

Коливання мовної інформації збуджують віброакустичні коливання конструкцій (стінок металевих корпусів холодильників) і модулюють магнітні поля розсіювання та електромагнітні поля мережі електроживлення, утворюючи просторові і кондуктивні канали несанкціонованого витоку мовної інформації.

Дано теоретичне обґрунтування віброакустичного каналу витоку інформації. Запропоновано і обґрунтовано схему лабораторного випробувального стенду. Обговорено послідовність виконання експериментальних досліджень та обробки результатів вимірювань.

*Література:* Андрианов В. И., Бородин В. А., Соколов А. В. “Шпионские штучки” и устройства для защиты объектов и информации. Справочное пособие. – Лань, Санкт-Петербург, 1996 - 272 с.

УДК 681.06

## МОНИТОРИНГ НИЗКОЧАСТОТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

*Владислав Галанский, Александр Лаврентьев, Михаил Прокофьев*

*НИЦ «ТЕЗИС» НТУУ «КПИ»*

*Аннотация:* Задачи мониторинга низкочастотных магнитных полей (НМП) включают в себя два аспекта: оценку уровня биологической коллективной (личной) безопасности в конкретном помещении и выявление НМП в радио спектре, излучаемом радиотехническими средствами негласного съема информации, например, скрытой камерой. В научно-исследовательском центре систем технической защиты информации НИЦ «ТЕЗИС» НТУУ «КПИ» разработан высокочувствительный магнетометр, предназначенный для контроля фона слабых НМП в жилых и рабочих помещениях, выявления источников интенсивного магнитного излучения (источники промышленной частоты, вычислительная техника, скрытые видеокamеры и др.), аттестации рабочих мест. Представлены результаты применения данного прибора для выявления и локализации биологически опасных НМП от источников электросети и мониторов, а также результаты исследований возможности перехвата слабых магнитных полей от скрытых источников видео наблюдения.

*Summary:* The questions of biological and information safety are considered in the field of a low-frequency spectrum of radioradiations. The tasks of monitoring of low-frequency magnetic fields (LFMF) include two aspects: a rating of a level of biological collective (personal) safety in a concrete room and revealing LFMF in a radiospectrum, radiate by radio-technical means for private reading of the information, for example, by a latent videocamera. For authentic and qualitative measurement of weak LFMF at the Research centre of systems of technical protection of the information “Thesis” NTUU KPI is developed the high-sensitivity magnetometer. Typical applications: the general analysis of a magnetic background in inhabited and working premises, revealing of sources of intensive magnetic radiation (sources of industrial frequency, PC, latent videocameras etc.), certification of workplaces. The results of application of the given device for revealing and localization biologically dangerous LFMF from sources of the electric system and monitors, and also results of researches of an opportunity of interception of weak magnetic fields from the latent sources of videosupervision are submitted.

*Ключевые слова:* Магнетометр, биологическая безопасность, информационная безопасность, источники магнитных полей, выявление источников, видеокamera, монитор.

### І Биологическое действие низкочастотных магнитных полей

В последние десятилетия XX века человеческая деятельность сопровождалась все более нарастающим загрязнением экосистемы и продуцированием ионизирующих и неионизирующих излучений, негативно воздействующих на биоэкосистемы, в том числе, человека. Справедливости ради следует отметить, что весь свой исторический период человечество развивалось в условиях постоянного воздействия суперпозиции всех видов излучений солнечной энергии, а также воздействия постоянного поля Земли. Поэтому организм человека в той или иной степени адаптирован ко всему спектру излучений, энергетические характеристики которых не выходят за пределы естественного фона, и только низкочастотное магнитное поле (промышленной частоты) явилось продуктом деятельности человека, к воздействию которого организм человека не имеет резистентности. Поэтому даже самое незначительное низкочастотное магнитное поле, в тысячи раз более низкое, чем постоянное магнитное поле Земли, оказывает негативное влияние на здоровье человека. Человеческий организм оказался не готовым к этому виду воздействия.

