

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ, СОЗДАВАЕМОЙ НЕИОНИЗИРУЮЩИМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ИЗЛУЧЕНИЯМИ*

Гвозденко Л.А.

Институт медицины труда АМН Украины, г. Киев

В статье даны определения понятий энергия, энергетическая нагрузка, доза. Приводятся данные о спектре неионизирующих электромагнитных излучений и их роли в обеспечении функционирования организма, о существовании оптимальных интенсивностей излучений, необходимых для нормальной жизнедеятельности, значении тепловых эффектов при воздействии излучений с организмом, синхронизирующих и десинхронизирующих эффектах, особенностях формирования реакций организма на комплексное воздействие различных видов энергии («сенсорный конфликт»). Рекомендуются направления дальнейших исследований по изучению неионизирующих электромагнитных излучений.

Ключевые слова: неионизирующие электромагнитные излучения, спектр, радиочастоты, оптический диапазон, энергия, энергетическая нагрузка, доза, интенсивность, облучение, тепловые эффекты, информационное, резонансное взаимодействие, десинхронизация, сенсорный конфликт

*Пусть годы проходят в вечном стремлении
К познанию мира и всей его жизни;
Всегда в изысканиях, всегда в испытаниях,
Не прерывая, но часто лишь круг замыкая;
Старое с верностью вы сохраняйте,
Новое с радостью вы принимайте,
Светлые чувства, чистые цели,
Пусть так проходит весь путь нашей жизни.*
И.В.Гете

Многочисленные волны и излучения различного происхождения, представляющие различные виды энергии, буквально насыщают биосферу человека, которая охватывает нижнюю часть атмосферы, частично гидросферу (подводные работы) и литосферу (подземные работы) Земли.

Что же такое энергия и энергетическая нагрузка, применительно к действию неионизирующих излучений?

Энергия — это общая мера различных форм движения материи, которые способны превращаться друг в друга и подчиняться закону сохранения энергии. В соответствии с различными формами физического движения, говорят о различных видах энергии: механической, тепловой, химической, электромагнитной, гравитационной, ядерной и т.п. — хотя именно, благодаря способности движения материи и взаимным переходам из одной формы в другую эти разграничения имеют несколько условный характер. Поскольку движение есть атрибут материи, то энергия всегда локализована в опреде-

ленных материальных объектах, и любой материальный объект обладает энергией.

Соответственно обладает энергией и организм человека, и каждая его клетка.

Существует такое общее понятие об энергии организма человека, его внутренней энергии, как об энергии, освобождающейся в процессе жизнедеятельности клеток, органов, тканей, которая, пройдя через стадии физико-химической и механической работы, превращается в тепловую энергию, которая излучается в пространство и обеспечивает внутреннюю температуру организма, теплообмен с внешней средой. Однако в плане рассмотрения проблемы взаимодействия организма человека с электромагнитной энергией применимы понятия квантовой биологии, согласно которым каждая клетка организма рассматривается как элемент биологической ткани, как корпускула в физическом понимании, как квант энергии. Каждая клетка организма имеет собственную энергию — бион. Биологическая ткань рассматривается как сумма элемен-

* Актювая реч на конференції молодих учених Інституту медицини праці АМН України, посвященій 76-літтю заснування інституту.

тарных частиц живого, как фронт-волна колебаний энергии отдельных ее биологических элементов. В квантовом смысле биологическая ткань представляет собой сумму бионов — квантов биологической энергии, энергетическое поле, распространяющееся во времени и пространстве. [1]

Таким образом, человека, любой живой организм можно рассматривать как приемник энергии и в то же время — источник. Это очень важно понять, когда решается проблема оценки воздействия на организм человека различных видов энергии.

Твердо установлено, что человек является источником инфракрасного (ИК), ультрафиолетового (УФ), радиоактивного (ионизирующего) излучений, некоторых частот в радиочастотном диапазоне. Таким образом, можно говорить о взаимодействии различных видов энергии с организмом человека.

Диапазон электромагнитных неионизирующих излучений включает энергию электромагнитного поля, распределенную в пространстве, создающуюся электрическими зарядами и токами, движущимися электрическими зарядами, а также фотонами. Теория Максвелла позволила установить связь между характером движения электрических зарядов и свойствами тех электромагнитных волн, которые при этом возникают. Впоследствии эта теория была подтверждена Герцем и была перенесена на световые волны. Однако, позднее было найдено, что процессы излучения световых волн и некоторые явления взаимодействия света с веществом не охватываются теорией Максвелла. Объяснение этих явлений дала только квантовая электродинамика, квантовая физика, которая подтвердила дискретный, прерывистый характер излучения, возникающего в процессе колебаний и вращений микрочастиц.

