

## ВРЕДНЫЕ УСЛОВИЯ ТРУДА С ВИЗУАЛЬНЫМИ ДИСПЛЕЙНЫМИ ТЕРМИНАЛАМИ – КАК ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

*Будянская Э.Н.,*

*НИИ гигиены труда и профессиональных заболеваний Харьковского национального  
медицинского университета,*

*Шишко Е.И.,*

*Херсонская государственная морская академия*

*В работе рассмотрена физика электромагнитных полей, проведены исследования влияния электромагнитных полей на здоровье человека и необходимости пересмотра государственных санитарных правил и норм при работе с визуальными дисплейными терминалами – электронно-вычислительных машин.*

*Ключевые слова: вредные условия труда, электромагнитные излучения, визуальный дисплейный терминал, электронно-вычислительные машины, компьютер, монитор, правила и нормы.*

**Введение.** В процессе жизнедеятельности человек постоянно находится в зоне действия электромагнитных излучений (ЭМИ) Земли. Такое излучение, называемое фоном, считается нормальным и не наносит здоровью людей никакого вреда. Природный электромагнитный спектр охватывает волны длиной от  $1 \cdot 10^{-14}$  метров до  $1 \cdot 10^5$  километров.

Электромагнитное излучение увидеть невозможно, а представить не каждому под силу, и потому нормальный человек его почти не опасается. Между тем если суммировать влияние электромагнитного излучения всех приборов на планете, то уровень естественного геомагнитного поля Земли окажется превышен в миллионы раз.

На сегодня интенсивное использование электромагнитной и электрической энергии в современном информационном обществе привело к тому, что в последней трети XX века возник и сформировался уже значимый электромагнитный фактор загрязнения окружающей среды.

Масштабы электромагнитного загрязнения среды обитания людей стали столь существенны, что Всемирная организация здравоохранения включила эту проблему в число наиболее актуальных для человечества, а многие ученые относят ее к сильнодействующим экологическим факторам с катастрофическими последствиями для всего живого на Земле.

Термин «глобальное электромагнитное загрязнение окружающей среды» официально введен в 1995 году Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ). В числе немногих всемирных проектов ВОЗ реализует Международный электромагнитный проект (WHO International EMF Project), что подчеркивает актуальность и значение, придаваемое международной общественностью этой теме. В свою очередь практически все технически и культурно развитые страны реализуют свои национальные программы исследования биологического действия ЭМ излучения и

обеспечения безопасности человека и экосистем в условиях нового глобального фактора загрязнения окружающей среды.

Крупнейшие компании по производству компьютеров – «Apple Computer», «Compaq Computer», «IBM Corporation» выделили миллионы долларов на создание при Университете Джонса Хопкинса Центра по изучению видеотерминалов и их влияния на самочувствие.

Научно доказано, что электромагнитное излучение (ЭМИ) имеет более пагубное влияние на организм живых существ, чем радиационное излучение.

Широкомасштабное внедрение визуальных дисплейных терминалов (ВДТ) в разные сферы народного хозяйства диктует необходимость обеспечения профессиональной безопасности и здоровье пользователей ВДТ. ВДТ это часть электронно-вычислительных машин (ЭВМ), содержащее устройство для предоставления визуальной информации – монитор, т.е. это устройство в составе электронно-вычислительных машин (ЭВМ) или персонального компьютера (ПК), предназначенное для вывода на экран текстовой, графической и видеoinформации. По устройству мониторы делятся на: мониторы на основе электронно-лучевых трубок; мониторы на основе жидкокристаллических панелей.

В состав ПК входят системный блок, монитор и мышь с клавиатурой.

Системный блок и монитор, т.е. в целом компьютер является источником ЭМ излучений, поскольку, как известно любое устройство, которое производит, или потребляет электроэнергию, создает электромагнитное (ЭМ) излучение.

Наиболее сильным источником ЭМ излучения является монитор на основе электронно-лучевых трубок, особенно его боковые и задние стенки, т.к. они не имеют специального защитного покрытия, которое есть у лицевой части экрана. ЭМ излучение концентрируется вокруг устройства в виде электромагнитного поля (ЭМП). Отметим, что к неблагоприятным факторам производственной среды для работающих с мониторами кроме ЭМП являются статическое электричество, мягкое рентгеновское излучение, ультрафиолетовое излучение и др.