Из всех видов полей наименее исследованным с точки зрения воздействия на человеческий организм является низкочастотное магнитное поле (НМП). Воздействие низкочастотного магнитного поля на биоэкосистему стало данью современному техническому прогрессу и все более широкому и интенсивному применению энергоемких технологий на производстве и в быту.

Первые серьезные исследования воздействия слабых промышленных НМП, проведенные в США в 70-х годах, выявили серьезные изменения в ряде поведенческих, физиологических и химических реакций в организме человека.

Впервые значительное комплексное исследование возможного неблагоприятного действия электромагнитных полей на здоровье пользователей персональных компьютеров (ПК) было проведено в 1984 году в Канаде. В отчете по итогам работы была установлена однозначная связь заболеваемости с одним из ведущих факторов внешнего воздействия - электромагнитным полем, генерируемым монитором компьютера. По обобщенным данным, у лиц, работающих за монитором от 2 до 6 часов в сутки функциональные нарушения центральной нервной системы происходят в среднем в 4,6 раза чаще, чем в контрольных группах, болезни сердечно-сосудистой системы - в 2 раза чаще, болезни верхних дыхательных путей - в 1,9 раза чаще, болезни опорно-двигательного аппарата - в 3,1 раза чаще.

По данным Бюро трудовой статистики США в период с 1982 по 1990 г. наблюдалось восьмикратное увеличение случаев расстройства здоровья (нетрудоспособности) пользователей ПК.

Исследования функционального состояния пользователя компьютера, проведенные в 1996 году в России Центром электромагнитной безопасности, показали, что даже при кратковременной работе (45 минут) в организме пользователя под влиянием электромагнитного излучения монитора происходят значительные изменения гормонального состояния и специфические изменения биотоков мозга. Спектральная характеристика излучения монитора в диапазоне 10 Гц – 400 кГц свидетельствует, что основная часть облучения приходится на низкочастотную магнитную составляющую электромагнитного поля: примерно 71% в диапазоне 10 – 900 Гц и 28% в диапазоне 1 – 400 кГц.

Исследования влияния НМП на здоровье человека подтверждаются также исследованиями ученых Украины (см., например, [1]).

Экспериментальные данные как отечественных, так и зарубежных исследователей свидетельствуют о высокой биологической активности промышленных НМП. Практически все исследования воздействия промышленных НМП, выполненные за последние 20 лет, свидетельствуют, что биологический эффект НМП малой интенсивности в условиях длительного воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, гормональные заболевания, злокачественные заболевания: рак крови, опухоли мозга (которые были выявлены, например, у работников электротехнических [2] и телефонных компаний [3] со стажем работы свыше 10 лет).

Результаты исследований дают основание отнести нервную систему к одной из наиболее чувствительных систем в организме человека к воздействию НМП малой интенсивности: возникают существенные отклонения на уровне нервной клетки, структурных образований по линии передачи нервных импульсов (синапсе) и на уровне изолированных нервных структур.

Накоплено достаточно данных, указывающих на возникновение иммунодефицита и отрицательного влияния НМП на иммунологическую реактивность организма: нарушаются процессы иммуногенеза, чаще в сторону их угнетения.

Выявлено влияние НМП на эндокринную систему, что выражается, в частности, в повышении функциональной активности щитовидной железы, в увеличении содержания адреналина в крови и активации процессов свертывания крови.

Доказано специфическое влияние НМП на половую функцию, в первую очередь, на беременность и половую активность.