Установленная теорией относительности универсальная связь между полной энергией системы (E) и ее массой (m) $E=mc^2$, где c — скорость света в вакууме, свидетельствует о том, что любая частица обладает движением, энергией, мерой которой является выражение $m \cdot c^2$. Как показано физиками, в вакууме свойства всех видов излучений одинаковы.

Таким образом, спектр неионизирующих электромагнитных излучений охватывает, с одной стороны, гипернизкочастотное геомагнитное поле Земли и электромагнитные поля, которые возникают вокруг проводов электрических сетей и антенн радиопередатчиков (радиоволны), а с другой — электромагнитные поля, которые излучает нагретое тело, возбужденные до определенной степени частицы вещества — это ИК, УФ и видимое излучение. Условно

мы называем первую группу — радиочастотным диапазоном длин волн, вторую — оптическим (табл. 1).

Различия между свойствами этих видов излучения проявляются в процессах генерации излучения и в процессах его поглощения, взаимодействия с веществом — эти различия обусловлены проявлением различных свойств единого по своей природе электромагнитного поля, обладающего одновременно свойствами непрерывности и прерывистости, дискретности. В процессе излучения и поглощения радиоволн обычно не сказываются прерывистые свойства электромагнитного поля, которые в процессах излучения и поглощения световых волн играют существенную роль, но никакого резкого разграничения между указанными диапазонами групп электромагнитных волн произвести нельзя.

Таким образом, в каждой точке земной поверхности может быть зарегистрирован широкий диапазон излучений различных частот, генерируемый искусственными источниками на фоне определенных параметров естественного геомагнитного поля (ГМП), которые и обеспечивают **энергетическую нагрузку**. Это та сумма энергетических характеристик полей, которую мы можем зафиксировать в зоне пребывания человека, именно это понятие наиболее широко используется в настоящее время.

Возможно определение **дозы энергии**, действующей на организм определенное время при облучении определенной площади поверхности тела применительно к определенному диапазону энергии.

Различают и такое понятие энергетической нагрузки — как количество энергии, поглощенной телом за определенное время при облучении определенной площади поверхности тела, т.е. имеется в виду **поглощенная доза**. Определить поглощенную дозу весьма сложно, необходимо четко знать биофизические механизмы взаимодействия энергии с организмом. Пока что возможно судить о поглощенной дозе при действии ИК излучения по косвенным показателям, например, по величине теплонакопления [2].

Для того, чтобы понять значение электромагнитных излучений в жизни человека нужно помнить, что эти излучения являются необходимым атрибутом нашей жизни. Человек постоянно находится под влиянием геомагнитного поля Земли, которое генерируется теми геохимическими процессами, которые происходят во всех геологических образованиях, и характеризуется некоторым постоянством или сверхнизкими колебаниями с периодом от суток до 200 лет и более. Его напряженность составляет порядка 0,46 эрстед, но возможны

Таблиця 1

Спектр неионізуючих електромагнітних излучений

Диапазон частот	Частота, Гц	Длина волны	Энергия, эВ	Источники	
Радиочастотный диапазон	Крайне низкие частоты (КНЧ)	>1000 км	$10^{-8}-10^{-7}$	Геомагнитное поле, электроприборы, высоковольтные линии, радиосвязь, трансформаторные подстанции	
	Сверхнизкие частоты (СНЧ)		$10^{-7}-10^{-6}$		
	Инфранизкие частоты (ИНЧ)	0,3-30	1000-100 км	Радиосвязь, электропечи, индукционный нагрев, физиотерапия	
	Очень низкие частоты (ОНЧ)	$3 \cdot 10^3-3 \cdot 10^4$	100-10 км	Индукционный нагрев (закалка, пайка, пайка), физиотерапия, УЗ-установка, видеодисплеи	
	Низкие частоты (НЧ)	$3 \cdot 10^4-3 \cdot 10^5$	10-1 км	Радионавигация, длинноволновая радиосвязь, индукционный нагрев металлов, электроэрозионная обработка, УЗ-установка, видеодисплеи	
	Средние частоты (СЧ)	$3 \cdot 10^5-3 \cdot 10^6$	1 км-100 м	Радиосвязь, радиовещание, радионавигация, индукционный и диэлектрический нагрев материалов	
	Высокие частоты (ВЧ)	$3 \cdot 10^6-3 \cdot 10^7$	100-10 м	Радиосвязь, радиовещание, международная связь, диэлектрический нагрев, медицина, ЯМП, нагрев плазмы	
	Очень высокие частоты (ОВЧ)	$3 \cdot 10^7-3 \cdot 10^8$	10-1 м	Радиосвязь, телевидение, физиотерапия, диэлектрический нагрев, медицина, ЯМП, нагрев плазмы	
	Ультравысокие частоты (УВЧ)	$3 \cdot 10^8-3 \cdot 10^9$	1 м-10 см	Радиолокация, радионавигация, радиотелефон, телевидение, микроволновые печи, физиотерапия, нагрев и диагностика плазмы	
	Сверхвысокие частоты (СВЧ)	$3 \cdot 10^9-3 \cdot 10^{10}$	10-1 см	Радиолокация, спутниковая связь, метеолокация, радиорелейная связь, нагрев и диагностика плазмы, радиоспектроскопия	
	Крайне высокие частоты (КВЧ)	$3 \cdot 10^{10}-3 \cdot 10^{11}$	10-1 мм	Радары, спутниковая связь, радиометеорология, медицина (физиология, онкология)	
	Оптическое излучение	ИК-С длинноволновое	1 мм-3,0 мкм	0,001-0,4	Солнце, нагретое оборудование, нагретый, расплавленный металл, стекло, пламя и т.п.
		ИК-В средневолновое	3,0 мкм-1,5 мкм	0,4-0,9	
		ИК-А коротковолновое	1,5 мкм-0,76 мкм	0,9-1,6	
		Видимое	0,76 мкм-0,4 мкм	1,6-3,1	
УФ-А - длинноволновое		0,4 мкм-1,32 мкм	3,1-3,94		
УФ-В - средневолновое		0,32 мкм-0,28 мкм	3,94-4,43		
УФ-С - коротковолновое	0,28 мкм-0,2 мкм	4,43-6,2			

