

Российская академия наук. Сибирское отделение
Государственная публичная научно-техническая библиотека

Серия "Экология"

Издается с 1989 г.

Выпуск 52

Ю.П. Гичев, Ю.Ю. Гичев

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

Аналитический обзор

Новосибирск, 1999

ББК 51.20

Гичев Ю.П., Гичев Ю.Ю. Влияние электромагнитных полей на здоровье человека = Alleged health effects of electromagnetic fields: Аналит. обзор / СО РАН. ГПНТБ. - Новосибирск, 1999. - 90 с. - (Сер. Экология. Вып. 52).

Настоящее издание представляет собой всесторонний обзор современной литературы, посвященной проблеме возможного влияния электромагнитных полей (ЭМП) на здоровье человека. Приводится критический анализ нарушений здоровья различного характера, находящихся в возможной связи с действием ЭМП: изменений функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, нарушений процессов внутриутробного развития и родов, возможности развития злокачественных опухолей различной локализации и др. При этом обсуждается влияние как ЭМП, возникающих в условиях промышленного производства, так и генерируемых бытовыми электроприборами и видеодисплейными терминалами. Специальная часть обзора посвящена законодательным и гигиеническим проблемам регулирования воздействия ЭМП на человека, рассматриваемых в развитых странах на государственном уровне.

Данный обзор предназначен для широкого круга специалистов, работающих в области гигиены труда, профессиональных заболеваний, медицинского страхования, высшего и среднего образования.

This issue presents a critical review of the literary data, concerning the alleged effects of electromagnetic fields (EMF) on human health: cardiovascular and mental disorders, miscarriages and pregnancy disorders, various cancers etc. The effects of industrial EMF as well as EMF, produced by home appliances and video display terminals are discussed. The special part of the review concerns the problems of exposure doses and regulation of EMF influence in developed countries.

The issue will interest those who deals with occupational medicine, insurance and education.

Ответственный редактор д.м.н. Ю.П. Гичев

Обзор подготовлен к печати к.п.н. О.Л. Лаврик
Н.И. Коноваловой
Т.А. Калюжной

© Государственная публичная
научно-техническая библиотека
Сибирского отделения
Российской академии наук
(ГПНТБ СО РАН), 1999

ВВЕДЕНИЕ

Среди основных факторов окружающей среды, оказывающих неблагоприятное воздействие на здоровье человека, значительно в меньшей мере изучены и представлены в литературе по экологии человека такие факторы физической природы, как электромагнитные поля (ЭМП). Это особенно заметно на фоне того громадного потока научных публикаций по проблемам промышленного загрязнения окружающей среды, химической экологии и эндотоксикологии, который мы наблюдаем в последние десятилетия.

В то же время следует заметить, что интерес к вопросу о влиянии ЭМП и, в частности, магнитной составляющей ЭМП на биологические процессы возник в относительно давние времена [1]. Считается, что научные исследования по магнитобиологии зародились с 1600 г., со времени публикации книги английского медика В. Гильберта "О магните, магнитных телах и большом магните Земля" [2]. Однако, судя по библиографическому анализу Ю.А. Холодова [1], резкий всплеск научных публикаций по вопросам, связанным с магнитобиологией стал отмечаться с 1960-х гг. При этом значительное число работ носило фундаментально обобщающий характер [3 - 14]. Вместе с тем следует заметить, что подавляющее число публикаций были посвящены особенностям воздействия ЭМП на животных и растения. Несопоставимо в меньшей степени эти вопросы рассмотрены применительно к организму человека как в случае естественных электромагнитных излучений (ЭМИ) [15 - 17], так и ЭМП искусственного происхождения [18 - 22]. Причем эффект последних рассматривался в основном в рамках вредных профессиональных факторов без анализа их действия в отдаленной перспективе на здоровье различных групп населения.

Между тем, в настоящее время в связи с развитием и широким внедрением электротехники в производственные процессы и быт повсеместное распространение получили сильные ЭМП различных частотных диапазонов. Как справедливо писал в середине XX в. Л.А. Орбели [23], "если человечество на всем протяжении своего эволюционного и исторического развития до последних десятилетий знало только ограниченное количество энергий, воздействующих на него в естественных условиях, то за последние десятилетия мы узнали, что многие виды энергии гораздо шире представлены в природе, чем мы до сих пор думали". И действительно, всепроникающее распространение электромагнитных волн в последнее время приобрело характер важного

экологического фактора, под влиянием которого протекает трудовая деятельность и жизнь большого числа людей и который выходит далеко за границы производственно обусловленного действия. Чтобы подчеркнуть масштабы распространенности ЭМП в окружающей человека среде, достаточно отметить, что в результате излучений громадного числа радио- и телевизионных станций повсеместно сформировался своего рода "радиофон" весьма значительной интенсивности [5]. Широкое распространение получили электромагнитные волны сверхвысокочастотного диапазона, которые находят применение в радиорелейных линиях связи, радиоастрономии и навигации, радиоспектроскопии, ядерной физике, различных отраслях металлургического производства и т. д. Повсеместно в эксплуатацию вводятся новые линии электропередач сверхвысоких напряжений, многочисленные средства связи и другие производственные и бытовые источники ЭМП. Кроме того, электромагнитное воздействие широко применяется в медицинской практике.

В связи со сказанным большую настороженность должен вызывать огромный поток публикаций последних лет об учащении случаев возникновения онкологических заболеваний у людей, подвергающихся длительному воздействию ЭМП. Изучению данного вопроса за рубежом уделяется в настоящее время пристальное внимание, особенно в США и Скандинавских странах. В то же время в нашей стране по-прежнему сохраняется большой разрыв между очень большим числом экспериментальных исследований биологических эффектов ЭМП на животных и относительно малой изученностью этого вопроса применительно к организму человека и здоровью населения, подвергающегося постоянному влиянию ЭМИ. Исходя из сказанного, одной из главных целей настоящей книги было восполнить данный пробел и познакомить экологов, гигиенистов и врачей различных специальностей с современными данными и публикациями о неблагоприятных последствиях воздействия искусственных ЭМП на здоровье человека.

Профессор Ю.П. Гичев

*Кругом нас, в нас самих, всюду и
везде, без перерыва, вечно сменяясь,
совпадая и сталкиваясь, идут
излучения разной длины волны – от
волн, длина которых исчисляется
десятиллионными долями
миллиметра, до длинных, измеряемых
километрами.*

В.И. Вернадский (1926)

Глава 1. О ПРИРОДЕ И ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Электромагнитное поле как физическое понятие представляет собой особую форму материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между любыми находящимися в движении заряженными частицами. Другими словами, ЭМП возникает там, где присутствует электрический ток. При этом источники переменного тока создают изменяющееся во времени ЭМП, в то время как постоянный ток продуцирует статическое ЭМП. Электромагнитное поле определяется как электростатическими взаимодействиями, возникающими между заряженными частицами вне зависимости от подвижности последних (т. н. электрическое поле), так и магнитной составляющей ЭМП, которая определяет взаимодействия между движущимися зарядами и, в конечном итоге, между объектами, несущими в себе электрический ток (например, отталкивание или притяжение "наэлектризованных" предметов). При этом сила электрического поля зависит от величины разности потенциалов заряженных частиц (т. е. от напряжения электрического тока) и от расстояния между ними и выражается в вольтах на метр (В/м). В свою очередь, интенсивность магнитного поля зависит уже от силы тока и также убывает с увеличением расстояния между источниками последнего, что может быть выражено в амперах на метр (А/м).

Однако чаще всего силу магнитного поля выражают в единицах магнитной индукции – теслах или гауссах (1 Тл = 10000 Г). Обе составляющих ЭМП различаются не только по физическим параметрам, но и по степени биологической активности. Кроме того, они обладают различной устойчивостью во внешней среде: электрические поля почти полностью блокируются естественными преградами (особенности рельефа местности, деревья, постройки, большинство строительных материалов), в то время как магнитные поля способны проникать через них [24, 25]. Точно также в применении к человеку электрические поля задерживаются поверхностными тканями, тогда как магнитная составляющая ЭМП характеризуется проникающим эффектом. В силу указанных причин, в

большинстве рассматриваемых в настоящем издании работ по проблемам влияния ЭМП на здоровье человека оценивается воздействие именно магнитных полей.

Вместе с тем в специальной литературе, посвященной проблемам биологического действия ЭМП, понятие "электромагнитное поле" трактуется более широко. Этим термином обозначают также и всякое электромагнитное излучение (ЭМИ), длина волны которого существенно превышает расстояние от источника до объекта воздействия [24], т. е. большинство рассматриваемых в настоящем обзоре видов ЭМИ (табл. 1.1). Как видно из приведенной таблицы, длина волны напрямую связана с частотными характеристиками электрического тока, а также с энергетическим потенциалом ЭМИ, от величины которого во многом зависят непосредственные эффекты ЭМИ (в т. ч. на биологические объекты), что хорошо иллюстрируется на примере рентгеновского излучения.

Все источники ЭМП можно разделить на естественные и техногенные. К первым относятся электрическое и магнитное поля Земли. Гораздо меньшее значение имеют атмосферные разряды (грозовая активность) и радиоизлучение Солнца и галактик [5].

В отличие от магнитного поля Земли, которое относится к статическим, техногенные ЭМП создаются источниками переменного тока и широко варьируют по своим частотным характеристикам. Так, в соответствии с международной классификацией [26] антропогенные источники ЭМП делятся на две группы:

- 1) источники ЭМИ крайне низких и сверхнизких частот (0 - 3 кГц);
- 2) источники ЭМИ радиочастотного и микроволнового диапазонов (3 кГц - 300 ГГц).

К первой группе, прежде всего, относятся все системы производства, передачи и распределения электроэнергии: воздушные линии электропередач (ЛЭП), трансформаторные и генераторные подстанции, электростанции, системы электропроводки жилых и общественных зданий, различные кабельные системы (в т. ч. телефонные, системы заземления и т. д.), а также любые устройства, использующие для своей работы электроэнергию промышленных частот (50 - 60 Гц). К последним относится самый широкий спектр электробытовой и офисной техники, профессиональное электрооборудование, а также электротранспорт и его инфраструктуры.

Характеристика различных типов электромагнитных излучений

Вид ЭМИ	Длина волны (м)	Частота (Гц)	Энергия (эВ)
ЭМП статические и очень низких частот	$> 10^5$	0 - 60	$< 1,2 \times 10^{-11}$
Радиоволны	1 - 10^5	3×10^3 - 3×10^8	$1,2 \times 10^{-11}$ - $1,2 \times 10^{-6}$
Микроволны	1 - 10^{-3}	3×10^8 - 3×10^{11}	$1,2 \times 10^{-6}$ - $1,2 \times 10^{-3}$
Ультрафиолетовое и инфракрасное	10^{-3} - 10^{-9}	3×10^{11} - 3×10^{17}	$1,2 \times 10^{-3}$ - $1,2 \times 10^3$
Рентгеновское	$< 10^{-9}$	$> 3 \times 10^{17}$	$> 1,2 \times 10^3$

Ко второй группе относятся средства получения и передачи информации (радиостанции, радио- и телепередатчики, компьютерные мониторы, телевизоры, радио- и сотовые телефоны, радиолокационные станции и пр.), различное медицинское лечебное и диагностическое оборудование, микроволновые печи. При этом большинство из перечисленных устройств являются источниками ЭМИ сверхвысоких частот (20 МГц - 3 ГГц), т. е. микроволнового излучения.

Долгое время считалось, что только ЭМИ сверхвысоких частот (СВЧ) способны оказывать влияние на состояние здоровья человека, поскольку микроволны обладают уже достаточным энергетическим потенциалом, чтобы вызвать тепловое движение молекул, в т. ч. и в биологических тканях [27], что используется в физиолечении и микроволновых печах. ЭМП сверхнизких частот в силу своего крайне низкого энергетического потенциала вплоть до начала 80-х гг. практически не рассматривались как потенциально опасные для здоровья человека. Поэтому в настоящем обзоре основное внимание будет уделено обсуждению различных аспектов воздействия на здоровье именно ЭМП промышленных частот. Последнее актуально еще и потому, что источники ЭМП данного частотного диапазона, в отличие от ЭМП радиодиапазона, воздействие которых носит, в основном, узкопрофессиональный характер, в настоящее время распространены повсеместно и оказывают непрекращающееся воздействие на различные группы населения, которые мало осведомлены о неблагоприятном воздействии ЭМП на здоровье.

К сожалению, до сих пор не решен вопрос о предельно допустимых уровнях (ПДУ) экспозиции ЭМП. Существующие к настоящему времени нормативы по большей части сориентированы на ограничение острого воздействия ЭМП и не учитывают возможность отдаленных эффектов малых доз при постоянном воздействии последних. Именно поэтому, большинство рекомендаций регламентируют уровни профессионального воздействия ЭМП [28-31]. Кроме того, до последнего времени нормативные акты рассматривали воздействие исключительно электрических полей, в то время как в отношении магнитной составляющей ЭМП нормативная база не разработана вообще, причем вплоть до начала 90-х гг. измерения величины магнитного поля фактически не проводились. В связи с этим уместно

привести мнение одного из ведущих российских специалистов по рассматриваемой проблеме Ю.Г. Григорьева, который пишет: "тезис о том, что население и биосистемы не подвергаются опасности от внешних источников ЭМП, если уровень меньше ПДУ, не верен, т. к. степень опасности ЭМП для населения еще не определена и эта проблема требует проведения широких исследовательских работ" [26].

Полученные данные о биологическом действии ЭМП, и прежде всего результаты эпидемиологических исследований отдаленных последствий, уже привели к ужесточению ПДУ. Имеются в виду серия национальных стандартов Швеции, а также предложения группы экспертов США, возглавляемых одним из пионеров исследований в области влияния ЭМП на здоровье человека W. Adey [26]. При этом в последнем случае речь идет об ужесточении современных международных норм в 5000 раз. Что касается магнитной составляющей ЭМП, то в настоящее время ПДУ этого фактора для населения, принятый в упомянутых странах, составляет 0,2 мкТл [26, 32], тогда как в рекомендациях ВОЗ за 1987 г. этот показатель равен 100 мкТл [29]. В связи с этим интересно заметить, что большая часть исследований по проблеме воздействия ЭМП на здоровье человека выполнена именно в Скандинавских странах и США.

Для того чтобы в полной мере осознать важность обсуждаемых вопросов, целесообразно привести данные об уровнях магнитного поля, генерируемого электробытовыми приборами (табл. 1.2, 1.3), а также величины этого показателя, регистрируемые в непосредственной близости от ЛЭП, несущих ток различного напряжения (рис. 1.1).

Представленные на рисунке данные свидетельствуют о значительном превышении допустимых величин магнитного поля в районах расположения ЛЭП с рабочим напряжением в 500 кВ. Это представляется особенно важным с учетом того, что именно в России очень широко как в никакой другой стране распространены ЛЭП столь высокого напряжения, включая районы с высокой плотностью населения. Другим важным следствием является тот факт, что весьма заметное превышение допустимых величин

Т а б л и ц а 1.2

Величина магнитного поля (МП), регистрируемого в процессе работы различных электроприборов в зависимости от расстояния, мкТл [25]

Электроприборы	3 см	30 см	100 см
Микроволновая печь	75 - 200	4 - 8	0,3 - 0,8
Стиральная машина	0,8 - 40,0	0,2 - 3,0	0,01 - 0,2
Электродуховка	6 - 200	0,4 - 4,0	0,01 - 0,1
Лампа дневного света	40 - 400	0,5 - 2,0	0,01 - 0,3
Телевизор	2,5 - 50	0,04 - 2,0	0,01 - 0,2

Максимальное расстояние от бытовых электрических приборов, на котором регистрируется магнитное поле выше предельного уровня 0,2 мкТл [26]

Электроприборы	Потенциально опасное расстояние
Холодильник	1,2 м от дверцы, 1,4 м от задней стенки
Утюг	0,25 м от ручки
Телевизор (36 см)	1,1 м от экрана, 1,2 м от боковой стенки
Электрорадиатор	0,3 м
Торшер (2 лампы по 75 Вт)	0,03 м от провода
Электродуховка	0,4 м от передней стенки
Электрогриль	1,4 м от боковой стенки

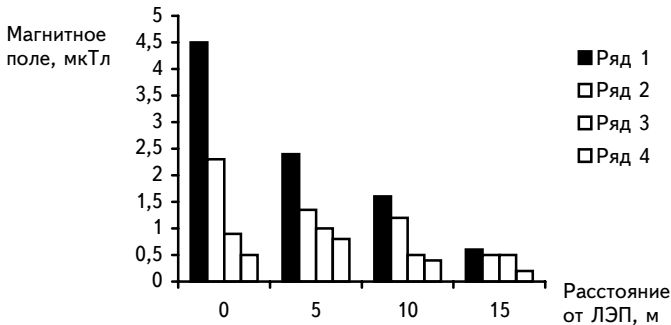


Рис. 1.1. Распределение магнитного поля вблизи воздушных ЛЭП

Примечание: ряд 1 - ЛЭП 500 кВ возле опоры; ряд 2 - ЛЭП 500 кВ на уровне середины пролета; ряд 3 - ЛЭП 220 кВ; ряд 4 - ЛЭП 110 кВ

магнитного поля обнаруживается вблизи ЛЭП с нагрузкой в 110 и 220 кВ, районы расположения которых в России до последнего времени даже не подлежали гигиеническому нормированию по электромагнитной обстановке.

В этом же контексте можно рассматривать данные еще двух работ. Так, по данным Ю.Г. Григорьева [26], более 90% площади жилого помещения, по внешней стене которого проходит распределительный кабель электропроводки, может иметь уровни магнитного поля, превышающие 0,2 мкТл. В другом исследовании [33] на основании неоднократных измерений было показано, что интенсивность магнитного поля в домах, расположенных в непосредственной близости от ЛЭП, составляла 0,49 мкТл, тогда как в зданиях, отстоящих на расстоянии одного квартала — только 0,07 мкТл.

Обобщая изложенный в этой главе материал, следует сослаться на представления А.С. Пресмана [5] о том, что влияние ЭМП на биологические объекты, включая человека, не может быть выражено одной лишь линейной зависимостью. При этом живые организмы могут проявлять чувствительность к действию ЭМП различных частот, обладающих энергией на десятки порядков ниже теоретически предполагаемого порога. Открытие феномена т. н. частотных окон, т. е. таких частотных диапазонов ЭМП, в которых наблюдается пик биологического действия при отсутствии эффекта в смежных диапазонах, показало, что отнюдь не один лишь энергетический потенциал ЭМП способен определять степень биологического эффекта. Кроме того, как показывают многочисленные экспериментальные исследования, многократно повторяющиеся воздействия слабых ЭМП обладают кумулятивным биологическим эффектом, т. е. способны суммироваться. Последнее обстоятельство имеет принципиальное значение при обсуждении отдаленных патологических эффектов у человека, рассматриваемых в настоящем обзоре.

Глава 2. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМАХ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Эволюция биологических систем, начиная с самого низшего уровня, происходит в условиях постоянного воздействия на живые организмы всего многообразия факторов внешней среды. При этом внешние сигналы представляют собой непрерывный поток информации о состоянии среды обитания живых объектов, воспринимаемой организмом и необходимой для поддержания существования и дальнейшего развития. Чем более сложной становится биологическая система, тем большее количество внешней информации используется ею в процессе жизнедеятельности.

С другой стороны, по мере усложнения биологической организации возникает не меньшая потребность в информации о состоянии внутренней среды, т. е. во внутреннем информационном обмене между отдельными клетками, тканями, органами и системами, составляющими единый живой организм, направленном на поддержание динамического равновесия внутри самой биологической системы. При этом основными носителями информации остаются по-прежнему все те же сигналы физической и химической природы, которые простейшие одноклеточные организмы научились распознавать на самых начальных этапах своей эволюции, а затем и продуцировать для осуществления различных взаимодействий между собой.

Таким образом, определенные наиболее информационно значимые факторы внешней среды в процессе эволюционного усложнения биологической организации становятся неотъемлемым компонентом системы поддержания характерного для данного организма постоянства внутренней среды. Вследствие этого, любое воздействие какого-либо из факторов внешней среды влияет на сложный биологический организм уже не только извне, но и опосредованно через изменение внутренних информационных потоков. При этом определенный уровень внешнего воздействия, определявший эволюционное развитие живых организмов на всем его протяжении, воспринимается последними как "полезная" информация, в то время как любое значительное изменение этого уровня, приводящее к более или менее серьезным нарушениям в биологической системе, приобретает характер "вредной информации". То есть, говоря словами А.Л. Чижевского [15], "...живой организм, и особенно организм в состоянии болезни, должен чрезвычайно чутко вибрировать в унисон с различными факторами внешней природы, которые могут оказывать на него огромное воздействие".

Одним из важнейших физических факторов окружающей среды, с самого начала определявших эволюцию живого, являются естественные ЭМП (в первую очередь, геомагнитное поле Земли и космическое излучение). Информационное значение данного фактора трудно переоценить. Это самый надежный переносчик информации среди других геофизических факторов [5]. При помощи ЭМП информация может передаваться в любые среды обитания живых организмов и при любых метеорологических условиях — в течение полярного дня и ночи, в речной и морской воде, в толще земной коры и, наконец, в тканях живых организмов.

Эта функция естественных ЭМП нашла свое воплощение в ходе эволюционного развития живой природы. Это не только известная уже передача информации по нервным путям при помощи биоэлектрических импульсов, но и дистанционные взаимодействия, осуществляемые посредством ЭМП самых различных частот - от инфранизких до сверхвысоких. Эти взаимодействия проявляются в синхронизации электромагнитных колебаний в ансамблях макромолекул, группах клеток и т. д. [5, 34].

Неоднократно цитируемые в настоящем обзоре работы W. Adey [35, 36] свидетельствуют о том, что клетки различных тканей продуцируют очень слабые электрические сигналы, с помощью которых осуществляется межклеточное взаимодействие (т. н. "электромагнитный шепот"). В работах D. Cohen [37, 38] сообщается о регистрации сверхслабых магнитных полей, возникающих при работе сердца и головного мозга и составляющих всего 0,00001 - 0,0000001 мкТл. Тем не менее, даже столь слабые сигналы, как свидетельствуют многочисленные экспериментальные данные, чутко улавливаются клетками живых организмов. Так, выработка сосудистого условного рефлекса у человека возможна уже при интенсивности ЭМП, составляющей менее 0,0001 В/м [39].

Учитывая тот факт, что данные величины на десятки порядков меньше теоретически рассчитанных показателей интенсивности ЭМП, при которых возможны энергетические (тепловые) эффекты, можно предполагать, что сверхслабые ЭМП в биологических системах выполняют именно информационную функцию. При этом биологические эффекты, обусловленные информационными взаимодействиями, зависят уже не столько от величины энергии, вносимой в ту или иную систему, сколько от вносимой в нее информации. Сигнал, несущий информацию, вызывает только перераспределение энергии в самой системе и направляет происходящие в ней процессы. Если чувствительность воспринимающих систем достаточно высока, передача информации может осуществляться при помощи весьма малой энергии. При этом информация может накапливаться в системе при многократном повторении слабых сигналов [5].

Из признания информационной роли естественных ЭМП следует одно очень важное обстоятельство: для живого организма огромное значение имеет не столько величина воздействия ЭМП, сколько характер последнего. Это было экспериментально установлено W. Adey [35], который показал, что обмен ионов кальция в клетках головного мозга у животных резко

изменяется лишь в определенных очень узких частотных интервалах ЭМП, в то время как сигналы других частот вызывали только незначительные изменения или не вызывали их вовсе. При этом сразу обратил на себя внимание тот факт, что большинство т. н. эффективных частотных окон находилось в интервале 0 - 100 Гц, а во многих случаях совпадали с собственными ритмами функционирования головного мозга и нервной системы, сердца и сосудов, что позволяло уже говорить, о том, что характерной особенностью воздействия ЭМП на живые организмы является его "резонансный характер" [40]. То есть, существенное значение имеют не столько интенсивность ЭМИ, сколько частотные характеристики, т. к. в случае совпадения последних с собственными колебаниями биомолекул клеточных мембран может происходить многократное усиление биологического действия. В этом же контексте можно рассматривать и исключительно высокую биологическую активность модулированных ЭМП. При этом модуляция, т. е. частота подачи импульсов ЭМП, будучи синхронизирована с собственными ритмами биологической системы, резко увеличивает эффективность воздействия ЭМП, причем независимо от основной (несущей) частоты [41]. Установленная зависимость биологического эффекта ЭМП от их частотных характеристик позволяет объяснить тот факт, что переменное магнитное поле промышленных частот (т. е. 50 - 60 Гц) оказывает выраженное воздействие на человека уже при интенсивности всего 0,2 - 0,4 мкТл, в то время как магнитное поле Земли, измеряемое в пределах 50 - 70 мкТл, не оказывает негативного влияния на биологические объекты и относится к естественным факторам окружающей среды. Это становится понятным при учете того, последнее по своим частотным характеристикам относится к статическим, т. е. не меняющимся, магнитным полям, и, соответственно оказывает совершенно другое информационное воздействие.

Представлениям об информационной функции естественных ЭМП полностью соответствуют и данные о том, что наиболее агрессивное воздействие на биологические объекты оказывают иррегулярные, т. е. резко меняющиеся по частоте ЭМП, которые приводят к десинхронизации собственных электромагнитных сигналов в живом организме [42].

В свете изложенных представлений можно предполагать следующий механизм негативного воздействия искусственных ЭМП. Появившиеся, в основном, за последние 50 лет, т. е. за промежутки времени, ничтожный в сравнении с предшествующим периодом эволюционного развития живых организмов, ЭМП антропогенного происхождения, обладающие отличными от природных ЭМП характеристиками, приводят к десинхронизации межклеточных и межорганных взаимодействий в биологической системе, настроенных в унисон с естественным электромагнитным фоном. Такой механизм действия, во многом, объясняет все многообразие и отностительную неспецифичность действия антропогенных ЭМП. При этом в отличие от облигатно негативных воздействий, степень повреждающего действия ЭМП на биологические структуры самым непосредственным образом зависит от состояния защитных систем, противостоящих проникновению в организм "вредной" информации. Это, в особенности, относится к функционально незрелым молодым организмам, а также к

интенсивно развивающимся и обновляющимся тканям таким, как костный мозг.

В заключение, подчеркивая еще раз независимость информационного воздействия сигнала от его величины или энергии, приведем очень интересные данные о неблагоприятном действии гипوماгнитной среды (в условиях полного экранирования геомагнитного поля) на человека и животных [10, 43]. При длительном пребывании в экспериментальных условиях у животных регистрируется преждевременная смерть на фоне резких нарушений физиологических и биохимических процессов, наблюдается атипичский рост клеток и тканей, нарушение морфологии и функционирования внутренних органов. Так, у мышей была зарегистрирована структурная реорганизация миокарда, проявляющаяся в уменьшении объемного отношения капилляров к кардиомиоцитам, что приводило к развитию гемодинамических нарушений [44]. У микроорганизмов в гипوماгнитных условиях появляются мутантные формы клеток [10].

Таким образом, полное отсутствие воздействия рассматриваемого фактора также может вызывать негативные биологические изменения, что лишний раз свидетельствует о важной информационной роли воздействия ЭМП, причем характер "вредной" информации в данном случае приобретает отсутствие естественной сигнализации.

Несмотря на большое число публикаций, посвященных изучению последствий воздействия ЭМП на биологические объекты, механизмы их конкретной реализации до сих пор во многом остаются спорными и предположительными. В особенности это относится к биологическим основам воздействия ЭМП на развитие различных патологических процессов в организме человека.

При рассмотрении механизмов действия высокоэнергетических ЭМП, относящихся к микроволновому диапазону, достаточно устоявшимся является представление о влиянии ЭМП на живые организмы вследствие энергетических взаимодействий, т. е. за счет преобразования энергии ЭМП в другие формы, в частности в тепловую. При этом считается, что энергия квантов ЭМИ, начиная с микроволнового диапазона, вполне достаточна, чтобы вызывать в биологических средах колебания заряженных частиц — ионов, дипольных молекул, коллоидных мицелл [5, 27], что приводит к увеличению кинетической энергии полярных молекул живых тканей с последующим нагреванием последних. Вместе с тем, учитывая то обстоятельство, что ЭМП столь высокой интенсивности встречаются лишь в очень узких областях промышленного производства и в силу очевидного негативного воздействия подлежат строгому нормированию, подобный механизм действия может объяснить лишь очень ограниченный круг эффектов ЭМП и, в частности, развитие профессиональной патологии глаза (см. гл. 6). Однако в связи с тем, что в последнее время все более широкое применение получает сотовая связь, этот вопрос вновь приобрел остроту, т. к. сотовые телефоны излучают ЭМП с частотой до нескольких мегагерц, в связи с чем возникает опасность возникновения отдельных "горячих" участков в головном мозге при пользовании аппаратом (45). При этом, в

отличие от производственных условий, степень воздействия в последнем случае зачастую не нормирована (см. гл. 4).

Вместе с тем, в последнее время в связи с появлением данных о возможной связи длительного воздействия ЭМП с развитием раковых заболеваний у человека в последнее время помимо общих работ появилось большое количество работ, рассматривающих эффекты ЭМП в приложении к различным аспектам канцерогенеза. При этом, как свидетельствует большинство экспериментальных работ, выполненных к настоящему времени [46 - 50], воздействие ЭМП не оказывает прямого повреждающего действия на ДНК и ассоциированные структуры. Последнее может быть объяснено тем, что ЭМП (в первую очередь низкочастотного диапазона) не обладают достаточной энергией для разрыва химических связей [27]. В то же время, ряд исследователей, оперировавших ЭМП порядка нескольких гигагерц, наблюдали такие эффекты этого воздействия, как нестабильность структуры ДНК [51, 52], а J. Miyakoshi с соавт. [53] при действии очень сильного магнитного поля (400 мТ) на культуру клеток человека показали прямое мутагенное действие. Кроме того, как показано в одном из последних обзоров [54], энергии ЭМП даже при частоте в 15 Гц достаточно, чтобы приводить к отрыву электронов от атома, на основании чего авторы предполагают возможность развития генетических дефектов при подобном воздействии.

Интересной в этом плане представляется работа J.I. Jacobson [55], который предполагает, что структура ДНК обладает пьезоэлектрическими свойствами, вследствие чего любое внешнее электрическое воздействие способно в какой-то степени изменять ее.

Если роль ЭМП в качестве мутагенного фактора или инициатора канцерогенеза окончательно не установлена, то гораздо более ясным представляется участие ЭМП в роли промоторов этого процесса [50, 56 - 59]. Целый ряд экспериментальных работ [40, 60 - 64] свидетельствует, что в присутствии облигатного канцерогена воздействие ЭМП различных частот способно в значительной мере ускорять процессы ракового перерождения. Существуют несколько предположительных механизмов такого влияния. Во-первых, это может быть связано со способностью внешних ЭМП значительно усиливать пролиферативный ответ в клетках [57, 65 - 67], что проявляется заметным ускорением синтеза мРНК [50, 68, 69], ДНК [70] и белков [67, 71 - 72]. Учитывая тот факт, что митоз является одним из наиболее уязвимых моментов для возникновения мутаций, легко предположить, что вероятность накопления критической массы мутаций в условиях избыточной митотической активности резко возрастает [58]. В связи с этим, автор последнего обзора даже подразделяет основные факторы канцерогенеза на мутагенные и митогенные.