В настоящей работе будут рассмотрены критерии безопасности влияющие на здоровье человека в условиях длительного воздействия ЭМП от ВДТ.

Хотя вопросу биологического действия ЭМП посвящено множество научных работ, тем не менее, в физике этого процесса и до сих пор остается много неизученных вопросов, который становится темой для многочисленных симпозиумов, конференций и научных дискуссий.

**Цель исследований** данной работы заключается в комплексном рассмотрении физики ЭМП и оценки опасности ЭМП идущих от ВДТ на здоровье человека, что непременно приведет к необходимости пересмотра действующих, в частности – государственных санитарных правил и норм при работе с ВДТ.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи исследования**:

- раскрыть сущность происхождения ЭМП и рассмотреть физику ЭМП;
- провести исследования влияния ЭМП на человеческий организм;
- провести научно – обоснованные методические подходы к пересмотру государственных санитарных правил и норм при работе с визуальными дисплейными терминалами.

**Изложение основного материала.** На практике при характеристике электромагнитной обстановки используют термины «электрическое поле», «магнитное поле», «электромагнитное поле». Коротко поясним, что это означает и какая связь существует между ними.

Электромагнитное поле – это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами.

Электрическое поле – создается электрическими зарядами и заряженными частицами в пространстве.

Магнитное поле – создается при движении электрических зарядов по проводнику.

Физической причиной существования электромагнитного поля является то, что изменяющееся во времени электрическое поле возбуждает магнитное поле, а изменяющееся магнитное поле – вихревое электрическое поле. Непрерывно изменяясь, обе компоненты поддерживают существование электромагнитного поля. Поле неподвижной или равномерно движущейся частицы неразрывно связано с носителем (заряженной частицей).

Таким образом, порождение ЭМП переменным магнитным полем и магнитного поля – переменным электрическим приводит к тому, что электрические и магнитные поля не существуют обособленно, независимо друг от друга. Компоненты векторов, характеризующих ЭМП, образуют, согласно относительности теории, единую физическую величину – тензор ЭМП, компоненты которого преобразуются при переходе от одной инерциальной системы отсчёта к другой в соответствии с Лоренца преобразованиями.

Для характеристики величины электрического поля используется понятие напряженность электрического поля, обозначение  $E$ , единица измерения В/м, вектор. Величина магнитного поля характеризуется напряженностью магнитного поля  $H$ , единица А/м, вектор. Измерению обычно подвергается модуль (длина) вектора.

При измерении сверхнизких и крайне низких частот часто также используется понятие магнитная индукция  $B$ , единица Тл, одна миллионная часть Тл соответствует 1,25 А/м [1–3].

Тут самое время вспомнить о законе электромагнитной индукции: изменяющееся электрическое поле порождает магнитное, а изменяющееся магнитное – электрическое. Эти два поля как бы сцеплены друг с другом. Как только мы создаем волнообразное изменение электрического поля, так сразу

же к нему добавляется и магнитная волна. Разделить эту пару волн невозможно – это единое электромагнитное явление.

Как показал Максвелл в такой связке колеблющиеся электрическое и магнитное поля могут отрываться от порождающих их проводников и двигаться через вакуум в форме электромагнитных волн, с определенной, но очень большой скоростью. Он вычислил эту скорость, и она оказалась около трехсот тысяч километров в секунду, что соответствует скорости света. Электромагнитные волны, не исчезают с устранением источника (например, радиоволны не исчезают и при отсутствии тока в излучившей их антенне).

Распространение возмущений электромагнитного поля на далекие расстояния называется электромагнитной волной (электромагнитными волнами).

Электромагнитные волны характеризуются длиной волны, обозначение  $\lambda$ , размерность – м. Источник, генерирующий излучение, а по сути создающий электромагнитные колебания, характеризуются частотой, обозначение –  $f$ , размерность – Гц). При частотах 3 – 300 Гц в качестве характеристики магнитного поля может также использоваться понятие магнитной индукции, обозначение  $B$ , размерность – Тл). Источники антропогенных электромагнитных полей разделяют на низко– (0 – 3 кГц) и высокочастотные (от 3 кГц до 300 ГГц).

Открытие электромагнитных волн – замечательный пример взаимодействия эксперимента и теории. На нем видно, как физика объединила, казалось бы, абсолютно разнородные свойства – электричество и магнетизм, – обнаружив в них различные стороны одного и того же физического явления – электромагнитного взаимодействия.