флюктуации до нескольких тысяч эрстед и более. Как показали исследования, выполненные в институте медицины труда РАМН, в экранированных помещениях, человек чувствует себя неудовлетворительно, работа в этих помещениях является серьезным фактором риска развития адаптационных, стрессорных, компенсаторных реакций, а также необратимых патологических изменений нервной и иммунной системы. Авторы пришли к выводу, что ослабление или искажение ГМП может модифицировать биоэффекты воздействия [3].

Это свидетельствует о том, что этот фактор является необходимым компонентом энергетического обеспечения жизненных функций человека, но в определенных пределах напряженности, и не только этот.

В процессе эволюции живых организмов большую роль сыграл и продолжает играть видимый свет и УФ излучение. Началом зарождения жизни на Земле, вероятно, было фотохимическое сопряжение, синтез пиродифосфатов аденозина, сопряженный с поглощением света пуриновым кольцом. В процессе эволюции сформировался замкнутый цикл преобразования веществ и энергии в масштабах биосферы планеты. Автотрофы за счет энергии поглощаемого ими света разлагают воду на H_2 и O_2 . Водород соединяется с какими-либо акцепторами (CO_2) с образованием сохраняющих энергию молекул пищи (фотосинтез), O_2 уходит в атмосферу. Гетеротрофы осуществляют обратный процесс — образуют воду, освобождая законсервированную ранее энергию при соединении кислорода с водородом органических молекул (дыхание). Прохождение этого термодинамического цикла сопровождается деградацией энергии — «высококачественное» видимое и УФ излучение (E_1) превращается в «низкокачественное» тепловое (E_2). При осуществлении такого цикла, реализующегося сопряженно с процессами деградации солнечной энергии, совершаются все процессы жизнедеятельности, вызванные к жизни биологической эволюцией [4].

Свет, видимое излучение, сыграл свою роль не только в процессе эволюции. Он продолжает выполнять свою роль, обеспечивая энергией все функции нашего организма, диктуя ритм и уровень его функционирования при его поглощении не только специфическими тканями зрительного анализатора (родопсин), но и всеми тканями нашего организма с помощью сенсориализаторов: флавинов, порфиринопиридиннуклеотидов, каротиноидов.



E_1 — энергия силы света; А — акцептор водорода; E_2 — низкокачественная тепловая энергия; $\sim P$ — макроэргические фосфаты.

Рис. 1. Общая схема аэробных превращений энергии в биосфере.

Наши исследования в области изучения реакций организма на видимое излучение показали важное значение в формировании уровня функционирования энергополучения за счет видимого излучения в различные сезоны года. В этой работе нам впервые удалось рассчитать среднесуточный энергоприход за счет естественного видимого излучения в различные сезоны года: для зимнего периода он составляет примерно $98,5 \text{ Дж/м}^2$, для весеннего — $211,5 \text{ Дж/м}^2$, летнего — $227,5 \text{ Дж/м}^2$, осеннего — $164,5 \text{ Дж/м}^2$ [5], — и установить роль энергополучения в формировании ритмической деятельности организма. Как видно из рис. 2, характер кривых ритма и уровня изменения температуры тела различается в зависимости от сезона года, что, вероятно связано с различным энергополучением.