Непосредственно связанным с проблемой возможного митогенного действия ЭМП представляется и один из наиболее изученных аспектов участия изучаемого фактора в канцерогенном процессе, а именно влияние ЭМП на состояние секреции одного из основных гормонов эпифиза — мелатонина [73]. При этом, как было показано в ряде экспериментов [74 - 80], ЭМП в некоторых случаях способны уменьшать или даже подавлять естественную секрецию этого гормона. Как известно, мелатонин является

одним из важнейших регуляторов биологических ритмов у животных и человека как суточных, так и сезонных [81]. При этом основным естественным фактором, влияющим на его секрецию, является солнечный свет, т. к. эпифиз относится к светочувствительным органам. Так, снижение уровня секреции мелатонина, наблюдающееся в естественных условиях при увеличении длительности светового дня, приводит к активации полового цикла у сезонных животных, что сопровождается повышением секреции пролактина гипофизом, а также эстрогенов и тестостерона половыми железами [81, 82]. Указанные гормоны в свою очередь вызывают выраженный пролиферативный ответ в органах-мишенях и, в особенности, в эпителиальных клетках грудных желез [83]. При отсутствии характерной для естественных процессов цикличности это в значительной мере увеличивает вероятность раковой трансформации в гормон-зависимых тканях половой сферы [84]. Кроме того, в данных условиях могут резко активироваться пролиферативные изменения в уже существующих опухолевых клетках [85, 86].

Подобные предположения находят подтверждение в большом числе лабораторных исследований, показавших мощное онкостатическое действие мелатонина в отношении гормонально зависимых опухолей таких как, рак грудных желез [87 - 92], яичников [93] и простаты [73, 94, 95]. Показательной в этом отношении является работа L. Tamarkin с соавт. [90], в которой авторы показали, что хроническое воздействие канцерогенных веществ на фоне ежедневных инъекций мелатонина не привело к образованию злокачественных опухолей молочных желез ни у одного из участвовавших в эксперименте животных, в то время как в группе крыс, не получавших мелатонин, процент развития опухолей достигал 50.

К сожалению, пока мало изученной остается роль мелатонина как мощного эндогенного фактора, препятствующего процессам свободнорадикального окисления [96, 97], в связи с чем нарушения секреции этого гормона могут рассматриваться как фактор канцерогенеза в целом, а не только в отношении гормонально зависимых опухолей половой сферы [59]. Это тем более важно, что уже появились сообщения о защитном действии мелатонина в отношении экспериментальных опухолей головного мозга [98] и желчного пузыря [93].

Вместе с тем, при всей очевидности эффектов мелатонина вопрос о влиянии ЭМП на секрецию этого гормона еще далек от разрешения. Количество исследований, показавших непосредственное стимулирующее влияние ЭМП на клетки химически индуцированной опухоли у животных, остается крайне ограниченным [99 - 101], в то время как в большинстве других работ предположение о том, что ЭМП в той же степени, что и свет (относящийся также к факторам электромагнитной природы) способны подавлять секрецию мелатонина [102] до сих пор не получило однозначного подтверждения как в экспериментах на животных [93, 103 - 105], так и, в особенности, у человека [103, 106, 107].

Большое число работ посвящено влиянию ЭМП на изменение внутриклеточной концентрации ионов кальция [108 - 116]. Это свойство ЭМП уже очень давно используется в физиотерапии для ускорения заживления костных переломов [117]. В настоящее время предполагается,

что ключевую роль в механизмах реализации биологических эффектов ЭМП играет активация ферментативных реакций, связанных с обменом фосфотидилинозитдифосфата — одного из фосфолипидов клеточной мембраны, что приводит к увеличению скорости образования вторичных посредников и в значительной мере влияет на содержание свободного внутриклеточного кальция [118]. Об опосредованном через изменение состояния биологической мембраны влиянии ЭМП на внутриклеточный баланс кальция говорится и в работе R. Luben с соавт. [117]. В свою очередь, поддержание гомеостаза данного иона представляется чрезвычайно важным фактором защиты клеток от окислительного стресса [119, 120]. Показано, что нарушение внутриклеточного баланса кальция может приводить к увеличению содержания свободных радикалов [58], что, как известно, лежит в основе действия большого числа известных проканцерогенов [121].

Высказанные предположения находят подтверждение в ряде экспериментальных работ. Так, было показано, что инкубация изолированных гепатоцитов в лишенной кальция среде существенно увеличивает степень повреждающего действия канцерогенных веществ на клетки [122]. При этом высказывается предположение, что в кальций-дефицитной среде происходит резкое изменение внутриклеточного содержания этого иона, что приводит к снижению устойчивости клеток к действию продуктов окисления [123].

Еще большее значение данная проблема приобретает в связи с возможной ролью ЭМП в развитии лейкозов. При этом обращается внимание на то, что функционирование лейкоцитов (главным образом макрофагов и нейтрофилов) связано со способностью к образованию большого количества активных радикалов, направленных на повреждение чужеродных клеток [124]. Данный процесс, в свою очередь, во многом зависит от содержания внутриклеточного кальция [125]. Нарушение этого процесса вследствие возможного влияния ЭМП на содержание кальция и вторичных посредников может, таким образом, приводить к активации процессов свободнорадикального окисления и, в конечном итоге, способствовать развитию ракового перерождения в клетках белой крови [126]. Имеется сообщение, в котором отмечено, что воздействие статического магнитного поля значительно ускоряло процессы дегрануляции в культуре полиморфноядерных лейкоцитов человека, причем подобное действие предотвращалось в присутствии блокаторов кальциевых каналов [127]. По данным D. Lyle с соавт. [128], воздействие магнитного поля силой 20 мкТл при частоте 13,6 Гц увеличивало в 2 раза захват кальция как нормальными лимфоцитами, так и клетками лимфомы. При этом авторы указывают, что состояние внутриклеточного баланса этого иона влияет на активность протеинкиназы С, участвующей в процессах активации и пролиферации лимфоцитов.

Возможность влияния ЭМП на кальций-зависимые процессы представляется особенно важной с учетом имеющихся сообщений о том, что изменения внутриклеточного содержания этого иона играют ключевую роль в процессах апоптоза и, в частности, таких, как эндонуклеазная фрагментация ДНК [59], т. к. апоптоз представляет собой естественный

генетически запрограммированный процесс гибели клетки, посредством которого регулируются процессы клеточного и тканевого роста и дифференцировки [129].

Еще одним из широко обсуждаемых в последнее время механизмов действия внешних ЭМП на рост и дифференцировку клеток и тканей является возможное влияние этого фактора на состояние и функции т. н. щелевых контактов между отдельными клетками, через посредство которых осуществляются межклеточные взаимодействия, обеспечивающие нормальный рост, развитие и целостность тканевой структуры [130 - 133]. Основными медиаторами щелевых контактов считаются кальций-кальмодулиновая система, протеинкиназа С, циклические нуклеотиды [134]. При нарушении функциональных свойств щелевых контактов клетки могут приобрести способность к автономному росту и, возможно, неопластической трансформации. В частности, предполагается, что большое количество известных канцерогенов и проканцерогенов различной природы осуществляют свое действие именно на уровне щелевых контактов [59, 134].

С учетом того, что ЭМП, как сообщалось выше, способны в значительной мере влиять на состояние системы кальций-кальмодулин, на активность протеинкиназы С, а также изменять характер вращательного движения молекул цАМФ и перекрывать сигналы на рецепторах [135], этот фактор со всеми основаниями может рассматриваться как модулятор межклеточных взаимодействий.

Гораздо менее ясным остается механизм влияния ЭМП на состояние иммунной системы применительно к проблеме канцерогенеза. Этот вопрос рассматривается, по меньшей мере, в двух аспектах:

- 1) ослабление иммунного надзора способствует процессам злокачественного перерождения;
- 2) озлокачествление предшественников эффекторных клеток иммунной системы лежит в основе развития лейкозов.

Как свидетельствуют экспериментальные данные, воздействие ЭМП различной частоты может в значительной мере угнетать цитотоксичность изолированных Т-лимфоцитов [136, 137]. Кроме того, имеются сообщения, что ЭМП, в т. ч. промышленной частоты, вызывают значительное увеличение продукции цитокинов, таких как интерлейкин-1 и интерлейкин-6 в мононуклеарах периферической крови здоровых людей [138 - 140], что может приводить не только к повышенному пролиферативному ответу со стороны лимфоцитов, но и в силу своего плейотропизма оказывать подобный эффект и на другие ткани [139]. Эти результаты могут в какой-то мере объяснить и результаты обследования *in vitro* практически здоровых рабочих, подвергавшихся по роду профессии действию сильных магнитных полей [141]. При этом было отмечено существенное увеличение Т8- и Т4-субпопуляций лимфоцитов (в большей степени, первых), что сопровождалось существенными изменениями соотношения Т4/Т8. Интересным представляется и тот факт, что в данной профессиональной группе за 7-летний период было зарегистрировано 5 случаев В-клеточной лимфомы, что значительно превзошло ожидаемую заболеваемость.

Еще в целом ряде работ приведены данные об увеличении частоты хромосомных aberrаций, цитохимических изменениях в клетках крови (в первую очередь, лимфоцитах и нейтрофилах), уменьшении количества зрелых клеток нейтрофильного ряда в крови рабочих, подвергавшихся профессиональному воздействию ЭМП различной частоты [21, 142 - 144]. При этом Н.А. Темурьянц [145], оценивая воздействие ЭМП очень низкой частоты на состояние периферической крови у животных, показал, что наиболее выраженные изменения регистрировались у молодых животных, что автор объясняет более высокой уязвимостью еще несформировавшихся систем регуляции и межклеточной кооперации к повреждающему действию ЭМП и, что особенно важно в свете проблемы возможной связи повышенного риска лейкозов у детей с длительным воздействием ЭМП.

Приступая к обсуждению вопросов влияния ЭМП на состояние репродуктивной функции, необходимо подчеркнуть, что большинство предполагаемых механизмов действия данного фактора, рассмотренных в отношении канцерогенеза, в полной мере затрагивают и процессы развития и дифференцировки тканей эмбриона. В первую очередь, это касается возможных изменений в синтезе белков, мРНК, ДНК, нарушений процессов межклеточного взаимодействия, регуляции клеточного роста и дифференцировки, а также апоптоза, являющихся ключевыми моментами эмбриогенеза [146].

В целом ряде экспериментальных работ, выполненных в основном на куриных эмбрионах, была показана способность низкочастотных ЭМП вызывать различные нарушения развития. Так, J. Delgado с соавт. [147] обнаружили у 36 из 42 куриных эмбрионов, подвергавшихся действию ЭМП, выраженные анатомические изменения, особенно в краниальном отделе нервной системы (в контрольной группе подобные изменения обнаруживались лишь у 4 из 26 эмбрионов). При этом авторы также зарегистрировали наличие узких "частотных окон", для которых был характерен наибольший эффект. В прочих исследованиях [148 - 158] были также показаны различные аномалии развития, а также задержка эмбрионального созревания, спонтанные выкидыши, снижение способности к оплодотворению, нарушение соотношения между особями мужского и женского пола среди новорожденных животных.

Очень интересной представляется работа R. McGivern с соавт. [159], в которой было показано нарушение полового созревания у самцов крыс, подвергавшихся воздействию ЭМП во внутриутробном периоде, а также демаскулинизация их поведения. В других исследованиях, посвященных оценке состояния репродуктивной функции у мужских особей при хроническом воздействии ЭМП радиочастотного диапазона, было показано развитие деструктивных изменений как в семенных канальцах крыс, так и в интерстиции, причем даже спустя 4 мес. не было отмечено признаков полноценного восстановления [160]. Воздействие импульсных магнитных полей в течение 1 мес. привело к существенной активации процессов перекисного окисления липидов на фоне угнетения активности антиокислительной системы в семенниках экспериментальных животных, причем подобные изменения сохранялись в течение 1 мес. после

прекращения воздействия [161]. O. Soeradi и M. Tadjudin [162] показали возможность развития врожденных аномалий в потомстве крыс, на семенники которых оказывалось воздействие ЭМП.

Вместе с тем, подобные результаты нельзя считать однозначными, т. к. они далеко не всегда подтверждаются другими исследователями [163 - 169]. Кроме того, эффекты, обнаруженные *in vitro*, зачастую не отмечаются в исследованиях *in vivo* или выражены гораздо в меньшей степени.

В заключение хотелось бы остановиться еще на двух биофизических гипотезах, объясняющих механизм действия ЭМП. Первая из них получила развитие в процессе исследований феномена магниторецепции как у животных, так и у человека. При этом было показано, что живые организмы способны улавливать направление магнитного поля Земли с помощью особого ферромагнитного материала биологического происхождения – магнетита (Fe_3O_4), который накапливается внутриклеточно в виде магнитосом [170]. На основании этих данных J. Kirschvink с соавт. [171] предположили, что искусственные ЭМП также воздействуют на клетки организма через этот механизм, однако, обладая нехарактерными для естественных ЭМП частотными характеристиками и интенсивностью, оказывают зачастую патологическое действие.

Другая гипотеза была предложена совсем недавно группой исследователей в Великобритании, где сразу привлекла к себе пристальное внимание [172]. При этом в ряде экспериментов D. Henshaw с соавт. [173] показали, что вблизи ЛЭП, а также других высоковольтных систем таких, как система электропроводки общественных и жилых зданий, определяются значительно более высокие концентрации радона. Авторы предположили, что радоновый аэрозоль притягивается к объектам, несущим электрический ток, в силу того, что сам состоит из заряженных частиц. В этом случае радон может воздействовать на людей, находящихся вблизи электрических терминалов, не только через кожу, но через дыхательные пути и легкие, куда радоновый аэрозоль может проникать при дыхании. Важность этого открытия для обсуждаемой проблемы становится понятной, учитывая тот факт, что радон обладает канцерогенными свойствами. К сожалению, число работ, подтверждающих эти предположения, остается пока очень ограниченным для того, чтобы сделать даже предварительные выводы [174].

Глава 3. ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА

С момента появления первых результатов, свидетельствующих о влиянии ЭМП на состояние здоровья человека, в научной литературе не утихает полемика о достоверности и объективности полученных выводов. При этом основным поводом для подобного рода сомнений явилось не столько отсутствие четких представлений о механизмах действия данного фактора окружающей среды, сколько то, что в большинстве своем авторы исследований зачастую использовали очень косвенные показатели величины экспозиции ЭМП. Вместе с тем, при всей справедливости подобного рода замечаний нельзя не принять во внимание следующие обстоятельства. Во-первых, к моменту постановки самой проблемы методы дозиметрии ЭМП отсутствовали. Во-вторых, в первых работах речь велась не об экспериментах со строго заданными параметрами, а о массовых клинико-эпидемиологических и натуральных исследованиях большой временной протяженности. И это, в первую очередь, касается таких важных в эпидемиологическом отношении показателей, как акушерская патология и онкологическая заболеваемость, которые требуют долговременных (до 10 лет и более) и как можно более широких по составу обследуемых лиц наблюдений для получения достоверной оценки возможного риска.

Учитывая то, что основная часть эпидемиологических исследований приходится на период с конца 80-х гг., а первые индивидуальные дозиметры были разработаны лишь с середины 90-х гг. [175], становится понятным, почему косвенный метод определения экспозиции ЭМП представлялся единственно возможным в отношении изучаемых исторических периодов (1950 - 1980-е гг.). Более того, даже в современных работах приходится прибегать к тем или иным косвенным критериям, т. к. проведение фактических измерений ЭМП весьма затруднительно при охвате нескольких тысяч исследуемых лиц, продолжающих к тому же свою профессиональную деятельность и повседневную жизнь, что и требуется при проведении когортных исследований.

С другой стороны, нельзя не отметить, что применение косвенных критериев экспозиции ЭМП при отсутствии унификации в значительной мере влияет на степень объективности результатов исследования и предрасполагает к значительным расхождениям, а иногда и противоречиям между отдельными работами.

Последнее в наибольшей степени относится к работам, посвященным проблеме изучения неблагоприятного воздействия производственно обусловленных ЭМП на здоровье работающих. При этом вплоть до 90-х гг. в качестве основного подхода к определению экспозиционной дозы

рассматривался т. н. описательный метод [176], который допускал, что на основании одной только экспертной оценки описания характера профессиональной деятельности можно априори классифицировать профессиональные группы и отдельные профессии в соответствии с высоким или относительно низким уровнями экспозиции ЭМП [177]. Однако проведение в дальнейшем фактических измерений показало, что за исключением совокупной группы рабочих, обслуживающих ЛЭП и сопутствующие сооружения [178 - 180], средние величины экспозиции ЭМП в группах с предполагаемым высоким уровнем воздействия данного фактора существенно колебались, а зачастую даже не отличались от таковых в группах сравнения [181].

В других случаях обнаруживались значительные различия в величине экспозиции ЭМП между группами исследуемых лиц, которые ранее расценивались как однородные. Так, при проведении измерений в группе лиц, определяемой как "группа с высоким уровнем экспозиции", J. Skotte [182] установил, что наивысшие значения магнитного поля составляли 0,72 мкТл, в то время как у других исследователей таковые превышали 2,0 мкТл [183].

Помимо этого, во многих исследованиях в качестве объектов с той или иной степенью экспозиции ЭМП используются совокупные группы рабочих разных профессий, хотя внутри последних зачастую имеют место существенные различия в величине воздействия ЭМП, определяемые при реальных измерениях. Так, согласно результатам дозиметрии, среди рабочих генераторных установок и рабочих подстанций операторы и механики имеют разные уровни экспозиции ЭМП [180]. Последнее в полной мере относится и к рабочим, обслуживающим телефонные линии, которые, обычно, рассматриваются как единая группа с высоким уровнем экспозиции ЭМП. Между тем, фактические измерения показывают, что из них лишь рабочие, обеспечивающие ремонт и соединение участков кабелей АТС, в большей степени подвержены воздействию сильных ЭМП [184, 185].

Еще одним результатом прямых измерений явилось установление того факта, что уровни экспозиции ЭМП в пределах одних и тех же профессиональных групп могут значительно варьировать в разных географических областях [186].

Во многих исследованиях в качестве важной составляющей уровня экспозиции принимается стаж работы с электрооборудованием. Однако при этом оценка критического срока производится порой весьма произвольно и недостаточно обоснованно. Так, Р.А. Gilman с соавт. [187], изучая влияние долговременного воздействия ЭМП на развитие лейкозов, расценивали шахтеров со стажем работы более 25 лет в качестве группы с высоким уровнем экспозиции ЭМП, в то время как рабочие той же шахты, но с меньшим стажем были выбраны авторами уже как группа сравнения.

Во многом, учитывая перечисленные недостатки, R. Lin с соавт. [188] одними из первых предложили отойти от строгой привязки определенных величин экспозиции ЭМП к определенным профессиональным группам. Однако предложенные ими эквиваленты в виде групп с "наиболее вероятной экспозицией ЭМП" и "возможной экспозиции ЭМП" чрезвычайно

затрудняли последующий анализ и унификацию результатов [189], а, главное, были по-прежнему основаны на принципах "описательного подхода", опирающегося на косвенные и во многом субъективные методы определения величины воздействия ЭМП, связанного с теми или иными видами профессионального электрооборудования.

Резюмируя критический анализ этого метода для формирования групп исследуемых, D. Savitz [190], широко известный своими работами по стандартизации методов исследования в этой области, подчеркивает, что при использовании в работах ретроспективных данных становится все более необходимой "разработка более надежных критериев имевшейся в прошлом экспозиции ЭМП, чем ориентировка на конкретные профессиональные группы".

Значительно более объективные данные стали получать с внедрением в практику исследований индивидуальных дозиметров. При этом для унификации методов измерения ЭМП был разработан метод "экспозиционной матрицы" [186]. Данный метод основан на определении среднего уровня профессиональной экспозиции посредством долговременной индивидуальной дозиметрии. Что очень важно, эти результаты могут быть использованы в дальнейшем как сравнительно точный показатель экспозиции в пределах установленных профессиональных групп определенного промышленного предприятия для оценки ретроспективных данных различных исторических периодов. Именно этот метод, так или иначе, был использован в большинстве последних эпидемиологических исследований, результаты которых приведены в соответствующей главе в табл. 4.7.

Вместе с тем, при разработке методов дозиметрии были выявлены неожиданные трудности. Так, если в исследованиях по проблеме воздействия на человека ЭМП от бытовых источников основное внимание уделяется магнитной составляющей, т. к. большинство строительных материалов непроницаемы для электрических полей [25], то при оценке воздействия производственно обусловленных ЭМП должны учитываться обе составляющие, поскольку в этом случае электроприборы и устройства в большинстве своем ничем не экранированы [189]. В большинстве работ по данной теме по-прежнему приводятся величины одной лишь магнитной индукции, хотя, по меньшей мере, в двух исследованиях было показано существенное увеличение риска опухолей головного мозга [191] и лейкозов [192] при независимом от магнитной составляющей воздействии электрических полей. Кроме того, самостоятельное значение в этих случаях имеет измерение ЭМП меняющейся (иррегулярной) частоты [193].

Таким образом, несмотря на то, что с разработкой персональных дозиметров для практики профессиональных исследований, начиная с 90-х гг., был сделан важный методический прогресс, эти усовершенствования в оценке величины экспозиции ЭМП "пока еще не проявились большей ясностью и последовательностью результатов", как справедливо замечает D. Theriault (цит. по [175]).

Однако наименее разработанной к настоящему времени остается методология оценки экспозиции ЭМП, возникающими при работе с

компьютерными мониторами или т. н. видеодисплейными терминалами (ВДТ). Основная сложность дозиметрии в этом случае заключается в том, что в отличие от большинства других источников, генерирующих относительно однородные ЭМП, ВДТ производят при своей работе едва ли не весь спектр ЭМИ (табл. 3.1). Кроме того, сложный принцип дисплейной развертки определяет совершенно особые условия воздействия ЭМП, которые связаны, по-видимому, с резкими временными и частотными колебаниями ЭМП и не могут быть установлены при измерении одной лишь интенсивности ЭМП [194, 195]. Указанные характеристики сближают ЭМП, производимые ВДТ с иррегулярными ЭМП, обладающими наиболее агрессивным воздействием на организм [196].

Отсутствие обоснованных методов фактической дозиметрии, учитывающих все перечисленные особенности ЭМП, воздействующих на организм пользователя ВДТ, существенно затрудняет оценку достоверности результатов исследований в данной области, т. к. в большинстве из них (в т. ч. приведенных в настоящем обзоре) были использованы весьма косвенные методы определения величины экспозиции ЭМП. При этом в качестве

Т а б л и ц а 3.1

Виды электромагнитного излучения ВДТ [194]

Вид ЭМИ	Интенсивность ь	Стандарты безопасности
Ионизирующее излучение		
Рентгеновское, мЗв/год	< 0,1	5 - 10
Оптическое излучение		
Ультрафиолетовое (А), Вт/м ²	0,1	10
Видимое световое, кд/м ²	127	10000
Ближнее инфракрасное, Вт/м ²	0,05	100
Дальнее инфракрасное, Вт/м ²	4,0	100
Собственно электромагнитные поля		
3 - 300 МГц, В/м	0,5	100
А/м	0,0002	0,2
3 кГц - 3 МГц, В/м	150	600
А/м	0,1	1,6
0 - 3 кГц, В/м	65	2 - 10
А/м	0,2	
Статическое, кВ/м	15	20 - 60

основного эквивалента экспозиционной дозы принималось условное время работы с использованием ВДТ, выраженное в часах за неделю. Такой подход уже при первом рассмотрении оказывается недостаточно

объективным, т. к. при этом данные собираются путем простого опроса обследуемых лиц, неосведомленность которых или, наоборот, чрезмерная обеспокоенность могут в заметной степени субъективизировать показания. Кроме того, в большинстве случаев этот метод не учитывает возможность воздействия ЭМП из других источников как на рабочем месте, так и в условиях постоянного проживания, а также не принимается во внимание характер работы с ВДТ (прерывистый или постоянный). По всей видимости, именно методические издержки во многом ответственны за столь заметные расхождения, а порой и полную противоречивость получаемых результатов.

В отличие от исследований влияния производственно обусловленных ЭМП, в работах, посвященных оценке долговременных эффектов ЭМП, встречающихся в повседневном быту, были получены значительно более однородные результаты. Это объясняется тем, что методы оценки экспозиции ЭМП, также по большей части косвенные, были с самого начала строго унифицированы. При этом вплоть до начала 90-х гг. при проведении эпидемиологических исследований использовались в основном два стандартизированных подхода. Первый в качестве эквивалента экспозиции рассматривал критическое расстояние от места постоянного проживания до ЛЭП (50 - 100 м). Существенным недостатком этого метода явилось то, что он не позволял учитывать рабочие характеристики высоковольтных объектов.

Второй подход или т. н. метод "wiring code" ("wire configuration"), который был введен в практику эпидемиологических исследований N. Wertheimer и E. Leeper [197] уже в 1982 г. при проведении самых первых работ по обсуждаемой проблеме, представляет собой классификацию высоковольтных сооружений по признаку интенсивности ЭМП, генерируемых ими. При отсутствии данных фактической дозиметрии последний показатель весьма приблизительно оценивался в соответствии с простыми визуальными параметрами электрообъектов такими, как толщина основных проводов, наличие трансформаторов и распределительных подстанций, вид вторичной проводки (открытые или скрученные провода), число фаз и т. д. При этом высоковольтные объекты подразделялись на 5 категорий (экранированные (подземные, подводные), с очень низким напряжением, с низким напряжением, с высоким напряжением и очень высоким напряжением), в соответствии с которыми косвенно связывались те или иные уровни экспозиции ЭМП. Этот усовершенствованный в дальнейшем метод [198] в силу своей простоты и практичности был очень широко принят в практике эпидемиологических исследований 80-х гг. Вместе с тем, именно простота и очевидная приблизительность обсуждаемых подходов вызвали в дальнейшем критические замечания [199, 200] и требования пересмотра некоторых выводов и результатов в соответствии с появившимися данными реальных выборочных измерений ЭМП [201].

Эти сомнения несомненно имели под собой все основания. Так, многочисленные измерения ЭМП, генерируемых ЛЭП и сопутствующими сооружениями, выявили неизвестные до того факты, способные в значительной мере повлиять на достоверность результатов упомянутых

методов. Здесь, прежде всего, нужно упомянуть данные двух недавних исследований [202, 203], в которых была показана зависимость величины магнитной составляющей ЭМП от колебаний рабочей нагрузки в пределах одних и тех же ЛЭП, достигающих иногда существенных значений в зависимости от типа подстанции, времени года и т. д. Кроме того, оказалось, что уровни экспозиции ЭМП могут существенно варьировать в пределах одного и того же класса сооружений в соответствии с классификацией "wiring code" в различных географических пунктах [204].

В то же время, в какой-то мере уступая в объективности методу прямого измерения ЭМП, обсуждаемые подходы имели одно очень важное для практики эпидемиологических исследований преимущество. Дело в том, что они могли быть с успехом применены для оценки экспозиционной дозы в пределах тех исторических периодов, когда измерения ЭМП еще не проводились. Последнее имеет особую важность, т. к. большинство имеющихся к настоящему времени эпидемиологических исследований состояния здоровья населения, проживающего в непосредственной близости от высоковольтных сооружений, охватывают исторический период 1950 - 1990 гг., в то время как методы реальной дозиметрии ЭМП были разработаны не ранее середины 80-х гг. Кроме того, при проведении сравнительного анализа оказалось, что метод выборочных 24-часовых измерений ЭМП с последующем расчетом средних уровней экспозиции весьма точно отражает эти показатели на момент измерений, однако не соответствует истинной экспозиции в предыдущие годы [205]. Более того, попытки экстраполяции данных прямой дозиметрии на отдаленные по времени промежутки с целью уточнения результатов, полученных при оценке заболеваемости на основании косвенных методов определения экспозиции ЭМП, показали отсутствие серьезных расхождений, а в отдельных случаях выявили даже более настораживающую динамику (табл. 3.2).

Т а б л и ц а 3.2

Риск онкологических заболеваний у детей, проживающих вблизи ЛЭП, по данным различных методов исследования [206]

Онкологическая патология	Расстояние от ЛЭП		"Wiring code"		Прямая дозиметрия ЭМП	
	ОР	95% ДИ	ОР	95% ДИ	ОР	95% ДИ
Все виды	1,11	0,71-1,73	1,52	1,04-2,25	1,82	1,09-3,04
Лейкозы	1,35	0,73-2,48	1,39	1,08-1,78	1,16	0,65-2,08
Опухоли головного мозга	3,96	1,00-15,0	2,04	1,11-3,76	1,85	0,91-3,77
Другие	0,99	0,55-1,78	1,37	0,84-2,23	2,96	1,30-6,72

Примечание: ОР — здесь и далее относительный риск; 95%ДИ - доверительный интервал

Совместить в себе объективность прямой дозиметрии и возможность применения для оценки экспозиции ЭМП, имевшейся в прошлом, был призван метод вычисления экспозиционной дозы, введенный в практику исследований с начала 90-х гг. [207]. Суть его заключается в том, что путем прямой дозиметрии устанавливают, какие уровни экспозиции ЭМП соответствуют определенным параметрам рабочей нагрузки высоковольтных объектов. Применяя данные полученных корреляций к параметрам рабочей нагрузки изучаемых объектов, которые обычно регистрируются на протяжении всего срока их функционирования, можно сравнительно точно определять уровни экспозиции ЭМП на протяжении сколь угодно длительного изучаемого периода. Как показывают сравнительные исследования, данный метод оказывается вполне объективным и к настоящему времени наиболее широко используется в эпидемиологических исследованиях [208].

Таким образом, вопросы стандартизации методов исследования и выбора наиболее объективных и научно обоснованных критериев величины воздействия ЭМП на человека остаются на настоящее время определяющими для дальнейшего развития знаний в этой области и, в конечном итоге, выработки государственной политики при решении этих проблем и разрешении опасений и сомнений, возникающих в обществе в связи с возможным неблагоприятным действием ЭМП.

Глава 4. О ВОЗМОЖНОЙ СВЯЗИ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ И ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Одним из самых важных событий в истории изучения влияния ЭМП на здоровье человека явился выход в свет в 1979 г. работы N. Wertheimer и E. Leeper [209]. В отличие от немалого числа существовавших к тому времени публикаций, так или иначе, затрагивавших этот вопрос, данное исследование сразу привлекло к себе внимание широких научных кругов. И, действительно, авторы впервые вышли за рамки узкопрофессиональных интересов и, используя эпидемиологический подход, провели долговременную оценку состояния здоровья населения в связи с воздействием повседневно встречающихся ЭМП, чем, по сути, определили новое направление в этой области. Однако, думается, что истинной причиной столь широкого научного, а затем и общественного резонанса явился тот факт, что в данном исследовании была показана очевидная связь между долговременным воздействием ЭМП и развитием злокачественных опухолей у детей. С этого момента уже было невозможно недооценивать важность изучаемой проблемы, и число научных сообщений по данной теме стало стремительно нарастать. При этом большинство из них касалось именно онкологической патологии.

Значимость этой проблемы подчеркивается тем обстоятельством, что современный человек в своей повседневной жизни постоянно связан со множеством источников ЭМП, без которых сегодня уже невозможно представить его существование. И, тем не менее, несмотря на значительное число работ в этой области, среди которых одних только крупномасштабных эпидемиологических исследований насчитывается более двадцати, вопрос по-прежнему остается недостаточно изученным. Последнее, в первую очередь, связано с тем, что на достоверность получаемых результатов в значительной степени влияют методологические погрешности в определении величины экспозиции ЭМП, о чем подробнее было сказано в предыдущей главе. Именно с этих позиций весь фактический материал, представленный ниже, будет сгруппирован в соответствии с методами определения величины экспозиции ЭМП, использовавшимися в данных исследованиях. Кроме того, в силу разных методических подходов, а также неодинаковой значимости результаты исследований, посвященных оценке влияния ЭМП от бытовых источников и

производственно обусловленных ЭМП, будут изложены отдельно друг от друга.

4.1. Онкологическая заболеваемость и ЭМП, возникающие вблизи ЛЭП

Эта часть главы будет почти целиком посвящена оценке риска онкологической заболеваемости в группах населения, проживающего в непосредственной близости от ЛЭП. При этом, учитывая большой объем фактического материала по данной проблеме, последний для большей иллюстративности будет представлен в виде таблиц. Что касается самих результатов исследований, то они в большинстве своем представлены величинами относительного риска, то есть цифровым выражением степени вероятности развития той или иной патологии в связи с действием неблагоприятного фактора. Так, величина относительного риска, равная 2,0, означает 2-кратное увеличение вероятности развития изучаемой патологии. Однако при оценке этих данных серьезное внимание обращается на статистическую достоверность риска. При этом риск считается статистически достоверным, если во всей совокупности его значений (т. н. доверительный интервал) все цифры оказываются больше 1,00. Вместе с тем, учитывая слабую разработанность методической базы подобных исследований, что может не только завышать степень риска, но и уменьшать истинные цифры, а также первостепенную значимость самой проблемы, нельзя недооценивать любое повышение риска, даже не отвечающее строгим статистическим критериям.