Важная особенность ЭМП – это деление его на так называемую «ближнюю» и «дальнюю» зоны. В «ближней» зоне, или зоне индукции, на расстоянии от источника  $r < \lambda$  ЭМП можно считать квазистатическим. Здесь оно быстро убывает с расстоянием, обратно пропорционально квадрату  $r^{-2}$  или кубу  $r^{-3}$  расстояния. В «ближней» зоне излучения электромагнитная волна еще не сформирована. Для характеристики ЭМП измерения переменного электрического поля  $E$  и переменного магнитного поля  $H$  производятся раздельно. Поле в зоне индукции служит для формирования бегущих составляющей полей (электромагнитной волны), ответственных за излучение. «Дальняя» зона – это зона сформировавшейся электромагнитной волны, начинается с расстояния  $r > 3\lambda$ . В «дальней» зоне интенсивность поля убывает обратно пропорционально расстоянию до источника  $r^{-1}$ .

В «дальней» зоне излучения есть связь между  $E$  и  $H$ :  $E = 377 H$ , где 377 – волновое сопротивление вакуума, Ом. Поэтому измеряется, как правило, только  $E$ . На частотах выше 300 МГц обычно измеряется плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ), или вектор Пойтинга. Обозначается как  $S$ , единица измерения Вт/м<sup>2</sup>. ППЭ характеризует количество энергии, переносимой электромагнитной волной в единицу

времени через единицу поверхности, перпендикулярной направлению распространения волны.

Переходя к оценке опасности ЭМП, как описано выше, основным источником неблагоприятного воздействия на здоровье пользователя компьютера является средство визуального отображения (СВО) монитора, т.е. ВДТ.

В большинстве теперешних мониторов СВО представляет собой электронно-лучевую трубку.

В дальнейшем в качестве главных факторов воздействия СВО на здоровье будем рассматривать факторы воздействия электромагнитного поля электронно-лучевой трубки.

Исследования показали, что ВДТ излучают электромагнитные волны в очень широком диапазоне. В радиодиапазоне они продуцируются катодной трубкой; основной же источник – горизонтальные и вертикальные отклоняющие катушки, которые обеспечивают сканирование электронного луча по экрану в диапазоне 15 – 35 кГц. На расстоянии 50 см от экрана напряжённость электрического поля имеет значение от меньших единицы до 10 В/м, а магнитная индукция – от  $10^{-8}$  до  $10^{-7}$  Тл. В настоящее время многие специалисты считают предельно допустимой величину магнитной индукции равной 0,2 – 0,3 мкТл.

ВДТ излучают также переменные электрические и магнитные поля с частотой 50 или 60 Гц и их гармоники.

Достоверно известно – все частотные диапазоны ЭМВ влияют (осуществляют влияние) на здоровье и трудоспособность человека, причем следствия этого влияния могут быть довольно отдаленными [4].

В результате многочисленных исследований установлено, что реакция организма человека зависит от величины мощности излучения и от таких параметров, как частота, вид модуляции, ширина спектра излучаемого сигнала, поляризация, время облучения и т.д. Выявить однозначную связь между каким-либо одним параметром излучения и явно выраженным эффектом его действия пока не удалось.

Таблица 1 – Нормы облучения

Плотность потока электромагнитной энергии, Вт/м <sup>2</sup>	Допустимое время пребывания в зоне воздействия ЭМП
До 0,1	Рабочий день
0,1–1	Не более 2 ч
1 – 10	Не более 10 мин

Примечание: в остальное рабочее время плотность потока электромагнитной энергии не должна превышать 0,1 Вт/м<sup>2</sup> при условии пользования защитными очками.

Биологическое действие одного и того же по частоте электромагнитного поля зависит от напряженности его составляющих или плотности потока электромагнитной энергии. Это является критерием для определения биологической активности электромагнитных излучений. В таблице приведены предельно допустимые плотности потока

электромагнитной энергии в диапазоне частот 300 МГц – 300000 ГГц и время пребывания на рабочих местах и в местах возможного нахождения персонала, профессионально связанного с воздействием электромагнитных полей.

У систематически работающих за такими мониторами от 2 до 6 часов в сутки людей функциональные нарушения центральной нервной системы происходят в среднем в 4,6 раза чаще, чем у людей, не являющихся пользователями компьютера. Болезни дыхательной системы регистрируются в среднем в 1,9 раза чаще, болезни опорно-двигательного аппарата – в 3,1 раза чаще. С увеличением средней продолжительности работы на компьютере соотношение здоровых и больных среди пользователей резко возрастает.

