

**Электромагнитные поля.
Источники, механизмы возникновения, нормирование, измерение,
способы снижения**

2.6. Электромагнитные поля на рабочих местах пользователей персональными компьютерами и средствами информационно-коммуникационных технологий

Вопрос с электромагнитными полями на рабочих местах, оснащенных компьютерной техникой, является одним из самых «запутанных» и дискуссионных с самого первого момента введения в 1996 году в России нормативных документов, устанавливающих требования к безопасности компьютерных рабочих мест (СанПиН 2.2.2.542-96 [1] и ГОСТ Р 50923-96 [2]). Ситуация мало чем изменилась с появлением в 2003 году санитарных норм и правил СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 [3]. Возникли новые проблемы и новые вопросы, как по методологии проведения измерений, так и по интерпретации результатов этих измерений. Не решило существующие проблемы, а лишь создало новые введение с 1 января 2017 года санитарных правил и норм СанПиН 2.2.4.3359-16 [4], в которых отдельным разделом были установлены требования к электромагнитным поля на рабочих местах пользователей персональными компьютерами (ПК) и средствами информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Сами проблемы в нормировании, в измерении и в интерпретации результатов измерений этого типа электромагнитных полей и возможные пути их решения мы подробно обсудим в следующей статье, а сейчас рассмотрим корни этих проблем и причины их возникновения. Постараемся понять: откуда и почему появился такой «специальный» класс электромагнитных полей, «эксклюзивно» характеризующий электромагнитную безопасность одного определенного типа техники среди множества других технических средств, с которыми также приходится общаться работнику в процессе своей повседневной трудовой деятельности.

«Специальный» класс электромагнитных полей, относящийся к компьютерной технике, точнее - к средствам отображения информации этой техники (другое их название - видеодисплейные терминалы, видеомониторы, дисплеи) появился в начале 90-х годов прошлого века. Исследования электромагнитных полей от дисплеев компьютеров и систематизация этих полей были проведены Национальным Управлением по измерениям и тестированию - MPR (впоследствии - «Управление SWEDAC») Швеции. Было установлено, что по частотному спектру эти электромагнитные поля разделяются на две группы:

- поля, создаваемые блоками сетевого питания и блоками кадровой развертки дисплеев (основной энергетический спектр этих полей сосредоточен в диапазоне частот до 1 кГц);
- поля, создаваемые блоками строчной развертки (основной энергетический спектр этих полей сосредоточен в диапазоне частот от 15 до 100 кГц).

В 1990 году результаты исследований с учетом накопленного опыта были оформлены Управлением SWEDAC в виде двух документов: справочника для пользователя по оценке устройств визуального отображения (MPR 1990:10 [5]) и методики проверки устройств визуального отображения (MPR 1990:8 [6]), которые получили широкую известность под названием «шведские стандарты». В этих документах были установлены рекомендуемые нормы на электромагнитные поля от дисплеев и методы проверки данных электромагнитных полей в двух и частотных диапазонах: - в диапазоне частот от 5 Гц до 1 кГц и в диапазоне частот от 2 кГц до 400 кГц. Как видим, эти частотные диапазоны, в которых устанавливался контроль электромагнитных полей, с некоторым запасом перекрывают те частотные диапазоны, в которых реально существовали поля от дисплеев персональных компьютеров.

Здесь необходимо особо обратить внимание (!!!) на основополагающий момент «шведского стандарта» MPR 1990:10 [5], устанавливающего требования к дисплеям. Стандарт устанавливал нормы на допустимые уровни электромагнитных полей дисплеев, не исходя из

* Продолжение. Начало темы см. в журнале «Библиотека инженера по охране труда» №№ 10,11 за 2018 г.

проверенных и обоснованных гигиенистами безопасных уровней этих полей, а исходя из технических возможностей, которые были достижимы при производстве этого вида техники на тот период. Записанные в «шведском стандарте» уровни полей от дисплеев компьютеров - это то, что «могла обеспечить на тот период техника», а не то, что «являлось безопасным». Об этом основополагающем моменте «шведского стандарта» специально оговорено в его вводной части.

Несмотря на такой нюанс, указанные стандарты по требованиям и по методам контроля в начале 90-х годов легли в основу созданных во многих странах национальных систем тестирования и сертификации дисплеев компьютерной техники. В нашей стране на тот период никаких нормативных документов с аналогичными требованиями не было. Как результат - начиная с середины 90-х годов в Россию начала массово поступать не соответствующая требованиям «шведского стандарта» компьютерная техника по причине фактического запрета ее продажи за рубежом.