Итак, в табл. 4.1 представлены данные об относительном риске онкологической заболеваемости, полученные в соответствии с т. н. косвенными методами определения экспозиции ЭМП. Уже при первом анализе результатов можно заметить в сколь значительной мере "субъективность" метода влияет на разброс итоговых цифр. Причем в большей степени последнее относится к методу, основанному на определении критического расстояния проживания от ЛЭП. Это вполне объяснимо, если учесть, что при этом разброс данных цифр в различных исследованиях составляет 14 - 100 м. Кроме того, большинство авторов не проводили учет рабочей нагрузки изучаемых высоковольтных сооружений, и в одну категорию исследуемых попадали лица, проживающие вблизи ЛЭП с рабочей нагрузкой от 65 до 400 кВ и более. Ряд авторов [211, 219] ограничили период наблюдения до трех лет, что явно недостаточно для эпидемиологической оценки онкологической заболеваемости.

В дополнение к рассмотренным данным, сошлемся на результаты еще нескольких исследований, в которых были предложены иные подходы к косвенному определению экспозиционной дозы. Так, А. Kraut с соавт. [221] сопоставили уровни заболеваемости детей раковыми заболеваниями и среднечеловеческого энергопотребления. При этом авторы показали прямую зависимость этих показателей как для всех видов онкологической патологии в совокупности, так и, в особенности, для опухолей головного мозга и лейкозов.

Т а б л и ц а 4.1

Риск онкологической патологии в группах населения, проживающего в непосредственной близости от высоковольтных сооружений при непрямом определении экспозиции ЭМП

Период исследования	Возраст исследуемых	Метод исследования	Вид патологии	Число больных	ОР
1967 - 1975 [197]	> 19	Wiring code	Все виды	1179	<u>1,39</u>
1950 - 1973 [209]	0 - 18	Wiring code	Все виды	328	<u>2,23</u>
			Лейкозы	155	<u>2,98</u>
			Опухоли гол. мозга	66	<u>2,40</u>
1964 - 1978 [210]	0 - 20	Wiring code	Лейкозы	119	1,08
1971 - 1973 [211]	Все группы	Расстояние от ЛЭП (< 14 м)	Все виды	213	1,03
			Лейкозы	6	1,43
1976 - 1983 [212]	0 - 14	Wiring code	Все виды	320	<u>1,53</u>
			Лейкозы	97	1,54
			Опухоли гол. мозга	59	<u>2,04</u>
1965 - 1980 [213]	0 - 17 и > 17	Расстояние от ЛЭП (< 50 м)	Лейкозы (0 - 17)	84	1,5
			Лейкозы (> 17)	687	2,0
1970 - 1979 [207]	0 - 14	< 100 м от ЛЭП	Все виды	374	1,04
1980 - 1987 [214]	0 - 9	Wiring code	Лейкозы	211	<u>2,15</u>
1960 - 1985 [215]	0 - 15	< 50 м от ЛЭП	Лейкозы	39	2,9
1979 - 1988 [216]	0 - 14	< 100 м от ЛЭП	Лейкозы	67	<u>1,49</u>
- [217]	0 - 14	< 100 м от ЛЭП	Лейкозы	81	<u>2,63</u>
1984 - 1990 [218]	0 - 20	Wiring code	Опухоли гол. мозга	133	0,9
1983 - 1985 [219]	> 15	< 50 м от ЛЭП	Гемобластозы	3144	1,29
1987 - 1992 [220]	> 20	< 50 м от ЛЭП	Лейкозы	870	<u>2,0</u>

Примечание: **1,39** – выделенные цифры соответствуют статистически достоверному риску

N. Wertheimer с соавт. [222] исходя из предположения, что системы централизованного водоснабжения также являются источником ЭМП значительной интенсивности из-за прохождения по ним сильных токов заземления, изучили 347 случаев лейкозов у детей и пришли к выводу о наличии статистически достоверного риска развития данного заболевания, равного 1,72 в группе детей, проживавших в домах, оснащенных подобными системами. Причем степень риска возростала до 3,0 в группе с наибольшим сроком проживания. Кроме того, при проведении непосредственных измерений ЭМП авторы зафиксировали токи значительной величины, которые не улавливались стандартными дозиметрами. Важность поднимаемой проблемы подчеркивается и тем, что в настоящее время в США уже серьезно обсуждается вопрос об экранировании систем заземления и в т. ч. систем централизованного водоснабжения [223].

Целая серия работ под руководством Н. Dolk была посвящена изучению заболеваемости лейкозами взрослого населения, проживающего в зонах компактного расположения крупных телевизионных и радиопередатчиков. При этом степень риска оценивалась путем расчета коэффициента фактическая заболеваемость/ожидаемая заболеваемость. Результаты первого из этих исследований [224] получили широкий общественный резонанс, включая и российскую общественную печать (см. "Известия" от 4 февраля 1998 г.). Это исследование было предпринято с целью уточнения появляющихся в течение последних десятилетий сообщений о значительно более высокой встречаемости лейкозов и лимфом среди населения, проживающего вблизи одного из радиотелепередатчиков, расположенного в предместьях Бирмингема (Великобритания). При этом авторы, оценивая совокупную онкологическую заболеваемость за период 1974 - 1986 гг., обнаружили статистически достоверное повышение риска лейкозов во всех возрастных группах населения, проживающего в радиусе 2 км от места расположения передатчика. Более того, исследование показало четкую зависимость риска данной патологии от расстояния между местом проживания и изучаемым источником ЭМП радиочастотного диапазона (рис. 4.1).

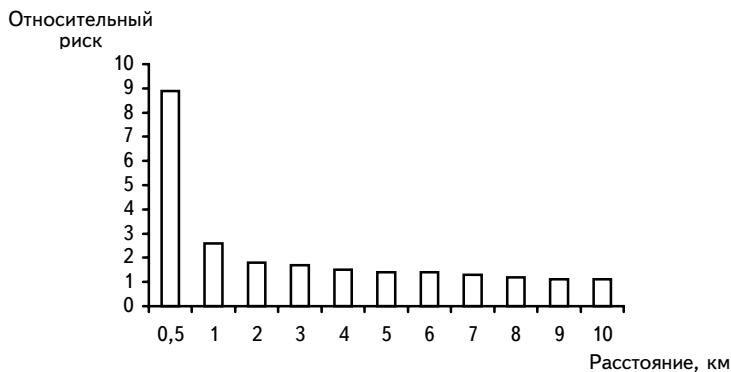


Рис. 4.1. Риск лейкозов в зависимости от расстояния до радиопередатчика

В то же время необходимо представить данные параллельного исследования этой же исследовательской группы [225], которые, к сожалению, освещены не столь широко. При этом было проанализировано 3305 случаев лейкозов у взрослых за тот же временной отрезок, но в другом регионе Великобритании с компактным расположением около двадцати радио- и телепередатчиков. В последнем случае анализ коэффициента фактическая заболеваемость/ожидаемая заболеваемость показал отсутствие значительных отклонений этого показателя от 1,0 в пределах, как всего 10-километрового радиуса исследуемой территории, так и радиусе 2 километров от места расположения передатчиков. Последний пример еще раз наглядно демонстрирует в какой степени косвенные методы определения экспозиции ЭМП влияют на разброс итоговых данных, не в последнюю очередь благодаря тому, что не учитывают рабочие параметры изучаемых источников ЭМП.

Учитывая перечисленные недостатки, большинство современных исследований обязательно включают в себя результаты прямых измерений ЭМП в качестве важнейшей составной части метода вычисления экспозиционной дозы, либо в виде данных выборочных измерений, уточняющих результаты косвенного определения экспозиции ЭМП. Для сравнительного анализа основные результаты подобного рода работ объединены в табл. 4.2.

При сопоставлении данных, представленных в обеих таблицах, следует заметить, что число исследований, показавших статистически достоверное увеличение риска онкологических заболеваний, оказалось заметно меньшим в табл. 4.2. Кроме того, подобная тенденция уменьшения величины риска при относительно более объективных методах исследования отчетливо прослеживается при сравнении результатов одних

Т а б л и ц а 4.2

Риск онкологической патологии в группах населения, проживающего в непосредственной близости от высоковольтных сооружений при фактическом определении экспозиции ЭМП

Период исследования	Возраст исследуемых	Магнитное поле (мкТл)	Вид патологии	Число больных	ОР
1958 - 1973 [226]	0 - 18	> 0,3	Все виды	1129	<u>2,1</u>
			Лейкозы	243	0,3
			Опухоли гол. мозга	294	<u>3,7</u>
1970 - 1989 [227]	0 - 19	> 0,2	Все виды	140	1,5
			Лейкозы	35	1,6
			Опухоли гол. мозга	39	2,3
1976 - 1983 [212]	0 - 14	> 0,2	Все виды	128	1,35
			Лейкозы	36	1,93
			Опухоли гол. мозга	25	1,04
1968 - 1976 [228]	0 - 14	> 0,4	Лейкозы, лимфомы	–	5,6
		> 0,25	и опухоли ЦНС	1707	1,5
1970 - 1979 [207]	0 - 14	> 0,01	Все виды	374	1,19
1980 - 1987 [214]	0 - 9	> 0,268	Лейкозы	164	1,48
1960 - 1985 [215]	0 - 15	> 0,3	Лейкозы	39	<u>3,8</u>
		> 0,2			<u>2,7</u>
1960 - 1985 [229]	> 20	> 0,2	Лейкозы	235	2,3
1983 - 1985 [219]	> 15	> 0,01	Гемобласты	3144	1,03
1987 - 1992 [220]	> 20	> 0,2	Лейкозы	870	1,4

Примечание: **2,1** – выделенные цифры соответствуют статистически достоверному риску

и тех же авторов, использовавших разные подходы [212, 214, 220], хотя в исследовании М. Feuchting и А. Ahlbom [215] динамика была обратной.

Другим результатом общего анализа данных двух таблиц является очевидное преобладание сообщений о более высокой заболеваемости лейкозами и, в меньшей степени, опухолями головного мозга. То есть, говоря об онкологическом риске в связи с долговременным воздействием ЭМП, большинство исследователей в настоящее время имеют в виду прежде всего эти две группы заболеваний. При этом, как следует из описания материала исследований, авторы в большинстве случаев рассматривают совокупную группу лейкозов, включая в нее как острые, так и хронические формы лимфатического, миелоидного и прочих видов лейкозов. Исключениями являются работа R. Severson с соавт. [230], изучавших заболеваемость острым нелимфатическим лейкозом среди взрослого населения, проживающего вблизи ЛЭП, и показавших как методом "wiring code", так и методом прямой дозиметрии ЭМП отсутствие риска, а также исследование М. Linet с соавт. [231] в отношении риска острого лимфолейкоза, результаты которого в силу особой значимости будут приведены отдельно в конце этого раздела. Вместе с тем, почти все исследователи оценивают риск лейкозов отдельно для взрослых и для детей. При этом важно заметить, что в большинстве случаев, включая самые последние работы, регистрируется значительно более высокий риск в детских возрастных группах.

При изучении данных, приведенных в табл. 4.2, выявляется принципиальная закономерность, а именно, очевидная дозозависимость риска лейкозов у детей, т. е. заболеваемость значительно увеличивается при увеличении средних показателей величины магнитной составляющей ЭМП, регистрируемой в местах постоянного проживания исследуемых лиц (рис. 4.2). При этом отмеченная закономерность выявляется не только при анализе сводных результатов, но и внутри некоторых отдельно взятых исследований, использовавших для оценки риска несколько различных уровней экспозиции ЭМП [215, 228].

Найденная закономерность может не только свидетельствовать о несомненной связи заболеваемости с воздействием ЭМП, но и во многом определять рамки потенциально опасной экспозиции ЭМП для практики дальнейших исследований в этой области, позволив значительно сократить разброс изучаемых величин и тем самым повысить достоверность результатов.

Несомненная значимость такой постановки вопроса становится понятной при сопоставлении величины нижнего порога экспозиционной дозы лиц, включаемых в исследование и итоговых результатов в работах, приведенных в табл. 4.2. Так, при анализе двух исследований, показавших отсутствие риска онкологической патологии у детей [207] и взрослых [219] в связи с проживанием вблизи ЛЭП, обнаруживается, что минимальная экспозиционная доза для лиц, включенных в исследования, составляет всего 0,01 мкТл.

Подобная методическая ошибка характерна и для ряда не приведенных в таблице работ. Так, в очень масштабном исследовании, проведенном под руководством Р. Verkasalo [232, 233], которое охватило более 383 тысяч

взрослых жителей Финляндии за период 1974-1990 гг., при расчете коэффициента фактическая заболеваемость/ожидаемая заболеваемость

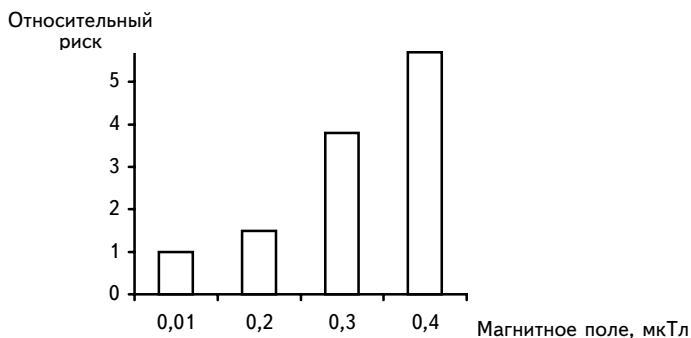


Рис. 4.2. Риск лейкозов в зависимости от величины магнитного поля

не было показано значимых отклонений от 1,0 как для всех видов онкологической патологии, так и для отдельных категорий. Однако при ближайшем рассмотрении оказывается, что в группу лиц с предположительно высокими уровнями экспозиции ЭМП входили все, кто постоянно проживал на расстоянии до 500 м от ЛЭП. При этом нижний порог индивидуальной экспозиции ЭМП от высоковольтных объектов по данным прямых измерений составлял 0,01 мкТл. Между тем, как считают к настоящему времени большинство экспертов, наиболее обоснованными критериями опасной экспозиции ЭМП является проживание на расстоянии до 50 м от ЛЭП, что соответствует величине магнитного поля в 0,2 мкТл. Таким образом, в исследование P. Verkasalo оказалась включенной слишком широкая и неоднородная популяция, что несомненно повлияло на окончательный результат. Более того, когда тот же автор, проводя раздельную оценку риска для разных форм раковой патологии [232], рассматривал в качестве группы риска развития хронического лимфолейкоза лиц с экспозиционной дозой не менее 0,1 мкТл, он зарегистрировал почти 5-кратное возрастание риска.

Сказанное в полной мере относится и к работе G. Schreiber с соавт. [234], которые также не показали итогового превышения фактической смертности от рака над ожидаемой среди более чем 1500 лиц, проживающих вблизи высоковольтных сооружений. Однако при этом в исследование были включены лица с величинами экспозиционной дозы от 0,1 до 1,1 мкТл, что, несомненно, снивелировало истинный риск для группы лиц с наиболее высокой экспозицией ЭМП. Подобный подход является иллюстрацией серьезно обсуждаемого в последнее время положения в нормологии, когда использование в исследовании очень широкой и разнородной выборки обследуемых лиц приводит к сглаживанию и

завуалированию диагностически важных отклонений изучаемых показателей [235, 236].

Последние замечания во многом согласуются с мнением S. Preston-Martin с соавт. [204], которые, сообщая в своей работе об отсутствии достоверной связи между воздействием ЭМП и риском развития опухолей головного мозга у детей, подчеркивают при этом, что подобный результат, не в последнюю очередь, является следствием того, что исследование включало в себя слишком мало лиц с экспозиционной дозой, превышающей 0,2 мкТл.

С другой стороны, нужно учитывать, что по мере возрастания нижнего порога экспозиции ЭМП в значительной степени снижается число лиц в исследуемой группе, что отчетливо заметно в изложенной сразу вслед за этим работе и что, конечно же, снижает в определенной степени статистическую достоверность результатов [24].

Завершая обсуждение данной проблемы, хотелось бы уделить особое внимание одной из самых последних по времени работ M. Linet с соавт. [231], учитывающей большинство обсуждавшихся ранее методических недостатков. Так, в исследовании была проведена оценка риска острого лимфолейкоза у детей, постоянно проживающих вблизи высоковольтных сооружений, как методом "wiring code" в различных модификациях, так и на основании результатов прямых 24-часовых измерений магнитного поля в домах и детских комнатах исследуемых, а также лиц контрольной группы. При этом измерения проводились "слепым" методом, т. е. тем участникам исследования, которые осуществляли дозиметрию, не было известно, в домах которой из сравниваемых групп они проводили измерения. Кроме того, в дополнение к основному анализу риска был осуществлен и сопоставительный анализ, в который были включены лишь те лица из двух групп, которые были сопоставимы по возрасту, расовой принадлежности и социо-экономическому статусу родителей. Последнее имеет особое значение, т. к. заболеваемость острым лимфолейкозом в США, где было проведено исследование, имеет более высокие показатели среди белого населения, принадлежащего к наиболее обеспеченным слоям.

В результате были получены следующие данные. В соответствии с обеими модификациями метода "wiring code", риск изучаемого заболевания не превысил 1,0 ни для одной из категорий высоковольтных объектов. Что касается метода выборочных измерений ЭМП, то эти данные приведены в табл. 4.3. При этом обращает на себя внимание согласующийся с высказанными выше соображениями подход к отдельной оценке риска для различных экспозиционных доз.

Несмотря на то, что общий вывод авторов исследования сводится к тому, что на основании полученных данных можно говорить об отсутствии риска изучаемого заболевания, в то время как возрастание относительного риска в группах с высокой экспозицией ЭМП можно объяснить слишком незначительным числом представителей, мы, однако, вправе считать эти результаты настораживающими и подтверждающими предположения о существовании определенной дозозависимости риска лейкозов. Кроме того, в данном исследовании еще раз продемонстрировано, что косвенные

методы исследования могут не только искусственно завышать существующий риск, но и скрадывать его.

В заключение изложенных выше данных по проблеме онкологической заболеваемости населения, проживающего в местах расположения высоковольтных объектов, сошлемся на выводы других аналитических обзоров, относящихся к данной теме.

Т а б л и ц а 4.3

Риск острого лимфолейкоза у детей, проживающих вблизи от высоковольтных сооружений, в зависимости от величины магнитного поля

Магнитное поле (мкТл)	Общий анализ			Сопоставительный анализ		
	N больн.	N контр.	ОР	N больн.	N контр.	ОР
< 0,065	267	285	1,0	206	215	1,0
0,1 - 0,2	151	143	1,1	107	106	1,15
> 0,2	83	70	1,24	58	44	1,53
> 0,3	45	28	1,72	–	–	–
0,3 - 0,4	22	17	1,39	14	11	1,46
0,4 - 0,5	14	5	3,28	10	2	6,41

Так, Р. Levallois [237], проанализировав 9 публикаций, посвященных изучению связи возникновения лейкозов у детей с воздействием ЭМП, заключает, что, по меньшей мере, в пяти из них степень риска превышает 1,5, причем в трех исследованиях подтверждена найденная дозозависимость степени риска от величины экспозиционной дозы. D. Coste с соавт. [238] обнаружили возрастание риска совокупной онкологической заболеваемости у детей, а также для группы наиболее часто упоминаемых в связи с воздействием ЭМП (лейкозы, лимфомы, опухоли головного мозга) в одиннадцати из тринадцати проанализированных ими работ. Однако авторы не идут дальше того утверждения, что невозможно однозначно утверждать или отрицать влияние длительного воздействия ЭМП на возникновение злокачественных опухолей у детей. Что касается заключения E. Washburn с соавт. [239], то средняя величина риска онкологической патологии, рассчитанная ими на основании результатов тринадцати различных исследовательских групп, оказалась равной 1,49 в случае лейкозов у детей, 1,58 – для лимфомы и 1,89 – для опухолей головного мозга. В одном из выводов специально созданной общеевропейской исследовательской группы по проблемам возможных негативных эффектов ЭМП очень низких частот сообщается, что в восьми изученных комиссией работах была подтверждена связь между долговременным воздействием ЭМП и встречаемостью лейкозов у детей [240]. С. Li с соавт. [241], анализируя влияние ЭМП на вероятность развития лейкозов у взрослых, обнаружили положительную связь лишь в трех работах и делают осторожный вывод, что доказательства вредного эффекта пока еще недостаточно убедительны.

4.2. Онкологическая заболеваемость и ЭМП от бытовых приборов

Если проблема воздействия ЭМП, генерируемых высоковольтными сооружениями, касается больше ограниченных контингентов населения, проживающего в самой непосредственной близости от последних, и может быть в значительной степени решена рядом организационных ограничительных мер, то значительно большую обеспокоенность должны вызывать появляющиеся время от времени сообщения о том, что длительное воздействие ЭМП, создаваемых при работе домашних электробытовых приборов, также может находиться в причинной связи с развитием злокачественных опухолей различной локализации, т. к. последнее относится уже к очень широким слоям населения. Выяснение этого вопроса тем более важно с учетом того, что, как следует из табл. 1.2 и 1.3, целому ряду электробытовых приборов, находящихся в рабочем режиме, соответствуют значительные уровни магнитного поля. Однако при этом необходимо учитывать, что величина экспозиции ЭМП в этом случае в значительной степени зависит от расстояния от источника, ежедневного времени функционирования, концентрации источников на единице площади и т. д. Это, в какой-то мере, объясняет трудности определения достоверного риска в подобного рода исследованиях, а также крайнюю их противоречивость (табл. 4.4).

Т а б л и ц а 4.4

Риск онкологической патологии при долговременном воздействии ЭМП от домашних электроприборов

Период исследования	Возраст исследуемых	Вид электроприбора	Вид патологии	Число больных	ОР
1979 - 1985 [242]	20 - 69	Одеяло с эл. подогревом	Острый миел. лейкоз (ОМЛ)	116	0,9
			Хронич. миел. лейкоз (ХМЛ)	108	0,8
1981 - 1984 [230]	20 - 79	"_"	Остр. нелимф. лейкоз (ОНЛЛ)	114	2,4
1976 - 1983 [243]	0 - 14	"_"	Все виды	244	1,5
			Лейкозы	73	1,5
			Опухоли ЦНС	47	1,2
1981 - 1984 [244]	20 - 69	"_"	Рак яичка	182	1,0
1987 - 1989 [245]	41 - 85	"_"	Рак молочной железы	382	0,89
1980 - 1987 [214]	0 - 9	Электрофен	Лейкозы	232	<u>2,82</u>
			Ч/б телевизор	232	<u>1,49</u>
1981 - 1984 [246]	20 - 79	Электробритва	Лейкозы	110	1,33
			ОННЛ	102	0,38
			ОННЛ	111	<u>3,0</u>
1986 - 1991 [247]	40 - 49	Электромассаж	ОННЛ	290	1,18
1984 - 1990 [218]	0 - 20	Одеяло с эл. подогревом	Рак молочной железы	133	1,0
			"_"	Опухоли ЦНС	

Примечание: **2,82** — выделенные цифры соответствуют статистически достоверному риску

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что предположения о возможном влиянии ЭМП от электробытовых приборов на развитие раковых заболеваний в большинстве случаев не подтверждаются. Вместе с тем, подобные результаты с учетом современных требований не могут считаться достаточным основанием для однозначных выводов в силу того, что ни в одном из приведенных исследований не проводились фактические измерения экспозиции ЭМП. Кроме того, лишь исследования таких электроприборов, как одеяла и матрасы с электроподогревом, представлены достаточным для анализа числом, в то время как работы, изучавшие другие источники, пока единичны.

Так, Y. Omura и M. Losco [248] при оценке негативных эффектов домашних электроприборов (компьютерные мониторы, телевизоры, микроволновые печи, сотовые телефоны) в условиях эксперимента показали увеличение экспрессии онкогенов, что расценивается как фактор индукции канцерогенеза. Причем, в большей степени, это относилось к микроволновым печам и сотовым телефонам.

Особое внимание уделяется в последнее время и оценке возможных негативных эффектов ЭМП, возникающих при работе телефонных аппаратов сотовой (мобильной) связи, в связи с отдельными сообщениями об опасности развития опухолей головного мозга у пользователей. Подобные предположения основаны, в первую очередь, на том факте, что сотовые телефоны производят при своей работе ЭМИ микроволновой частоты (до 2 ГГц), которые, в отличие от низкочастотных ЭМП, обладают доказанным биологическим действием, связанным с возникновением локальных тепловых эффектов в тканях. Величины ЭМИ в случае аппаратов мобильной связи сопоставимы с теми, что возникают при работе радарных, радиолокационных станций и установок СВЧ-нагрева (в т. ч. микроволновых печей), однако, в отличие от последних, источник ЭМИ при этом находится в непосредственной близости от тканей головного мозга. Локальное же воздействие ЭМИ в интервале 10 МГц-10 ГГц ведет к интенсивному нагреванию отдельных участков головного мозга, гипоталамуса и других отделов ЦНС, что может приводить, по мнению G. Camelia [45], к развитию рака. При этом в случае микроволнового ЭМИ величина воздействия не может быть достоверно оценена в соответствии с показателями плотности потока энергии ($\text{Вт}/\text{м}^2$), используемой для характеристики интенсивности ЭМИ меньших частот. Для этих целей уже разработаны критерии поглощенной дозы, измеряемой в ваттах на килограмм, и которые учитываются в стандартах безопасности за рубежом. К сожалению, в России в настоящее время стандартизация сотовой связи по-прежнему проводится в соответствии с плотностью потока энергии. Что касается наиболее жестких стандартов, принятых в США, то поглощенная доза при воздействии на ткани человека не должна превышать 0,85 Вт/кг. Для сравнения в табл. 4.5 приведены характеристики различных моделей сотовых телефонов.

В данном контексте особенно интересными выглядят недавние экспериментальные данные. В исследовании, выполненном под руководством Дж. Моулдера из Медицинского колледжа Висконсинского университета, было показано, что у мышей, подвергавшихся в течение 18

месяцев воздействию ЭМИ, характерного для сотовых телефонов, раковые заболевания развивались в 2 раза чаще, чем у контрольных животных [249].

Т а б л и ц а 4.5

Показатели удельной поглощенной мощности для различных моделей сотовых телефонных аппаратов

Производитель	Модель	Поглощенная мощность, Вт/кг
Hagenuk	Global Handy	0,28
Motorola	StarTac	0,33
Sony	CM-DX1000	0,41
Nokia	8110i	0,73
Motorola	d160	0,81
Sony	CMD-ZI	0,88
Ericsson	GF788	0,91
Ericsson	GHF688	0,95
Panasonic	EB G500	0,98
Sharp	TQ G700	1,01
Philips	Genie	1,05
Nokia	1611	1,06
Philips	Diga	1,06
Ascom	Axento	1,25
Bosch	M-COM 906	1,32
Ascom	Elisto	1,33

Несмотря на то, что в эксперименте участвовали генетически предрасположенные к раку животные, автор счел возможным заявить, что подобный результат является первым доказательством в эксперименте на животных того положения, что радиочастоты при определенных обстоятельствах могут вызывать рак.

4.3. Онкологическая заболеваемость и производственно обусловленные ЭМП

Несмотря на то, что к 1979 г. уже существовало немалое количество работ, посвященных оценке воздействия ЭМП, встречающихся в профессиональной деятельности, на состояние здоровья работающих, проблема онкологической патологии стала более пристально изучаться в этом контексте лишь после выхода в свет упомянутой выше работы N. Wertheimer и E. Leeper [209]. И если первоначально количество

эпидемиологических исследований в этой области значительно уступало числу работ, изучавших распространенность злокачественных заболеваний среди населения, подвергающегося воздействию бытовых ЭМП, то к настоящему времени складывается обратная ситуация.

Вместе с тем, если проведенные в 80-х гг. исследования почти однозначно свидетельствовали в пользу наличия связи между заболеваемостью раком и профессионально обусловленным воздействием ЭМП, то работы 90-х гг. дают менее определенные результаты. Последнее вполне объяснимо, учитывая сколь сильно объективизация подхода к определению экспозиционной дозы, как мы указывали выше, влияет на результаты исследования. Для иллюстрации этого положения ранние работы, использовавшие в качестве единственного критерия экспозиции ЭМП описание характера профессиональной деятельности, и исследования сравнительно недавнего времени, предполагавшие уже прямое измерение экспозиционной дозы, представлены соответственно в табл. 4.6 и 4.7. Приведенные в них результаты наглядно показывают отсутствие избирательного риска для какого-либо определенного вида профессиональной деятельности, что лишний раз подтверждает неоднократно высказываемые замечания о том, что отдельно взятые профессии или целые профессиональные группы не могут заранее считаться эквивалентом определенного уровня экспозиции ЭМП. С другой стороны, объективные методы пока недостаточно унифицированы, чтобы определить приблизительные границы опасных уровней профессионально обусловленной экспозиции, как это сделано в отношении бытовых источников ЭМП. В связи с этим в табл. 4.7 не приведены результаты измерений ЭМП. Обращает на себя внимание тот факт, что степень достоверности риска не только не снизилась при объективизации методов исследования, но стала даже едва ли не более очевидной.

При анализе результатов таблиц вновь обращает на себя внимание повышение риска почти исключительно для таких видов патологии, как группа лейкозов и опухолей головного мозга, что при учете результатов предыдущего раздела главы уже не может считаться случайной тенденцией, но может свидетельствовать об особом и самостоятельном значении ЭМП для развития данной патологии.

Кроме того, в двух последних по времени работах, результаты которых частично представлены в табл. 4.7 [186, 191], была установлена положительная связь между производственно обусловленной экспозицией импульсными ЭМП и развитием рака легкого [186]. При этом относительный риск оказался статистически достоверным и составил от 3,11 до 6,67 в зависимости от величины экспозиционной дозы. Величины риска не изменялись при учете фактора курения, а также других производственных факторов. В другом исследовании [191] была выявлена положительная связь между экспозицией производственно обусловленными ЭМП и риском развития рака толстого кишечника.

В дополнение к изложенным в таблицах данным приведем результаты еще нескольких работ, отличавшихся по методам исследования. Так, в двух широких когортных исследованиях заболеваемость и смертность вследствие онкологической патологии рассчитывалась путем определения

соотношения фактическая заболеваемость (смертность)/ожидаемая заболеваемость (смертность). При этом коэффициент заболеваемости лейкозами и опухолями головного мозга среди рабочих ГЭС не превышал 1,0 [277].