По результатам исследований влияния комплекса факторов физической природы малой интенсивности на здоровье пользователей ВДТ, выполненных в ГП «Харьковский НИИ гигиены труда и профзаболеваний» выявлены расстройства нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной, иммунной систем, что в итоге приводит к преждевременному старению организма.

Так, углубленное медицинское обследование 961 пользователей ВДТ показало высокие уровни заболеваемости как среди мужчин, так и среди женщин. Установлено, что с увеличением возраста растет число соматических заболеваний (соматическое заболевание (от др.-греч. σῶμα – тело) – телесное заболевание, в противоположность психическому заболеванию, в данную группу заболеваний объединяют болезни, вызываемые внешними воздействиями или же внутренними нарушением работы органов и систем, не связанные с психической деятельностью человека; в целом значительная часть болезней является именно соматическими, так, например, все травмы и генетические наследственные болезни являются соматическими).

Уровни заболеваемости пользователей ВДТ, которые регистрируются основными специалистами (терапевтом, невропатологом и другими), достоверно повышаются с увеличением трудовой нагрузки – суммарного времени работы за ВДТ.

Последними исследованиями установлено, что

– у 31,18 % – пользователей ВДТ имели место соматические заболевания;

– у 19,35% – заболевания нервной системы.

При анализе данных, с учетом возраста работающих, получены такие уровни заболеваемости среди работающих молодого возраста (возраст до 25 лет):

– у 17,28 % – заболевания нервной системы;

– у 2,62 % – соматические заболевания.

Среди пользователей ВДТ наиболее трудоспособного возраста (с 25 до 40 лет) зарегистрированы такие уровни заболеваемости:

- у 35,54 % – соматические заболевания;
- у 19,28 % – заболевания нервной системы.

В возрастной группе старше 40 лет увеличивается число больных с заболеваниями нервной системы, а также с соматическими заболеваниями:

- у 36,96 % – соматические заболевания.
- 19,46 % – заболевания нервной системы.

Также, согласно данным Центра электромагнитной безопасности, в организме пользователя под влиянием электромагнитного излучения монитора происходят значительные изменения гормонального состояния и специфические изменения биотоков мозга. Особенно ярко и устойчиво эти эффекты проявляются у женщин.

Исследования показали, что продолжительное влияние ЭМИ, даже относительно слабого уровня, может вызвать раковые заболевания, потерю памяти, болезни Паркинсона и Альцгеймера и даже повысить склонность к самоубийству. Особенно опасны поля для детей и беременных женщин.

Наибольшее влияние ЭМИ оказывают на иммунную, эндокринную, половую систему и нервную.

Иммунная система уменьшает выброс в кровь специальных ферментов, выполняющих защитную функцию, происходит ослабление системы клеточного иммунитета.

Эндокринная система начинает выбрасывать в кровь большее количество адреналина, как следствие, возрастает нагрузка на сердечно-сосудистую систему организма. Происходит сгущение крови, в результате чего клетки недополучают кислород.

У человека, в течение длительного времени подвергавшегося ЭМИ, уменьшается сексуальное влечение к противоположному полу (отчасти это является следствием банальной усталости, отчасти вызвано изменениями в деятельности эндокринной системы), падает потенция.

Изменения в нервной системе видны невооруженным глазом. Как уже отмечалось выше, признаками расстройства являются раздражительность, быстрая утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна, общая напряженность, люди становятся суетливыми.

Таковы последствия воздействия ЭМ излучения.

Отметим, что современные технологии позволяют отказаться от использования мониторов на электроннолучевой трубке и использовать жидкокристаллические мониторы, которые как техническим параметрам, так и параметрам воздействия на здоровье человека значительно отличаются в лучшую сторону.

В настоящее время в Украине является весьма актуальным направление регламентации новых гигиенических нормативов, а также пересмотр действующих, в частности – санитарных правил и норм при работе с визуальными дисплейными терминалами (ВДТ).

Результаты комплексных клиничко-лабораторных исследований проведенные авторами в НИИ гигиены труда и профессиональных

заболеваний позволили разработать научно – обоснованные методические подходы к пересмотру санитарных правил и норм (СанПиН) для пользователей при работе с ВДТ.