Нужно было срочно ставить заслон. В связи с этим с 1 января 1997 года в России в экстренном порядке были введены в действие санитарные нормы СанПиН 2.2.2.542-96 [1], устанавливающие специальные требования к электромагнитным полям на рабочих местах с компьютерами. Но, так как вопрос нужно было решать быстро, а никаких серьезных исследований к тому времени в полной мере проведено не было, то в качестве гигиенических нормативов в этих новых СанПиН были попросту взяты значения норм «шведского стандарта» MPR 1990:10 [5]. Таким образом, в качестве гигиенически безопасных требований к электромагнитным полям на рабочих местах с компьютерной техникой в 1997 году в России были установлены те требования к электромагнитным полям, которые на тот период просто являлись технически реализуемыми для данного вида техники (точнее - для дисплеев этой техники). Требования «шведского стандарта» к дисплеям были распространены на рабочие места с компьютерами как в части частотных диапазонов электромагнитных полей (5 Гц-2 кГц и 2 кГц - 400 кГц), так и в части допустимых уровней этих полей в указанных частотных диапазонах.

Нужно отдать должное разработчикам СанПиН 2.2.2.542-96 [1] - они поступили в целом корректно: нормы и частотные диапазоны "шведского стандарта" в части требований к электромагнитным полям на рабочих местах с компьютерами были распространены в этом документе ТОЛЬКО на дисплеи компьютеров таких рабочих мест (что соответствовало исходным требованиям «шведского стандарта»).

Но в дальнейшем ситуация изменилась. В введенных в действие в 2003 году СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 [3] частотные диапазоны возможных электромагнитных полей и допустимые их уровни, указанные в «шведском стандарте», были распространены уже на электромагнитные поля от компьютеров в целом. А в 2017 году, с введением СанПиН 2.2.4.3359-16 [4] ситуация изменилась кардинально. Источниками электромагнитных полей на рабочих местах с компьютерами в частотных диапазонах «шведского стандарта» в этих СанПиН определены уже ЛЮБЫЕ электромагнитные поля на таких рабочих местах. Не только электромагнитные поля от дисплеев компьютеров (как это было исходно в «шведском стандарте» MPR 1990:10 [5] и в СанПиН 2.2.2.542-96 [1]), не только электромагнитные поля от самих компьютеров (как было затем установлено в СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 [4]), но и любые иные, существующие на компьютерных рабочих местах электромагнитные поля в указанных диапазонах частот (5 Гц - 2 кГц и 2 кГц - 400 кГц): - электромагнитные поля от периферийных устройств (принтеров, сканеров, источников бесперебойного питания), от систем местного и общего освещения (см. пункт 7.3.7а СанПиН 2.2.4.3359-16 [4]). Допустимые гигиенические уровни этих «комплексных» электромагнитных полей в данных частотных диапазонах (см. таблицу 7.6 СанПиН 2.2.4.3359-16 [4]) также остались соответствующими тем уровням, которые исходно были установлены в «шведском стандарте» попросту как технически достижимые уровни электромагнитных полей от дисплеев компьютеров.

По своей сути (по источникам, по механизмам возникновения, по спектру генерируемых частот и по распределению электромагнитной энергии в этом спектре) электромагнитные

поля от указанных выше технических средств и систем освещения не имеют ничего общего с электромагнитными полями, которые создают дисплеи компьютеров. Объединение это чисто искусственное. Более того: нормы СанПиН 2.2.4.3359-16 [4] на эти «комплексные» электромагнитные поля на рабочих местах не соответствуют тем международным нормам, которые действуют для установленных на этих рабочих местах технических средств и по которым данные технические средства проверяются при их сертификации. Подробно о сути этих несоответствий и связанных с ними в настоящее время проблемами с обеспечением электромагнитной безопасности компьютерных рабочих мест будет рассказано в следующей статье.