Т а б л и ц а 4.6

Риск онкологической патологии в связи с воздействием производственно обусловленных ЭМП при определении экспозиции из описания характера профессии

Проф. группа	Лейкозы	Опухоли головного мозга
Электрики	1,3 [250]	1,2 [250]
	0,9 [251]	1,4 [252]
	2,4 [253]	1,5 [255]
	1,1 [254]	
Инженеры электрооборудования	0,9 [256]	1,3 [252]
	2,4 [251]	1,9 [257]
	2,4 [254]	1,0 [256]
Наладчики линий АТС и ЛЭП	2,7 [185]	2,0 [185]
	1,3 [254]	
	1,7¹ [254]	
	2,5² [254]	
Сварщики	1,7² [254]	
Водители электротранспорта	1,7 [254]	
Обходчики ж/д путей	1,2 [254]	2,2 [258]
Рабочие электроиндустрии в совокупности	1,4¹ [254]	
	1,5² [254]	
	2,1² [259]	
	1,7 [260]	
	3,8² [261]	
	1,2 [262]	
	0,9 [263]	
	1,9 [264]	
	1,41 [258]	
	5,7² [265]	
6,0³ [266]		

Примечание: **2,2** – статистически достоверный риск

1,1 – доверительные границы риска включают 1,0

1,3 – сведения о доверительном интервале не представлены

Верхний индекс у цифр риска означает:

¹ – риск только для острого лейкоза

² – риск только для острого миелолейкоза

³ – риск только для лимфолейкозов

Т а б л и ц а 4.7

Риск онкологической патологии в связи с воздействием производственно обусловленных ЭМП при определении экспозиции на основании результатов прямой дозиметрии

Проф. группа	Лейкозы	Опухоли ЦНС
Электрики	1,64	~ 1,0 [267]
Рабочие ж/д депо	~ 1,0	~ 1,0 [268]
Наладчики АТС	2,5 [269]	–
Рабочие ЛЭП	~ 1,0	~ 1,0 [270]
	3,15¹	~ 1,0 [270]
	2,41² [271]	
	2,5[*]	1,94 [272]
	~ 1,0	3,08 [191]
	~ 1,0	~ 1,0 [186]
	–	~ 1,0 [273]
	4,45 [274]	–
Рабочие	1,3 [275]	–
электроиндустрии в	2,3³ [275]	
совокупности	3,01[*]	2,1[*] [276]

Примечание: **1,64** – статистически достоверный риск

2,5 – доверительный интервал риска включает 1,0

2,5^{*} - риск для групп с наивысшим уровнем экспозиции

Верхний индекс означает:

¹ – риск только для острого миелолейкоза

² – риск только для острого нелимфатического лейкоза

³ – риск только для хронического миелолейкоза

⁴ – риск только для хронического лимфолейкоза

Однако в группе рабочих с наивысшими уровнями экспозиции ЭМП было зафиксировано значительное превышение риска развития злокачественной меланомы. Последний факт заслуживает особого внимания с учетом изложенных в гл. 2 данных о возможном влиянии ЭМП на секрецию мелатонина, уровень которого контролирует рост и дифференцировку меланоцитов [278].

В другой работе [193] рассчитанный коэффициент смертности вследствие лейкозов и опухолей ЦНС среди рабочего персонала, обслуживающего ЛЭП, превышал 1,0 лишь незначительно.

В отличие от большинства рассмотренных работ, анализировавших возможность негативного влияния ЭМП низких частот, в ряде исследований

была изучена связь между онкологической заболеваемостью и воздействием ЭМП радиочастотного и микроволнового диапазонов. При этом было установлено существенное увеличение риска всей группы лейкозов до 1,8, в т. ч. до 2,1 – для острых лейкозов и до 2,6 – отдельно для острого миелоидного лейкоза у операторов телеграфных и радарных установок [254] и до 1,2 у радиооператоров [279]. Негативные последствия влияния ЭМП были отмечены также и в отношении развития опухолей головного мозга. При этом относительный риск составил 1,4 у радиооператоров [280] и военных летчиков при использовании радиосвязи [280]. Важно отметить, что риск во всех случаях оказывался статистически достоверным, причем как в первых двух работах, выполненных на основании "описательного метода" определения экспозиции ЭМП, так и в последней, оперировавшей методом "экспозиционной матрицы".

Совершенно особый интерес вызывают исследования, посвященные изучению заболеваемости раком грудной железы у мужчин, подвергающихся профессионально обусловленному воздействию ЭМП. В отличие от наиболее часто рассматриваемых лейкозов и опухолей головного мозга, известный вклад в этиологию которых вносят и другие факторы окружающей среды, опухоли грудной железы у мужчин чаще всего связывают с нарушением эпифизарной секреции мелатонина [189], а ЭМП, как следует из гл. 2, считаются в последнее время одним из важных факторов, влияющих на этот процесс. В то же время, поскольку это заболевание относится к числу наиболее редких онкологических заболеваний, то любые сообщения об избирательном увеличении числа случаев этой патологии внутри профессиональных групп, занятых в электроиндустрии, должны настораживать в отношении возможной роли ЭМП в ее этиологии. Однако фактическая база данных пока слишком мала, чтобы расценивать данное заболевание в качестве индикаторной патологии (табл. 4.8).

Наконец, необходимо остановиться на проблеме учета дополнительных производственно обусловленных факторов, имеющих наряду с ЭМП непосредственное влияние на развитие онкологической патологии. Известно, что большое количество рабочих, занятых в радиоэлектронной промышленности, имеют непосредственный контакт с припойными материалами, которые считаются потенциальными канцерогенами [283].

Риск рака грудной железы у мужчин, занятых в электроиндустрии

Проф. группа	ОР
Рабочие АТС, в т. ч. персонал центральных станций	1,4 [185]
Рабочие электроиндустрии в совокупности,	6,5 [185]
	2,1 [281]
	2,07 [258]
	1,8 [282]
в т. ч. для электриков, персонала ГЭС и ЛЭП	6,0 [282]

Примечание: **2,1** – выделенные цифры соответствуют статистически достоверному риску

Кроме того, большое число профессий внутри изучаемых групп предполагают тесный контакт с органическими растворителями, полихлорированными бифенилами и другими химическими агентами, являющимися в той или иной степени канцерогенными [189]. В связи с этим, Т. Thomas с соавт. [284] даже высказывают предположение о том, что канцерогенный эффект в большинстве случаев обсуждаемой онкологической патологии обусловлен скорее химическим воздействием, нежели влиянием ЭМП. При всей справедливости подобных высказываний нельзя еще раз не повторить обсуждаемое в гл. 2 настоящего обзора положение о том, что ЭМП отводится роль промоторов канцерогенеза, и при сочетанном воздействии влияние последнего фактора может усиливать эффекты канцерогенов химической природы [36].

Несмотря на то, что результаты отдельных исследований по проблеме профессионально обусловленного воздействия ЭМП на здоровье человека носят противоречивый характер, авторы большинства аналитических обзоров приходят к настораживающим выводам. Так, S. Kagamimori [285], проанализировав данные большого числа работ, касающихся самых различных аспектов влияния ЭМП на человека, отмечает, что в большинстве из них отсутствуют пока убедительные данные в пользу причинной связи экспозиции ЭМП и онкологической патологии, за исключением, однако, случаев профессионально обусловленного воздействия ЭМП. С другой стороны, как следует из данных обзора D. Savitz [189], связь между профессиональной занятостью в электроиндустрии и риском лейкозов и опухолей головного мозга у работающих слишком последовательна, чтобы считаться случайной. Очень взвешенным подходом отличается итоговый документ Национального комитета США по радиационной защите [206], в котором на основе анализа 17 исследований за период 1979 - 1990 гг. сообщается о статистически достоверном увеличении риска опухолей головного мозга у сварщиков. Превышение среднего риска данного заболевания для широкой группы профессий в электроиндустрии было отмечено также в аналитическом обзоре L. Kheifets [286].

В качестве общего заключения изложенных в этой главе результатов хотелось бы привести выводы одного из самых полных и всесторонних обзоров последнего времени по обсуждаемой теме [287]:

1) возможная связь между заболеваемостью детей лейкозами и воздействием ЭМП, производимых высоковольтными сооружениями, расположенными в непосредственной близости от места постоянного их проживания, несомненно, существует;

2) существует повышенный риск развития хронического лимфолейкоза у рабочих, подвергающихся по роду профессиональной деятельности воздействию ЭМП промышленных частот;

3) для отдельных видов профессий, связанных с экспозицией ЭМП, существует повышенный риск заболеваемости раком грудной железы у мужчин, злокачественной меланомой кожи, опухолями ЦНС, неходжкинской лимфомой, острыми лимфатическими и миелоидными лейкозами.

Глава 5. ВОЗМОЖНОЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА СОСТОЯНИЕ ПОЛОВОЙ ФУНКЦИИ, ТЕЧЕНИЕ И ИСХОДЫ БЕРЕМЕННОСТИ И ПОТОМСТВО

Исследования, посвященные изучению возможных последствий действия ЭМП на репродуктивные процессы у человека, стали появляться, начиная с конца 50-х гг. В большинстве из них рассматривались лишь узкопрофессиональные аспекты проблемы, связанные с влиянием ЭМП радио- и микроволнового диапазонов на здоровье лиц, занятых в радиовещательной и радиопередающей службах, обслуживающего персонала радиолокационных станций и физиотерапевтов [288 - 291]. По мере расширения и уточнения результатов подобного рода исследований стали появляться первые свидетельства нарушения здоровья женщин, подвергающихся воздействию ЭМП в повседневном быту. Одной из первых работ, касающихся возможной взаимосвязи влияния бытовых ЭМП и перинатальной патологии, было исследование Е. Eckert [292], который выявил, что большинство из 294 случаев синдрома внезапной смерти младенцев приходилось на семьи, проживавшие в цокольных или первых этажах многоэтажных зданий. Учитывая тот факт, что ЭМП, генерируемые системами заземления, выражены в значительно большей степени у фундамента, автор предположил причинную роль ЭМП в имевших место летальных исходах.

Однако, несмотря на большой интерес, который вызвала указанная работа, она содержала целый ряд серьезных методологических нарушений. В частности, автор совершенно не учитывал влияние большого числа других вредных факторов, связанных с проживанием на первых этажах. В исследовании отсутствовали четкие характеристики источников ЭМП и результаты их измерений, а также не проводилось сопоставление с контрольной группой. Перечисленные недостатки, характерные и для большинства других работ этого периода, не позволили расценить полученные к тому времени результаты и выводы как окончательные и достоверные [293]. Вместе с тем, эти работы привлекли внимание к проблеме возможного влияния ЭМП на репродуктивную функцию человека, в связи с чем количество исследований по данной теме со временем стало возрастать.

5.1. Влияние ЭМП на состояние половой функции у мужчин

Первое серьезное эпидемиологическое исследование по данной проблеме, явившееся прообразом многочисленных последующих работ в этой области, было проведено в 1979 г. в Швеции [294]. Авторы изучили состояние репродуктивной функции у 53 практически здоровых рабочих мужского пола, занятых на обслуживании высоковольтных подстанций (400 кВ), со стажем работы не менее 5 лет в сравнении с тем же количеством рабочих, не подвергавшихся производственно обусловленному воздействию ЭМП. При этом было показано, что количество детей, родившихся от отцов первой группы в период занятости последних в высоковольтной индустрии, оказалось достоверно меньшим по сравнению с контрольной группой. Однако нужно заметить, что подобное соотношение, как выяснилось из опроса, имелось и до того как представители первой группы перешли на работу, связанную с воздействием токов высокого напряжения. В то же время, достоверным результатом исследования явилось зарегистрированное авторами изменение соотношения полов среди родившихся в сторону уменьшения количества родившихся мальчиков. Последнее оказалось вполне соответствующим экспериментальным данным (см. гл. 2).

Результаты процитированной работы получили дальнейшее развитие в другом еще более широком исследовании [295], в котором оценивалось состояние репродуктивной функции 372 мужчин, обслуживавших трансформаторные установки со средней величиной напряжения тока в 400 кВ. В качестве группы сопоставления были выбраны 170 рабочих того же предприятия, работавших с оборудованием, в котором величина напряжения тока не превышала 70 кВ. В результате, авторы подтвердили уменьшение удельного числа новорожденных мужского пола среди детей, родившихся от рабочих, подвергавшихся воздействию токов очень высокого напряжения, и, кроме того, показали, что жалобы на те или иные проблемы, связанные с зачатием, встречались у последних в 2 раза чаще по сравнению с контрольной группой. Самым настораживающим итогом исследования оказалось более чем 3-кратное превышение числа врожденных аномалий развития различных органов и систем у детей, родившихся от представителей первой группы. Важно отметить, что упомянутые различия сохраняли силу и после дополнительной корректировки результатов с учетом таких факторов, как курение, употребление алкоголя и медикаментов в обеих группах исследуемых, а также с учетом возраста матерей и др.

Рассматривая вопрос о профессиональном воздействии ЭМП на половой аппарат мужчин и, как следствие, на состояние здоровья потомства, необходимо особо остановиться на проблеме развития злокачественных опухолей у детей, отцы которых длительное время были подвержены воздействию профессионально обусловленных ЭМП.

В одной из первых работ, привлечших внимание к этой проблеме [296], авторы проанализировали профессиональный анамнез отцов, у детей которых в возрасте до 14 лет была диагностирована нейробластома. При

этом на совокупную группу профессий, наиболее характерных для электроиндустрии (электрики, персонал высоковольтных ЛЭП, сварщики, персонал электроремонтных мастерских и др.), приходилось 17 из 157 случаев заболевания, что соответствовало статистически достоверному увеличению риска развития данного заболевания в потомстве до 2,13 в сравнении с другими профессиональными группами.

В других работах [297, 298], сопоставимых по числу объектов исследования и методике, достоверного увеличения риска как для отдельных, так и для всей группы рассматриваемых профессий не было зарегистрировано.

Что касается риска развития опухолей головного мозга у потомства тех отцов, которые подвергались на производстве воздействию сильных ЭМП, то в этом случае были получены более однородные результаты. В частности, в трех исследованиях было подтверждено увеличение вероятности развития онкологической патологии в 2,4 - 3,6 раза у детей рабочих, принадлежащих к совокупной группе работающих в электроиндустрии [299], в 3,8 раза — у детей сварщиков [300] и в 3,5 раза — у детей электриков [301]. При этом необходимо подчеркнуть, что в случае анализа риска в слишком широкой выборке представителей различных электротехнических профессий отмеченные выше результаты во многом нивелировались [302], что является еще одним примером уже обсуждавшихся в гл. 4 недостатков подобного методического подхода.

Кроме того, еще в одном исследовании была выявлена связь между профессионально обусловленной экспозицией ЭМП коротковолнового и микроволнового диапазонов, имевшей место у исследуемой группы мужчин, и развитием врожденных аномалий у их потомства [303].

В отличие от предыдущих исследований, Е. Vuiatti с соавт. [304] оценивали непосредственное влияние ЭМП на состояние репродуктивной функции мужчин. Авторы изучали взаимосвязь между мужским бесплодием и профессионально обусловленным воздействием ЭМП. При сравнительном анализе профессиональной занятости 112 мужчин, страдавших различными формами бесплодия, и 127 здоровых в этом отношении лиц было установлено, что в первой группе было почти в 6 раз больше представителей профессий радиоэлектронной промышленности. Однако оценить достоверность подобных результатов не представляется возможным, т. к. авторы исследования не привели четких характеристик источников ЭМП, характерных для профессий, с которыми они предположительно связали изученную патологию. В последующих более детальном исследованиях и обзорах риск мужского бесплодия в связи с воздействием производственно обусловленных ЭМП не был подтвержден [305, 306].

Методологические неточности, связанные, в первую очередь, с проблемой объективной оценки экспозиционной дозы, не позволяют строго интерпретировать результаты очень важного исследования, в котором изучалась распространенность рака яичка у полицейских, постоянно пользующихся в работе ручным радаром [307]. При этом авторы связали факт более высокой встречаемости данного заболевания в изучаемой группе с воздействием ЭМИ радарной установки, т. к. последняя в процессе

работы часто располагается в непосредственной близости от половых органов полицейского. В то же время, прямые измерения ЭМИ при правильном использовании радаров не показали существенного превышения экспозиции, которая составляла менее 1% от ПДУ [308] или всего 20 мкВт/см² [309].

Несмотря на то, что большинство приведенных в этом разделе данных были получены на основе косвенных методов учета экспозиции ЭМП и в соответствии с современными требованиями, не могут считаться достоверными, дальнейшие исследования в этой области должны быть продолжены с учетом многочисленных экспериментальных данных о негативном влиянии ЭМП (и, в первую очередь, микроволнового излучения) на мужской половой аппарат (см. гл. 2).

5.2. Влияние ЭМП на течение и исходы беременности и потомство

Работы, посвященные изучению профессионально обусловленного воздействия ЭМП на состояние репродуктивной функции у женщин, представлены значительно меньшим числом, что может быть объяснено тем, что рассматриваемые в качестве опасных профессии являются по большей части "мужскими". Тем более интересными представляются результаты широкомасштабного когортного исследования К. Немминки с соавт. [310], в котором оценивался риск спонтанных абортс среди 35 тысяч женщин, являющихся членами профсоюза металлистов Финляндии. Авторы констатировали увеличение числа случаев изучаемой патологии в группе женщин, занятых в радиоэлектронной промышленности, и, особенно, среди работниц, занятых на производстве радиоприемников и телевизоров. Кроме того, сравнительный анализ числа спонтанных абортс среди последних в период их нынешней работы и до того, как они вступили в данный профсоюз, показал достоверное различие этих показателей, составивших соответственно 12% и 4,8% от общего числа зарегистрированных беременностей в сравниваемые периоды. Эти результаты согласуются с данными еще одного исследования, установившего увеличение числа спонтанных абортс среди работниц полупроводниковой промышленности [311]. Вместе с тем, указанные результаты не могут быть интерпретированы с позиции исключительного влияния ЭМП без учета других вредных факторов данных производств. Так, при отдельном пофакторном анализе в упомянутом исследовании К. Немминки с соавт. было показано, что наибольшая степень риска спонтанных абортс внутри группы лиц, занятых в производстве радиоприемников и телевизоров, была отмечена среди работниц, связанных по роду профессии с припойными материалами. Кроме того, методика большинства из приведенных исследований не предполагала проведения фактического измерения величины ЭМП, с которыми предположительно связывались изученные эффекты.

R. Ouellet-Hellstrom и W. Stewart [312] рассматривали влияние ЭМП микроволнового диапазона на течение и исходы беременности у врачей-

физиотерапевтов. При этом было показано, что лица, работавшие в период зачатия и ранних сроков беременности с приборами СВЧ- и УВЧ-диапазонов, были подвержены более высокому риску спонтанных абортов, составившему 1,3 по сравнению с контрольной группой. В группе же с самым высоким уровнем экспозиции ЭМП (более 20 сеансов в месяц) было отмечено почти 1,6-кратное возрастание вероятности выкидышей. Данные об отрицательном влиянии ЭМИ, производимых физиотерапевтическими приборами, на развитие плода приводятся также в исследовании В. Kallen с соавт. [313].

В связи с этим, интересными представляются данные исследования Е. Tzima и С. Martin [314], которые проводили оценку величины расстояния от работающих физиотерапевтических приборов, которое могло считаться относительно безопасным для врача. При этом было установлено, что операторы приборов физиотерапевтической диатермии должны находиться от установки на расстоянии не менее 1 метра.

Наряду с важностью установления и оценки эффектов производственно обусловленного воздействия ЭМП едва ли не большую значимость приобретает проблема изучения особенностей репродуктивного здоровья в связи с воздействием ЭМП от встречающихся в повседневном быту источников в силу повсеместной их распространенности и гораздо более длительных сроков контакта с ними человека.

Не считая уже цитированной работы Е. Eckert [292], одними из первых к анализу данной проблемы подошли N. Wertheimer и Е. Leeper [315], изучавшие влияние ЭМП, генерируемых встроенными системами электроподогрева одеял и матрасов, широко распространенных за рубежом, на процессы внутриутробного развития. При сопоставлении показателей здоровья 1256 новорожденных в сравниваемых группах родителей - тех, что регулярно использовали упомянутые электроприборы, и тех, что никогда не прибегали к ним, - было установлено несколько важных фактов:

- 1) увеличение средних сроков беременности у женщин первой группы;
- 2) несмотря на то, что число новорожденных с весом менее 2500 г оказалось одинаковым в обеих группах, удельный вес тех из них, что имели срок гестации в 37 недель и более составил в первой группе 46%, в то время как во второй всего 21%;
- 3) количество спонтанных абортов в период 1 года до зачатия тех детей, которые были включены в настоящее исследование, оказалось в 2 раза выше у женщин из первой группы, причем большинство выкидышей у них приходилось на холодный период года (с сентября по июнь), когда, как известно, наиболее интенсивно используются упомянутые средства подогрева.

Однако одним из главных недостатков цитированной работы явилось отсутствие четкого разграничения между эффектами воздействия ЭМП и непосредственным термическим эффектом электроприборов.

В связи с этим, в следующей работе тех же исследователей [316] в качестве исследуемого источника ЭМП была выбрана система электрокабельного обогрева квартир, не оказывающая термического эффекта на ткани человека. При этом авторы регистрировали общее

количество выкидышей (срок гестации менее 20 недель) у женщин, проживающих в исследуемых квартирах, сопоставляя их с данными, полученными в контрольной группе женщин, проживающих в домах с другими системами отопления. Исследование не показало различия изученных параметров в обеих группах, однако, помесячный подсчет числа спонтанных абортс выявил достоверное увеличение этого показателя в группе женщин, проживающих в домах с электрокабельным подогревом в холодный период года, т. е. в период повышенной рабочей нагрузки в системе отопления, чего не наблюдалось в контрольной группе. Вместе с тем, нужно отметить, что как и в предыдущей работе авторы данного исследования не приводят данных об учете других неблагоприятных факторов, связанных с холодным временем года (инфекционные заболевания, прием медикаментов и т. д.). Кроме того, и это можно считать одним из главных недостатков процитированных работ, авторы использовали лишь косвенные эквиваленты экспозиции ЭМП, не проводя прямых измерений. Вместе с тем, в одном из недавних исследований [317], охватившем около 3000 беременных и опиравшемся на данные прямой дозиметрии ЭМП, было показано отсутствие риска рождения детей с низким весом, а также задержки внутриутробного развития при использовании матерями матрасов с электроподогревом в период зачатия и в первом триместре беременности.

Уже в первой из приведенных в настоящей части обзора работ N. Wertheimer и E. Leeper [315] попытались установить возможность тератогенного эффекта ЭМП. Однако количество случаев врожденных аномалий в исследуемой группе не превышало таковое в контрольной. Подобные результаты были получены еще в двух исследованиях, которые показали даже факт незначительного уменьшения числа врожденных дефектов развития нервной трубки, верхней губы и неба у детей, родители которых пользовались одеялами и матрасами с электроподогревом [318], и дефектов развития скелета и сердца у детей, чьи родители постоянно проживали в зоне прохождения высоковольтных ЛЭП [319]. Подобную обратную зависимость, с точки зрения автора последнего из приведенных исследований, можно связать с неоднократно установленными фактами достоверного увеличения числа спонтанных абортс у матерей, подвергавшихся воздействию ЭМП. С одной стороны, среди выкидышей наблюдается значительное число плодов с теми или иными аномалиями развития, которые не учитываются большинством исследователей, а, с другой стороны, серьезные дефекты развития плода сами по себе провоцируют спонтанные абортс.

Для того, чтобы в какой-то мере разрешить возникающие противоречия, а также исключить влияние ряда привходящих факторов G. Shaw и L. Croen [146] справедливо предлагают избирательно сузить гетерогенную группу спонтанных абортс и оценивать риск ранних выкидышей отдельно от поздних, исходя из того, что увеличение риска ранних абортс (срок гестации менее 13 недель) с гораздо большей вероятностью свидетельствует о серьезных нарушениях внутриутробного развития и возможном тератогенном действии на плод. К сожалению, подобный подход принимается далеко не всеми исследователями.

Фактически лишь в одной работе [320] к настоящему времени отчетливо было установлено значительное возрастание риска развития врожденных аномалий. При этом авторами было показано, что риск развития дефектов мочевых путей у детей, чьи матери сообщали о регулярном использовании в период беременности одеял с электроподогревом, составлял 4,4, причем в случае использования данного электроприбора в течение первого триместра риск возрастал до 10,0. Риск также имел тенденцию к возрастанию при увеличении времени использования электроодеял. В то же время, необходимо учитывать, что в исследование были включены только женщины с признаками субфертильности (т. е. со сниженной способностью к зачатию), что уже само по себе в силу особых генетических и гормональных факторов может влиять на процессы внутриутробного развития.

В ряде работ изучалось влияние ЭМП, возникающих вблизи высоковольтных сооружений, на состояние репродуктивной функции у женщин, проживающих в непосредственной близости от ЛЭП. При этом E. Robert с соавт. [321] показали статистически недостоверное возрастание риска развития врожденных аномалий у детей, матери которых проживали на расстоянии менее 50 м от высоковольтных ЛЭП, до 1,25. Тем не менее, авторы зарегистрировали среди 11 случаев врожденных дефектов в изучаемой группе 2 случая аномалий с наличием хромосомных aberrаций. Однако общий вывод этой исследовательской группы, подтвержденный и в последующем обзоре публикаций, выполненном ими по этой теме [322], сводится к тому, что к настоящему времени отсутствуют убедительные доказательства того, что ЭМП, встречающиеся в повседневном быту, влияют на процессы внутриутробного развития.

Учитывая тот факт, что методика большинства из приведенных исследований не предполагала проведения фактического измерения величины ЭМП, с которыми предположительно связывались изучаемые эффекты, особый интерес представляет одна из последних работ J. Juutilainen с соавт. [323]. При проведении прямых измерений величины магнитного поля в домах 89 женщин, имевших в анамнезе ранние выкидыши, и 102 представительниц контрольной группы с благоприятными исходами беременности авторы показали увеличение риска раннего прерывания беременности у женщин, проживающих в домах, где величины магнитного поля достигали 0,63 мкТл, до 5,1 (1,0 - 25,0). Вместе с тем, авторы, учитывая ограниченное число случаев регистрации столь высокой степени экспозиции, предостерегают от однозначного толкования результатов исследования.

Совершенно с другой стороны к решению данной проблемы подошли R. Brent с соавт. [324], которые оспаривают возможность тератогенного действия ЭМП на основании того, что резко возрастающее производство и потребление электроэнергии, которые мы наблюдаем в последние десятилетия, не сопровождается адекватным ростом количества врожденных аномалий развития.

В то же время, оценивая приведенные критические замечания, необходимо учитывать, что все неблагоприятные факторы, взятые в

совокупности, среди которых действие ЭМП стоит далеко не на первом месте, могут объяснить возникновение всего лишь около 10% врожденной патологии [325], и поэтому изменения внутри этой узкой группы могут быть легко просмотрены при анализе динамики всех случаев патологии в совокупности.

В заключение данного раздела, хотелось бы привести результаты уже цитированных в гл. 4 исследований, лишней раз показывающие чрезвычайную важность обсуждаемого вопроса. Так, D. Savitz с соавт. [243], оценивая риск развития онкологической патологии у детей, чьи матери сообщали об использовании в период беременности одеял с электроподогревом, установили его повышение до 1,3 – для совокупной группы онкологических заболеваний, до 1,7 – для лейкозов и до 2,5 – для опухолей головного мозга, причем в последнем случае риск был статистически достоверным. В другом исследовании [214], выполненном с тех же позиций, риск лейкозов у детей составил 1,21.

5.3. Влияние ЭМИ, возникающих при работе с видеодисплейными терминалами на течение и исходы беременности и потомство

Большинство исследователей уделяют проблеме возможного влияния ВДТ на течение и исходы беременности особое место. Это связано, во-первых, с тем, что в отличие от других производственно обусловленных ЭМП профессии, предполагающие постоянную работу с ВДТ, являются по преимуществу женскими. При этом общее время работы с ВДТ, как правило, достигает нескольких часов в день, что значительно превышает таковое для прочих электроприборов. Во-вторых, в последнее время накапливается все больше данных о совершенно особых условиях экспозиции ЭМП, в связи с чем воздействие ЭМИ, возникающих при работе с ВДТ, на человека и, в особенности, на ткани головного мозга значительно превышает значения, свойственные другим электроприборам [326]. При этом подчеркивается, что биологическая активность излучений такого широкого спектра от 30 Гц до 300 МГц и выше (см. табл. 3.1) оказывается значительно выше монохроматического излучения [22]. Постоянно меняющаяся интенсивность магнитного поля, обусловленная принципом дисплейной развертки, оказывает также совершенно особое действие [195]. По данным Российского центра электромагнитной безопасности [327], из обследованных в 1994 - 1996 гг. ВДТ только 15% удовлетворяли требованиям наиболее жестких шведских стандартов и не требовали применения защитных средств. При этом зона опасного воздействия ЭМП достигала 2,6 м в радиусе. К сожалению, как свидетельствуют авторы последнего исследования, имеющиеся на сегодня в России нормативы ПДУ производственно обусловленных ЭМИ, не предполагают выделения ВДТ в особый класс источников излучения.

В связи с этим, Всемирная организация здравоохранения определила исследование биологического действия низкочастотных ЭМП, возникающих при работе с ВДТ, как приоритетное на ближайшие 5 лет. В США защита пользователей ВДТ от ЭМИ признана национальной проблемой, а в Германии работа с ВДТ входит в список 40 наиболее вредных и опасных профессий [26].

Очень настораживающими представляются последние данные об установлении возможности образования в организме антител, обладающих повреждающим действием на развитие плода при воздействии ЭМИ с плотностью потока энергии 500 мкВт/см^2 и даже менее [26]. Для сравнения в табл. 5.1 приведены величины ЭМИ, возникающие при работе с различными производственными источниками.

Т а б л и ц а 5.1

Интенсивность электромагнитных излучений на рабочих местах различных специальностей [26]

Характер производственного процесса	Интенсивность облучения (мкВт/см ²)
Регулировка, настройка и испытание радиолокационных станций (РЛС) на заводах и ремонтных мастерских	> 1000
Регулировка, настройка и испытание отдельных СВЧ-блоков, узлов и приборов, в т. ч. в радиоэлектронной и полупроводниковой промышленности	До 1000
Эксплуатация РЛС на аэродромах гражданской авиации	100 - 1000
Эксплуатация СВЧ-аппаратов, в т. ч. физиотерапевтических приборов	1 - 2000 До 500
Работа с ВДТ	

Что касается результатов научных исследований по обсуждаемой проблеме, то в числе первых нужно упомянуть данные работы М. Lewis с соавт. [328], которые в очень ограниченном по числу обследуемых лиц исследовании, включавшем 30 женщин, беременность которых завершилась спонтанным абортom не позднее 20 недель гестации, и 60 женщин того же возраста с нормальным исходом беременности, взятых в качестве контрольной группы, показали возрастание риска самопроизвольных выкидышей до 1,7 в группе лиц, сообщавших о регулярном использовании ВДТ в период беременности.

Учитывая ограниченный объем материала приведенной работы, А. McDonald с соавт. [329] проанализировали уже около 9,5 тысяч случаев беременности. При этом авторы рассчитали отношение общего числа зарегистрированных спонтанных абортов к общему числу ожидаемых, в результате чего было показано, что величина данного коэффициента в группе женщин, не использовавших ВДТ в период беременности, составила

0,89, в то время как среди тех, кто сообщал об использовании ВДТ в эти сроки, она колебалась от 1,12 до 1,25 в зависимости от еженедельного времени экспозиции. Подобные результаты нашли подтверждение в целом ряде широких контролируемых исследований [330 - 332], причем в работе М. Goldhaber с соавт. [330] было показано уже 1,8-кратное увеличение вероятности самопроизвольных выкидышей среди женщин, пользовавшихся ВДТ на протяжении первого триместра беременности. При этом большинство авторов расценивали в качестве критической дозу экспозиции в 20 ч/нед.

Особенно интересной, с точки зрения высказанных в предыдущей части главы соображений, представляется работа G. Windham с соавт. [333], в которой было показано возрастание риска ранних выкидышей (до 13 недель гестации) до 1,6 у работавших с ВДТ до 20 ч/нед., в то время как риск спонтанных аборт, взятых в совокупности в группе женщин, подвергавшихся воздействию ВДТ во время беременности, составил всего 1,2.

Вместе с тем, в сопоставимых по масштабу исследованиях других авторов [334 - 338] не было получено статистически достоверного увеличения риска спонтанных аборт. Эти выводы были также подтверждены в двух аналитических обзорах [339, 340], в которых средняя величина риска, полученная, исходя из данных более чем десяти различных исследований, оказалась близкой к 1,0.

Еще более противоречивой к настоящему времени представляется связь между воздействием ЭМИ ВДТ на беременных и развитием врожденных аномалий развития у потомства. Уже в самом начале 80-х гг. в двух, последовавших одна за другой работах [341, 342], охвативших около 1,5 тысяч детей с врожденными дефектами развития, было констатировано избирательное повышение риска аномалий развития сердечно-сосудистой системы до 1,6 у детей, матери которых не менее 1 часа в день в период первого триместра беременности контактировали с ВДТ. Вскоре после этого еще целый ряд исследований подтвердил полученные результаты.