В настоящее время в странах Западной Европы и России действуют стандарты по охране труда, которые регламентируют работу пользователей ВДТ персональных компьютеров: в Великобритании это стандарт «Board statement on restrictions on human exposure to static and time varying electromagnetic fields and radiation // Documents of the NRPB. Chilton. Didcot. Oxfordshire 1993. VOL. 4. No 5, 69 p., Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0 – 300 GHz) // Documents of the NRPB. Chilton. Didcot. Oxfordshire. 2004. VOL. 15. No 3, 215 p.; в Швейцарии – Visual display units: Radiation protection guidance (International Labour Office, Geneva, 1994, 52 p.); в Швеции – TCO`06 MEDIA DISPLAYS, VERSION 1.0 (TCO`06), который регламентирует эксплуатацию ВДТ на катодных трубках, а также жидкокристаллических дисплейных терминалов (ЖДТ). Документ TCO`06 пришел на смену действовавшему ранее стандарту TCO`03 FLAT PANEL DISPLAYS, VERSION 3.0. В России с 30 июня 2003 года введен в действие документ СанПиН «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03».

В Украине действуют «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин». Затверджено: Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду 26.03.2010 N 65, Зареєстровано в Міністерстві юстиції України. за N 293/17588, а так же «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» ДСанПіН 3.3.2.007-98, которые давно устарели. В этих документах отсутствуют гигиенические нормативы напряженности электромагнитных полей на рабочих местах пользователей жидкокристаллических дисплейных терминалов (ЖДТ). В «ДСанПиН 3.3.2 007-98» нормативы напряженности электромагнитных полей находятся в разногласии с теми нормативами, которые приведены в документе «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин». «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» N 293/17588 – 2010.

В «ДСанПиН 3.3.2 007-98» полностью отсутствуют нормативы уровней излучений от ВДТ и ЖДТ электромагнитных полей в низкочастотном диапазоне (5Гц -2кГц; 2 кГц - 60 кГц).

С целью научно-обоснованного пересмотра действующих нормативных документов, определяющих положения СанПиН, нами сформирован комплексный интегральный показатель прогноза неблагоприятного действия факторов физической природы малой интенсивности на здоровье пользователей ВДТ. Этот показатель отражает состояние иммунной системы пользователей ВДТ и ее основных показателей – антитела к тиреоглобулину,

T-супрессоры, проницаемость эритроцитарных мембран, активность лизоцима, T-хелперы, лейкоциты, активность комплемента, иммуноглобулины.

Разработанная компьютерная система прогноза неблагоприятного действия ВДТ на организм пользователей с целью обоснования профилактических мероприятий содержит:

- банк данных (БД) для хранения и пополнения информации об условиях труда и состоянии здоровья, в том числе – клинко-диагностических исследованиях по каждому обследуемому;

- базу знаний, содержащую сведения, полученные в результате математического анализа и моделирования рассматриваемых процессов и экспертной оценки результатов исследований;

- программный комплекс, позволяющий модифицировать и обрабатывать информацию банка данных;

- комплекс программ, реализующих методы математической статистики для обработки информации банка данных и пополнения базы знаний.

По результатам проведенных медицинских осмотров пользователей ВДТ конкретизирована степень влияния на них комплекса вредных факторов. Все категории пользователей ВДТ были распределены по профессиональной принадлежности и условиям труда на такие подгруппы: оператор; инженер-математик-программист; инженер-электронщик; лаборант (техник).

Сведения о результатах обследования каждого пользователя ВДТ занесены в три базы данных (БД): анкетные данные; данные по условиям труда (профессиональный маршрут); данные о состоянии здоровья (клинко-лабораторные, диагностические данные). Анкетные данные исследуемого пользователя ВДТ содержат информацию: пол, возраст и его табельный номер. Профессиональный маршрут пользователя ВДТ содержит информацию о стаже работы (общий стаж работы с ВДТ), классификации и суммарном времени работы с ВДТ в течение одного месяца, уровнях электромагнитных излучений по электрической и магнитной составляющим.

Клинко-лабораторные данные о состоянии здоровья представляют собой основную часть данных, подлежащую статистическому анализу. Они подразделяются на подгруппы, содержащие информацию о формуле крови, состоянии иммунной (клеточное звено; гуморальное звено) и эндокринной систем, о перекисном окислении липидов и реологии крови.