Особо хотелось бы обратить внимание, что в «комплексные» электромагнитные поля, нормируемые теперь на компьютерных рабочих местах, попадают также электрические и магнитные поля промышленной частоты 50 Гц, так как частота 50 Гц является составляющей частотного диапазона 5 Гц - 2 кГц, присутствующего в требованиях таблицы 7.6 СанПиН 2.2.4.3359-16 [4]. Это и является причиной отмеченного в предыдущей статье, что теперь, с введением данных санитарных норм недопустимыми на компьютерных рабочих местах являются уровни магнитного и электрического полей промышленной частоты, которые почти двадцать раз меньше допустимого уровня этих полей на любых иных рабочих местах. Опыт обследования рабочих мест испытательными лабораториями показывает: рабочие места с компьютерами (в особенности на промышленных предприятиях) могут оказаться не соответствующими новым требованиям по электромагнитным полям из-за присутствия на них внешнего для данных рабочих мест фона промышленной частоты 50 Гц, создаваемого работающим поблизости технологическим оборудованием, кабелями электропитания, расположенными рядом силовыми подстанциями. Даже обычная настольная лампа на компьютерном рабочем месте может быть теперь причиной превышения норм на описанные выше «комплексные» электромагнитные поля СанПиН 2.2.4.3359-16 [4]. Об этом нужно помнить и к этому нужно быть готовыми службам охраны труда предприятий.

Заканчивая рассмотрение источников электромагнитных полей на рабочих местах с компьютерами в соответствии с требованиями новых СанПиН 2.2.4.3359-16 [4] следует отметить еще два принципиальных изменения в этих требованиях по сравнению с ранее существовавшими.

Первое. Как и ранее, на компьютерных рабочих местах подлежат контролю электростатические поля. Но в СанПиН 2.2.4.3359-16 [4] это иные электростатические поля. Если ранее это были электростатические поля, создаваемые сами компьютером (см. таблицу 1 приложения 2 СанПиН 2.2.4/2.2.1340-03 [3]), то по СанПиН 2.2.4.3359-16 [4] измерению подлежат уже любые электростатические поля - электростатические поля, создаваемые на компьютерных рабочих местах любыми источниками и имеющие любые механизмы своего возникновения.

Второе. Появился обязательный для контроля на рабочих местах с компьютерами новый класс электромагнитных полей - электромагнитные поля радиочастотного диапазона 300 МГц - 300 ГГц (см. таблицу 7.6 СанПиН 2.2.4.3359-16 [4]). Связано это с тем, что в последнее время все больше и больше компьютерных рабочих мест по факту содержат устройства и системы беспроводной связи с «внешним миром», а также устройства и системы беспроводной связи между техническими средствами самого компьютерного места (см. рис. 2.4). Все эти устройства и системы беспроводной связи работают именно в радиочастотном диапазоне и, соответственно, излучают на этих частотах. На фотографии рис. 2.4 показан вариант, когда данные устройства являются внешними, т.е. подсоединяемыми к компьютеру для работы через его порты связи. Но такие устройства беспроводной связи (радиомодемы, модули связи в стандартах Wi-Fi и Bluetooth) могут быть и встроенными непосредственно в корпус компьютера. Эти встроенные устройства связи могут находиться в активном режиме и, следовательно, могут являться источниками электромагнитных полей радиочастотного диапазона на рабочем месте с компьютером даже когда они не используются в работе. Не нужно забывать, что и сами по себе компьютеры являются источниками электромагнитных полей радиочастотного диапазона из-за наличия в них электронных компонент (микропроцессоров - цен-

тральных обрабатывающих устройств компьютера), работающих в настоящее время, как правило, на частотах от 2 до 4 ГГц. Но излучения электромагнитных полей от микропроцессоров в окружающее пространство значительно слабее, чем от перечисленных выше устройств беспроводной связи (как внешних, так и встроенных).

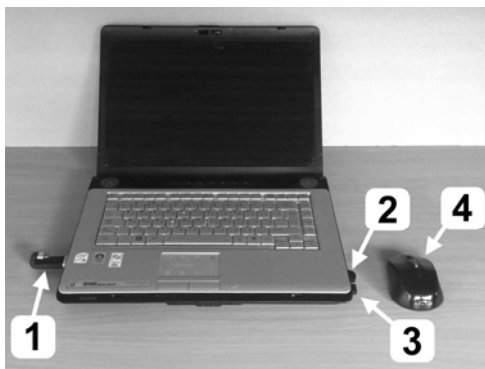


Рис. 2.4

Источники электромагнитных полей диапазона частот 300 МГц - 300 ГГц в современном компьютере

1. Радиомодем для связи компьютера по сотовой сети с Интернет;
2. Модуль беспроводной связи компьютера с локальными сетями по технологии Wi-Fi;
3. Модуль беспроводной связи компьютера с периферийными устройствами по технологии Bluetooth (блютус);
4. Беспроводная «мышь».