Так, в уже цитированной работе А. Ericson и В. Kallen [331] было показано возрастание риска уже для всей группы врожденных дефектов до 1,6 в потомстве матерей, сообщавших об использовании ВДТ в период беременности, причем при отдельной оценке риска для групп с разными уровнями экспозиции было зарегистрировано его повышение уже до 2,3 при увеличении времени работы с ВДТ до 20 часов в неделю. При оценке риска врожденных дефектов в группе матерей с указанной экспозиционной дозой другими исследователями было также показано его возрастание до 1,4 для совокупной группы аномалий [330] и отдельно для дефектов сердечно-сосудистой системы [343]. Из перечисленных работ очень взвешенным подходом выделяется исследование Р. Westerholm и А. Ericson [338], в котором была проведена многосторонняя оценка исходов более, чем 4 тысяч случаев беременности у работниц офисов, регулярно пользовавшихся ВДТ. Авторы не обнаружили достоверных отклонений от ожидаемых величин в отношении числа случаев мертворождений, спонтанных аборт, а также показателей перинатальной смертности и среднего веса новорожденных. Вместе с тем, ими было показано более,

чем 2-кратное увеличение числа основных дефектов развития в потомстве в группе лиц, пользовавшихся ВДТ около 10 часов в неделю.

С другой стороны, в большом количестве других исследований не было подтверждено сколько-нибудь значительного увеличения риска развития врожденных дефектов в потомстве пользователей ВДТ [329, 335, 336, 344]. Средняя величина риска, полученная при анализе данных пяти других исследований и приведенная в цитированном выше обзоре [337], не превысила 1,0.

Сообщения об иных формах акушерской патологии в связи с воздействием ЭМИ ВДТ в период беременности являются к настоящему времени единичными и не позволяют сделать даже предварительных заключений. Так, Т. Vjerkedal и J. Egenaes [344] показали увеличение уровня перинатальной смертности до 1,7% в потомстве женщин, работавших в период беременности с ВДТ, по сравнению с показателем в 0,8%, зарегистрированным в потомстве тех же лиц до или уже после постоянного контакта с ЭМИ ВДТ. Однако в проводившемся параллельно исследовании [338] эти результаты не нашли подтверждения. Подобная же неясность существует пока в отношении данных об увеличении числа новорожденных с низким весом (менее 2500 г) в исследуемой группе женщин. При этом А. Ericson и В. Kallen [337] показали увеличение доли новорожденных с весом как менее 1500 г, так и менее 2500 г среди женщин, пользовавшихся ВДТ от 10 до 20 часов в неделю в период беременности. В то же время, в целом ряде других исследований [317, 334, 335, 338, 339] подобная тенденция не была подтверждена.

Известная противоречивость результатов, приведенных в этом разделе, обусловлена, в первую очередь, несовершенством определения экспозиционной дозы, чаще всего основанного на одних лишь сообщениях исследуемых. С другой стороны, до сих пор не выработана единая методика прямого измерения интенсивности ЭМИ, что связано с особенностями работы ВДТ, и о чем подробнее сказано в гл. 3. Именно поэтому, данные исследований, в которых проводились те или иные измерения ЭМП [317, 336], также нельзя считать окончательными. В связи с этим, чрезвычайно важным представляется экспертное заключение комитета ВОЗ по проблеме неблагоприятного влияния ВДТ на здоровье пользователей [194], в котором целый ряд исследований, цитированных в этой части главы и показавших весьма настораживающие результаты [329, 331, 337, 341, 342], были признаны достаточно надежными и достоверными.

Несмотря на отсутствие полной ясности в вопросах влияния ЭМИ ВДТ на организм пользователя и, в первую очередь, беременной женщины во многих странах уже предпринимаются ограничительные меры, регламентирующие воздействие ЭМИ ВДТ на человека. Важно подчеркнуть, что в 1996 г. в России также были приняты новые санитарные правила и нормы в отношении работы с ВДТ [345], которые, в частности, вводят запрет на работу с компьютерными мониторами для женщин с момента установления беременности и на весь период лактации.

Чрезвычайно важным в этом отношении этическим моментом является полное и своевременное информирование населения о возможных

неблагоприятных эффектах ЭМИ ВДТ на здоровье пользователя. Уже в 1992 г. Европейским экономическим сообществом была выпущена директива, в которой изложены следующие требования:

"Оператор, работающий с ВДТ, должен быть информирован о мерах безопасности и сохранения здоровья, а также о мерах, предпринимаемых с целью уменьшения или устранения любого риска". Это представляется очень важным с учетом данных I. Wright [346] о том, что лица, постоянно связанные с работой с ВДТ, во многих случаях сообщают о боязни работы с компьютерами в последнее время.

Глава 6. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ И СИСТЕМ

6.1. Влияние ЭМП на нервную систему

Нервная система и тесно взаимосвязанная с ней сердечно-сосудистая система являются потенциально наиболее уязвимыми для воздействия ЭМП, т. к. представляют собой биоэлектрические системы [347], способные реагировать на внешнее воздействие электрических сигналов [348]. Именно функциональные нарушения нервной системы различного характера (головные боли, утомляемость, нарушения внимания и др.), широко распространившиеся среди обслуживающего персонала первых мощных радиолокационных станций, внедренных в систему противоздушной обороны вскоре после Второй мировой войны, впервые привлекли внимание медиков к проблеме воздействия ЭМП на человека [349]. Таким образом, различные аспекты негативного воздействия ЭМП на функциональное состояние различных отделов нервной системы изучаются вот уже около 50 лет, а возможность развития нервной патологии вследствие воздействия данного фактора давно является общепризнанным фактом, в отличие от большинства обсуждавшихся в настоящем издании вопросов. При этом различные нарушения нервной регуляции (наряду с патологией органа зрения) вплоть до последнего времени остаются единственной формой патологии, представленной в официальных руководствах по профессиональным заболеваниям в разделе болезней, обусловленных воздействием ЭМП.

Чтобы кратко суммировать эти данные, сошлемся на одно из самых подробных изданий, выполненное под редакцией Н.Ф. Измерова [21]. Авторы руководства выделяют острое и хроническое воздействие ЭМП. При этом острое воздействие предполагает достаточно кратковременное воздействие ЭМП очень высокой интенсивности (например, при экстренном ремонте ЛЭП, авариях на электростанциях и т. д.), что сопровождается выраженными нарушениями вегетативной регуляции различных функций, которые развиваются как следствие рефлекторных реакций, в первую очередь, на тепловой эффект ЭМП. Последнее проявляется быстро развивающейся слабостью, нарушениями сердечной деятельности, жадой, иногда дрожью в конечностях, спастическими реакциями сосудистой системы, а в редких случаях рвотой. Эти изменения при своевременном прекращении вредного воздействия полностью обратимы.

Гораздо большее значение имеет патология, развивающаяся вследствие хронического воздействия ЭМП, т. к. затрагивает очень широкие профессиональные группы, занятые в электроиндустрии. При этом

авторы руководства выделяют три основных синдрома нарушений нервной регуляции:

- 1) астенический;
- 2) астеновегетативный или синдром вегетососудистой дистонии;
- 3) гипоталамический.

Астенический синдром, в основном, характерен для начальных стадий заболевания и подразумевает развитие у работающих таких функциональных расстройств, как частые головные боли, повышенная утомляемость, раздражительность, различные нарушения сна, периодически возникающие боли в области сердца функционального характера, которые наряду с тенденцией к артериальной гипотонии и брадикардии являются проявлением расстройств вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы.

В умеренно выраженных стадиях заболевания развивается астеновегетативный синдром, характеризующийся дальнейшим усугублением вегетативных нарушений. При этом ваготонические реакции, характерные для первой фазы заболевания, сменяются симпатикотонией, что предопределяет преобладание ангиоспастических реакций, появление переходящей артериальной гипертензии, приступов тахикардии и соответствует клинической картине вегетососудистой дистонии по гипертоническому типу.

В отдельных выраженных случаях заболевания развивается гипоталамический синдром, характеризующийся периодическим возникновением дизэнцефальных кризов преимущественно симпатoadrenalового типа. У таких больных наблюдаются эмоциональная лабильность, гипервозбудимость, неустойчивость настроения с склонностью к ипохондрическим реакциям, нарушения сна и снижение памяти. В тяжелых случаях головные боли приобретают приступообразный характер и часто сопровождаются предобморочными и обморочными состояниями. Вне кризов расстройство вегетативной регуляции проявляются такими симптомами, как чрезмерная потливость, дрожание пальцев рук, пониженная температура кожи и зябкость рук и ног. Кроме того, больные жалуются на частые сжимающие и щемящие боли в области сердца, плохо поддающиеся действию сосудорасширяющих средств, иногда ощущения перебоев в работе сердца, периоды внезапной нехватки воздуха, общую слабость и утомляемость. При дополнительных обследованиях у таких больных часто обнаруживают повышение артериального давления, раннее развитие признаков ишемической болезни сердца, нарушения мозгового кровотока и изменения биоэлектрической активности коры головного мозга, а также пограничные психопатологические изменения. Такие больные очень рано инвалидизируются.

Вместе с тем, в последнее время широко обсуждаются иные аспекты влияния ЭМП (в первую очередь, промышленных частот) на состояние нервной системы у человека. При этом одной из важнейших проблем, вызывающей научный интерес, начиная с начала 80-х гг., является выяснение возможной причинной связи между длительным воздействием ЭМП и распространенностью депрессивных состояний среди работающих и,

возможно, самоубийств [350 - 352]. Последнее представляется вполне оправданным, т. к. значительно более частая встречаемость таких предрасполагающих к этому факторов, как эмоциональная неустойчивость с склонностью к дисфории, неврастения, ипохондрические и фобические реакции среди длительно работающих в электроиндустрии является уже общепризнанным фактом [21]. Кроме того, как показано в большом числе исследований, выполненных к настоящему времени, существует несомненная связь между увеличением числа нервных и психических заболеваний и колебаниями магнитного поля Земли в периоды т. н. магнитных бурь [353, 354, рис. 6.1). Несмотря на то, что выводы многих исследователей носят предварительный характер, к настоящему времени уже имеется целый ряд работ, показавших ту или иную степень риска развития депрессивной симптоматики среди рабочих электроиндустрии [355] и населения, проживающего в непосредственной близости от ЛЭП [356 - 358]. В специально выполненных работах в рамках комплексной антропоэкологической экспертизы селитебной территории одного из районов г. Новосибирска, находящейся в зоне постоянного воздействия ЭМП, производимых высоковольтной ЛЭП, была подтверждена подобная тенденция [359]. При сопоставлении группы, состоявшей из жителей домов, расположенных на расстоянии менее 100 метров от ЛЭП, с контрольной группой был выявлен повышенный риск пограничных психических нарушений в первой группе. При этом, что очень важно, указанные отличия оказались более выраженными в возрастной группе до 20 лет.

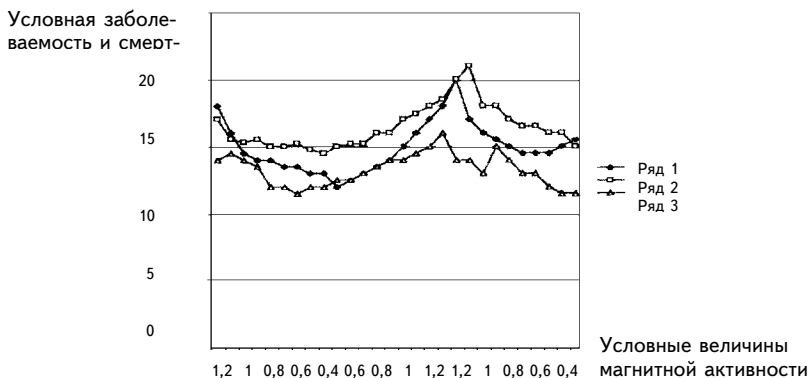


Рис. 6.1. Динамика нервно-психической заболеваемости и смертности в связи с естественными колебаниями геомагнитной активности [15]

Примечание: Ряд 1 – смертность от нервных заболеваний,
 Ряд 2 – число эпилептических припадков,
 Ряд 3 – число самоубийств

Кроме того, в нескольких широких исследованиях под руководством D. Baris и V. Armstrong [193, 360, 361] была установлена связь между профессиональной занятостью в электроиндустрии и увеличением числа самоубийств в данной группе рабочих. Очень настораживающим является то, что эти данные были в дальнейшем подтверждены и в отношении мужского населения, проживающего в непосредственной близости от высоковольтной ЛЭП (500 кВ) [362].

Вместе с тем, нужно учитывать, что в силу относительной редкости изучаемой патологии число проанализированных случаев зачастую оказывается весьма ограниченным, что самым серьезным образом влияет на достоверность полученных результатов.

Другой проблемой, совершенно неизвестной еще 10 лет назад, является широкое распространение как среди рабочих, занятых в электроиндустрии, так и среди населения в целом ряде стран своеобразных психосоматических расстройств, определяемых как "синдром повышенной электрочувствительности" и приобретающих широкое распространение [363]. Сущность данной патологии заключается в том, что у ряда лиц в процессе работы с различным электрооборудованием возникают приступообразные головные боли, резкая слабость, расстройство внимания, а также целый ряд необычных нарушений кожной чувствительности, таких как онемение и парестезии в руках, ощущение сухости кожи рук, повышенная чувствительность к воздействию на кожу различных химических веществ [364 - 366]. При этом пациенты зачастую вынуждены обращаться к врачам, считая эти симптомы следствием повышенной чувствительности к ЭМП и зачастую оказываются неспособными к дальнейшей работе. Кроме того, выделяется группа аллергически предрасположенных людей, у которых может развиваться гиперчувствительность к воздействию электрических полей [367]. Такие больные могут даже терять сознание во время грозы или при прохождении под высоковольтными ЛЭП.

Однако многочисленные и различные по методике экспериментальные исследования [364, 368 - 370] не показали зависимости между возникновением описанных нарушений и воздействием ЭМП различной интенсивности. При этом все больные, включенные в исследования, оказались неспособными провести различие между ложным и реальным воздействием ЭМП промышленных частот. Таким образом, к настоящему времени многие исследователи считают, что синдром "повышенной гиперчувствительности" является своеобразной психосоматической реакцией на широко распространенные в современном обществе страхи и опасения, связанные с сообщениями о возможном негативном влиянии ЭМП [364], которые в условиях недостаточного информирования могут реализоваться в соматические жалобы. В пользу данного предположения свидетельствует, в частности, положительный опыт психологических методов коррекции данных расстройств [369].

При всей справедливости подобной точки зрения нельзя не привести ряд важных замечаний. Во-первых, тот факт, что испытуемые в условиях "слепого" эксперимента в цитированных выше исследованиях не смогли различить реальное воздействие ЭМП, является вполне объяснимым и

предсказуемым. Как было уже неоднократно показано в исследованиях на людях и обезьянах [371, 372] порог сознательного восприятия внешнего воздействия ЭМП у них лежит очень высоко, соответствуя интенсивности электрической составляющей в 12 кВ/м, что во много раз превышает ПДУ для промышленных ЭМП. Однако последнее не означает отсутствия реакций другого уровня. Как свидетельствуют экспериментальные данные, существует независимая от сознания рецепторная чувствительность к воздействию даже очень слабых ЭМП порядка 0,0001 В/м [38], которая отвечает за выработку различных безусловнорефлекторных реакций, что проявляется изменениями вегетативной (т. е. бессознательной) регуляции различных функций [349], которые могут лежать в основе развития многих описанных выше симптомов при воздействии ЭМП.

Не далее как с середины 90-х гг. обсуждается возможность развития болезни Альцгеймера (слабоумие пожилых) у людей, по роду профессий, связанных с воздействием ЭМП (в т. ч. промышленных частот). При этом в ряде исследований было показано, что в исследуемых группах больных с данным заболеванием оказывалось почти в 4 раза больше лиц, подвергавшихся в прошлом производственно обусловленному воздействию ЭМП, чем в контрольных группах [373, 374]. Важно подчеркнуть, что степень риска существенно не изменялась при расширении группы обследуемых до более, чем 300 человек, а также после учета таких факторов, как пол, образование и возраст. При этом в качестве группы сравнения были выбраны пациенты с другими видами слабоумия (исключая сосудистый генез).

В настоящее время высказываются несколько предположений, в какой-то мере объясняющих данную зависимость, среди которых возможность отрицательного влияния на гомеостаз ионов кальция в клетках головного мозга, патологическая активация иммунных клеток микроглии (клеточного окружения нейронов), приводящая к дегенерации последних [373], и, наконец, возможное стимулирующее влияние на продукцию бета-амилоида, который в больших количествах обнаруживается в клетках головного мозга у больных синдромом Альцгеймера [375]. С учетом близости некоторых патогенетических механизмов было высказано также предположение о возможном провоцирующем действии длительного воздействия ЭМП на развитие бокового амиотрофического склероза, подтвержденное пока лишь в единственной работе [376].

6.2. Влияние ЭМП на сердечно-сосудистую систему

Как уже было сказано выше, сердечно-сосудистая система находится в тесной взаимосвязи с аппаратом нервной регуляции и вместе с последним очень рано реагирует на внешнее воздействие ЭМП. Кроме того, сердце, представляя собой самостоятельную биоэлектрическую систему, способно самым непосредственным образом реагировать на внешние электросигналы. Так, в клинической кардиологии уже сравнительно давно используется феномен дефибрилляции, когда внешнее воздействие очень мощного электрического заряда приводит к прекращению жизненно

опасных аритмий (представляющих, по сути, автономную электрическую деятельность сердца). Принцип работы искусственных водителей ритма также связан с воздействием внешних электросигналов, определяющих правильное функционирование сердечной мышцы.

Что касается экспериментальных данных, то уже в начале 60-х гг. в большом числе исследований [377 - 380] было достоверно показано, что хроническое воздействие ЭМП высоких и сверхвысоких частот приводит к довольно однотипным изменениям функций сердечно-сосудистой системы – снижению артериального давления, урежению частоты сердечных сокращений, замедлению внутрижелудочковой проводимости. В работе А. Bortkiewicz с соавт. [348] при проведении суточного кардиомониторирования у обслуживающего персонала радиостанции было зарегистрировано более, чем 6-кратное превышение числа различных нарушений ЭКГ по сравнению с контрольной группой.

Однако в последнее время был поднят вопрос о влиянии ЭМП низких и сверхнизких (промышленных) частот на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Основанием для такого рода предположений явились данные о том, что биологические системы и, в первую очередь, нервная и сердечно-сосудистая, являются наиболее чувствительными к сигналам данных частот, т. к. последние очень близки к собственным ритмам функционирования указанных физиологических структур [196, 381 - 383], что определяет возможность резонансного взаимодействия. Более того, многие доказанные эффекты ЭМП СВЧ-диапазона также во многом могут быть объяснены с этих позиций с учетом феномена модуляции, т.е. частоты подачи импульсов ЭМИ, которая при совпадении с биологически активным интервалом (0,1 - 100 Гц) может оказывать независимое от основной частоты ЭМИ действие. Примером последнего может являться работа А. Frey и E. Siefert [384], в которой было показано развитие в 50% случаев различного рода аритмий, а в ряде случаев и полной остановки сердца при синхронизации подачи импульсов ЭМИ СВЧ-диапазона с определенной частью сердечного цикла.

В связи с этим, чрезвычайно интересными представляются данные долговременных исследований, проведенных международной группой экспертов, в которых основное внимание было сосредоточено на проблеме долгосрочного влияния магнитных полей сверхнизких частот на состояние заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями [385, 386]. При этом в качестве источника ЭМП были выбраны различные модификации железнодорожного транспорта, электродвигатели которого могут генерировать магнитные поля, даже превосходящие величину естественного геомагнитного поля, в то время как обслуживающий персонал и машинисты составили группу исследуемых лиц. В качестве контрольной группы при этом оценивались представители городского населения. В результате медицинского обследования были получены следующие данные, представленные в табл. 6.1.

При сопоставлении заболеваемости машинистов пригородных электропоездов и электролокомотивов выяснилось, что ишемическая болезнь сердца (ИБС) у последних встречалась в 2 раза чаще, чем среди первых. Кроме того, у машинистов электролокомотивов ИБС

регистрируется, начиная с возрастной группы 20 - 29 лет, в то время как среди водителей пригородных составов — только с 40 лет. При этом авторы замечают, что магнитные поля, регистрируемые в кабинах локомотивов, превышают таковые для электропоездов в 8 - 9 раз.

Т а б л и ц а 6.1

Распространенность сердечно-сосудистых заболеваний среди работников железнодорожного транспорта и городского населения

Исследуемые группы	Заболеваемость (на 1000 человек)			
	20 - 29 лет	30 - 39 лет	40 - 49 лет	50 - 59 лет
Машинисты и их помощники	33,9	81,1	198,7	288,7
Обслуживающий персонал ж/д транспорта	22,6	54,7	110,7	210,5
Городское население	16,4	47,2	110,9	197,7

Приведенные в цитированных работах данные согласуются с результатами еще одного исследования [387], которые свидетельствуют о 2-кратном превышении заболеваемости ИБС и гипертонической болезнью среди машинистов метрополитена по сравнению с рабочими наземных бригад обслуживания. Одним из результатов упоминаемой выше экспертизы жилой зоны вблизи ЛЭП в одном из районов г. Новосибирска [359, 388] было установление значительно более высокого распространения артериальной гипертонии среди населения, постоянно проживающего в домах, расположенных на расстоянии менее 100 метров от ЛЭП.

Кроме того, основываясь на давно изученной и установленной зависимости между возрастанием числа случаев неотложной сердечно-сосудистой патологии и возмущениями магнитного поля Земли (рис. 6.2), [389], представители уже упоминавшейся выше международной группы экспертов провели анализ подобной закономерности в отношении промышленного магнитного фона [390, 391]. При этом была установлена довольно отчетливая цикличность колебаний числа случаев инфаркта миокарда с возрастанием в рабочие дни и резким падением в выходные, что авторы связывают со значительным увеличением интенсивности искусственного магнитного фона, обусловленного интенсивным функционированием различных промышленных источников. Несмотря на критические замечания в отношении правомерности подобного подхода [198] эти данные заслуживают внимания и дальнейшего изучения.

Рассуждая о причинах развития ИБС и гипертонической болезни, необходимо еще раз напомнить о том, как тесно связаны сердечно-сосудистая и нервная системы. При этом допускается, что длительно существующие нарушения вегетативной регуляции способствуют закреплению патологических симпатикотонических рефлекторных реакций,

приводящих к длительно существующему спастическому состоянию сосудов (в т. ч. коронарных), что создает благоприятные условия для развития ранних ишемических и атеросклеротических изменений.

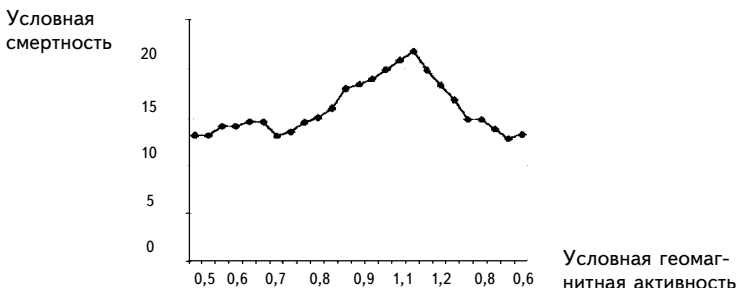


Рис. 6.2. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в связи с естественными колебаниями геомагнитной активности

Вместе с тем, учитывая данные о необычно ранних проявлениях ИБС у машинистов локомотивов, можно думать и о других, несвязанных с нарушениями вегетативной регуляции механизмах патогенеза.

Весьма убедительными представляются данные, объясняющие связь между развитием ИБС и воздействием ЭМП за счет влияния последних непосредственно на состояние микроциркуляции. Так, в уже цитированной работе У. Omura и М. Losco [248] было показано, что при воздействии ЭМП, возникающих при работе электробытовых приборов, происходит временное повышение уровня тромбоксана В2 в крови. В свою очередь, тромбоксан В2, как известно, является мощным фактором тромбообразования, который играет важную роль в развитии ишемических изменений и прогрессировании ИБС. Эти данные согласуются с результатами исследований, показавших заметное снижение фибринолитической активности крови человека при геомагнитных возмущениях, что значительно повышало вероятность тромбообразования [392, 393]. Еще в одном экспериментальном исследовании было показано нарушение реологических свойств эритроцитов при воздействии ЭМП сверхнизких частот [394].

Особое место занимает широко обсуждаемая в зарубежной научной печати проблема негативного влияния радиоволновых ЭМИ, излучаемых сотовыми и радиотелефонами, на функцию искусственных водителей ритма (ИВР). Данная проблема становится весьма актуальной в настоящее время, т. к. число пользователей названными типами устройств в последнее время стремительно растет [395]. При этом, как показывают ширококомасштабные исследования различных типов мобильной связи [396 - 398], процент тех или иных нарушений функционирования ИВР может достигать 20, включая 6,6% клинически значимых нарушений. Нужно сказать, однако, что эти нарушения регистрировались лишь при непосредственном приближении телефонного аппарата к области имплантации ИВР (в частности, при

ношении последнего в нагрудном кармане), в то время как при правильном пользовании процент нарушений не превышал 4. На основании указанных сведений формулируются стандарты безопасности, в соответствии с которыми расстояние от телефонного аппарата до области имплантации ИВР не должно быть менее 20 см [399]. Вместе с тем, на основании ряда исследований, рекомендуется вообще избегать пользования сотовой связью пациентам с серьезными нарушениями ритма сердца, в высокой степени зависящими от правильного функционирования ИВР. При этом, как сообщают М. Yesil с соавт. [400], у больных с полной поперечной блокадой сердца может возникнуть угроза длительной асистолии.

В последнее время появились сообщения, свидетельствующие о том, что неблагоприятное воздействие на функцию ИВР могут оказывать и ЭМП промышленной частоты, генерируемые, в частности, высоковольтными (от 110 кВ) ЛЭП, если величина электрической составляющей при этом превышает 1,5 кВ/м [401]. В связи с этим, речь может идти о существовании потенциальной опасности не только для обслуживающего персонала ЛЭП, но и для населения, проживающего в непосредственной близости от высоковольтных объектов, т. к. существующие нормативы ПДУ интенсивности ЭМП в санитарной зоне вдоль высоковольтных линий допускают увеличение этого показателя до 10 кВ/м в зависимости от напряжения тока [25]. Последнее относится также к категории рабочих, занятых в электроиндустрии, поскольку большинство стандартов и рекомендаций до сих пор допускают профессионально обусловленное воздействие на работающих ЭМП интенсивностью до 10 кВ/м при длительной экспозиции и до 30 кВ/м при относительно кратковременной [402]. Эти данные частично отражены в выводах Конференции по промышленной гигиене, состоявшейся в 1995 г. в США, на основании которых рекомендовано 10-кратное снижение ПДУ экспозиции ЭМП на рабочем месте для работников с имплантированным ИВР [30].

6.3. Влияние ЭМП на орган зрения

Как сообщается в руководстве по гигиене труда под редакцией Н.Ф. Измерова [22], одним из немногих специфических поражений, вызываемых воздействием радиоволнового ЭМИ, является развитие катаракты. При этом различают катаракту, возникающую сразу после интенсивного облучения или в течение 3 - 6 дней, и постепенно развивающуюся в течение нескольких лет. В основе катарактогенеза лежит интенсивное тепловое воздействие радио- и микроволн на хрусталик, в результате чего последний нагревается до температур, превышающих физиологические пределы [45]. При этом хрусталик является наиболее уязвимым в этом отношении органом, т. к. из-за отсутствия сосудов отвод тепла с током крови в последнем очень затруднен. При хроническом развитии катаракты приобретают также значение изменения биохимических процессов (в частности, активности гидролитических ферментов), которые способны кумулироваться при длительном воздействии. На основании имеющихся

данных можно заключить, что данная патология развивается при воздействии ЭМИ в диапазоне частот 1,5 - 10 ГГц. При более низких частотах развитие катаракты обычно не наблюдается, в то время как при воздействии ЭМИ более высоких частот уже могут возникать острые кератиты и повреждения стромы роговицы.

В завершение данной главы, еще раз сошлемся на результаты специально проведенной антропозологической экспертизы, включающей оценку состояния здоровья населения, проживающего в домах расположенных в непосредственной близости от высоковольтных объектов. При этом была использована унифицированная автоматизированная система количественной оценки меры риска формирования основных патологических синдромов и состояний, которая позволяет регистрировать ранние отклонения в состоянии здоровья практически здоровых людей [403]. В результате было показано, что в опытной группе обследованных более часто по сравнению с контрольной регистрировался высокий риск нарушения функций желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и печени [359, 388]. Причем, важно подчеркнуть, что указанные отличия оказались более выраженными в возрастной группе до 20 лет. Так, среди представителей опытной группы высокий риск заболеваний ЖКТ регистрировался в 4,5, а печени — в 2,3 раза чаще, чем среди лиц, проживающих в контрольных домах. Кроме того, в работах украинских ученых было показано превышение числа случаев патологии эндокринной системы среди контингентов лиц, проживающих в зоне прохождения ЛЭП [358].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Жизнь современного человека и его дальнейшее развитие все в большей степени связаны с использованием различных средств энергетического и информационного обеспечения. Стремительными темпами развиваются системы радиолокации, радиосвязи, телекоммуникации. Происходит беспрецедентный рост производства электроэнергии, а уровень ее среднедушевого потребления только за последние 50 лет возрос в 10 раз [404].

Результатом столь бурного развития явилось формирование искусственного электромагнитного фона, значительно отличающегося по своим свойствам от естественного и представляющего, таким образом, относительно чужеродную информацию для биологических организмов. Это явление даже получило название "электромагнитный смог" [26, 32]. Все более актуальным с учетом последних данных о неблагоприятном воздействии ЭМП на здоровье населения становится понятие об "электромагнитной экологии", впервые введенное в научную литературу еще в начале 70-х гг. [10].

Начиная с 1982 г., данная проблема в полной мере находит свое отражение в деятельности ВОЗ, являющейся самой авторитетной в вопросах охраны здоровья международной организацией. При этом в обосновании программы ВОЗ на 1996 - 2000 гг. по проблемам биологического действия ЭМП сформулирован принципиально важный в свете рассматриваемых вопросов тезис: "Предполагается, что медицинские последствия, такие как заболевания раком, изменения в поведении, потеря памяти, болезни Альцгеймера и Паркинсона, синдром внезапной смерти младенцев, увеличение числа самоубийств и некоторые другие являются результатом воздействия ЭМП" [26].

В этих условиях является уже совершенно неоправданным игнорировать или недооценивать многочисленные факты, свидетельствующие о возможной связи развития таких серьезных заболеваний, как лейкозы, опухоли головного мозга, патология беременности и врожденная патология, с длительным воздействием антропогенных ЭМП. Однако до настоящего времени встречаются высказывания о том, что вряд ли правомочно говорить о негативном влиянии ЭМП на развитие указанных патологических процессов, поскольку до сих пор отсутствует полное понимание механизмов действия и точек приложения данного фактора. Подобное отрицание доказательного по объему и последовательности фактического материала, накопившегося в научной литературе, по причине одной лишь недостаточности наших знаний о точном механизме патологического действия ЭМП представляется, по меньшей мере, малоубедительным и заставляет вспомнить один печально известный вердикт Французской академии наук, изданный в XVIII в. по вопросу о происхождении метеоритов и гласивший, что "т. н. небесные камни таковыми быть не могут, потому что камней на небе нет" [405].

С нашей точки зрения, отсутствие полной ясности в вопросах механизма действия ЭМП и, в первую очередь, низкой частоты и малой интенсивности должно вызывать еще более пристальное внимание к

сообщениям о негативном влиянии последних на здоровье человека и побуждать к дальнейшему расширению исследований в этой области, т. к. только точное знание механизма действия большинства факторов химической и физической природы позволяет во многих случаях выработать эффективные методы защиты и свести к минимуму неблагоприятное воздействие на организм человека. Последнее, в частности, относится и к высокоэнергетическим ЭМП (ионизирующему и микроволновому излучению), повреждающее действие которых в настоящее время довольно успешно предупреждается в условиях производства. С этих позиций, действие низкочастотных ЭМП остается во многом непредсказуемым, а человек в силу этого – практически незащищенным.