Кроме того, к этой группе относятся диагностические данные – диагнозы, поставленные врачами-специалистами, которые содержатся в БД в кодированном виде в соответствии с Международной классификацией болезней и травм.

Установлено, что важнейшими показателями условий работы с ВДТ являются такие временные показатели: общий стаж работы с ВДТ; среднее оценочное время наработки с использованием ВДТ за один календарный месяц.

Разработанная система компьютерного прогноза неблагоприятного воздействия ВДТ на организм пользователей, содержит:

- подсистему создания и сопровождения основных специализированных баз данных, позволяющую проектировать архитектуры и системы управления базами иммунологических, биохимических, реологических показателей, а также показателей микроэлементного состава плазмы и эритроцитов периферической крови;
- подсистему статистической обработки иммунологических, биохимических, реологических показателей, а также показателей микроэлементного состава плазмы и эритроцитов периферической крови;
- подсистему прогноза клинико-лабораторных показателей в зависимости от гигиенических факторов и факторов профессионального маршрута.

На сегодня основные специализированные БД содержат данные профмаршрута, гигиенических показателей, клинико-лабораторных показателей (иммунологические, биохимические, реологические), показателей микроэлементного состава плазмы и эритроцитов периферической крови, полученных по результатам обследования 600 пользователей. Общее число введенных показателей в БД составляет более 50 тысяч.

Первым этапом разработанной системы компьютерного прогноза неблагоприятного воздействия ВДТ на организм пользователей является проведение обычного одномерного дисперсионного анализа, в котором группы пользователей группируются с учетом пола, возраста и среднего времени работы в месяц (СРВ). Целью этапа является нахождение условий оптимальной группировки данных и предварительное определение наиболее чувствительных ко времени нагрузки пользователей ВДТ показателей иммунного статуса. Наибольшие отклонения в иммунной системе выявлены в возрастной группе до 30 лет, что подтверждает тезис о том, что лица молодого возраста наиболее подвержены влиянию неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса. Для более детального анализа указанных тенденций использовали многомерные методы дисперсионного анализа, получено обобщающее представление о характере наблюдаемых изменений и установлена их статистическая значимость для диагностики неблагоприятного воздействия ВДТ на здоровье. По результатам анализа определен суммарный эффект влияния фактора времени работы пользователей ВДТ по всему комплексу изучаемых параметров в исследуемых группах. В качестве раннего диагностического критерия предложен интегральный показатель (ИП).

Исследования иммунного статуса у пользователей ВДТ позволяют сделать заключение о значительных изменениях изучаемых показателей. В частности, наблюдаются значительные изменения в виде снижения процентного содержания лимфоцитов в периферической крови, тимус-зависимых форм, происходящие за счет недостаточности в процентном или

абсолютном количестве основных субпопуляций с хелперной и супрессорной активностью. На этом фоне активизируется *B*-система иммунитета, что выражается в повышении количества *B*-лимфоцитов в периферической крови, а также в повышении их функциональной активности – увеличении в сыворотке крови Ig классов А, М, G.

Такой комплекс сдвигов (выраженная активизация гуморального звена на фоне недостаточности со стороны стимулирующих клеточных факторов и полноценного контроля со стороны клеточного звена) приводит, очевидно, к нарушению процессов иммунологической толерантности, что, в конечном итоге, влечет за собой повышение интенсивности синтеза аутоантител: к ДНК (нативной и денатурированной), к антигенам щитовидной железы, кардиолипиновому антигену.

Используя разработанную компьютерную систему прогнозирования неблагоприятного действия ВДТ на организм пользователей получены новые данные о взаимосвязи показателей их состояния здоровья (иммунной системы, перекисного окисления липидов, системы антиоксидантной защиты) от возраста, стажа работы с ВДТ и от суммарного времени работы за ВДТ в месяц.

Спектр выявленных изменений в иммунном статусе пользователей свидетельствует о существенных отклонениях показателей клеточного и гуморального звена. Суть последних состоит в том, что с увеличением трудовой нагрузки у пользователей ВДТ возникает дисбаланс клеточных популяций, снижается количество иммунокомпетентных клеток, представляющих клеточное звено (*T*-лимфоцитов) и повышается на этом фоне число и функциональная активность индукторов гуморального звена *B*-лимфоцитов, после чего возникает интенсификация аутопроцессов в организме. Активизация *B*-системы иммунитета подтверждается регистрируемым повышением уровня иммуноглобулина G, а также накоплением в крови противоорганных антител (накопление в организме пользователей ВДТ антител в ткани щитовидной железы).