Уровень спонтанной хемилюминесценции (СХЛ) — специфический показатель при оценке энергетической нагрузки, свидетельствующий о появлении свободных радикалов в результате поглощения фо-

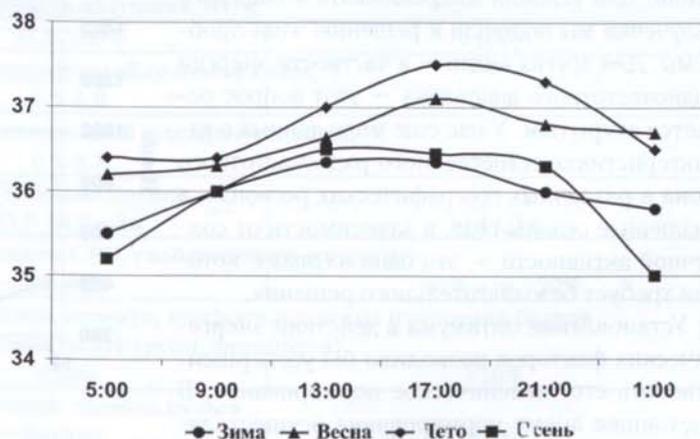


Рис. 2. Суточный ритм базальной температуры тела в зависимости от сезона года.

тонов и их рекомбинации с образованием избытка электронной энергии, которая излучается в видимой или ИК области спектра, также зависит от времени года (рис. 3).

Анализ аппроксимирующей зависимости уровня исследуемых показателей в зависимости от среднесуточного суммарного энергоприхода показал, что как при большом, так и при малом энергоприходе наблюдаются почти одинаковые реакции и существует определенный оптимум в энергообеспечении, который обуславливает нормальное функционирование организма. Такого характера кривые были получены почти для всех исследованных биохимических показателей (рис. 4, 5).

Видимое излучение входит в состав той суммы фоновых излучений, без которых человеческий организм не может нормально существовать. К фоновым излучениям помимо видимого, ультрафиолетового излучения и геомагнитного поля относятся и определенные уровни акустического поля, температурные характеристики окружающей среды, необходимые для его нормального состояния, которые играли и играют определенную роль в процессе эволюции и приспособления человека к условиям окружающей среды. Эти данные подтверждают наш тезис о том, что и для этих видов энергии существует определенный оптимум в энергообеспечении организма, то необходимое количество энергии, которое обеспечивает его нормальное функционирование. Определение этого оптимума — одна из проблем, которая требует своего решения при гигиенической оценке электромагнитных излучений. Для условий микроклимата и видимого излучения мы подошли к решению этой проблемы. Для других видов — в частности энергии радиочастотного диапазона — этот вопрос остается открытым. У нас еще мало данных о характеристиках естественного радиочастотного фона в различных географических регионах, в различные сезоны года, в зависимости от солнечной активности — это одна из задач, которая требует безотлагательного решения,

Установление оптимума в действии энергетических факторов позволило бы усовершенствовать его гигиеническое нормирование. В настоящее время нормирование осуществляется с помощью установления пороговых интенсивностей действия фактора или установ-

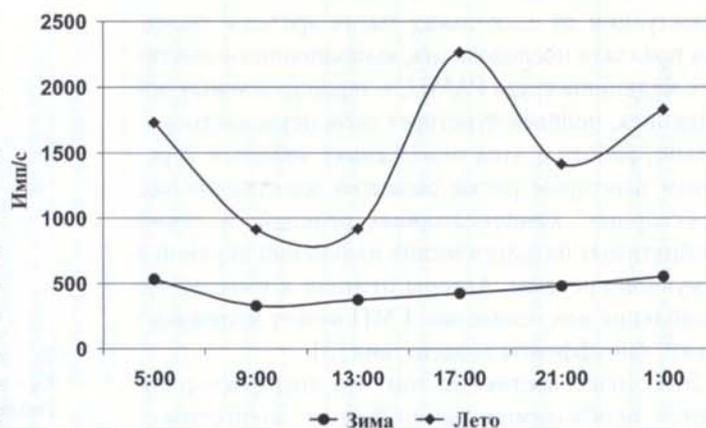


Рис. 3. Суточный ритм функционирования системы свободнорадикального окисления (CPO) в зависимости от сезона года.

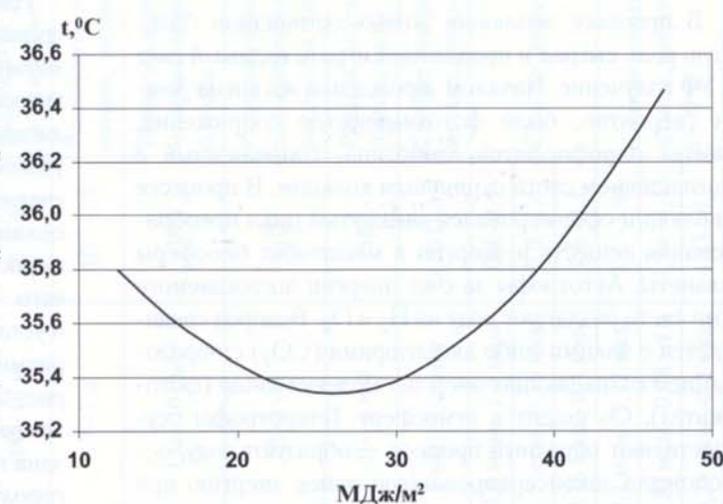


Рис. 4. Характер изменения температуры тела в зависимости от энергополучения.