Кроме того, авторы многих обзоров по обсуждаемой проблеме подвергают сомнению существование отрицательного влияния ЭМП на здоровье на основании того, что превышение риска в большинстве случаев является незначительным или статистически не достоверным. При этом неоднократно цитируются главные выводы Комитета по науке и технологической политике Белого Дома [406], эксперты которого на основании анализа опубликованных к 1992 г. работ не нашли убедительных доказательств, подтверждающих, что воздействие ЭМП очень низкой частоты, генерируемых бытовыми электроприборами, ВДТ и внутригородскими ЛЭП, может причинять вред здоровью. При этом заключается, что величина риска при этом слишком невелика в сравнении с уже известными вредными факторами окружающей среды. Действительно, риск развития рака легкого у курильщиков составляет, к примеру, от 10,0 до 30,0, в то время как средние значения риска лейкозов среди населения, проживающего вблизи ЛЭП, колеблутся в интервале 1,0 - 2,0 [407]. Однако достаточно учесть масштабы распространения и влияния сравниваемых факторов на население, чтобы оценить безусловную значимость последних цифр. Кроме того, как мы неоднократно замечали в гл. 3 и 4 настоящего обзора, неразработанность объективных методов исследования может во многом скрывать истинный риск развития той или иной патологии при длительном воздействии ЭМП. Наконец, представляется не совсем правильным, рассуждать о значимости той или иной степени превышения риска, когда речь идет о столь серьезных изменениях здоровья, касающихся при том большей части населения. Эта мысль отражена в статье профессоров Гарвардского университета D. Кампел и R. Wilson [408], которые убеждены, что никто не вправе решать за людей какая степень риска заслуживает внимания, и в какой мере оправданы опасения большинства из них.

Здесь мы подходим еще к одной очень важной социально-этической проблеме. Как нам представляется, единственно правильной политикой в подходе к разрешению опасений и страхов, возникающих в обществе, является полное информирование населения в вопросах влияния ЭМП на здоровье, причем в соответствии с уровнем имеющихся научных данных. Тем не менее, эти принципиально важные и во многом новые материалы по-прежнему недостаточно освещены как в специальной отечественной литературе, так и в широкой периодической печати. То есть, речь идет о

недостаточной реализации и обеспечении права людей на доступ к достоверной и жизненно важной информации о состоянии окружающей среды и характере воздействия основных факторов последней на здоровье человека. Как известно, это право закреплено в целом ряде международных документов: Всемирной хартии природы, Бергенском заявлении, Бангкокской декларации, в правовых принципах Брундтланд, Всеобщей декларации прав человека [409]. При этом подразумевается, что своевременная осведомленность общественности о неблагоприятных факторах окружающей среды, повышение уровня экологической образованности и грамотности населения, участие общественности в проведении экологической экспертизы являются важными и необходимыми условиями выработки экологически правильных и безопасных решений при реализации различных промышленных и строительных проектов [410, 411].

Необходимо также отметить, что выполнение указанных требований, с одной стороны, способствует реализации достаточно признанного за рубежом "права быть осведомленным" (right to know) и, с другой стороны, благодаря предварительному информированию лиц, подвергающихся риску нарушения здоровья, дает им возможность своевременно принять необходимые меры личной предосторожности. Данное положение исходит из практически важного правового принципа, который состоит в том, что информирование о риске, связанном с экологическими опасностями, является стратегией, необходимой для выработки полезного для жизни и здоровья поведения. Иными словами, чем точнее люди осведомлены об экологических нарушениях, тем лучше они смогут защитить себя [412, 413].

Целесообразность данного подхода со всей очевидностью раскрывается на примере ряда развитых стран, в которых широкая информированность населения в вопросах воздействия ЭМП на здоровье, начиная с самых первых исследований в этой области, уже привела к целому ряду законодательных инициатив, направленных на известное ограничение возможных негативных эффектов ЭМП. Так, в шведском парламенте уже поставлен вопрос о запрете строительства школ и других детских учреждений на расстоянии менее 1000 метров от ЛЭП [404], а в США расходы на мероприятия по ограничению воздействия ЭМП на население уже в начале 90-х гг. превышали 1 млрд долларов ежегодно [414]. Основное направление общественной политики в данном вопросе на сегодняшний день можно сформулировать следующим образом: в тех случаях, где это технически и экономически выполнимо, воздействие низкочастотных ЭМП на человека должно быть сведено к минимуму [415].

Иными словами, речь идет о том, что мы должны уважать безоговорочное право людей самим решать вопросы собственной безопасности, в т. ч. и в законодательном порядке, вне зависимости от мотиваций и тех представлений, из которых они при этом исходят. Долг же научной общественности состоит в своевременном и по возможности наиболее объективном информировании населения по всем жизненно важным проблемам влияния неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье, что авторы настоящего обзора и попытались сделать в этой книге.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холодов Ю.А. Введение в проблему // Влияние магнитных полей на биологические объекты. - М.: Наука, 1971. - С. 5 - 14.
2. Гильберт В. О магните, магнитных телах и большом магните Земля. - М.: Изд-во АН СССР, 1956. - 256 с.
3. Виленчик М.М. Магнитные эффекты в биологии // Успехи соврем. биологии. - 1967. - Т. 63, вып. 1. - С. 54 - 73.
4. Новицкий Ю.И. Действие постоянного магнитного поля на растения // Вестн. АН СССР. - 1968. - № 9. - С. 92 - 97.
5. Пресман А.С. Электромагнитные поля и живая природа. - М.: Наука, 1968. - 288 с.
6. Торопцев И.В. Морфологическая характеристика биологического действия магнитных полей // Архив патологии. - 1968. - Т. 30, № 3. - С. 3 - 12.
7. Холодов Ю.А. Влияние электромагнитных полей на центральную нервную систему. - М.: Наука, 1966. - 276 с.
8. Толгская М.С., Гордон З.В. Морфологические изменения при действии электромагнитных волн радиочастот. - М., 1971. - 176 с.
9. Яковлева М.И. Физиологические механизмы действия электромагнитных полей. - Л.: Медицина, 1973. - 175 с.
10. Дубров А.П. Геомагнитное поле и жизнь. - Л.: Гидрометеоздат, 1974. - 175 с.
11. Busby D.E. Space biomagnetics // Space Life Sci. - 1968. - Vol. 1, № 1. - P. 23 - 39.
12. Gauquelin M. Effects biologiques des champs magnetiques // Ann. Biol. Ser. - 1966. - Ser. 4. - Vol. 5, № 11 - 12. - P. 595 - 623.
13. Jitarin P. De l'actio des champs magnetiques sur l'organisme animal // Rev. Roumaine biol. Zool. - 1966. - Vol. 11, № 1. - P. 3 - 19.
14. Third International Biomagnetic Symposium. - Chicago, 1966.
15. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. - М.: Мысль, 1973. - 349 с.
16. Дружинин И.П., Сазонов Б.И., Ягодинский В.Н. Космос – Земля. Прогнозы. - М.: Мысль, 1974. - 288 с.
17. Ягодинский В.Н. Космический пульс биосферы. - М.: Знание, 1975. - 144 с.
18. Гордон З.В. Вопросы гигиены труда и биологического действия электромагнитных полей сверхвысоких частот. - М., 1966. - 162 с.
19. Малышев В.М., Колесник Ф.А. Электромагнитные волны сверхвысокой частоты и их воздействие на человека. - Л., 1968. - 189 с.
20. Тягин Н.В. Клинические аспекты облучения СВЧ-диапазона. - Л., 1971. - 172 с.
21. Руководство по профессиональным заболеваниям / Под ред. Н.Ф. Измерова. - М.: Медицина. - 1983. - Т. 2. - С. 203 - 227.
22. Руководство по гигиене труда / Под ред. Н.Ф. Измерова. - М.: Медицина. - 1987. - Т. 1. - С. 225 - 263.
23. Орбели Л.А. Основные задачи и методы эволюционной физиологии // Избр. труды. - М.; Л., 1961. - Т. 1. - С. 1 - 59.

24. Heath C.W. Electromagnetic Field Exposure and Cancer: A Review of Epidemiological Evidence // *Ca Cancer J. Clin.* - 1996. - Vol. 1, № 46. - P. 29 - 44.

25. Electric and Magnetic Fields // *Cancer Cases Control.* - 1996. - Vol. 7. - P. 49 - 54.

26. Григорьев Ю.Г. Человек в электромагнитном поле (существующая ситуация, ожидаемые биоэффекты и оценки опасности // *Радиц. биология. Радиоэкология.* - 1997. - Т. 37, № 4. - С. 690 - 702.

27. U. S. Congress, Office of Technology Assessment. Biological effects of power frequency electric and magnetic fields. Background paper. OTA-BP-E-53. Washington, D.C.: U. S. Government Printing Office, 1989.

28. United Nations Environment Programme / World Health Organization / International Radiation Protection Association. Environmental Health Criteria 35. Extremely Low Frequency (ELF) Fields. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1984.

29. United Nations Environment Programme / World Health Organization / International Radiation Protection Association. Environmental Health Criteria 69. Magnetic Fields. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 1987.

30. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1995 - 1996. Cincinnati, OH (USA): ACGIH, 1995.

31. Рубцова Н.Б. Состояние гигиенического нормирования электрических и магнитных полей промышленной частоты в России и за рубежом // *Авиакосм. экол. медицина.* - 1997. - Т. 31, № 1. - С. 4 - 8.

32. Muller B. Electrosmog. Hausgemachtes Problem // *Bild Wiss.* - 1996. - № 4. - P. 12 - 14.

33. McMahan S., Ericson J., Meyer J. Depressive symptomatology in women and residential proximity to high-voltage transmission lines // *Am. J. Epidemiol.* - 1995. - Dec. 1. - Vol. 142, № 11. - P. 1248 -1249.

34. Казначеев В.П., Михайлова Л.П. Биоинформационная функция естественных электромагнитных полей. - Новосибирск: Наука, 1985. - 180 с.

35. Adey W.R. Joint actions of environmental nonionizing electromagnetic fields on chemical pollution in cancer promotion // *Environ. Health Perspect.* - 1990. - Vol. 86. - P. 297 - 305.

36. Adey W.R. Tissue interaction with nonionizing electromagnetic fields // *Physiol. Rev.* - 1981. - Vol. 61. - P. 435 - 514.

37. Cohen D. Magnetic field around the torso: production by electrical activity of the human heart // *Science.* - 1967. - Vol. 156, № 3775. - P. 652.

38. Cohen D. Magnetoencephalography: evidence of magnetic fields produced by alpha-rythm currents // *Ibid.* - 1968. - Vol. 161, № 3843. - P. 784.

39. Плеханов Г.Ф., Ведюшкина В.В. Выработка сосудистого условного рефлекса у человека на изменение напряженности электромагнитного поля высокой частоты // *Журн. высшей нервной деятельности.* - 1966. - Т. 16, № 1. - С. 34 - 37.

40. Нетепловые эффекты миллиметрового излучения / Под ред. Н.Д. Девяткова. - М.: ИЗЭ АН СССР. - 1981. - 186 с.

41. Григорьев Ю.Г. Роль модуляции в биологическом действии электромагнитного излучения // *Радиц. биология. Радиоэкология.* - 1996. - Т. 36, № 5. - С. 659 -670.

42. Темурыяц Н., Владимирский Б., Тишкин О. Сверхнизкочастотные сигналы в биологическом мире. - Киев, 1992.

43. Григорьев Ю.Г. Реакция организма в ослабленном геомагнитном поле (эффект магнитной депривации) // *Радиц. биология. Радиоэкология.* - 1995. - Т. 35, № 1. - С. 3 - 18.

44. Тканевая и внутриклеточная реорганизация миокарда мышей при воздействии гипогеомагнитного поля / Л.М. Непомнящих, Е.Л. Лушникова, М.Г.

Клиникова и др. // Бюл. эксперим. биологии. - 1997. - Т. 124, № 10. - С. 455 - 459.

45. Camelia G. The radiation risks: are real? // Radiosci. and Bull. - 1994. - Vol. 269. - P. 70 - 72.

46. Exposure of mammalian cells to 60-Hz magnetic or electric fields: analysis for DNA repair of induced, single-strand breaks / M.E. Frazier, J.A. Reese, J.E. Morris et al. // Bioelectromagnetics. - 1990. - Vol. 11. - P. 229 - 234.

47. Reese J.A., Jostes R.F., Frazier M.E. Exposure of mammalian cells to 60-Hz magnetic or electric fields: analysis for DNA single-strand breaks // Bioelectromagnetics. - 1988. - Vol. 9. - P. 237 - 247.

48. A critical review of the genotoxic potential of electric and magnetic fields / J. McCann, F. Dietrich, C. Rafferty, A.O. Martin // Mutat. Res. - 1993. - Vol. 297, № 1. - P. 61 - 95.

49. Fairbairn D.W., O'Neill K.L. The effect of electromagnetic field exposure on the formation of DNA single-strand breaks in human cells // Cell. Mol. Biol. Noisy le grand. - 1994. - Vol. 40, № 4. - P. 561 - 567.

50. Goodman E.M., Greenbaum B., Marron M.T. Effects of electromagnetic fields on molecules and cells // Int. Rev. Cytol. - 1995. - Vol. 158. - P. 279 - 338.

51. Семин Ю.А., Шварцбург Л.К., Дубовик Б.В. Изменение вторичной структуры ДНК под влиянием внешнего электромагнитного поля малой интенсивности // Радиаци. биология. Радиоэкология. - 1995. - Т. 35, № 1. - С. 36 - 41.

52. Анализ ДНК-ретранспозонподобных генетических элементов LINE в плазме крови крыс, подвергшихся воздействию электромагнитных волн радиодиапазона / А.С. Белохвостов, В.К. Осипович, О.М. Веселова, В.А. Колодяжная // Там же. - № 3. - С. 356 - 363.

53. Miyakoshi J., Kitagawa K., Takebe H. Mutation induction by high-density 50-HZ magnetic fields in human MeWo cells exposed in the DNA synthesis phase // Int. J. Radiat. Biol. - 1997. - Vol. 71, № 1. - P. 75 - 79.

54. Schmidt G., Fiegl B., Kolbeck S. HVDC transmission and the environment // Power. Eng. J. - 1996. - Vol. 10, № 5. - P. 204 - 210.

55. Jacobson J.I. Speculations on the influence of electromagnetism on genomic and associated structures // J. International Medical Research. - 1996. - Vol. 24. - P. 1 - 11.

56. Koifman S. Electromagnetic fields: a cancer promotor // Med. Hypothesis. - 1993. - Vol. 41, № 1. - P. 23 - 27.

57. Shimizu H., Suzuki Y., Okonogi H. Biological effects of electromagnetic fields // Nippon Eiseigaki Zasshi. - 1995. - Vol. 50, № 6. - P. 919 - 931.

58. Stevens R.G. Biologically based epidemiological studies of electric power and cancer // Environ. Health Perspect. Suppl. - 1993. - Vol. 101; suppl. 4. - P. 93 - 100.

59. Kavet R. EMF and current cancer concepts // Bioelectromagnetics. - 1996. - Vol. 17. - P. 339 - 357.

60. Balcer-Kubiczek E.K., Harrison G.H. Neoplastic transformation of C3H/10t1/2 cells following exposure to 120 HZ modulated 2,45-GHz microwaves and phorbol ester tumor promotor // Radiat. Res. - 1991. - Vol. 126. - P. 65 - 72.

61. Modification of tumor promotion in the mouse skin by exposure to an alternating magnetic field / M.A. Stuchly, J.R.N. McLean, R. Burnett et al. // Cancer Lett. - 1992. - Vol. 65. - P. 1 - 7.

62. Adey W.R. Electromagnetic fields, cell membrane amplification and cancer promotion // Extremely low frequency electromagnetic fields: the question of cancer (B.W. Wilson, R.G. Stevens, L.E. Anderson, eds), Columbus, OH; Batelle Press. - 1990. - P. 211 - 249.

63. Cain C.D., Adey W.R. 60-Hz magnetic fields enhance tumor promoter-induced focus formation in C3H10T1/2 fibroblast coculture system // Department of Energy's Annual Research Review, Milwaukee. W.I., November 3 - 7, 1991.

64. Les champs electriques et magnetiques et le cancer // *Electra*. - 1995. - Vol. 161. - P. 130 - 141.
65. Byus C.V., Pieper S.E., Adey W.R. The effects of low-energy 60-HZ environmental electromagnetic fields upon the growth-related enzyme ornithine decarboxylase // *Carcinogenesis*. - 1987. - Vol. 8. - P. 1385 - 1389.
66. Blank M. Biological effects of environmental electromagnetic fields: molecular mechanisms // *Biosystems*. - 1995. - Vol. 35, № 2 - 3. - P. 175 - 178.
67. Cleary S.F. A review of in vitro studies: low-frequency electromagnetic fields // *Ind. Hyg. Assoc. J.* - 1993. - Vol. 54, № 4. - P. 178 - 185.
68. Phillips J.L. Effects of electromagnetic field exposure on gene transcription // *J. Cell. Biochem.* - 1992. - Vol. 51. - P. 381 - 386.
69. Goodman R., Abbot J., Henderson A.S. Transcriptional patterns in the X chromosome of *Sciara coprophila* following exposure to magnetic fields // *Bioelectromagnetics*. - 1987. - Vol. 8. - P. 1 - 7.
70. Time-varying magnetic fields: effect on DNA synthesis / A.R. Liboff, T. Williams, D.M. Strong, R. Wistar // *Science*. - 1984. - Vol. 223. - P. 818 - 820.
71. Goodman R., Bassett C.A.J., Henderson A.S. Pulsing electromagnetic fields induce cellular transcription // *Ibid.* - 1983. - Vol. 220. - P. 1283 - 1285.
72. Goodman R., Shirley-Henderson A. Exposure of cells to extremely low frequency electromagnetic fields: relationship to malignancy // *Cancer Cells*. - 1990. - Vol. 2. - P. 355 - 359.
73. Stevens R.G. Electric power use and breast cancer: A hypothesis // *Am. J. Epidemiol.* - 1987. - Vol. 125. - P. 556 - 561.
74. Chronic exposure to 60-Hz electric fields: effects on pineal function in the rat / B.W. Wilson, L.E. Anderson, D.I. Hilton, R.D. Phillips // *Bioelectromagnetics*. - 1983. - Vol. 4. - P. 293.
75. Effects of an artificial magnetic field on serotonin N-acetyltransferase activity and melatonin content of the rat pineal gland / H.A. Welker, P. Semm, R.P. Willig et al. // *Exp. Brain. Res.* - 1983. - Vol. 50. - P. 426 - 432.
76. Reuss S., Olcese J. Magnetic field effects on the rat pineal gland: role of retinal activation by light // *Neuroscience Lett.* - 1986. - Vol. 64. - P. 97 - 101.
77. Reduction of the nocturnal rise in pineal melatonin levels in rats exposed to 60-HZ electric fields in utero and for 23 days after birth / R.J. Reiter, L.E. Anderson, R.L. Buschbom, B.W. Wilson // *Life Sci.* - 1988. - Vol. 42. - P. 2203 - 2206.
78. Marked rapid alternations in nocturnal pineal serotonin metabolism in mice and rats exposed to weak intermittent magnetic fields / A. Lerchl, K.O. Nonaka, K.A. Stokkan, R.J. Reiter // *Biochem. Biophys. Res. Comm.* - 1990. - Vol. 169. - P. 102 - 108.
79. Lerchl A., Nonaka K.O., Reiter R.J. Pineal gland: its apparant magnetosensitivity to static magnetic fields is a consequence of induced electric currents (eddy currents) // *J. Pineal Res.* - 1991. - Vol. 10. - P. 109 - 116.
80. Effects of exposure to a circularly polarized 40-Hz magnetic field on plasma and pineal melatonin levels in rats / M. Kato, K. Honma, T. Shigemitsu, Y. Shiga // *Bioelectromagnetics*. - 1993. - Vol. 14. - P. 97 - 106.
81. The pineal gland, vols I, II, III / Ed. R.J. Reiter // Boca Raton, FL: CRC Press, 1981.
82. Reiter R.J. Effects of light and stress on pineal function. In: Extremely low frequency electromagnetic fields: the question of cancer / Eds. B.W. Wilson, R.G. Stevens, L.E. Anderson. Columbus, OH: Battelle Press. - 1990. - P. 87 - 107.
83. Cohen M., Lippmann M., Chabner B. Role of the pineal gland in the aetiology and treatment of breast cancer // *Lancet*. - 1978. - Vol. 2. - P. 814 - 816.
84. Moolgavkar S.H., Day N.E., Stevens R.G. Two-stage model for carcinogenesis: epidemiology of breast cancer in females // *J. Natl. Cancer Inst.* - 1980. - Vol. 65. - P. 559 - 569.

85. Blask D.E. The emerging role of the pineal gland and melatonin in oncogenesis / Eds. B.W. Wilson, R.G. Stevens, L.E. Anderson // *Extremely low frequency electromagnetic fields: the question of cancer*, Columbus, OH: Battelle Press. - 1990. - P. 319 - 335.

86. Effects of 60-Hz fields, estradiol and xenoestrogens on human breast cancer cells / C. Dees, S. Garrett, D. Henley, C. Travis // *Radiat. Res.* - 1996. - Vol. 146, № 4. - P. 444 - 452.

87. Stevens R.G. Breast cancer and electric power // *Biomed. Pharmacother.* - 1993. - Vol. 47, № 10. - P. 435 - 438.

88. Hill S.M., Blask D.E. Effects of the pineal hormone melatonin on the proliferation and morphological characteristics of human breast cancer cells (MCF-7) in culture // *Cancer. Res.* - 1988. - Vol. 48. - P. 6121 - 6126.

89. Aubert C., Janiaud P., Lecalves J. Effect of pinealectomy and melatonin on mammary tumor growth in Sprague-Dawley rats under different conditions of lighting // *J. Neural. Trans.* - 1980. - Vol. 47. - P. 121 - 130.

90. Melatonin inhibition and pinealectomy enhancement of 7,12-dimethylbenz(a)anthracene-induced mammary tumors in the rat / L. Tamarkin, M. Cohen, D. Roselle et al. // *Cancer. Res.* - 1981. - Vol. 41. - P. 4432 - 4436.

91. Shah P.N., Mhatre M.C., Kothari L.S. Effect of melatonin on mammary carcinogenesis in intact pinealectomized rats in varying photoperiods // *Ibid.* - 1984. - Vol. 44. - P. 3403 - 3407.

92. Inhibitory effects of the pineal hormone melatonin and underfeeding during promotional phase of 7,12-dimethyl-benzanthracene (DMBA)-induced mammary tumorigenesis / D.E. Blask, S.M. Hill, K.M. Orstead, J.S. Massa // *J. Neural. Trans.* - 1986. - Vol. 67. - P. 125 - 138.

93. Tynes T. Electromagnetic fields and male breast cancer [editorial] // *Biomed. Pharmacother.* - 1993. - Vol. 47, № 10. - P. 425 - 427.

94. Stevens R.G. Electric power, melatonin and breast cancer. In: *The pineal gland and cancer* / Eds. D. Gupta, A. Attanasio, R.J. Reiter. - London: Brain Research Promotion, 1988. - P. 233 - 244.

95. Philo R., Berkowitz A.S. Inhibition of Dunning tumor growth by melatonin // *J. Urol.* - 1988. - Vol. 139. - P. 1099 - 1102.

96. Melatonin, free radicals and cancer initiation. In: *Advances in pineal research*, Vol. 7 / R.J. Reiter, D. Tan, B. Poeggeler et al., Eds. G.J.M. Maestroni, A. Conti, R.J. Reiter. - London: John Libbey & Co., 1994. - P. 211 - 228.

97. Melatonin as a free radical scavenger: Implications for aging and age-related diseases // R.J. Reiter, D. Tan, B. Poeggeler et al. // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* - 1994. - Vol. 719. - P. 1 - 12.

98. Hughes J.T. Electromagnetic fields and brain tumours: a commentary // *Teratog. Carcinog. Mutagen.* - 1994. - Vol. 14, № 5. - P. 213 - 217.

99. Beniashvili D.S., Bilanishvili V.G., Henabde M.Z. Low-frequency electromagnetic radiation enhances the induction of rat mammary tumors by nitrosomethyl urea // *Cancer. Lett.* - 1991. - Vol. 61. - P. 75 - 79.

100. Effects of magnetic fields on mammary tumor development induced by 7,12-dimethylbenz(a)anthracene in rats / M. Mevissen, A. Stamm, S. Buntenkotter et al. // *Bioelectromagnetics.* - 1993. - Vol. 14. - P. 131 - 143.

101. Tumor promotion in a breast cancer model by exposure to a weak alternating magnetic field / W. Losher, M. Mevissen, W. Lehmacher, A. Stamm // *Cancer. Lett.* - 1993. - Vol. 71. - P. 75 - 81.

102. Reiter R.J. Melatonin suppression by static and extremely low frequency electromagnetic fields: relationship to the reported increased incidence of cancer // *Rev. Environ. Health.* - 1994. - Vol. 10, № 3 - 4. - P. 171 - 186.

103. Stevens R.G., Davis S. The melatonin hypothesis: electric power and breast cancer // *Environ. Health. Perspect.* - 1996. - Vol. 104, suppl. 1. - P. 135 - 140.

104. Melatonin secretion and puberty in female lambs exposed to environmental electric and magnetic fields / J.M. Lee, F. Stormshak, J.M. Thompson et al. // *Biol. Reprod.* - 1993. - Vol. 49. - P. 854 - 857.
105. Melatonin and puberty in female lambs exposed to EMF: A replicate study / J.M. Lee, F. Stormshak, J.M. Thompson et al. // *Bioelectromagnetics.* - 1995. - Vol. 16. - P. 119 - 123.
106. Selmaoui B., Lambrozo J., Touitou Y. Magnetic fields and pineal function in humans: evaluation of nocturnal acute exposure to extremely low frequency magnetic fields on serum melatonin and urinary 6-sulfatoxymelatonin circadian rhythms // *Life. Sci.* - 1996. - Vol. 58, № 18. - P. 1539 - 1549.
107. Pfluger D.H., Minder C.E. Effects of exposure to 16,7 Hz magnetic fields on urinary 6-hydroxymelatonin sulfate excretion of Swiss railway workers // *J. Pineal. Res.* - 1996. - Vol. 21, № 2. - P. 91 - 100.
108. Bawin S.M., Adey W.R. Sensitivity of calcium binding in cerebral tissue to weak electric fields oscillating at low frequency // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* - 1976. - Vol. 73. - P. 1999 - 2003.
109. Blank M., Soo L. Ion activation of the Na,K-ATPase in alternating currents // *Bioelec. Bioenerg.* - 1990. - Vol. 24. - P. 51 - 61.
110. Blackman C.F. ELF effects on calcium homeostasis // *Extremely low frequency electromagnetic fields: the question of cancer* / Eds. B.W. Wilson, R.G. Stevens, L.E. Anderson. - Columbus, OH: Battelle Press, 1990. - P. 187 - 208.
111. Calcium cyclotron resonance and diatom mobility / S.D. Smith, B.R. McLeod, A.R. Liboff, K. Cooksey // *Bioelectromagnetics.* - 1987. - Vol. 8. - P. 215 - 227.
112. Evaluation of changes in diatom mobility after exposure to 16-Hz electromagnetic fields / J.A. Reese, M.E. Frazier, J.E. Morris et al. // *Ibid.* - 1991. - Vol. 12. - P. 21 - 25.
113. A role for the magnetic field in the radiation-induced efflux of calcium ions from brain tissue in vitro / C.F. Blackman, S.G. Benane, J.R. Rabinowitz et al. // *Ibid.* - 1985. - Vol. 6. - P. 327 - 337.
114. Effects of ELF (1-120 Hz) and modulated (50 Hz) RF fields on the efflux of calcium ions from brain tissue in vitro / C.F. Blackman, S.G. Benane, D.E. House, W.D. Joines // *Ibid.* - 1985. - Vol. 6. - P. 1 - 11.
115. Importance of alignment between local DC magnetic field and an oscillating magnetic field in responses of brain tissue in vitro and in vivo / C.F. Blackman, S.G. Benane, D.E. House, D.J. Eliot // *Ibid.* - 1990. - Vol. 16. - P. 48 - 59.
116. Walleczek J. Electromagnetic field effects on cells of the immune system: The role of calcium signalling // *FASEB J.* - 1992. - Vol. 6. - P. 3177 - 3185.
117. Effects of electromagnetic field stimuli on bone and bone cells in vitro: inhibition of responses to parathyroid hormone by low-energy, low frequency magnetic fields / R.A. Luben, C.D. Cain, M. Chen et al. // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* - 1982. - Vol. 79. - P. 4180 - 4184.
118. Щуров В.А., Захаров Н.Д., Емельянова В.Б. Влияние электромагнитного излучения низкой интенсивности (3 ГГц) и эндогенных пептидов на изолированные нейроны виноградной улитки // *Радиационная биология. Радиоэкология.* - 1995. - Т. 35, № 1. - С. 42 - 47.
119. Pascoe G.A. Calcium homeostasis and oxidative stress. In: *Extremely low frequency electromagnetic fields: the question of cancer* / Eds. B.W. Wilson, R.G. Stevens, L.E. Anderson. - Columbus, OH: Battelle Press, 1990. - P. 337 - 360.
120. Nicotera P., Bellomo G., Orrenius S. The role of Ca²⁺ in cell killing // *Chem. Res. Toxicol.* - 1990. - Vol. 3. - P. 484 - 494.
121. Cerutti P. Prooxidant states and tumor promotion // *Sci.* - 1985. - Vol. 227. - P. 375 - 381.

