.П., Рубцова Н.Б. и др. Вопросы биологического действия и гигиенического нормирования электромагнитных полей, создаваемых средствами мобильной связи // В ж. «Медицина труда и пром. экология», 2002г., №9, с.10-18
168. Труханов К.А. Некоторые магнитобиологические проблемы (гипомагнитность межпланетной среды и др.) дальних и длительных космических экспедиций.// Материалы XII конференции по космической биологии и авиакосмической медицине, с.328. Москва, 10-14 июня 2002 г.
169. Труханов К.А., Ларина О.Н., Максимов Г. В., Браже А.Р., Ульянова Н.А., Чурин А.А., Спасский А.В., Лебедев В.М. Эффекты синергизма при воздействии постоянных и переменных низкочастотных магнитных полей на биологические объекты.// Материалы XII конференции по космической биологии и авиакосмической медицине, с.329. Москва, 10-14 июня 2002 г.
170. Труханов К.А., Максимов Г.В., Лазарева Е.С., Бриндикова Т.А., Спасский А.В., Лебедев В.М., Кирьянов Е.Ф. Система для исследования воздействия потоков быстрых заряженных частиц на нервные волокна// В сб. тезисов докладов Международной конференции «Кластеры в ядерной физике (L совещание по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра)» 4-7.06.00. С-Пб. С. 397
171. Труханов К.А., Шабельников В.Г. Неионизирующие излучения (магнитные поля) на орбитальной станции «МИР»// Материалы XII конференции по космической биологии и авиакосмической медицине, с.351. Москва, 10-14 июня 2002 г.
172. Ушаков И.Б., Давыдов Б.И. Зуев В.Г. Медицинские, социальные и экологические аспекты в оценке радиационного фактора как техноприродного риска. В кн.: Оценка и управление природными рисками / Материалы Всероссийской конференции "РИСК-2003"- М. : Издательство Российского университета дружбы народов, 2003, Т.2, С. 11-114

173. Ушаков И.Б. Галкин А.А., Зуев В.Г., Троицкий О.В. Единый стандарт для ЭМП спектра неионизирующих излучений В кн.: Электромагнитная безопасность. Проблемы и пути решения // Материалы научно-практической конференции 28-30 августа 2000 года, Саратов. - Саратов: Издательство Саратовского университета, 2000, С.61-62.
174. Ушаков И.Б. Давыдов Б.И., Зуев В.Г., Бухтияров И.В. Защитная активность мексамина и индралина при микроволновом облучении высокой интенсивности - В кн.: Международное совещание "Человек и электромагнитные поля" г. Саров, Нижегородской области, 27-29 мая 2003 г. - (в печати).
175. Ушаков И.Б., Давыдов Б.И. Космическая радиобиология: основные итоги. // Военно-медицинский журнал, 2001, №4, с81-84
176. Ушаков И.Б., Давыдов Б.И., Зуев В.Г., Солдатов С.К. Техногенные риски :экологические и социально-психологические аспекты //Материалы Общероссийской конференции "РИСК—2000". М.: Анкил, 2000, стр 304-308
177. Ушаков ИБ, Зуев ВГ, Давыдов БИ, Солдатов СК Медицинские и социальные аспекты радиационного здоровья в зонах экологического неблагополучия Тезисы . конференция инст. Медицины труда, июнь 5-7 ,2001
178. Шафиркин А.В., Григорьев Ю.Г. Методика для оценки опасности радиационного воздействия на космонавтов в условиях детального космического полета на основе обобщенного дозиметрического функционала. // Радиационная биология. Радиоэкология. 2002. Т. 42. № 5. С. 526-532.
179. Щербатых И.Ю, Должанов А.Я., Зуев В.Г. Воздействие хронического электромагнитного излучения на нейроны коры головного мозга. Сборник трудов Международного экологического конгресса, 14-16 июня 2000 года, СПб. Под ред. Н.И.Иванова. СПб: Балт. гос. техн. ун-т, 2000, Т.2, С.304.
180. Щербатых И.Ю. А.Я. Должанов, В.Г.Зуев и др. Соотношение нейронов коры головного мозга при хроническом воздействии неионизирующего излучения как проявление адаптационного ответа.. - В кн.: Тезисы докладов IV съезда по радиационным исследованиям (радиобиология,

радиоэкология, радиационная безопасность) // Москва 20-24 ноября 2002 года. - М.: Изд-во Российского университета дружбы народов, 2001, Т.3, С.798.

181. Щербатых И.Ю., Должанов А.Я., Зуев В.Г. и др. Морфофункциональное состояние сенсомоторной коры головного мозга при действии фактора авиационного полета - электромагнитного поля - В кн.: XII конференция по космической биологии и авиакосмической медицине. Материалы конференции. 10-14 мая 2002 года, Москва. - М., 2002. - С. 364.
182. Щербатых И.Ю., Должанов А.Я., Зуев В.Г. и др. Характер реагирования нейронов коры полушарий большого мозга в зависимости от интенсивности и экспозиции электромагнитного фактора.. - Новости клинической цитологии России, 2001, Т.5, № 3-4, С.183-184.
183. Щербатых И.Ю., Должанов А.Я., В.Г.Зуев и др. Преждевременное старение структур коры полушарий большого мозга при хроническом воздействии электромагнитного излучения - морфофункциональные критерии- Новости клинической цитологии России, 2002, Т. 6, № 1-2, С. 24-27.
184. Щербатых И.Ю., Должанов А.Я., Зуев В.Г. . Морфологические аспекты хронического воздействия электромагнитного поля различной интенсивности на нейроны коры головного мозга крыс - В кн.: Организм и окружающая среда: жизнеобеспечение и защита человека в экстремальных условиях // Материалы Российской конференции. Москва, 26-29 сентября 2000 г. В 2-х томах. - М.: Слово, 2000, Т.2, С.175-176.
185. Щербатых И.Ю., Зуев В.Г. и др. Морфология сенсомоторной коры полушарий большого мозга при хроническом электромагнитном воздействии. - В кн.: Электромагнитные поля и здоровье человека. Фундаментальные и прикладные исследования. Материалы Третьей Международной конференции (17-24 сентября 2002 г., г. Москва- С.-Петербург. Россия). - М., 2002. - С. 102.
186. Щербатых И.Ю., Зуев В.Г. Возрастные особенности функционирования нейронов полушарий коры большого мозга в условиях хронического электромагнитного

воздействия / Актуальные проблемы интегральной
медицины: Тр. науч.-практич. конф. // Под общ. ред. чл.-кор.
РАМН проф. И.Б. Ушакова и проф. И.Э. Есауленко. - М. -
Воронеж: Воронежский государственный университет, 2001.
- С.218.