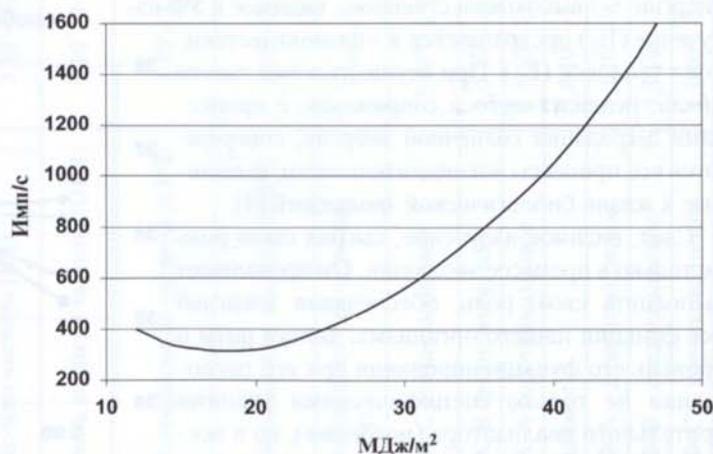


Рис. 5. Характер изменения СХЛ в зависимости от энергополучения.

ления порога повреждения при действии определенных диапазонов спектра без учета оптимальных интенсивностей излучения, необходимых для функционирования организма.

Остается дискуссионным вопрос в отношении оценки тепловых эффектов, появляющихся в процессе поглощения и преобразования того или иного вида энергии. Мы уже говорили о превращении энергии — все виды электромагнитной энергии при поглощении в зависимости от ее количества превращаются в тепло. Американские специалисты считают, что электромагнитные излучения следует нормировать только по тепловому эффекту. Их, в определенной степени, поддерживают военные гигиенисты [6]. Основным же принципом нормирования в бывшем Советском Союзе была принята оценка нетепловых эффектов, тех первичных физико-химических процессов в биосистемах, которые происходят при поглощении энергии структурными элементами клеток и тканей, способствуют формированию состояния напряжения на субмолекулярном и молекулярном уровне в клетках, органах, тканях; которые лежат в основе изменения энергетического обмена и регуляторных процессов, следствием которых может быть развитие предпатологических состояний. Как показали наши исследования, наличие теплового эффекта уже свидетельствует о наличии повреждения. Повышение температуры тела и кожных покровов при действии ИК излучения с длиной волны 1,5 мкм различной интенсивности (табл. 2) приводит к увеличению интенсивности СРО, денатурационным процессам белковых молекул, напряжению терморегуляторных функций.

Последние исследования по нормированию облученности, генерируемой сотовыми телефонами, также показали, что в основе повреждений лежит тепловой эффект (нагреваются кожные покровы, ткани мозга), что может быть причиной развития поражений ЦНС, развития неврозов у пользователей [7, 8].

Биологические эффекты, связанные с воздействием электромагнитных полей, весьма разнообразны. Однако в Списке профессиональных заболеваний пока что значатся: вегетативная дисфункция, астенический, астеновегетативный, гипоталамический синдромы и местное поражение тканей лазерным излучением; электроофтальмии, катаракта; ультрафиолетовый рак кожи (гиперкератозы, эпителиомы, папилломы, лейкокератозы, злокачественная базалиома), меланома.

В литературе же обсуждаются вопросы влияния этого фактора не только на нервную систему, но описывается влияние и на иммунную, эндокринную системы, систему кроветворения (злокачественные лейкозы), влияние на репродуктивное здоровье, дискутируется вопрос о возможности возникновения злокачественных новообразований у детей и пользователей сотовой радиосвязью. Идет речь о кумуляции биологических эффектов [9, 10].

Слабая связь, обнаруживаемая между воздействием ЭМП и биоэффектами, в том числе канцерогенными, отсутствие четких данных о дозоэффективной зависимости позволяет предположить, что ЭМП могут быть промоторами, а не инициаторами раковых заболеваний, при наличии комплекса химических, биологических и других агентов [10].