122. Smith M.T., Thor H., Orrenius S. Toxic injury to isolated hepatocytes is not dependent on extracellular calcium // *Ibid.* - 1981. - Vol. 213. - P. 1257 - 1259.
123. Reed D.J., Fariss M.W. Glutathione depletion and susceptibility // *Pharm. Rev.* - 1984. - Vol. 36. - P. 25 - 33.
124. The role of superoxide anion generation in phagocyte bacterial activity / R.B. Johnston, B.B. Keele, H.P. Misra et al. // *J. Clin. Invest.* - 1975. - Vol. 55. - P. 1357 - 1372.
125. Sawyer D.W., Sullivan J.A., Mandell G.L. Intracellular free calcium localization in neutrophils during phagocytosis // *Sci.* - 1985. - Vol. 230. - P. 663 - 666.
126. Stevens R.G., Kalkwarf D.R. Iron, radiation and cancer // *Environ Health Perspect.* - 1990. - Vol. 87. - P. 291 - 300.
127. Papatheofanis F.J. Use of calcium channel antagonists as magnetoprotective agents // *Radiat. Res.* - 1990. - Vol. 122. - P. 24 - 28.
128. Calcium uptake by leukemic and normal T-lymphocytes exposed to low frequency magnetic fields / D.B. Lyle, X. Wang, R.D. Ayotte et al. // *Bioelectromagnetics.* - 1991. - Vol. 12. - P. 145 - 156.
129. Programmed cell death and the control of cell survival: Lessons from nervous system / M.C. Raff, B.A. Barres, J.F. Burne et al. // *Sci.* - 1993. - Vol. 262. - P. 695 - 700.
130. Yamasaki H. Gap junctional intercellular communications and carcinogenesis // *Carcinogenesis.* - 1990. - Vol. 11. - P. 1051 - 1058.
131. Trosko J.E., Chang C.C., Madhukar B.V. Modulation of intercellular communication during radiation and chemical carcinogenesis // *Radiat. Res.* - 1990. - Vol. 123. - P. 241 - 251.
132. Klaunig J.E., Ruch R.J. Role of inhibition of intercellular communication in carcinogenesis // *Lab. Invest.* - 1990. - Vol. 62. - P. 135 - 146.
133. Holder J.W., Elmore E., Barrett J.C. Gap junction function and cancer // *Cancer Res.* - 1993. - Vol. 53. - P. 3475 - 3485.
134. Trosko J.E., Chang C.C., Madhukar B.V. Chemical and oncogene modulation of intercellular communication in tumor promotion / Eds. H.A. Milman, E. Elmore // *Biochemical mechanisms and regulation of intercellular communications.* - Princeton, NJ: Princeton Scientific Publ. - 1987. - P. 209 - 236.
135. О биофизическом воздействии миллиметровых излучений на биологические процессы / А.П. Жуковский, О.П. Резункова, С.В. Сорвин и др. // *Миллиметровые волны в биологии и медицине.* - 1995. - № 5. - С. 64 - 65.
136. Suppression of T-lymphocyte cytotoxicity following exposure to sinusoidally amplitude-modulated fields / D.B. Lyle, P. Schechter, W.R. Adey et al. // *Bioelectromagnetics.* - 1983. - Vol. 4. - P. 281 - 292.
137. Suppression of T-lymphocyte cytotoxicity following exposure to 60-Hz sinusoidal electric fields / D.B. Lyle, R.D. Ayotte, A.R. Sheppard, W.R. Adey // *Ibid.* - 1988. - Vol. 9. - P. 303 - 313.
138. Campi elettrici e magnetici a frequenze estremamente basse e sistema immunitario / C. Petrini, A. Polichetti, C. Ramoni, P. Vecchia // *Ann. Inst. Super. Sanita.* - 1995. - Vol. 31, № 3. - P. 369 - 380.
139. Exposure to low frequency pulsed electromagnetic fields increases interleukin-1 and interleukin-6 production by human peripheral blood mononuclear cells / A. Cossarizza, S. Angioni, F. Petraglia et al. // *Exp. Cell. Res.* - 1993. - Vol. 204, № 2. - P. 385 - 387.
140. Jonai H., Villanueva M.B., Yasuda A. Cytokine profile of human peripheral blood mononuclear cells exposed to 50 Hz EMF // *Ind. Health.* - 1996. - Vol. 34, № 4. - P. 359 - 368.
141. Davis R.L., Milham S. Altered immune status in aluminum reduction plant workers // *Am. J. Ind. Med.* - 1990. - Vol. 18. - P. 79 - 85.
142. Garaj-Vrhovac V., Fucic A., Horvat D. Comparison of chromosome aberration and micronucleus induction in human lymphocytes after occupational exposure to vinyl

- chlorid monomer and microwave radiation // *Periodicum Biologorum*. - 1990. - Vol. 92. - P. 411 - 416.
143. Сыромятников Ю.П. Состояние периферической крови у технического персонала, подвергающегося воздействию постоянных магнитных полей // *Медицина труда и пром. экология*. - 1995. - № 10. - С. 11 - 14.
144. Marino A. Time-dependent hematological changes in workers exposed to electromagnetic fields // *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* - 1993. - Vol. 56. - P. 189 - 192.
145. Темуриянц Н.А. О биологической эффективности слабого электромагнитного поля инфранизкой частоты // *Проблемы косм. биологии*. - М.: Наука, 1982. - Т. 43. - С. 128 - 138.
146. Shaw G.M., Croen L.A. Human adverse reproductive outcomes and electromagnetic field exposures: Review of epidemiological studies // *Environ Health Perspect.* - 1993. - Vol. 101, suppl. 4. - P. 107 - 119.
147. Embryological changes induced by weak? Extremely low frequency electromagnetic fields // J.M.R. Delgado, J. Leal, J.L. Monteagudo, M.G. Gracia // *J. Anat.* - 1982. - Vol. 134. - P. 533 - 551.
148. Pulse shape of magnetic fields influences chick embryogenesis / A. Ubeda, J. Leal, M.A. Trillo et al. // *Ibid.* - 1983. - Vol. 137. - P. 513 - 515.
149. Martin A.H. Magnetic fields and time-dependent effects on development // *Bioelectromagnetics*. - 1988. - Vol. 9. - P. 393 - 396.
150. Juutilainen J.P., Laara E., Saali K. Relationship between field strength and abnormal development in chick embryos exposed to 50-HZ magnetic fields // *Int. Radiat. Biol.* - 1987. - Vol. 52. - P. 787 - 793.
151. Tribukait B., Cekan E., Paulsson L.E. Effects of pulse magnetic fields on embryonic development in mice / Eds. B. Knave, P.G. Wideback // *Work with display units 86*. - Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1986. - P. 129 - 134.
152. Effects of 100-Hz magnetic fields with various waveforms on the development of chick embryos / J.P. Juutilainen, M. Haari, K. Saali, T. Lahtinen // *Radiat. Environ. Biophys.* - 1986. - Vol. 25. - P. 65 - 74.
153. Effect of ambient levels of power-line-frequency electric fields on a developing vertebrate / C.F. Blackman, D.E. House, S.G. Benane et al. // *Bioelectromagnetics*. 1988. - Vol. 9. - P. 129 - 140.
154. Cameron I.L., Hunter K.E., Winters W.D. Retardation of embryogenesis by extremely low frequency 60-HZ electromagnetic fields // *Physiol. Chem. Phys. Med. NMR*. - 1985. - Vol. 17. - P. 135 - 138.
155. Reproduction and development in rats chronically exposed to 60-HZ electric fields / D.N. Rommereim, W.T. Kaune, R.L. Buschbom et al. // *Bioelectromagnetics*. - 1987. - Vol. 8. - P. 243 - 258.
156. Juutilainen J., Saali K. Development of chick embryos in 1-Hz to 100-Hz magnetic fields // *Radiat. Environ. Biophys.* - 1986. - Vol. 25. - P. 135 - 140.
157. Developmental studies of Hanford miniature swine exposed to 60-HZ electric fields / M.R. Sikov, D.N. Rommereim, J.L. Beamer et al. // *Bioelectromagnetics*. - 1987. - Vol. 8. - P. 229 - 242.
158. Development of chicken embryos in a pulsed magnetic field / E. Berman, L. Chacon, D. House et al. // *Ibid.* - 1990. - Vol. 11. - P. 169 - 187.
159. McGivern R.F., Sokol R.Z., Adey W.R. Prenatal exposure to a low frequency electromagnetic field demasculinizes adult scent marking behavior and increases accessory sex organ weights in rats // *Teratol.* - 1990. - Vol. 41. - P. 1 - 8.
160. Лохматова С.А. Влияние длительного импульсного электромагнитного облучения СВЧ-диапазона малой интенсивности на семенники и придатки семенников крыс // *Радиац. биология. Радиозэкология*. - 1994. - Т. 34, № 2. - С. 279 - 284.

161. Кашкалда Д.А., Пашенко Е.А., Зюбанова Л.Ф. Влияние импульсного магнитного поля на процессы перекисного окисления липидов и антиокислительную активность семенников экспериментальных животных // Медицина труда и пром. экология. - 1995. - № 10. - С. 14 - 17.

162. Soeradi O., Tadjudin M.K. Congenital anomalies in the offspring of rats after exposure of the testis to an electrostatic field // *Int. J. Andrology*. - 1986. - Vol. 9. - P. 152 - 160.

163. Teratological assessment of exposure to time-varying magnetic field / M.A. Stuchly, J. Ruddick, D. Villanueva et al. // *Teratology*. - 1988. - Vol. 38. - P. 461 - 466.

164. Weak, low-frequency electromagnetic fields and chick embryogenesis: failure to reproduce findings / S. Maffeo, A.A. Brayman, M.W. Miller et al. // *J. Anat.* - 1988. - Vol. 157. - P. 101 - 104.

165. Pulsed electromagnetic fields and normal chick development / B.F. Sisken, I. Fowler, C. Mayaud et al. // *J. Bioelectricity*. - 1986. - Vol. 5. - P. 25 - 34.

166. Maffeo S., Miller M.W., Carstensen E.L. Lack of effect of weak low-frequency electromagnetic fields on chick embryogenesis // *J. Anat.* - 1984. - Vol. 139. - P. 613 - 618.

167. Sandstrom M., Mild K.H., Lovtrup S. Effects of weak pulse magnetic fields on chick embryogenesis / Eds. B. Knave, P.G. Wideback // *Work with display units 86*. - Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1986. - P. 135 - 140.

168. Investigation of fertility and in utero effects in rats chronically exposed to a high-intensity 60-Hz electric field / Y.J. Seto, D. Majeau-Chargois, J.R. Lymangrover et al. // *IEE Trans. Biomed. Eng. BME*. - 1984. - Vol. 31. - P. 693 - 702.

169. Reproduction, growth and development of rats during chronic exposure to multiple field strengths of 60-HZ electric fields / D.N. Rommereim, R.L. Rommereim, M.R. Sikov et al. // *Fund. Appl. Toxicol.* - 1990. - Vol. 14. - P. 608 - 621.

170. Скайлз Д.Д. Биогенный магнетит и магниторецепция // Новое о биомагнетизме. - М.: Мир, 1989. - Т. 1. - С. 63 - 144.

171. Magnetite in human tissues: A mechanism for the biological effects of weak ELF magnetic fields / J.L. Kirschvink, A. Kobayashi-Kirschvink, J.C. Diaz-Ricci, S.J. Kirschvink // *Bioelectromagnetics*. - Suppl. - 1992. - Vol. 1. - P. 101 - 113.

172. Boulton A. Sparks fly over electromagnetic link with cancer // *BMJ*. - 1996. - Vol. 312, № 7029. - P. 463.

173. Enhanced deposition of radon daughter nuclei in the vicinity of power frequency electromagnetic fields / D.L. Henshaw, A.N. Ross, A.P. Fewes, A.W. Preece // *Int. J. Radiat. Biol.* - 1996. - Vol. 69, № 1. - P. 25 - 38.

174. Toburen L.H. Electromagnetic fields, radon and cancer // *Lancet*. - 1996. - Vol. 347, № 9008. - P. 1059 - 1060.

175. Schoen D. Annals of conflicting results: looking back on electromagnetic field research // *Can. Med. Assoc. J.* - 1996. - Vol. 155, № 10. - P. 1443 - 1446.

176. Validation of expert judgement in assessing occupational exposure to magnetic fields in the utility industry / M.R. Flynn, S. West, W.T. Kaune et al. // *Appl. Occup. Environ. Hyg.* - 1991. - Vol. 6. - P. 141 - 145.

177. Milham S. Mortality from leukemia in workers exposed to electrical and magnetic fields // *N. Engl. J. Med.* - 1982. - Vol. 307. - P. 249.

178. Occupational and residential 60-Hz electromagnetic fields and high-frequency transients: exposure assessment using a new dosimeter / J.E. Deadman, M. Camus, B.G. Armstrong et al. // *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* - 1988. - Vol. 49. - P. 409 - 419.

179. Bracken T.D. EMDEX Project Report, Vol.1-3. Palo Alto, CA: Electric Power Research Institute, 1990.

180. Bracken T.D., Patterson R.M. Variability and consistency of electric and magnetic field occupational exposure assessments // *J. Expo. Anal. Environ. Epidemiol.* - 1996. - Vol. 6, № 3. - P. 355 - 374.

181. Cartwright C.E., Breyse P.N., Booher I. Magnetic field exposures in a petroleum refinery // *Appl. Occup. Environ. Hyg.* - 1993. - Vol. 8. - P. 587 - 592.
182. Skotte J.H. Exposure to power-frequency electromagnetic fields in Denmark // *Scand. J. Work. Environ. Health.* - 1994. - Vol. 20, № 2. - P. 132 - 138.
183. Lindh T., Andersson L.I. Exposure of workers in the electric power industry to electric and magnetic fields // *Rev. Environ. Health.* - 1994. - Vol. 10, № 2. - P. 117 - 125.
184. 60-Hertz magnetic fields exposure assessment for an investigation of leukemia in telephone lineworkers / P.N. Breyse, G.M. Matanoski, E.A. Elliott et al. // *Am. J. Ind. Med.* - 1994. - Vol. 26, № 5. - P. 681 - 691.
185. Matanoski G.M., Elliott E.A., Breyse P.N. Cancer incidence in New York telephone workers. Paper presented at the Annual Review of Research on Biological Effects of 50/60 Hz Electric and Magnetic Fields. Air Ions and Ion Currents, Portland, Oregon, Nov. 15, 1989.
186. Association between exposure to pulsed electromagnetic fields and cancer in electric utility workers in Quebec, Canada and France / B. Armstrong, G. Theriault, P. Guenel et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1994. - Vol. 140, № 9. - P. 805 - 820.
187. Gilman G.A., Ames R.G., McCawley M.A. Leukemia risk among US white male coal miners // *J. Occup. Med.* - 1985. - Vol. 27. - P. 669 - 671.
188. Occupational exposure to elds and the occurrence of brain tumors / R.S. Lin, P.C. Dischinger, J. Conde et al. // *Ibid.* - P. 413 - 419.
189. Savitz D. Overview of epidemiologic research on electric and magnetic fields and cancer // *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.* - 1993. - Vol. 54. - P. 197 - 204.
190. Savitz D. Epidemiologic studies of electric and magnetic fields and cancer: strategies for extending knowledge // *Environ. Health. Perspect.* - 1993. - Vol. 101, suppl. 4. - P. 83 - 91.
191. Exposure to 50-Hz electric field and incidence of leukemia, brain tumors and other cancers among French utility workers / P. Guenel, J. Nicolau, E. Imbernon et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1996. - Vol. 144, № 12. - P. 1107 - 1121.
192. Coghill R.W., Steward J., Phillips A. Extra low frequency electric and magnetic fields in the bedplace of children diagnosed with leukemia: a case-control study // *Eur. J. Cancer. Prev.* - 1996. - Vol. 5, № 3. - P. 153 - 158.
193. A mortality study of electrical utility workers in Quebec / D. Baris, B.G. Armstrong, J. Deadman et al. // *Occup. Environ. Med.* - 1996. - Vol. 53, № 1. - P. 25 - 31.
194. Visual Display Terminals and Workers' Health. World Health Organization. - Geneva, 1987.
195. Nair I., Zhang J. Distinguishability of the video display terminal (VDT) as a source of magnetic field exposure // *Am. J. Ind. Med.* - 1995. - Vol. 28, № 1. - P. 23 - 39.
196. Влияние электромагнитных полей на биологические объекты. - Харьков, 1973.
197. Wertheimer N., Leeper E. Adult cancer related to electrical wires near the home // *Int. J. epidemiol.* - 1982. - Vol. 11. - P. 345 - 355.
198. Savitz D.A., Kaune W.T. Childhood cancer in relation to a modified residential wire code // *Environ. Health. Perspect.* - 1993. - Vol. 101, № 1. - P. 76 - 80.
199. Jauchem J.R. Alleged health effects of electromagnetic fields: The misconceptions continue // *J. Microwave. Power and Electromagnetic Energy.* - 1995. - Vol. 30, № 3. - P. 165 - 177.
200. Bias in studies of electromagnetic fields [letter] / T.L. Jones, C.H. Shih, D.H. Thurston et al. // *J. Clin. Epidemiol.* - 1994. - Vol. 47. - P. 1081 - 1083.

201. Siemiatycki J. Problems and priorities in epidemiologic research on human health effects related to wiring code and electric and magnetic fields // *Environ. Health Perspect.* - 1993. - Vol. 101, № 4. - P. 135 - 141.
202. Exposure of children to residential magnetic fields in Norway: is proximity to power lines an adequate predictor of exposure / A.I. Vistnes, G.B. Ramberg, L.R. Bjor-nevik et al. // *Bioelectromagnetics.* - 1997. - Vol. 18, № 1. - P. 47 - 57.
203. High-voltage overhead power lines in epidemiology patterns of time variations in current load and magnetic fields / J.B. Reitan, T. Tynes, K.A. Kvamshagen, A.I. Vistnes // *Ibid.* - 1996. - Vol. 17, № 3. - P. 209 - 217.
204. Los Angeles study of residential magnetic fields and childhood brain tumours / S. Preston-Martin, W. Navidi, D. Thomas et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1996. - Vol. 143, № 2. - P. 105 - 119.
205. Dovan T., Kaune W.T., Savitz D.A. Repeatability of measurements of residential magnetic fields and wire codes // *Bioelectromagnetics.* - 1993. - Vol. 14. - P. 145 - 159.
206. National Radiological Protection Board: Electromagnetic fields and the risk of cancer // *Documents of the NRPB, 1992.* - Vol. 3, № 1.
207. Childhood cancer and overhead powerlines: A case-control study / A. Myers, A.D. Clayden, R.A. Cartwright, S.C. Cartwright // *Br. J. Cancer.* - 1990. - Vol. 62. - P. 1008 - 1014.
208. Miller M.A., Murphy J.R., Miller T.I. Variation in cancer risk estimates for exposure to power-line frequency electromagnetic fields a meta-analysis comparing EMF measurement methods // *Risk. Anal.* - 1995. - Vol. 15, № 2. - P. 281 - 287.
209. Wertheimer N., Leeper E. Electrical wiring configurations and childhood cancer // *Am. J. Epidemiol.* - 1979. - Vol. 109. - P. 273 - 284.
210. Electrical wiring configurations and childhood leukemia in Rhode Island / J.P. Fulton, S. Cobb, L. Preble et al. // *Ibid.* - 1980. - Vol. 111. - P. 292 - 296.
211. McDowall M.E. Mortality of persons resident in the vicinity of electricity transmission facilities // *Br. J. Cancer.* - 1986. - Vol. 53. - P. 271 - 279.
212. Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields / D.A. Savitz, H. Wachtel, F.A. Barnes et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1988. - Vol. 128. - P. 21 - 38.
213. Leukemia and residence near electricity transmission equipment: A case-control study / M.P. Coleman, C.M. Bell, H.L. Taylor, M. Primic-Zakelj // *Br. J. Cancer.* - 1989. - Vol. 60. - P. 793 - 798.
214. Exposure to residential electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia / S.J. London, D.C. Thomas, J.D. Bowman et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1991. - Vol. 134. - P. 923 - 937.
215. Feychting M., Ahlbom A. Magnetic fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power lines // *Ibid.* - 1993. - Vol. 138. - P. 467 - 481.
216. Lin R.S., Lee W.C. Risk of childhood leukemia in areas passed by high power lines // *Rev. Environ. Health.* - 1994. - Vol. 10, № 2. - P. 97 - 103.
217. Residencia cercana a fuentes electricas de alta tension y su asociacion con leucemia en ninos / A. Fajardo-Gutierrez, J. Garduno-Espinosa, L. Yamamoto-Kimura et al. // *Bol. Med. Hosp. Infant. Mex.* - 1993. - Vol. 50, № 1. - P. 32 - 38.
218. Childhood brain tumor occurrence in relation to residential power line configurations, electric heating sources and electric appliance use / J.G. Gurney, B.A. Mueller, S. Davis et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1996. - Vol. 143, № 2. - P. 120 - 128.
219. A case-control study of adult hematological malignancies in relation to overhead powerlines / J.H. Youngston, A.D. Clayden, A. Myers, R.A. Cartwright // *Br. J. Cancer.* - 1991. - Vol. 63. - P. 977 - 985.
220. Li C.Y., Theriault G., Lin R.S. Residential exposure to 60-Hz magnetic fields and adult cancers in Taiwan // *Epidemiology.* - 1997. - Vol. 8, № 1. - P. 25 - 30.

221. Kraut A., Tate R., Tran N. Residential electric consumption and childhood cancer in Canada (1971-1986) // Arch. Environ. Health. - 1994. - Vol. 49, № 3. - P. 156 - 159.
222. Wertheimer N., Savitz D., Leeper E. Childhood cancers in relation to indicators of magnetic fields from ground current sources // Bioelectromagnetics. - 1995. - Vol. 16, № 2. - P. 86 - 96.
223. Von-Winterfeldt D., Trauger T. Managing electromagnetic fields from residential electrode grounding systems: a predecision analysis // Ibid. - 1996. - Vol. 17, № 2. - P. 71 - 84.
224. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain I. Sutton Goldfield transmitter / H. Dolk, G. Shaddick, P. Walls et al. // Am. J. Epidemiol. - 1997. - Vol. 145, № 1. - P. 1 - 9.
225. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. II. All high power transmitters / H. Dolk, P. Elliott, G. Shaddick et al. // Ibid. - P. 10 - 17.
226. Tomenius L. 50-Hz electromagnetic environment and the incidence of childhood tumors in Stockholm County // Bioelectromagnetics. - 1986. - Vol. 7. - P. 191 - 207.
227. Risk of cancer in Finnish children living close to power lines / P.K. Verkasalo, E. Pukkala, M.Y. Hongisto et al. // BMJ. - 1993. - Vol. 307. - P. 895 - 899.
228. Olsen J.H., Nielsen A., Schulgen G. Residence near high-voltage facilities and risk of cancer in children // Ibid. - P. 891 - 895.
229. Feychting M., Ahlbom A. Magnetic fields, leukemia and central nervous system tumors in Swedish adults residing near high-voltage power lines // Epidemiology. - 1994. - Vol. 5, № 5. - P. 501 - 509.
230. Acute nonlymphocytic leukemia and residential exposure to power frequency magnetic fields / R.K. Severson, R.G. Stevens, W.T. Kaune et al. // Am. J. Epidemiol. - 1988. - Vol. 128. - P. 10 - 20.
231. Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children / M.S. Linet, E.E. Hatch, R.A. Kleinerman et al. // New Engl. J. Med. - 1997. - Vol. 337. - P. 1 - 7.
232. Verkasalo P.K. Magnetic fields and leukemia-risk for adults living close to power lines // Scand. J. Work. Environ. Health. - 1996. - Vol. 22, suppl 2. - P. 1 - 56.
233. Magnetic fields of high voltage power lines and risk of cancer in Finnish adults: nationwide cohort study / P.K. Verkasalo, E. Pukkala, J. Kaprio et al. // BMJ. - 1996. - Vol. 313, № 7064. - P. 1047 - 1051.
234. Cancer mortality and residence near electricity transmission equipment: a retrospective cohort study / G.H. Schreiber, G.M. Swaen, J.M. Meijers et al. // Int. J. Epidemiol. - 1993. - Vol. 22, № 1. - P. 9 - 15.
235. Гичев Ю.П. К вопросу о нормологии в связи с проблемой оценки адаптивных перестроек организма // Физиология человека. - 1990. - Т. 16, № 5. - С. 82 - 87.
236. Трунов А.Н. Методология оценки функционального состояния иммунной системы при инфекционно-воспалительных заболеваниях. - Новосибирск, 1997. - 145 с.
237. Levallois P. Do power frequency magnetic fields cause leukemia in children? // Am. J. Prev. Med. - 1995. - Vol. 11, № 4. - P. 263 - 270.
238. Coste D., Moutet J.P., Bernard J.I. Champs magnetiques residentiels et cancers de l'enfant: l'etat de la recherche en epide miologie // Rev. Epidemiol. Sante. Publique. - 1996. - Vol. 44, № 1. - P. 80 - 92.
239. Residential proximity to electricity transmission and distribution equipment and risk of childhood leukemia? Childhood lymphoma and childhood nervous system tumors: systematic review, evaluation and meta-analysis / E.P. Washburn, M.J. Orza, J.A. Berlin et al. // Cancer Causes Control. - 1994. - Vol. 5, № 5. - P. 299 - 309.

240. Need for a European approach to the effects of extremely-low frequency EMF and cancer. ELF-EMF European Feasibility Study Group // *Scand. J. Work. Environ. Health (UEB)*. - 1997. - Vol. 23, № 1. - P. 5 - 14.
241. Li C.Y., Theriault G., Lin R.S. Epidemiological appraisal of studies of residential exposure to power frequency magnetic fields and adult cancers // *Occup. Environ. Med.* - 1996. - Vol. 53, № 8. - P. 505 - 510.
242. Myelogenous leukemia and electric blanket use / S. Preston-Martin, J.M. Peters, M.C. Yu et al. // *Bioelectromagnetics*. - 1988. - Vol. 9. - P. 207 - 213.
243. Savitz D.A., John E.M., Kleckner R.C. Magnetic field exposure from electric appliances and childhood cancer // *Am. J. Epidemiol.* - 1990. - Vol. 131. - P. 763 - 773.
244. Use of electric blankets and risk of testicular cancer / R. Verreault, N.S. Weiss, K.A. Hollenbach et al. // *Ibid.* - P. 759 - 762.
245. Use of electric blankets and risk of postmenopausal breast cancer / J.E. Vena, S. Graham, R. Hellman et al. // *Ibid.* - 1991. - Vol. 134. - P. 180 - 185.
246. Adult leukemia risk and personal appliance use: A preliminary study / R.H. Lovely, R.L. Buschbom, A.L. Slavich et al. // *Ibid.* - 1994. - Vol. 140. - P. 510 - 517.
247. Risk of premenopausal breast cancer and use of electric blankets / J.E. Vena, J.L. Freudenheim, J.R. Marshall et al. // *Ibid.* - 1994. - Vol. 140. - P. 974 - 979.
248. Omura Y., Losco M.. Electromagnetic fields in the home environment (color TV, computer monitor, microwave oven, cellular phone, etc) as potential contributing factors for the induction of oncogen C-fos Ab1, oncogen C-fos Ab2, integrin alpha 5 beta 1 and development of cancer, as well as effects of microwave on amino acid composition of food and living human brain // *Acupunct. Electrother Res.* - 1993. - Vol. 18, № 1. - P. 33 - 73.
249. Агуреев А. Проведенное на мышах... // *Зеленый мир*. - 1998. - № 6. - С. 3.
250. Disability, mortality and incidence of cancer among Geneva painters and electricians: a historical prospective study / E. Guberan, M. Usel, L. Raymond et al. // *Br. J. Ind. Med.* - 1989. - Vol. 46. - P. 16 - 23.
251. Occupational electromagnetic field exposure, solvent exposure and leukemia (Letter) / R.P. Gallagher, M.L. McBride, P.R. Band et al. // *J. Occup. Med.* - 1990. - Vol. 62. - P. 289 - 293.
252. Preston-Martin S., Henderson B.E., Peters J.M. Descriptive epidemiology of central nervous neoplasms in Los Angeles County // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* - 1982. - Vol. 381. - P. 202 - 208.
253. Incidence of leukemia in occupations with potential electromagnetic field exposure in United States Navy personnel / F.C. Garland, E. Shaw, C.E.D. Gorham et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1990. - Vol. 132. - P. 293 - 303.
254. Savitz D.A., Calle E.E. Leukemia and occupational exposure to electromagnetic fields: review of epidemiological surveys // *J. Occup. Med.* - 1987. - Vol. 29. - P. 47 - 51.
255. Milham J.S. Mortality in workers exposed to electromagnetic fields // *Environ. Health. Perspect.* - 1985. - Vol. 62. - P. 297 - 300.
256. Olin R., Vagero D., Ahlbom A. Mortality experience of electrical engineers // *Br. J. Ind. Med.* - 1986. - Vol. 43. - P. 212 - 213.
257. A survey of cancer and occupation in young and middle aged men. II. Non-respiratory cancers / D. Coggon, B. Pannett, C. Osmond, E.D. Acheson // *Ibid.* - P. 381 - 386.
258. Tynes T., Andersen A. Incidence of cancer in Norwegian workers potentially exposed to electromagnetic fields // *Am. J. Epidemiol.* - 1992. - Vol. 136. - P. 81 - 88.
259. McDowall M.E. Leukemia in electrical workers in England and Wales (letter) // *Lancet*. - 1990. - Vol. 2. - P. 1596.

260. Leukemia in electrical workers in New Zealand (letter) / N.E. Pearce, R.A. Sheppard, J.K. Howard et al. // *Ibid.* - 1985. - Vol. 1. - P. 811 - 812.
261. Background radiation, electrical work and some other exposures associated with acute myeloid leukemia in a case-referent study / U. Flodin, M. Fredriksson, O. Axelsson et al. // *Arch. Environ. Health.* - 1986. - Vol. 41. - P. 77 - 84.
262. Leukemias and occupation in Sweden: a registry-based analysis / M.S. Linet, H.C.R. Malke, J.K. McLaughlin et al. // *Am. J. Ind. Med.* - 1988. - Vol. 14. - P. 319 - 330.
263. "Cancer mortality among workers in an electrical company in Rio de Janeiro, Brazil" / S. Koifman, I.B. Echenique, A.M.R.O. Farias et al. // Paper presented at the Symposium on Environmental Health, Tampere. - Finland, July 1989.
264. Juutilainen J., Laara E., Pukkala E. Incidence of leukemia and brain tumors in Finnish workers exposed to ELF magnetic fields // *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* - 1990. - Vol. 62. - P. 289 - 293.
265. Incidence of leukemia and brain tumours in some electrical occupations / S. Tornqvist, B. Knave, A. Ahlbom, T. Persson // *Br. J. Ind. Med.* - 1991. - Vol. 48. - P. 597 - 603.
266. A case-control study of leukemia at a naval nuclear shipyard / F.B. Stern, R.J. Waxweiler, S.T. Beaumont et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1986. - Vol. 123. - P. 980 - 992.
267. Incidence of cancer in persons with occupational exposure to electromagnetic fields in Denmark / P. Guenel, P. Raskmark, J.B. Andersen, E. Lynge // *Br. J. Ind. Med.* - 1993. - Vol. 50. - P. 758 - 764.
268. Tynes T., Jynge H., Vistnes A.I. Leukemia and brain tumors in Norwegian railway workers: A nested case-control study // *Am. J. Epidemiol.* - 1994. - Vol. 139. - P. 645 - 653.
269. Leukemia in telephone linemen / G.M. Matanoski, E.A. Elliott, P.N. Breyse, M.C. Lynberg // *Ibid.* - 1993. - Vol. 137. - P. 609 - 619.
270. 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.
271. Cancer risk associated with occupational exposure to magnetic fields among electric utility workers in Ontario and Quebec, Canada and France: 1970-1989 / G. Theriault, M. Goldberg, A.B. Miller et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1994. - Vol. 139. - P. 550 - 572.
272. Savitz D.A., Loomis D.P. Magnetic field exposure in relation to leukemia and brain cancer mortality among electric utility workers // *Ibid.* - 1995. - Vol. 141. - P. 123 - 134.
273. Occupational exposure to magnetic fields in relation to mortality from brain cancer among electricity generation and transmission workers / J.M. Harrington, D.I. McBride, T. Sorahan et al. // *Occup. Environ. Med.* - 1997. - Vol. 54, № 1. - P. 7 - 13.
274. Leukemia following occupational exposure to 60-Hz electric and magnetic fields among Ontario electric utility workers / A.B. Miller, T. To, D.A. Agnew et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1996. - Vol. 144, № 2. - P. 150 - 160.
275. Exposure to magnetic fields among electrical workers in relation to leukemia risk in Los Angeles County / S.J. London, J.D. Bowman, E. Sobel et al. // *Ibid.* - 1994. - Vol. 26. - P. 47 - 60.
276. Occupational exposure to electromagnetic fields in relation to leukemia and brain tumors: A case-control study in Sweden / B. Floderus, T. Persson, C. Stenlund et al. // *Cancer. Causes Control.* - 1993. - Vol. 4. - P. 465 - 476.
277. Tynes T., Reitan J.B., Andersen A. Incidence of cancer among workers in Norwegian hydroelectric power companies // *Scand. J. Work. Environ. Health.* - 1994. - Vol. 20, № 5. - P. 339 - 344.