Подробно об электромагнитных полях радиочастотного диапазона, о типичных и наиболее частот встречающихся других источниках этих полей рассказано в следующем разделе.

2.7. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона (электрические и магнитные поля в диапазоне частот 10-30 кГц и электромагнитные поля в диапазоне частот 30 кГц - 300 ГГц)

Спектр технических средств и технологических процессов, создающих электромагнитные поля (электромагнитные излучения) радиочастотного диапазона (10-30 кГц и 30 кГц - 300 ГГц) довольно разнообразен. Причем для различных участков этого, весьма широкого частотного диапазона характерны свои типичные источники электромагнитных полей.

В начальном участке радиочастотного диапазона (частоты до сотен килогерц) основными источниками электромагнитных полей являются:

- технологическое оборудование и технологические процессы термической обработки металлов токами высокой частоты;
- современное офисное, осветительное и различное технологическое оборудование, в котором имеются импульсные источники питания;
- физиотерапевтическое и диагностическое медицинское оборудование, в том числе - ультразвуковое.

Электромагнитные поля широко применяются во многих областях промышленного производства при термической обработке металлов. Принцип нагрева металлов электромагнитным полем основан на том, что при помещении какой-либо заготовки (детали) из металла в электромагнитное поле в объеме этой заготовки возникают т.н. индукционные токи, которые и являются источником ее нагрева. Конкретные типы оборудования, использующие данный принцип термического нагрева - индукционные плавильные печи, установки индукционного нагрева, установки индукционного закаливания. Здесь используется тот физический эффект, что электромагнитные поля различных частот проникают в металл на разную глубину. Соответственно, при воздействии одних частот происходит нагрев какой-либо детали по всему ее

объему, а при воздействии других (более высоких) частот происходит нагрев только приповерхностного слоя металла, т.е. происходит закалка поверхности детали. Глубину прогрева детали (соответственно, глубину закали ее поверхностного слоя) можно регулировать, изменяя частоту воздействующего электромагнитного поля. Этим и объясняется тот факт, что технологические установки термического нагрева металлов (другое название данного технологического процесса - индукционный нагрев, нагрев токами высокой частоты) работают в зависимости от их назначения в очень широком диапазоне частот - от единиц килогерц до сотен килогерц и единиц мегагерц. Соответственно они являются источниками в окружающем пространстве переменных магнитных полей в указанных частотных диапазонах.

Еще один тип технологического оборудования термической обработки различных материалов, создающего электромагнитные поля данного частотного диапазона - оборудование электроискровой (электроэрозионной) обработки деталей из различных материалов (как металлов, так и диэлектриков).

Второй большой класс источников электромагнитных (как электрических, так и магнитных) полей в рассматриваемом частотном диапазоне - современное офисное и осветительное оборудование, а также различное производственное оборудование, в котором присутствуют т.н. импульсные источники питания. Причем, хоть это и может показаться странным, речь идет именно о современном оборудовании. Именно современное офисное, осветительное и производственное оборудование может потенциально быть источником электромагнитных полей радиочастотного диапазона вследствие использования в нем новых принципов формирования и обработки сигналов, редко использовавшихся ранее из-за отсутствия требуемых для этого электронных компонентов. Создают электромагнитные поля в таком оборудовании их источники питания. Официальное их техническое название - вторичные источники питания, в которых из переменного напряжения 220 В промышленной частоты 50 Гц формируются более низкие и стабилизированные по уровню постоянные напряжения, питающие микросхемы, электронные узлы и блоки оборудования.

Вторичные источники питания на основе понижающих трансформаторов с последующим формированием постоянного напряжения из пониженного напряжения частоты 50 Гц отошли в прошлое. Сейчас на смену им пришли источники питания, работающие на совершенно иных принципах - т.н. импульсные источники питания. В этих источниках питания исходное первичное напряжение промышленной частоты 220 В 50 Гц вначале преобразуется в высокочастотные импульсы, а затем из этих импульсов методами цифровой обработки сигналов формируются постоянные стабилизированные напряжения, требуемые для работы аппаратуры. Такой же принцип импульсного регулирования используется в схемах питания современного осветительного оборудования: - в регуляторах освещения (включая регуляторы освещения настольных ламп), в современных экономичных (светодиодных) источниках света.