Таблица 2

Характер реакций организма в зависимости от теплового состояния организма при действии ИК излучения с λ_{max} 1,5 мкм

Интенсивность облучения, Вт/м ²		
35,0	35,0-100,0	>100,0
Повышение температуры облучаемой кожи, °С		
До 0,5	0,5-1,0	>1,0
Повышение средневзвешенной температуры кожи, °С		
До 0,3	0,3-0,8	>0,8
Теплонакопление		
До 40 кДж	40,0-84,0 кДж	>84 кДж
Увеличение интенсивности СРО, свойственного организму		
18-20%	20-40%	>40% или <20%
Наличие процессов денатурации белковых молекул, конформационных изменений белков (снижение активности SH-групп, ферментов)		
±10%	±20%	>20%
Увеличение частоты пульса		
5-6 уд.	8-10 уд.	>10 уд.
Повышение антимикробной резистентности	Преобладает отсутствие изменений	Снижение антимикробной резистентности

При этом следует сказать, что до сих пор нет четких данных о механизмах взаимодействия этого фактора с тканями организма: обсуждается возможность возникновения магнитной индукции при электродинамическом взаимодействии поля с подвижными электролитами, возможность индуцирования токов Фарадея в тканях, магнитоиндуцированных токов крови, электронных взаимодействий и т.п. Биофизические же механизмы взаимодействия ЭМИ радиочастотного диапазона до сих пор неясны.

Хочу остановиться еще на таких двух понятиях, которые очень часто вызывают споры у исследователей при гигиенической оценке эффектов, связанных с воздействием ЭМИ. Речь идет об информационном и резонансном взаимодействии ЭМИ с организмом человека. В определении этих терминов применительно к ЭМИ пока что нет достаточной ясности.

А.С.Пресман [11] употребил термин «информационное воздействие», когда изучал координацию полетов птиц в зависимости от параметров ЭМП. Действительно, изменения определенных характеристик магнитных полей дают информацию магнитным органам, которые есть у птиц, о том, куда и когда надо лететь. Мы можем говорить об информационном действии видимого света, т.к. у человека есть специальный орган — глаз, воспринимающий этот сигнал, организм соответствующим образом реагирует на этот сигнал. Вероятно, применительно к электромагнитным излучениям говорить об информационном действии, не имея в виду определенной воспринимающей этот фактор структуры, — нецелесообразно. В то же время существует общее понятие информации, как фактора, который вносит определенный сигнал в систему, упорядочивая ее или наоборот.

Термин «резонансное взаимодействие», в настоящее время, широко используется для объяснения эффектов слабых электромагнитных полей [12]. В физическом понимании — резонанс — это резкое возрастание амплитуд установившихся колебаний, когда частота вынуждающего внешнего воздействия приближается к частоте собственных колебаний системы. Действительно, если мы достаточно хорошо знаем собственные частотные характеристики тех видов излучений, источниками которых являемся, — можем прогнозировать возможные эффекты при действии излучений определенных частотных характеристик. Теоретически доказан и экспериментально подтвержден резонансный характер ответа человеческого организма для малых интенсивностей поля частотой 40 ГГц — на такой частоте ре-

зонировать третичная структура ДНК-спирали — это вынужденный резонанс. Наблюдается выраженный эффект герцовых сверхнизкочастотных колебаний магнитных полей на клеточные мембраны [12]. И.С.Бездольная [13] выявила резонансное воздействие дециметровых волн на альфа-ритм энцефалограммы животных. Мы обнаружили более выраженные реакции на действие ИК излучения с длиной волны 6–10 мкм, самого слабого в энергетическом плане, и объяснили этот эффект наличием резонансного характера реакций — наш организм излучает такие же частоты [2].

Поэтому при гигиенической оценке эффектов воздействия ЭМИ надо помнить об этих особенностях. При этом нужно очень осторожно переносить данные, полученные в эксперименте на животных, на организм человека.

При гигиенической оценке эффектов ЭМИ необходимо не забывать о наличии синхронизирующих и десинхронизирующих эффектов электромагнитных полей. Наличие резонансных эффектов позволяет прийти к заключению, что изменение частотных характеристик действующих факторов — может вызвать десинхронизацию — десинхроноз, увеличение длительности адаптации к десинхронизирующим влияниям. Этим эффектом может объясняться реакция на магнитные бури. То есть реакция идет не на скачок геомагнитного поля, с которым ассоциируется буря, а на появление или исчезновение резонансных для организма частот непосредственно до начала магнитной бури или во время ее развития [12]. Как явление десинхроноза объясняется реакция у добровольцев, дополнительно облучаемых видимым светом определенного спектрального состава в условиях эксперимента [5].