*Таким образом, сегодня определены и конкретизированы наиболее чувствительные и критичные к воздействию магнитных полей системы организма человека: генетическая, нервная, иммунная, эндокринная и половая.*

И, наконец, имеющиеся результаты свидетельствуют о возможной модификации биоэффектов под влиянием ряда факторов: непрерывное и прерывистое НМП, общее и местное, комбинированное от нескольких источников и в сочетании с другими неблагоприятными излучениями и другими факторами. *Комбинированное действие НМП и других факторов как физической, так и химической природы позволили выявить значительное негативное влияние на организм НМП сверхмалых интенсивностей, что может проявиться в виде ярко выраженной патологической реакции.*

## **II Санитарно-гигиеническое нормирование уровня промышленных магнитных полей**

Низкочастотное магнитное поле опасно не только своей высокой проникающей способностью и неблагоприятным воздействием на человека, но и тем, что оно никак не воспринимается нашими органами чувств. Ни один из рецепторов человека не предупреждает его о контакте с источником низкочастотного

магнитного поля даже очень высокой интенсивности. И, наконец, в отличие от других видов излучений, защита от воздействия низкочастотных магнитных полей крайне затруднена, дорогостояща, а в ряде случаев просто неэффективна.

Принимая во внимание результаты исследований влияния слабых электромагнитных полей на экобиосистему, Программой ООН, Международной организацией труда и Всемирной организацией охраны здоровья показатель ELF (Extremely Low Frequency) включен в число гигиенических критериев состояния окружающей среды.

К наиболее опасным излучающим источникам магнитного поля относятся высоковольтные линии электропередач, трансформаторные подстанции, распределительные щиты электропитания, кабели электропитания, потребительская продукция: электроплиты, холодильники, электроинструменты, системы освещения, телевизоры и др., биологическое действие которых жестко нормируется. К примеру, в таблице 1 представлены нормы Германии (DIN VDE 0848 часть 4) по воздействию промышленных магнитных полей, введенные в период 1989 – 1992 гг. По причинам, изложенным выше, в данной работе рассматривается только магнитная составляющая электромагнитного поля, которую трудно локализовать или экранировать, и которая вносит основной вклад в электромагнитную обстановку жилых и рабочих помещений (особенно в диапазоне промышленных частот и их гармоник).

Таблица 1

Нормы стандартов DIN VDE 0848 часть 4, магнитная индукция, мкТл

Условия воздействия	Длительное воздействие, 24 часа в сутки	Кратковременное воздействие, 1 час в сутки
Производственное граничное значение	400	1000
Значение для населения	100	1000

В Украине стандарты безопасности здоровья на производстве при воздействии электромагнитных полей представлены в «Санитарных нормах и правилах при работе с источниками электромагнитных полей» [4] и представлены в таблице 2. Сопоставление таблиц 1 и 2, регламентирующих предельно-допустимый уровень (ПДУ) магнитного поля при длительном облучении, свидетельствует явно не в пользу Санитарных норм Украины, прежде всего в области промышленных частот, и, на наш взгляд, требует радикального изменения.

Таблица 2

Санитарно-гигиенические нормы ЭМП в Украине.

Частота и диапазон частот, Гц	Воздействие до 1 часа Магнитная индукция, мкТл	Воздействие до 8 часов Магнитная индукция, мкТл
50	7500	1800
1000 – 10000	190	63
60000 – 300000000	18	6,3

В настоящее время во всех областях деятельности человека продолжается интенсивная компьютеризация, что требует реализации мер по обеспечению безопасности пользователей при работе с вычислительной техникой, в составе которой наибольшую опасность для организма человека представляет излучение монитора, в зоне действия которого ежедневно находятся сотни миллионов людей во всем мире. Поэтому излучение монитора послужило основой для разработки в ряде стран национальных систем стандартов электромагнитной безопасности, где указаны ПДУ электромагнитного поля источников, в зоне действия которых может находиться человек. В качестве ПДУ ЭМП принимаются такие значения, которые при ежедневном облучении в свойственных для данного источника излучения режимах, не вызывают у населения заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования. В качестве ПДУ принимается дробная величина от минимального уровня электромагнитного поля, способного вызвать какую-либо негативную реакцию.