Импульсные источники вторичного питания имеют более высокий КПД, обладают существенно меньшими (на порядок и более) габаритами и массой, работают в более широких диапазонах перепадов входного переменного напряжения промышленной частоты. Но у них есть одна особенность: из-за наличия импульсного регулирования такие источники питания создают в окружающем пространстве электромагнитные поля на частотах преобразования (на частотах формирования импульсов) и на гармониках этих частот. Намного более высокий уровень электромагнитных полей импульсных источников питания по сравнению с ранее использовавшимися источниками питания на основе понижающих трансформаторов - это та цена, которую пришлось «заплатить» за более высокую энергоэффективность импульсных источников питания, за их лучшие массо-габаритные характеристики, за возможность работы при существенных перепадах входного питающего напряжения промышленной сети 220 В 50 Гц.

Какие конкретно электромагнитные поля (магнитные или электрические) создают те или иные устройства с импульсными источниками питания - заранее однозначно сказать нельзя. Все зависит от использованных в них схемотехнических решений, от конструктивного исполнения, от имеющихся в конструкции (или наоборот отсутствующих) элементах экрани-

ровки для тех или иных электромагнитных полей.

Особо стоит упомянуть о вторичных источниках питания современной офисной аппаратуры (ноутбуков, принтеров, копировальных аппаратов, ЖК-дисплеев) и современного технологического оборудования, выполненных в виде самостоятельных, конструктивно законченных блоков. Другое (более распространенное) название таких устройств - адаптеры питания, сетевые адаптеры питания. К ним можно отнести и различные зарядные устройства. Эти адаптеры питания преобразуют переменное напряжение сети 220 вольт в пониженное стабилизированное напряжение постоянного тока, соответствующее напряжению питания того или иного оборудования. И если какая-либо офисная или иная аппаратура питается от сети посредством таких адаптеров питания, то источником электромагнитных полей на рабочих местах в таких случаях является, как правило, уже не сама эта аппаратура, а именно адаптеры питания этой аппаратуры.

Существенным для рассматриваемых нами вопросов является следующее. Эти адаптеры питания (вторичные источники питания) могут быть в двух различных конструктивных и схемотехнических исполнениях с различными условиями их использования: с заземлением и без заземления. Отсутствие заземления адаптера питания во время его работы приводит к резкому увеличению электромагнитных полей как от самого адаптера, так и (из-за отсутствия заземления) к увеличению электромагнитных полей от питаемого таким адаптером офисного или иного оборудования.

По внешнему виду эти два типа адаптеров питания (с заземлением и без заземления) могут быть совершенно идентичны. Оба могут иметь унифицированную трехконтактную вилку питания с заземляющим контактом. Вот только в адаптере питания, предназначенном для использования без заземления, этот третий (заземляющий) контакт внутри самого адаптера ни к чему не подсоединен. Да и не может быть ни к чему подсоединен по причине физического отсутствия в электронной схеме такого адаптера требуемых для этого проводников и иных конструктивных элементов. Как результат, незаземленными оказывается также и оборудование, запитанное через такие адаптеры. Следствие этого - повышенный уровень электромагнитных полей. Не спасает при этом ситуацию обязательная сертификация оборудования. Тип сетевого адаптера, как правило, не указывается в спецификации оборудования. В связи с этим на практике нередки случаи, когда производители (оптовые поставщики) проводят сертификацию оборудования с одним адаптером питания (имеющим заземление), а продают его с другими адаптерами питания (не имеющими заземления) со всеми вытекающими отсюда следствиями по уровням электромагнитных полей.

Хотя эти два типа адаптеров питания, как уже отмечалось, могут быть идентичны или близки по внешнему виду, различить их легко по маркировке на корпусе. Сетевые адаптеры, не подлежащие заземлению, относятся к оборудованию класса II по защите от поражения электрическим током по ГОСТ ИЕС 60950-1-2014 [7]. В состав маркировки таких адаптеров согласно обязательным международным требованиям входит специальный символ «5172» по МЭК 60417-1: двойной квадрат (квадрат в квадрате). В качестве примера на рисунке 2.5 представлен внешний вид (маркировка) двух типов адаптеров питания: с заземлением (1) и без заземления (2).