Много проблем возникает при оценке комплексного воздействия физических энергетических факторов, что наиболее часто встречается в реальных условиях. Регуляторным центром, формирующим реакции организма на воздействие физических факторов — является гипоталамус, срединные структуры мозга. При однонаправленных воздействиях нескольких физических факторов возможно формирование очага патологического возбуждения, что может быть причиной так называемого «сенсорного конфликта» — который не поддается лечению [14]. Вероятно, в этом случае большое значение имеют интенсивности действующих факторов. В лаборатории сейчас проводятся такие эксперименты В.И.Назаренко. Мы надеемся получить в результате новые данные о комплексном воздействии физических факторов. В литературе, применительно к оценкам

комплексных воздействий физических факторов, описан еще один феномен — это эффект репарации, когда излучение с меньшей частотой снимает повреждающее действие более высокочастотного излучения. Этот феномен описан в отношении видимого и ультрафиолетового излучения — фоторепарация, темновая репарация. Интересны работы по совместному действию ионизирующего и УФ излучения в исследованиях Г.С.Яцулы [15]. Неблагоприятный эффект ионизирующего излучения при действии на растительные клетки ослаблялся действием высокочастотного радиочастотного излучения [16]. Это очень интересно, но четкого объяснения этому феномену пока что нет.

Хочется обратить внимание на регулируемую роль мелатонина в обеспечении реакций организма на видимый свет, уровень которого в крови подчиняется действию видимого света. В дневное время он разрушается, в ночное — восстанавливается. Так вот, сейчас появились публикации о том, что работа в ночное время в условиях интенсивного освещения при наличии электромагнитных полей подавляет синтез мелатонина, что способствует возникновению рака молочной железы [17]. Эти особенности взаимодействия различных видов излучения надо учитывать при постановке исследований и их гигиенической оценке.

Должна сказать, что лаборатория по изучению физических факторов ИМТ в настоящее время решает весьма интересные задачи по изучению комплексного воздействия физических факторов в эксперименте, на основании натуральных исследований. В состав комплекса входят: электромагнитные излучения промышленной частоты, температура воздуха, шум при соблюдении постоянных параметров освещенности.

Это те факторы, которые характеризуют условия труда рабочих легкой промышленности, электрические профессии энергопредприятий.

Литература

1. Квантово-биологическая теория: монография/Под общ. ред. В.В.Бойко, М.А.Красноголовца.— Харьков: Факт, 2003.— 968 с.
2. Гвозденко Л.А. Гигиеническое значение оптического излучения нагретых тел в условиях современного производства: Дисс. ... д.м.н., К., 1987.— 357 с.
3. Григорьев Ю.Г. Человек в электромагнитном поле (существующая ситуация, ожидаемые биоэффекты и оценка опасности)//Радиационная биология. Радиоэкол.— 1997.— Т.37, вып.4.— С. 690–702.
4. Шноль С.Э. Физико-химические факторы биологической эволюции.— М.: Наука, 1979.— 263 с.

В связи с внедрением новых систем отопления производственных помещений с использованием инфракрасных излучателей, имеющих разную температуру нагрева (250, 400 и 900°C) и, соответственно, различный спектр излучения, перед нами стоит задача разработать безопасные условия их использования и методы гигиенической оценки условий микроклимата, который создается при использовании лучистого отопления.

Большой объем работы выполнен по определению минимальной эритемной дозы ультрафиолетового излучения применительно к реальным величинам облученности. Работы требуют своего продолжения [18].

Таким образом, работы по изучению электромагнитных излучений должны быть продолжены в направлениях:

1. Углубление наших знаний в отношении установления параметров фоновых электромагнитных излучений в зависимости от географического региона, сезона года, солнечной активности, состояния озонового слоя атмосферы и др. факторов, а также установления параметров действующих потоков энергии, генерируемых производственными источниками.
2. Определение оптимальных уровней фоновых электромагнитных излучений, обеспечивающих оптимальное функционирование организма.
3. Изучение первичных механизмов взаимодействия излучения с тканями организма и последующих реакций, в зависимости от параметров действующих потоков излучения с точки зрения квантово-биологической теории.
4. Изучение влияния комплексного воздействия физических факторов с учетом синхронизации и десинхронизации, возможности «сенсорного конфликта», эффектов репарации, регулирующей роли мелатонина и т.п.
5. Вивчення біологічної дії видимого електромагнітного випромінювання з урахуванням спектру та інтенсивності штучних і природних джерел (до обґрунтування принципів регламентування)//Звіт про НДР, кер. Л.А.Гвозденко.— К., 2000.— 111 с.
6. Давыдов Б.И., Тихончук В.С., Антипов В.В. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений.— М.: Энергостройиздат, 1984.— 176 с.
7. Даценко В.І., Сова С.Г. Оцінка функціонального стану здоров'я користувачів стільниковими радіотелефонами стандартів NMT-450 та JSM-900//Довкілля та здоров'я.— 2001.— №4.— С. 23–25.