В 1990 году Институтом защиты от излучений (Швеция) и рядом организаций, в том числе крупнейших производителей мониторов, был разработан стандарт MPR II, который в дальнейшем был принят за основу при разработке национальных стандартов в ряде стран. Так, например, в Российской Федерации действуют Санитарные нормы и правила "Гигиенические требования к видео дисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ" 2.2.2.542-96, которые полностью

соответствуют стандарту MPR II. В таблице 3 представлены ПДУ магнитных полей MPR II на расстоянии 0,5 м вокруг монитора. К сожалению, Украина пока что не поддержала этот стандарт электромагнитной безопасности.

В последние годы результаты изучения биологического воздействия электромагнитных полей на здоровье человека привели к необходимости дальнейшего ужесточения ПДУ, что привело к появлению и модификации новых стандартов безопасности ТСО 92/95/98 (Швеция), в которых ПДУ уменьшены еще в 2,5 раза.

Таблица 3

Нормы безопасности MPR II		
Диапазон частот, Гц	Магнитная индукция, мкТл	Условия измерения
5 - 2000	0,25	Расстояние 0,5 м вокруг монитора
2000 - 400000	0,025	Расстояние 0,5 м вокруг монитора

### III Измерение слабых магнитных полей

Задачи мониторинга низкочастотных магнитных полей включают в себя два аспекта: оценку уровня биологической коллективной (личной) безопасности в конкретном помещении и выявление НМП в радио спектре, излучаемом техническим средством негласного съема информации, например, видеокамерой. Поэтому для достоверного и качественного измерения малых уровней низкочастотных магнитных полей необходим специальный измерительный прибор, чувствительность которого, по крайней мере, должна быть на порядок выше измеряемой величины. Исходя из поставленной задачи, нами разработан магнетометр, предназначенный для оперативного инструментального контроля рабочих мест при вводе их в эксплуатацию, пространственного обследования интенсивности низкочастотных полей вблизи технических средств и контроля биологически опасных уровней полей на рабочих местах, в том числе неионизирующих излучений компьютерной техники. Типичные применения такого устройства: общий анализ магнитного фона в жилых и рабочих помещениях, поиск источников магнитного излучения (в том числе скрытых), аттестация рабочих мест и пр.

Разработанный магнетометр позволяет выполнять измерения низкочастотных магнитных полей с напряженностью от 1 нТл при минимальном соотношении сигнал/шум не менее 10 дБ. Существующие современные аналоги измерителей низкочастотных магнитных полей, используемые в основном для оценки степени биологической опасности, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Зарубежные измерители низкочастотных магнитных полей		
Наименование прибора	Минимальный уровень измерения напряженности магнитного поля, нТл	Производитель
Измеритель ПЗ-50	12	Россия
Измеритель Циклон-05	7	ГНПП "Циклон-Тест" Россия
Измеритель А002м	40	Россия
Анализатор EFA-1	10	Wavetek Wandel & Goltermann
Анализатор EFA-3	5 (с полосовым фильтром)	Wavetek Wandel & Goltermann

Негативное влияние на жизнедеятельность экобиосистемы оказывают слабые низкочастотные магнитные поля, величина которых в тысячи раз меньше поля Земли (>20000 нТл). Наибольший вклад в электромагнитную обстановку рабочих и жилых помещений в диапазоне промышленной частоты (50 Гц и гармоники) вносят линии электропередач, электротехническое оборудование здания, в том числе, кабельные линии, а также распределительные щиты и трансформаторы (внешние источники полей), компьютеры, периферийное оборудование и бытовая электротехника (внутренние источники полей). В ряде случаев значения величины плотности потока магнитной индукции (магнитного поля) в жилых или рабочих помещениях могут в сотни тысяч раз превышать фоновые, в связи с чем такое помещение является совершенно непригодным для использования. Предварительный контроль позволяет заранее выявить необходимость выбора другого помещения или проведения работ по устранению влияния сторонних источников на состояние электромагнитной обстановки в помещении.

Исследования, проведенные с помощью разработанного прибора в офисе одной из киевских фирм, позволили выявить наличие НМП высокой интенсивности и локализовать источник с точностью до 5 см. Им оказался элемент силовой сети питания 380 вольт. На одном из рабочих мест офиса уровень НМП превысил 2500 нТл.