Подытоживая сказанное, можно дать следующую рекомендацию. При анализе рабочих мест с офисной и компьютерной техникой на предмет возможного присутствия на этих рабочих местах такого вредного фактора, как электромагнитные поля, в первую очередь нужно обращать внимание на маркировку сетевых адаптеров питания установленного на рабочих местах оборудования. Если в маркировке адаптеров питания оборудования присутствует символ «двойной квадрат» (квадрат в квадрате), то оборудование рабочего места по факту не заземлено. Как следствие, оно является источником повышенного уровня электромагнитных полей. Самое главное, что уровень этих электромагнитных полей от такого незаземленного оборудования может уже не соответствовать тем значениям, которые были получены при сертификации данного оборудования. Точнее: уровни электромагнитных полей от этого оборудования могут превышать значения, полученные при его сертификации. Соответственно,

безопасность офисных рабочих мест в части электромагнитных полей, подтверждаемая в обычной ситуации наличием сертификатов на установленное оборудование, в таких случаях не гарантируется. Измерения электромагнитных полей в такой ситуации будет единственным объективным источником получения информации о наличии (либо об отсутствии) превышения имеющих место повышенных уровней электромагнитных полей сверх установленных нормативов.



Рис. 2.5

Адаптеры питания офисной техники

1. Адаптер питания с заземлением;
2. Адаптер питания без заземления;
3. Двойной квадрат (квадрат в квадрате) - символ "5172" по МЭК 60417-1 в маркировке адаптеров питания, которые в процессе эксплуатации не подлежат заземлению.

Источниками электромагнитных полей радиочастотного диапазона является также физиотерапевтическое и диагностическое медицинское оборудование, в том числе - ультразвуковое. Казалось бы, какое отношение ультразвук имеет к электромагнитным полям? Но все объясняется просто: ультразвуковые колебания в ультразвуковом диагностическом оборудовании создаются генераторами электрических колебаний с частотой, соответствующей частоте ультразвуковых колебаний. Как результат - при работе ультразвукового оборудования в окружающем пространстве, как сопутствующий фактор, неизбежно возникает электромагнитное поле.

Заканчивая разговор о возможных источниках электромагнитных полей низкочастотной части радиочастотного диапазона (частоты - десятки и сотни килогерц) нужно упомянуть об еще одном типе производственного оборудования широко используемого в различных сферах хозяйственной деятельности. Речь идет о сварочном оборудовании, о самых обыкновенных электросварочных аппаратах. В настоящее время старые, добрые классические сварочные аппараты на понижающих трансформаторах тока уходят в прошлое и практически любой используемый в настоящее время сварочный аппарат - это аппарат инверторного типа (другое название таких сварочных аппаратов - сварочные инверторы). Принцип работы сварочных инверторов точно такой, как у описанных выше вторичных источников питания с импульсным регулированием. Соответственно, сварочные аппараты этого типа создают на рабочих местах сварщиков не только "традиционные" магнитные поля промышленной частоты 50 Гц, или постоянные магнитные поля, присущие именно процессу сварки, но и электрические и магнитные поля радиочастотного диапазона, частоты которых совпадают и кратны частотам, на которых работают блоки импульсного преобразования таких сварочных аппаратов.

В более высокочастотной области радиочастотного диапазона (частоты - единицы, десятки и сотни мегагерц) среди потенциальных источников электромагнитных полей можно выделить антенно-фидерные системы, неэкранированные блоки генерирующих установок систем радиосвязи, радиовещания, радиолокации, радионавигации, метеорологических радиолокаторов. В этом же частотном диапазоне работают промышленные установки термической

обработки высокочастотным полем диэлектрических материалов - например, установки высокочастотной сушки древесины.

В еще более высокочастотной области радиочастотного диапазона (гигагерцовый диапазон) к упомянутым выше источникам электромагнитных полей можно добавить передающие антенны базовых станций сотовой связи, а также средства информационно-коммуникационных технологий (Wi-Fi-роутеры, модемы, устройства беспроводной связи в стандарте Bluetooth). Электромагнитные поля от этих средств информационно-коммуникационных технологий необходимо, как уже упоминалось выше, теперь измерять на рабочих местах с компьютерной техникой в соответствии с требованиями введенных с 1 января 2017 года СанПиН 2.2.4.3359-16 [4].

Отметим некоторые нюансы технических средств гигагерцового диапазона, как потенциальных источников электромагнитных полей.