8. Черных А.М., Черных Т.В. Экологические угрозы здоровью человека при превышении фона электромагнитных полей в окружающей среде в регионе магнитной аномалии//Мед. труда и пром. экол.- 2004.- №10.- С. 25-27.

9. Фатхутдинова Л.М. Влияние электромагнитных полей частотой до 400 кГц на нервную систему//Там же.- 2001.- №9.- С. 20-27.

10. National Research Council (U.S.) Committee on the Possible Effects of Electromagnetic Fields on Biologic Systems. Possible health effects of exposure to residential electric and magnetic fields.- Washington DC: National Academy Press, 1996.

11. Пресман А.С. Электромагнитные поля и процессы регулирования в биологии//Вопросы бионики.- М.: Наука, 1976.- С. 341-351.

12. Хабарова О.В. Биоэффективные частоты и их связь с собственными частотами живых организмов//Биомедицинские технологии и радиоэлектроника.- 2002.- №5.- С. 56-66.

13. Бездольная И.С. Электрофизиологические критерии функционального состояния мозга при действии и гигиенической регламентации антропогенных

электромагнитных излучений//Гигиена населенных мест: сб. науч. тр.- К., 2001.- Вып.38, Т.2.- С. 71-75.

14. Рукавишников В.С., Панков В.А., Лохман О.Л. Общие закономерности формирования неспецифических патогенетических механизмов при воздействии на организм физических факторов производственной среды//Бюлл. Вост.-Сиб. Центра СО РАМН.- 2001.- №2.- С. 79-85.

15. Яцула Г.С. Гигиеническое значение ультрафиолетового излучения в профилактике лучевых поражений: Автореф. дисс. ... д.м.н.- К., 1970.- 47 с.

16. Тордиа Н.В. Низькоінтенсивні електромагнітні випромінювання в діапазоні надвисоких частот: як фактор модифікації радіостійкості рослинних клітин: Автореф. дис. ... к.б.н.- К., 2004.- 24 с.

17. Kheifets L.I., Matkin C.C. Industrialization, electromagnetic fields and breast cancer risk//Environ. Health Perspect.- 1999.- V.107 (Suppl. 1).- P. 145-154.

18. Назаренко В.И., Гвозденко Л.А., Чередниченко И.Н. и др. К вопросу определения биодозы солнечного ультрафиолета//Мед. труда и пром. экол.- 2004.- №10.- С. 31-35.

ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ, СТВОРЮВАНОВОГО НЕІОНІЗУЮЧИМИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИМИ ВИПРОМІНЮВАННЯМИ

Гвозденко Л.А.

Інститут медицини праці АМН України, м. Київ

В статті наводяться дані щодо визначення понять «енергія», «енергетичне навантаження», «доза». Характеризується спектр неіонізуючих електромагнітних випромінювань і їх роль в забезпеченні функціонування організму; існування оптимальних інтенсивностей випромінювань, необхідних для нормальної життєдіяльності; значення теплових ефектів при дії випромінювань, особливості інформаційної і резонансної взаємодії випромінювань з організмом, синхронізуючі і десинхронізуючі ефекти; особливості формування реакцій організму на комплексну дію різних видів енергії («сенсорний конфлікт»). Рекомендуються напрями подальших досліджень щодо вивчення неіонізуючих електромагнітних випромінювань.

Ключові слова: неіонізуючі електромагнітні випромінювання, спектр, радіочастоти, оптичний діапазон, енергія, енергетичне навантаження, доза, інтенсивність, опромінення, теплові ефекти, інформаційна резонансна взаємодія, десинхронізація, сенсорний конфлікт

HYGIENIC ASSESSMENT OF ENERGETIC LOADS FORMED BY NON-IONIZING ELECTROMAGNETIC RADIATION

Gvozdenko L.A.

Institute for Occupational Health of AMS of Ukraine, Kyiv

The data concerning designation of such notions as «energy», «energetic load», «dose» etc. is specified in the article. The spectrum of non-ionizing electromagnetic radiations and their role in the body functioning, availability of optimum radiation intensities necessary for normal vital activity, significance of thermal effects in radiation exposures, peculiarities of information and resonance interaction of radiation and the human body, synchronizing and desynchronizing effects, peculiarities of formation of the body reactions on the combined effect of various types of energy («sensory conflict») is being characterized. It is recommended to undertake further efforts in studying the non-ionizing electromagnetic radiation.

Key words: non-ionizing electromagnetic radiation, spectrum, energy, energetic loads, dose, information and resonance interaction, desynchronizing effects, combined effect, «sensory conflict».

Поступила 09.06.05

Контактное лицо: Гвозденко Людмила Андреевна, заведующая лабораторией по изучению и нормированию физических факторов производственной среды, Институт медицины труда АМН Украины, ул. Саксаганского, 75, Киев, 01033, Украина, тел.: (044) 289-75-42