278. Narita T., Kudo H. Effect of melatonin on B16 melanoma growth in athymic mice // *Cancer. Res.* - 1985. - Vol. 45. - P. 4175 - 4177.
279. Milham J.S. Increased mortality in amateur radio operators due to lymphatic and hematopoietic malignancies // *Am. J. Epidemiol.* - 1988. - Vol. 50. - P. 50 - 54.
280. Grayson J.K. Radiation exposure, socioeconomic status and brain tumor risk in the US Air Force // *Ibid.* - 1996. - Vol. 143, № 5. - P. 480 - 486.
281. Tynes T., Andersen A. Electromagnetic fields and male breast cancer (Letter) // *Lancet.* - Vol. 190, № 2. - P. 1596.
282. Occupational exposure to electromagnetic radiation and breast cancer in males (abstract) / P.A. Demers, D.B. Thomas, K.A. Rosenblatt et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1990. - Vol. 132. - P. 775 - 776.
283. Cancer morbidity among workers in the telecommunications industry / D. Vage-ro, A. Ahlbom, R. Olin, S. Sahlsten // *Br. J. Ind. Med.* - 1985. - Vol. 42. - P. 191 - 195.
284. Brain tumor mortality risk among men with electrical and electronics jobs: A case-control study / T.L. Thomas, P.D. Stolley, A. Stemhagen et al. // *J. Natl. Cancer. Inst.* - 1987. - Vol. 79. - P. 233 - 238.
285. Kagamimori S. A review of epidemiological studies on the relationship of residential electromagnetic exposure to cancer // *Nippon Kosho Eisei Zasshi.* - 1993. - Vol. 40, № 10. - P. 917 - 925.
286. Occupational electric and magnetic field exposure and brain cancer: a meta-analysis / L.I. Kheifets, A.A. Afifi, P.A. Buffler, Z.W. Zhang // *J. Occup. Environ. Med.* - 1995. - Vol. 37, № 12. - P. 1327 - 1341.
287. Exposure to extremely low frequency electromagnetic fields and the risk of malignant diseases — an evaluation of epidemiological and experimental findings / L. Hardell, B. Holmberg, H. Malmer, L.E. Paulsson // *Eur. J. Cancer. Prev.* - 1995. - Vol. 4, suppl 1. - P. 3 - 107.
288. Gonadic function in workmen with long-term exposure to microwaves / I. Lancranjan, M. Maicanescu, E. Rafaila et al. // *Health Physics.* - 1975. - Vol. 29. - P. 381 - 383.
289. Barron C.I., Baraff A.A. Medical considerations of exposure to microwaves (radar) // *JAMA.* - 1958. - Vol. 168. - P. 1194 - 1199.
290. Screening for occupational exposures and congenital malformations: preliminary results from a nationwide case-referent study / K. Kurppa, P.C. Holmberg, S. Herhberg et al. // *Scand. J. Work. Environ. Health.* - 1983. - Vol. 9. - P. 89 - 93.
291. Wilson J., Frazer F.C. Handbook on Teratology, vol. I: general principles and etiology - N.Y.: Plenum Press, 1977.
292. Eckert E.E. Sudden unexpected death of infants and electromagnetic fields // *German. Med. Clin.* - 1976. - Vol. 71. - P. 1500 - 1505.
293. Bias due to misclassification in the estimation of relative risk / K.T. Copeland, H. Checkoway, A.J. McMichael, R.H. Holbrook // *Am. J. Epidemiol.* - 1977. - Vol. 105. - P. 488 - 495.
294. Long-term exposure to electric fields: a cross-sectional epidemiologic investigation of occupationally exposed workers in high voltage substations / B. Knave, F. Gamberale, S. Bergstrom et al. // *Scand. J. Work Environ. Health.* - 1979. - Vol. 5. - P. 115 - 125.
295. Nordstrom S., Birke E., Gustavson L. Reproductive hazards among workers at high voltage substations // *Bioelectromagnetics.* - 1982. - Vol. 4. - P. 91 - 101.
296. Spitz M.R., Johnson C.C. Neuroblastoma and paternal occupation: a case-control analysis // *Am. J. Epidemiol.* - 1985. - Vol. 121. - P. 924 - 929.
297. Wilkins J.R. 3rd, Hundley V.D. Paternal occupation exposure to electromagnetic fields and neuroblastoma in offspring // *Am. J. Epidemiol.* - 1990. - Vol. 131. - P. 995 - 1008.

298. Neuroblastoma and paternal occupation / G.R. Bunin, E. Ward, S. Kramer et al. // *Ibid.* - P. 776 - 780.
299. Wilkins J.R. 3rd, Koutras R.A. Paternal occupation and brain cancer in offspring: A mortality-based case-control study // *Ibid.* - 1988. - Vol. 14. - P. 299 - 318.
300. Wilkins J.R. 3rd, Wellage L.C. Brain tumor risk in offspring of men occupationally exposed to electric and magnetic fields // *Scand. J. Work. Environ. Health.* - 1996. -Vol. 22, № 5. - P. 339 - 345.
301. Johnson C.C., Spitz M.R. Childhood nervous system tumours: An assessment of risk associated with paternal occupations involving use< repair or manufacture of electrical and electronic equipment // *Int. J. Epidemiol.* - 1989. - Vol. 18. - P. 756 - 762.
302. An epidemiologic case-control study of central nervous system tumours in children and paternal occupation exposures / P.C. Nasca, M.S. Baptiste, P.A. MacCubbin et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1988. - Vol. 128. - P. 1256 - 1265.
303. Congenital anomalies and paternal occupational exposure to shortwave, microwave, infrared and acoustic radiation / J.N. Logue, S. Hamburger, P.M. Silverman, R.P. Chiachierini // *J. Occup. Med.* - 1985. - Vol. 27. - P. 451 - 452.
304. Rick factors in male fertility: a case-control study / E. Buiatti, A. Barchielli, M. Geddes et al. // *Arch. Environ. Health.* - 1984. - Vol. 39. - P. 266 - 270.
305. Tas S., Lauwerys R., Lison D. Occupational hazards for the male reproductive system // *Crit. Rev. Toxicol.* - 1996. - Vol. 26, № 3. - P. 261 - 307.
306. Lundsberg L.S., Bracken M.B., Belanger K. Occupationally related magnetic field exposure and male subfertility // *Fertil. Steril.* - 1995. - Vol. 63. - P. 384 - 391.
307. Davis R.L., Mostofi F.K. Cluster of testicular cancer in police officers exposed to hand-held radar // *Am. J. Ind. Med.* - 1993. - Vol. 24. - P. 231 - 233.
308. Fisher P.D. Microwave exposure levels encountered by police traffic radar operators // *IEEE Trans Electromagnetic Compatibility.* - 1993. - Vol. 35. - P. 36 - 45.
309. Lotz W.G., Rinsky R.A., Edwards R.D. Occupational exposure of police officers to microwave radiation from traffic radar devices. National Institute for Occupational Safety and Health (Div. Of Biomedical and Behavioral Science; and Div. Of Surveillance, Hazard Evaluations and Field Studies), Cincinnati, Ohio, June 1995.
310. Spontaneous abortions among women employed in the metal industry in Finland / K. Hemminki, M.L. Niemi, K. Koskinen, H. Vainio // *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* - 1980. - Vol. 47. - P. 53 - 60.
311. Spontaneous abortions and general illness symptoms among semiconductor manufacturers / H. Pastides, E.J. Calabrese, D.W.Jr. Hosmer, D.R. Harris // *J. Occup. Med.* - 1988. - Vol. 30. - P. 543 - 551.
312. Ouellet-Hellstrom R.O., Stewart W.F. Miscarriages among female physical therapists who report using radio- and microwave-frequency electromagnetic radiation // *Am. J. Epidemiol.* - 1993. - Vol. 138. - P. 775 - 786.
313. Kallen B., Malmquist G., Moritz U. Delivery outcome among physiotherapists in Sweden: is non-ionizing radiation a fetal hazard? // *Arch. Environ. Health.* - 1982. - Vol. 37. - P. 81 - 85.
314. Tzima E., Martin C.J. An evaluation of safe practices to restrict exposure to electric and magnetic fields from therapeutic and surgical diathermy equipment // *Physiol. Meas.* - 1994. - Vol. 15, № 2. - P. 201 - 216.
315. Wertheimer N., Leeper E. Possible effects of electric blankets and heated waterbeds on fetal development // *Bioelectromagnetics.* - 1986. - Vol. 7. - P. 13 - 22.
316. Wertheimer N., Leeper E. Fetal loss associated with two seasonal sources of electromagnetic field exposure // *Am. J. Epidemiol.* - 1989. - Vol. 129. - P. 220 - 224.
317. Exposure to electromagnetic fields during pregnancy with emphasis on electrically heated beds: association with birthweight and intrauterine growth

retardation / M.B. Bracken, K. Belanger, K. Hellenbrand et al. // *Epidemiology*. - 1995. - Vol. 6, № 3. - P. 263 - 270.

318. Congenital malformations and periconceptional use of electric blankets and heated waterbeds: a register based case-control study / L. Dlugosz, J. Vena, M. Zielezny et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1990. - Vol. 132. - P. 763.

319. Robert E. Birth defects and high voltage power lines: an exploratory study based on registry data // *Reprod. Toxicol.* - 1993. - Vol. 7, № 3. - P. 283 - 287.

320. Li D.K., Checkoway H., Mueller B.A. Electric blanket use during pregnancy in relation to the risk of congenital urinary tract anomalies among women with a history of subfertility // *Epidemiology*. - 1995. - Vol. 6, № 5. - P. 485 - 489.

321. Case-control study on maternal residential proximity to high voltage power lines and congenital anomalies in France / E. Robert, J.A. Harris, O. Robert, S. Selvin // *Paediatr. Perinat. Epidemiol.* - 1996. - Vol. 10, № 1. - P. 32 - 38.

322. Robert E. Teratology update: electromagnetic fields // *Teratology*. - 1996. - Vol. 54, № 6. - P. 305 - 313.

323. Early pregnancy loss and exposure to 50-Hz magnetic fields / J. Juutilainen, P. Matilainen, S. Saarikovski et al. // *Bioelectromagnetics*. - 1993. - Vol. 14, № 3. - P. 229 - 236.

324. Reproductive and teratologic effects of electromagnetic fields / R.L. Brent, W.E. Gordon, W.R. Bennett, D.A. Beckman // *Reprod. Toxicol.* - 1993. - Vol. 7, № 6. - P. 535 - 580.

325. Brent R.L., Beckman D.A., Landel C.P. Clinical. Teratology // *Curr. Opin. Pediatr.* - 1993. - Vol. 5, № 2. - P. 201 - 211.

326. Wood A.W. Computer screens and brain cancer // *Austr. Phys. Eng. Sci. Med.* - 1995. - Vol. 18, № 4. - P. 167 - 176.

327. Характеристика условий облучения персонала персональных компьютеров (результаты измерений, оценка опасности и методы защиты) / Ю.Г. Григорьев, О.А. Григорьев, В.А. Тищенко и др. // *Радиц. биология. Радиоэкология*. - 1996. - Т. 36, № 5. - P. 734 - 737.

328. Lewis M.J., Esterman A.J., Dorsch M.M. A survey of the health consequences to females of operating visual display units // *Community Health. Stud.* - 1982. - Vol. 6. - P. 130 - 134.

329. Visual display units and pregnancy: evidence from the Montreal survey / A.D. McDonald, N.M. Cherry, C. Delorme, J.C. McDonald // *J. Occup. Med.* - 1986. - Vol. 28. - P. 1226 - 1231.

330. Goldhaber M.K., Polen M.R., Hiatt R.A. The risk of miscarriage and birth defects among women who use visual display terminals during pregnancy // *Am. J. Ind. Med.* - 1988. - Vol. 13. - P. 695 - 706.

331. Ericson A., Kallen B. An epidemiological study of work with video screens and pregnancy outcome: II. A case-control study // *Ibid.* - 1986. - Vol. 9. - P. 459 - 475.

332. Butler W.J., Brix K.A. Reproductive outcomes of video display workers. Invited paper. Las Vegas, NV: American Public Health Association, 1986.

333. Use of video display terminals during pregnancy and the risk of spontaneous abortion, low birthweight or intrauterine growth retardation / G.C. Windham, L. Fenster, S.H. Swan, R.R. Neutra // *Am. J. Ind. Med.* - 1990. - Vol. 18. - P. 675 - 688.

334. Nielsen C.V., Brandt L.P.A. Spontaneous abortion among women using video display terminals // *Scand. J. Work. Environ. Health*. - 1990. - Vol. 16. - P. 323 - 328.

335. Nurminen T., Kurppa K. Office employment, work with video display terminals and course of pregnancy. Reference mothers' experience from a Finnish case-referent study of birth defects // *Scand. J. Work. Environ. Health*. - 1988. - Vol. 14. - P. 293 - 298.

336. Video display terminals and the risk of spontaneous abortion / T.M. Schnorr, B.A. Grajewski, R.W. Hornung et al. // *New Engl. J. Med.* - 1991. - Vol. 324. -

337. Ericson A., Kallen B. An epidemiological study of work with video screens and pregnancy outcome: I. A registry study // *Am. J. Ind. Med.* - 1986. - Vol. 9. - P. 447 - 457.

338. Westerholm P., Ericson A. Pregnancy outcomes and VDU-work in a cohort of insurance clerks / Eds. Knave B., Wideback P.G. // *Work with display units 86.* - Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1987. - P. 104 - 110.

339. Video display terminal use during pregnancy and reproductive outcome - a meta-analysis / F. Parazzini, L. Luchini, C. La-Vecchia, P.G. Crosignani // *J. Epidemiol. Community. Health.* - 1993. - Vol. 47, № 4. - P. 265 - 268.

340. Delprizzo V. Epidemiological studies of work with video display terminals and adverse pregnancy outcomes (1984-1992) // *Am. J. Ind. Med.* - 1994. - Vol. 26, № 4. - P. 465 - 480.

341. Birth defects and exposure to video display terminals during pregnancy. A Finnish case-referent study / K. Kurppa, P.C. Holmberg, K. Rantala et al. // *Scand. J. Work. Environ. Health.* - 1985. - Vol. 11. - P. 353 - 356.

342. Birth defects and video display terminals / K. Kurppa, P.C. Holmberg, K. Rantala, T. Nurminen // *Lancet.* - 1984. - Vol. 2. - P. 1339.

343. Cardiovascular malformations and maternal exposure to video display terminals during pregnancy / J. Tikkanen, O.P. Heinonen, K. Kurppa, K. Rantala // *Eur. J. Epidemiol.* - 1990. - Vol. 6. - P. 61 - 66.

344. Bjerkedal T., Egenaes J. Video display terminals and birth defects: a study of pregnancy outcomes of employees of the Postal-Giro-Center, Oslo, Norway / Eds. B. Knave, P.G. Wideback // *Work with video display units 86.* - Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1987. - P. 111 - 114.

345. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы: Санитарные правила и нормы (СанПиН 2.2.2.542-96) / Госкомэпиднадзор России. - М., 1996.

346. Wright I. Identification and prevention of work-related mental and psychosomatic disorders among two categories of VDU users // *Proceedings of an International Scientific Conference: Work with Display Units.* - Stockholm, 12-15 May 1986.

347. Zmyslony M., Bortkiewicz A., Aniolczyk H. Ocena wybranych parametrow czynnosci ukkladu krzenia pracownikow roznych grup zawodowych eksponowanych na pola electromagnetyczne wielkiej czestotliwosci I. Ocena ekspozycji // *Med. Pr.* - 1996. - Vol. 47, № 1. - P. 9 - 14.

348. Ocena wybranych parametrow czynnosci ukkladu krzenia pracownikow roznych grup zawodowych eksponowanych na pola electromagnetyczne wielkiej czestotliwosci. II. Zmiany electrokardiograficzne / A. Bortkiewicz, M. Zmyslony, E. Gadzicka, W. Szymczak // *Ibid.* - Vol. 47, № 3. - P. 241 - 252.

349. Холодов Ю.А., Лебедева Н.Н. Реакции нервной системы человека на электромагнитные поля. - М.: Наука, 1992. - 136 с.

350. Relation between suicide and the electromagnetic field of overhead powerlines / M. Reichmanis, F.S. Perry, A.A. Marino, R.O. Becker // *Biol. Chem. Phys.* - 1979. - Vol. 11. - P. 395 - 403.

351. Environmental power-frequency magnetic fields and suicide / F.S. Perry, M. Reichmanis, A.A. Marino, R.O. Becker // *Health. Phys.* - 1981. - Vol. 41. - P. 267 - 277.

352. Comments on environmental power-frequency magnetic fields and suicide / J.A. Bonnell, W.T. Norris, J.H. Pickles, J.C. Male // *Ibid.* - 1983. - Vol. 44. - P. 698 - 699.

353. Dull T., Dull B. Zusammenhange zwischen Storungen des Erdmagnetismus und Haufungen von Todesfallen // *Dtsch. Med. Wchschr.* - 1935. - Bd 61. - S. 95.

354. Becker R. The biological effects of magnetic fields – A survey // *Med. Electronics and Biol. Engng.* - 1963. - Vol. 1. - P. 293.
355. Savitz D.A., Boyle C.A., Holmgren P. Prevalence of depression among electrical workers // *Am. J. Ind. Med.* - 1994. - Vol. 25, № 2. - P. 165 - 176.
356. Perry S., Pearl L., Binns R. Power frequency magnetic field: depressive illness and myocardial infarction // *Public. Health.* - 1989. - Vol. 103. - P. 177 - 180.
357. Perry S., Pearl L. Power frequency magnetic field and illness in multistory blocks // *Ibid.* - 1988. - Vol. 102. - P. 11 - 18.
358. Мизюк М.И. Эколого-гигиенични аспекти вивчення махнитних полив промислової частотою // *Лик Справа.* - 1995. - Vol. 9 - 12. - P. 21 - 23.
359. Гичев Ю.П., Вильмс И.И., Гичева Т.А. Основные результаты медицинского фрагмента антропоэкологической экспертизы нижней зоны Академгородка: Отчет по экологической программе ННЦ СО РАН за 1992 г. - Новосибирск, 1993. - С. 148 - 152.
360. Baris D., Armstrong B. Suicide among electric utility workers in England and Wales // *Br. J. Ind. Med.* - 1990. - Vol. 47. - P. 788 - 789.
361. A case cohort study of suicide in relation to exposure to electric and magnetic fields among electrical utility workers / D. Baris, B. Armstrong, J. Deadman, G. Theriault // *Occup. Environ. Med.* - 1996. - Vol. 53, № 1. - P. 17 - 24.
362. Гурвич Е.Б., Новохатская Е.А., Рубцова Н.Б. Смертность населения, проживающего вблизи энергообъекта электропередачи напряжением 500 киловольт // *Медицина труда и пром. экология.* - 1996. - № 9. - С. 23 - 27.
363. Liden S. "Sensitivity to electricity" – a new environmental epidemic // *Allergy.* - 1996. - Vol. 51, № 8. - P. 519 - 524.
364. Toomingas A. Provocation of the electromagnetic distress syndrome // *Scand. J. Work. Environ. Health.* - 1996. - Vol. 22, № 6. - P. 457 - 458.
365. Neurophysiological effects of flickering light in patients with perceived electrical hypersensitivity / M. Sandstrom, E. Lyskov, A. Berglund et al. // *J. Occup. Environ. Med.* - 1997. - Vol. 39, № 1. - P. 15 - 22.
366. Wolf C. Multiple chemical sensitivities: Is there a scientific basis? // *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* - 1994. - Vol. 66. - P. 213 - 216.
367. Smith C.W. Sixth annual conference IEEE engineering in medical and biological society, sept. 15-17. - 1984. - P. 176 - 180.
368. Bertoft G. Patient reactions to some electromagnetic fields from dental chair and unit: a pilot study // *Swed. Dent. J.* - 1996. - Vol. 20, № 3. - P. 107 - 112.
369. A cognitive-behavioral treatment of patients suffering from "electric hypersensitivity". Subjective effects and reactions in a double-blind provocation study / B. Anderson, M. Berg, B.B. Arnetz et al. // *J. Occup. Environ. Med.* - 1996. - Vol. 38, № 8. - P. 752 - 758.
370. Inga bevis for elkanslighet ay elektromagnetiska falt. Patientens upplevelse maste anda respecteras / A. Ohman, B. Ehinger, K. Hagenfeldt et al. // *Lakartid ningen.* - 1995. - Vol. 929210. - P. 2227 - 2228.
371. Orr J.L., Rogers W.R., Smith H.D. Detection thresholds for 60-HZ electric fields by nonhuman primates // *Bioelectromagnetics.* - 1995. - Suppl. 3. - P. 23 - 34.
372. Human perception of electric fields and ion currents associated with high-voltage DC transmission lines / J.P. Blondin, D.H. Nguyen, J. Sheggen et al. // *Ibid.* - 1996. - Vol. 17, № 3. - P. 230 - 241.
373. Occupations with exposure to electromagnetic fields: a possible risk factor for Alzheimer's disease / E. Sobel, Z. Davanipour, R. Sulkava et al. // *Am. J. Epidemiol.* - 1995. - Vol. 142, № 5. - P. 515 - 524.
374. Elevated risk of Alzheimer's disease among workers with likely electromagnetic field exposure / E. Sobel, M. Dunn, Z. Davanipour et al. // *Neurology.* - 1996. - Vol. 47, № 6. - P. 1477 - 1481.

375. Sobel E., Davanipour Z. Electromagnetic field exposure may cause increased production of amyloid beta and eventually lead to Alzheimer's disease // *Ibid.* - P. 1594 - 1600.
376. Amyotrophic lateral sclerosis and occupational exposure to electromagnetic fields / Z. Davanipour, E. Sobel, J.D. Bowman et al. // *Bioelectromagnetics.* - 1997. - Vol. 18, № 1. - P. 28 - 35.
377. Орлова А.А. Состояние сердечно-сосудистой системы при действии полей СВЧ и ВЧ // *Физические факторы внешней среды.* - М., 1960. - С. 171.
378. Орлова А.А. К клинике изменений внутренних органов при воздействии СВЧ // *О биологическом действии сверхвысоких частот.* - М., 1960. - С. 36.
379. Садчикова М.Н. Клиника изменений нервной системы, вызванных воздействием радиоволнами различных диапазонов // *О биологическом действии электромагнитных полей радиочастот.* - М., 1964. - С. 110.
380. Состояние сердечно-сосудистой системы при воздействии радиоволн различных диапазонов / Н.М. Кончаловская и др. // *О биологическом действии электромагнитных полей радиочастот.* - М., 1964. - С. 114.
381. Korpinen L., Partanen J., Uusitalo A. Influence of 50 Hz electric and magnetic fields on the human heart // *Bioelectromagnetics.* - 1993. - Vol. 14, № 4. - P. 329 - 340.
382. Лебедева И., Вехов А., Банзенова С. Проблемы электромагнитной нейробиологии. - М., 1988. - С. 85 - 93.
383. Логинов В.А. Авиакосмическая и экологическая медицина. - 1994. - Т. 28, № 4. - С. 36 - 40.
384. Frey A., Seifert E. Pulse modulated unf energy illumination of the heart associated with change in heart rate // *Life Sci.* - 1968. - Vol. 7, № 10. - P. 505 - 512.
385. Ультранизкочастотные магнитные поля от электротяги как профессиональный фактор риска ИБС / Н.Г. Птицина, В.А. Кудрин, Дж. Виллорези и др. // *Медицина труда и пром. экология.* - 1996. - Т. 12. - С. 22 - 25.
386. Анализ заболеваемости работников железнодорожного транспорта в связи с уровнем магнитных полей от тяговых двигателей / В.А. Кудрин, Ю.А. Копытенко, М.И. Тясто и др. // *Гигиена и санитария.* - 1995. - Т. 3. - С. 13 - 16.
387. Елизаров Б.Б., Синьков А.В. Гигиена труда машинистов электропоездов метрополитена // *Медицина труда и пром. экология.* - 1995. - № 2. - С. 13 - 15.
388. Экологические аспекты медицины / Ред. Ю.П. Гичев. - Новосибирск, 1996. - С. 80 - 87.
389. Казначеев В.П., Соломатин А.П., Васильченко Е.Ф. Геомагнитные возмущения Земли и мозговые инсульты в г. Новосибирске // *Некоторые вопросы медицинской географии Сибири.* - Новосибирск: Наука, 1975. - С. 14 - 17.
390. The influence of geophysical and social effects on the incidence of clinically important pathologies (Moscow 1979-1981) / G. Villoresi, T.K. Breus, N. lucci et al. // *Physica. Medica.* - 1994. - Vol. 10, № 3. - P. 79 - 91.
391. The influence of geomagnetic storms and man-made magnetic field disturbances on the incidence of myocardial infarction in St. Petersburg (Russia) / G. Villoresi, Y.A. Kopytenko, N.G. Ptitsyna et al. // *Ibid.* - № 4. - P. 107 - 117.
392. Марченко В.И. Влияние солнечной активности на фибринолиз и фибриногенолиз // *Исследования по геомагнетизму, аэронауке и физике Солнца.* - М.: Наука, 1971. - Вып. 17. - С. 13.
393. Рождественская Е.Д., Новикова К.Ф. Влияние солнечной активности на фибринолитическую систему крови // *Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли.* - М.: Наука, 1971. - С. 193.
394. Реакция эритроцитов движущейся крови млекопитающих на действие постоянных и импульсных электромагнитных полей низкочастотного диапазона /

В.В. Игнатъев, В.Н. Кидалов, В.Д. Самойлов и др. // Физиол. журн. им. И.М. Сеченова. - 1995. - Т. 81, № 12. - С. 115 - 120.

395. State of the science: pacemaker and defibrillator interference from wireless communication devices / D.L. Hayes, R.G. Carrillo, G.K. Findlay, M. Embrey // Pacing. Clin. Electrophysiol. - 1996. - Vol. 19, № 10. - P. 1419 - 1430.

396. Electromagnetic interference of analog cellular telephones with pacemakers / V. Barbaro, P. Bartolini, A. Donato, C. Militello // Ibid. - P. 1410 - 1418.

397. Interference with cardiac pacemakers by cellular telephones / D.L. Hayes, P.J. Wang, D.W. Reynolds et al. // New Engl. J. Med. - 1997. - Vol. 336, № 21. - P. 1473 - 1479.

398. Influence of D-net (European GSM-Standard) cellular phones on pacemaker function in 50 patients with permanent pacemakers / A. Wilke, W. Grimm, R. Funck, B. Maisch // Pacing. Clin. Electrophysiol. - 1996. - Vol. 19, № 10. - P. 1456 - 1458.

399. Electromagnetic interference of pacemakers by mobile phones / W. Irnich, L. Batz, R. Muller, R. Tobisch // Ibid. - P. 1431 - 1446.

400. Pacemaker inhibition and asystole in a pacemaker dependent patient / M. Yesil, S. Bayata, N. Postaci, C. Aydin // Ibid. - 1995. - Vol. 18, № 10. - P. 1963.

401. Valjus J. Health risks of electric and magnetic fields caused by high-voltage systems in Finland // Scand. J. Work. Environ. Health. - 1996. - Vol. 22, № 2. - P. 85 - 93.

402. International Non-Ionizing Radiation Committee of the International Radiation Protection Association. Interim guidelines on limits of exposure to 50/60-Hz electric and magnetic fields // Health. Physics. - 1990. - Vol. 56. - P. 113 - 122.

403. Гичев Ю.П. Методологические и методические аспекты разработки медицинских экспертных систем для целей прогнозирования здоровья // Использование АСКОРС в практике диспансеризации и оздоровления трудящихся промышленных предприятий: Материалы 3-го Всесоюзного совещания-семинара. Черкассы, 28-30 мая 1990 г. - Новосибирск; Новокузнецк; Киев, 1990. - 92 с.

404. Campion E.W. Power lines, cancer and fear // N. Engl. J. Med. - 1997. - Vol. 337, № 1. - P. 44 - 46.

405. Комаров В.Н. Увлекательная астрономия. - М.: Наука, 1968. - 432 с.

406. Committee on Interagency Radiation Research and Policy Coordination. Health Effects of Low-Frequency Electric and Magnetic Fields. Report to the Committee on Interagency Radiation Research and Policy Coordination; Oak Ridge Associated Universities Panel, 1992. NTIS Publication № 029-000-00443-9.

407. Brodeur P. The Great Power-Line Cover-Up How the Utilities and the Government Are Trying to Hide the Cancer Hazard Posed by Electromagnetic Fields. Little, Brown and Company, Boston, MA.

408. Kammen D.M., Wilson R. The science and policy risk // Science. - 1993. - Vol. 260, № 5116. - P. 1863.

409. Наше общее будущее: Доклад международной комиссии по окружающей среде и развитию. - М.: Прогресс, 1989. - 376 с.

410. Лебедева А.Н., Лаврик О.Л. Природоохранное законодательство развитых стран Ч. 1. Право и система управления: анализ. обзор / РАН. Сиб. отделение. ГПНТБ. - Новосибирск, 1994. - 143 с.

411. Назаров А.Г. Принципы экологической оценки // Человек. - 1991. - Т. 1. - С. 78 - 85.

412. Baker F. Risk communication about environmental hazards // J. Publ. Health. Policy. - 1990. - Vol. 11, № 3. - P. 341 - 359.

413. Hanson D.J. Right-to-know trade secret rule proposed // Chem. and Eng. News. - 1987. - Vol. 65, № 46. - P. 15 - 33.

414. Florig K.H. Containing the costs of the EMF problem // Science. - 1992. - Vol. 256. - P. 468.

415. Skyberg K., Vistnes A.I. Lavfrekvente elektromagnetiske felter i arbeidsmiljøet – eksponeringsforhold og helseeffekter. Er det økt risiko for kreft, reproduksjonsskader eller andre uønskede virkninger på helsen? // Tidsskr. Nor. Lægeforen. - 1994. - Vol. 114, № 9. - P. 1077 - 1081.

СОКРАЩЕНИЯ

АСКОРС – автоматизированная система количественной оценки меры риска основных патологических синдромов и состояний
АТС – автоматическая телефонная станция
ВДТ – видеодисплейный терминал
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
ГЭС – гидроэлектростанция
ДИ – доверительный интервал
ЖКТ – желудочно-кишечный тракт
ИБС – ишемическая болезнь сердца
ИВР – искусственный водитель ритма
ЛЭП – линии электропередач
МП – магнитное поле
ОМЛ – острый миелоидный лейкоз
ОННЛ – острый нелимфатический лейкоз
ОР – относительный риск
ПДУ – предельно допустимые уровни
РЛС – радиолокационная станция
СВЧ – сверхвысокие частоты
ХМЛ – хронический миелоидный лейкоз
ЦНС – центральная нервная система
ЭКГ – электрокардиограмма
ЭМИ – электромагнитное излучение
ЭМП – электромагнитные поля

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гичев Юрий Петрович – д.м.н., зав. лабораторией клинических проблем экологии НИИ региональной патологии и патоморфологии СО РАМН, проф. кафедры экологии и природопользования Сибирской государственной геодезической академии (Новосибирск).

Гичев Юрий Юрьевич – м.н.с. лаборатории клинических проблем экологии НИИ РПИПМ СО РАМН.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. О ПРИРОДЕ И ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ	5
Глава 2. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МЕХАНИЗМАХ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ	11
Глава 3. ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА	21
Глава 4. О ВОЗМОЖНОЙ СВЯЗИ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ И ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ	28
4.1. Онкологическая заболеваемость и ЭМП, возникающие вблизи ЛЭП	29
4.2. Онкологическая заболеваемость и ЭМП от бытовых приборов	36
4.3. Онкологическая заболеваемость и производственно обусловленные ЭМП	38
Глава 5. ВОЗМОЖНОЕ ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА СОСТОЯНИЕ ПОЛОВОЙ ФУНКЦИИ, ТЕЧЕНИЕ И ИСХОДЫ БЕРЕМЕННОСТИ И ПОТОМСТВО	45
5.1. Влияние ЭМП на состояние половой функции у мужчин	46
5.2. Влияние ЭМП на течение и исходы беременности и потомство	48
5.3. Влияние ЭМИ, возникающих при работе с видеодисплейными терминалами на течение и исходы беременности и потомство	52
Глава 6. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ И СИСТЕМ	57
6.1. Влияние ЭМП на нервную систему	57
6.2. Влияние ЭМП на сердечно-сосудистую систему	61
6.3. Влияние ЭМП на орган зрения	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	67
ЛИТЕРАТУРА	70
СОКРАЩЕНИЯ	92
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	92

Гичев Юрий Петрович
Гичев Юрий Юрьевич

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ
НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Аналитический обзор

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы Word 7.0 for Windows 95.
Компьютерная верстка выполнена Т.А. Калюжной.

Подписано в печать 30.10.98. Формат 60x84/16.

Бумага писчая. Ротапринт. Усл. печ. л. 5,3.

Уч.-изд. л. 7,5. Тираж 300 экз. Заказ N 69.

Цена договорная

ГПНТБ СО РАН. Новосибирск, ул. Восход, 15, комн. 407, ЛИСА.

Типография СО РАН.