Наибольшую обеспокоенность в настоящее время по понятным причинам у людей вызывают излучения базовых станций сотовой связи. На самом деле, все не так страшно. Если вы посмотрите на излучающие антенны сотовой связи, то увидите, что это узкие прямоугольники, расположенные вертикально. Горизонтальная сторона прямоугольников маленькая, вертикальная сторона - большая. И то, что я сейчас написал, является принципиальным для безопасности окружающих. Антенна, которая является протяженной по вертикали, имеет узкую диаграмму направленности в вертикальной плоскости (это физика: чем больше размер любой антенны в какой-то плоскости - тем более узкую диаграмму направленности имеет антенна в этой плоскости). В соответствии с этим основная энергия от передающих антенн сотовой связи распространяется от антенны, горизонтально - в виде узкого горизонтального луча. И если по высоте передающие антенны базовой станции располагаются выше близлежащих строений (жилых домов, общественных и производственных зданий), то никакой реальной опасности для окружающих такая базовая станция не представляет. Реальная опасность для работников, для населения может возникнуть в том случае, когда передающие антенны базовых станций находятся на одной с ними высоте. Но и в такой ситуации гигиенические нормативы по допустимым уровням электромагнитных полей при существующих мощностях излучений базовых станций реально могут быть превышенными только на малых расстояниях (менее 20-30 метров) от вышек сотовой связи.

Свою специфику в части создаваемых ими электромагнитных полей имеют передающие антенны систем радиолокации. Эти антенны имеют, как правило, направленную диаграмму излучения - излучение электромагнитного поля осуществляется во вполне определенном пространственном направлении. Но нужно помнить: ЛЮБАЯ (подчеркиваю - любая !!!) реальная антенна с направленной диаграммой излучения в обязательном порядке имеет т.н. "боковые лепестки" диаграммы направленности. Подробно с этим вы можете ознакомиться, например, в МУ 4550-88 [8]. В соответствии с этим любая антенна какой-либо передающей аппаратуры излучает электромагнитную энергию не только в основном направлении, но и в других направлениях, определяемых боковыми лепестками ее диаграммы направленности (в том числе, в направлении, противоположном основному направлению излучения !!!). Уровень излучения в других направлениях зависит от конкретных конструктивных особенностей той или иной антенны. Это излучение существенно ниже излучения в основном направлении, но оно существует. И если мы имеем дело с антеннами, излучающими значительную по уровню электромагнитную энергию, не исключено, что в боковых направлениях или в направлении, противоположном основному направлению излучения, уровни излучений таких антенн могут превышать действующие гигиенические нормативы.

Реальными источниками электромагнитных полей гигагерцового диапазона могут быть также технологические участки по производству блоков и узлов аппаратуры данного диапазона (технологические стенды настройки, стенды испытаний, технологического прогона, тренировки). Дело в том, что в своем производственном цикле генерирующие элементы, узлы и блоки такой аппаратуры зачастую проходят испытания и настройку не в полностью законченном виде - без конструктивных элементов защиты. Как результат - на рабочих местах

могут присутствовать существенные по величине электромагнитные излучения от открытых волноводных трактов, от цепей питания генераторных узлов, от не закрытых экранирующими крышками высокочастотных микросборок.

В частотном диапазоне выше 18 ГГц (до 100-110 ГГц) основными источниками электромагнитных полей является аппаратура ближней радиолокации (полицейские радары, радиодальномеры в автомобильном и железнодорожном транспорте), а также медицинские терапевтические установки (т.н. установки КВЧ-терапии).

Диапазон частот выше 110 ГГц пока еще не нашел широкого применения в каких-либо сферах хозяйственной деятельности. Генераторные устройства указанного диапазона частот применяются в основном при различных научных исследованиях.

Продолжение в следующем номере журнала

Литература

1. СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (*отменены в июне 2003 г.*).
2. ГОСТ Р 50923-96 «Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения».
3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
4. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».
5. «Шведский стандарт» MPR 1990:10 комплекса стандартов MPR II «Справочное руководство пользователя для оценки качества дисплеев».
6. «Шведский стандарт» MPR 1990:8 комплекса стандартов MPR II «Методика проведения испытаний дисплеев. Визуальные эргономические характеристики. Характеристики излучений».
7. ГОСТ ИЕС 60950-1-2014 «Оборудование информационных технологий. Требования безопасности».
8. МУ 4550-88 «Методические указания по определению уровней электромагнитного поля средств управления воздушным движением гражданской авиации ВЧ-, ОВЧ-, УВЧ- и СВЧ-диапазонов».