Серьезного внимания заслуживают вопросы биологической безопасности при работе в зоне действия НМП, излучаемых вычислительной техникой. Измерения излучения мониторов различных производителей в диапазоне частот 50 Гц ... 100 кГц, выполненные с помощью разработанного магнетометра, показали, что только два из десяти исследованных мониторов соответствуют нормам безопасности MPR II. В остальных мониторах излучение превышало норму в 2 – 8 раз, т. е. величина НМП в зоне работы пользователей этих мониторов превышает биологически безопасный уровень.

И, наконец, одно из перспективных применений разработанного магнетометра – это выявление излучений радиосредств несанкционированного съема информации и их локализация.

Одним из наиболее перспективных способов получения конфиденциальных сведений в силу своей стабильности и конспиративности получения информации является видео перехват. Работа этих средств сопровождается электромагнитными излучениями в широком диапазоне частот. Важным демаскирующим признаком работающей скрытой видеокамеры является наличие в излучаемом ею радио спектре излучений НМП в диапазоне 50 (60) Гц – 30 ... 50 кГц. Как отмечалось выше, низкочастотная магнитная составляющая электромагнитного поля обладает высокой проникающей способностью и, следовательно, для минимизации демаскирующего низкочастотного излучения требуются довольно металлоемкие экраны с высокой начальной магнитной проницаемостью, например, из пермаллоя. Однако, применение таких экранов неприемлемо, поскольку скрытые видеокамеры в таких экранах легко обнаруживаются с помощью простейших металлоискателей. С помощью разработанного магнетометра был исследован спектр низкочастотного магнитного излучения нескольких видеокамер внешнего наблюдения (имеющих корпус – экран) и видео закладок (в бескорпусном исполнении). Прибор позволил четко локализовать источник излучения и провести измерения частоты и интенсивности низкочастотного магнитного поля, излучаемого видеокамерами при соотношении сигнал/шум 30дБ для экранированных видеокамер и 40 дБ для бескорпусных видеокамер. Т. о. данный магнетометр может служить эффективным средством выявления скрытых устройств видео наблюдения.

В настоящее время проводится доработка магнетометра и выполняются исследования возможности использования данного прибора для перехвата слабых магнитных полей, возникающих при передаче информации по проводам и кабелям, выявления излучений различных средств несанкционированного съема информации.

*Литература: 1. Яремчук А. А. Исследования влияния неионизирующего электромагнитного излучения. Сборник «Мониторинг и прогнозирование генетического риска в Украине». 1998, Киев, изд. Реформа, с. 249–273. 2. Shal J. D. et al. *Epidemiology*, 1993, vol. 4, pp. 104–114. США. 3. Matanoski G. M. et al. *American Journal of Epidemiology*, 1993, vol. 137, pp. 609–619. 4. Санитарные нормы и правила при работе с источниками электромагнитных полей. Харьков: Харьковский научно-исследовательский институт гигиены труда и профессиональных заболеваний, 1993, 24 с.*

УДК 621.391:336.71

## КОМПЛЕКТ АПАРАТУРИ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ЛОКАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ВІБРАЦІЇ ТА АКУСТИЧНОГО ШУМУ

*Георгій Плескач, Олександр Тиховод*

*Конструкторське бюро "Шторм" при Національному технічному університеті України "КПІ"*

*Анотація: Розглянуті дослідження, виконані КБ "Шторм" в рамках створення портативного комплексу апаратури захисту мовної інформації від витоків по акустичному, лазерному, віброакустичному та акустоелектричному каналах (КА КЗМІ).*

*Summary: The issues of researches, conducted by CB "Storm" within developing a portable complex of equipment for protecting oral information from leaks by acoustic, vibroacoustic and electroacoustic channels, are examined in the offered work.*

*Ключові слова: Захищеність службових приміщень, співвідношення "сигнал/завада", розбірливість мови, захист мовної інформації.*