Система прогнозов прослеживает направленность и степень выраженности указанных выше изменений и их зависимость как от производственных факторов, так и возраста пользователей ВДТ.

Сопоставление величины ИП с отдельными показателями СанПиН, входящими в их структуру, позволяет определить критическое время работы за ВДТ, предложить меры профилактики и коррекции здоровья пользователей ВДТ. Есть основания принять в качестве критического времени работы за ВДТ величину  $70 \pm 10$  часов в месяц. Отмечается нелинейность корреляционной зависимости, что свидетельствует о качественном изменении функционального состояния здоровья пользователей ВДТ при величине трудовой нагрузки, превышающей указанное время.

В заключение следует отметить, что ИП является наиболее чувствительным к суммарной трудовой нагрузке пользователей ВДТ, что

позволяет рекомендовать его в качестве раннего диагностического критерия для определения состояния здоровья пользователей ВДТ.

#### **Выводы:**

1. В результате рассмотрения физики ЭМП были определены критерии определения биологической активности электромагнитных излучений.

2. Проведенная оценка опасности ЭМИ идущих от ВДТ на здоровье человека показала, что наибольшее влияние ЭМИ оказывают на иммунную, эндокринную, половую и нервную систему.

3. По результатам исследований влияния комплекса факторов физической природы малой интенсивности на здоровье пользователей ВДТ, выполненных в ГП «Харьковский НИИ гигиены труда и профзаболеваний» выявлен процент соматических заболеваний и заболеваний нервной системы у 961 обследованных пользователей ВДТ.

4. В настоящее время в Украине является весьма актуальным направление регламентации новых гигиенических нормативов, а также пересмотр действующих, в частности – санитарных правил и норм при работе с ВДТ.

5. В работе впервые разработан методический подход к пересмотру предельно допустимых уровней ЭМП, разработаны методические подходы и обоснован выбор методов математического анализа; созданы основные базы клинических данных и клинико-лабораторных показателей; рассмотрены подходы к построению интегральных показателей, характеризующих отдельные группы частных показателей здоровья пользователей ВДТ как по отдельным системам, так и по всему организму пользователей в целом, что позволяет снизить требования к однотипности наборов показателей для групп испытуемых и обследуемых в разные периоды времени.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Тамм И. Е. Основы теории электричества. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 504 с.

2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Теория поля. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1973. – 504 с.

3. Савельев И. В. Курс общей физики. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – М. : Наука, 1978. – 480 с.

4. Любимов В. В., Рагульская М. В. Электромагнитные поля, их биотропность и нормы экологической безопасности // Успехи современной радиоэлектроники. – 2004. – №3. – С. 49–60.

5. Плеханов Г. Ф. Основные закономерности низкочастотной электромагнитобиологии. – Томск : Изд-во Томского университета, 1990. – 188 с.

6. Холодов Ю. А. Мозг в электромагнитных полях. – М. : Наука, 1982. – 123 с.

7. Холодов Ю. А. Реакции нервной системы на электромагнитные поля. – М. : Наука, 1975. – 208 с.

**Будянська Е.М., Шишко К.І. ШКІДЛИВІ УМОВИ ПРАЦІ З ВІЗУАЛЬНИМИ ДИСПЛЕЙНИМИ ТЕРМІНАЛАМИ – ЯК ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ**

*У роботі розглянута фізика електромагнітних полів, проведені дослідження їх впливу на здоров'я людини й необхідності перегляду державних санітарних правил і норм при роботі з візуальними дисплейними терміналами – електронно-обчислювальних машин.*

*Ключові слова: шкідливі умови праці, електромагнітні випромінювання, візуальний дисплейний термінал, електронно-обчислювальні машини, комп'ютер, монітор, правила й норми.*

**Budianska E.N., Shyshko E.I. HARMFUL WORKING CONDITIONS WITH THE VISUAL DISPLAY TERMINALS – AS SOURCES OF ELECTROMAGNETIC RADIATIONS**

*In the work the physics of electromagnetic fields was studied; researches of influence of electromagnetic fields on person's health and necessity of revision of the state sanitary rules and standard sat work with visual display terminals – electronic computers-were carried out.*

*Keywords: harmful working conditions, electromagnetic radiations, the visual display terminal, electronic computers, the computer, the monitor, rules and standards.*