

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

6. Защита от электромагнитных полей, методы и технические решения по снижению их до безопасных уровней

6.5. Электромагнитные поля на рабочих местах с компьютерной техникой (окончание)

Существенно снизить (в десять и более раз) электрические поля промышленной частоты 50 Гц на рабочих местах с компьютерной техникой до норм, установленных пунктом 7.2.7 СанПиН 2.2.4.3359-16 [1] для диапазона частот «5 Гц - 2 кГц», можно при питании оборудования таких рабочих мест не непосредственно от сети 220 В 50 Гц, а через специальные устройства - нейтрализаторы электрических полей, изменяющие структуру электромагнитного поля в помещении. Электрическое поле промышленной частоты при применении таких устройств локализуется в пространстве между сетевой розеткой и данными устройствами. В зоне расположения оборудования, на рабочем месте работника и во всем помещении электрическое поле снижается при этом в 15-20 раз.

В настоящее время налажен выпуск двух типов таких устройств - на допустимую мощность нагрузки 650 Вт и на допустимую мощность нагрузки 350 Вт. Название их: «Нейтрализатор электрического поля «Циклон-650» и «Нейтрализатор электрического поля «Циклон-350». Внешний вид устройств показан на рисунке 6.3. Информацию о подробных характеристиках этих устройств, о производителе и поставщиках можно найти в интернете.

Применение таких устройств целесообразно, в особенности, при работе с портативными



Рис. 6.3

1. - Нейтрализатор электрического поля «НЭП-650»
2. - Нейтрализатор электрического поля «НЭП-350»

компьютерами (ноутбуками). Ноутбуки (конструктивно не имеющие заземления) при питании их от сети 220 вольт через не имеющие заземления сетевые адаптеры питания создают вокруг себя весьма мощный ореол электрических полей промышленной частоты 50 Гц. Подключение сетевых адаптеров ноутбуков к электрической сети 220 В не непосредственно, а через описанные выше устройства полностью исключает возможность возникновения такой ситуации.

Данные нейтрализаторы электрических полей целевым образом разрабатывались для снижения электрических полей промышленной частоты 50 Гц, но опыт их эксплуатации показывает: при их использовании таких снижаются и магнитные поля промышленной частоты 50 Гц (как правило, в 4-6 раз). Такое возможно, если источниками магнитных полей промышленной частоты являются объекты, расположенные в этом помещении (кабели питания

* Окончание. Начало темы см. в журнале «Библиотека инженера по охране труда» №№ 10, 11, 12 за 2018 г., № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 за 2019 г.

оборудования, различные удлинители и т.п.). Указанные устройства снижают магнитные поля промышленной частоты 50 Гц не только на компьютерных рабочих местах, но и на рабочих местах с любым технологическим оборудованием. В особенности применение таких устройств эффективно для снижения магнитных полей промышленной частоты от цепей питания оборудования, в котором повышенный уровень магнитного поля возникает из-за наличия в цепях питания этого оборудования сетевых фильтров для борьбы с помехами. Механизм повышения магнитного поля промышленной частоты при наличии фильтров в цепях питания оборудования описан в статье, опубликованной в журнале «Библиотека инженера по охране труда» № 11 за 2018 год.

Снизить уровни магнитных полей промышленной частоты на существующих компьютерных рабочих местах до норм, установленных пунктом 7.2.7 СанПиН 2.2.4.3359-16 [1] для диапазона частот «5 Гц - 2 кГц», зачастую можно перепланировкой рабочих мест. Подробнее, с необходимыми пояснениями об этом рассказано в справочном руководстве «Обеспечение электромагнитной безопасности при эксплуатации компьютерной техники» [2]. Данному справочному руководству уже двадцать лет, но в плане рекомендаций по снижению электромагнитных полей на компьютерных рабочих местах оно не потеряло своей актуальности. Приведенные в нем рекомендации, основанные на экспериментальных исследованиях, наиболее оптимально подходят как раз для решения тех проблем электромагнитной безопасности рабочих мест с компьютерной техникой, которые возникли в настоящее время с введением СанПиН 2.2.4.3359-16 [1], о чем говорилось в предыдущих статьях. Найти это справочное руководство можно в Интернете, например, на одном из форумов по охране труда по адресу <http://forum.niiot.net/files/file/708-obespechenie-elektromagnitnoi-bezopasnosti-pr/>. Здесь мы лишь кратко сформулируем основные моменты изложенных в нем технических решений по снижению полей.

Самое главное в планировке рабочих мест для минимизации магнитных полей промышленной частоты на рабочем месте - чтобы работник не находился в окружении кабелей питания технических средств, расположенных на данном рабочем месте или на соседних рабочих местах. В качестве пояснения к сказанному на рисунке 6.4 показаны наименее предпочтительная (точнее - недопустимая с точки зрения электромагнитной безопасности работника) и наиболее предпочтительная (оптимальная) планировки одиночного рабочего места.

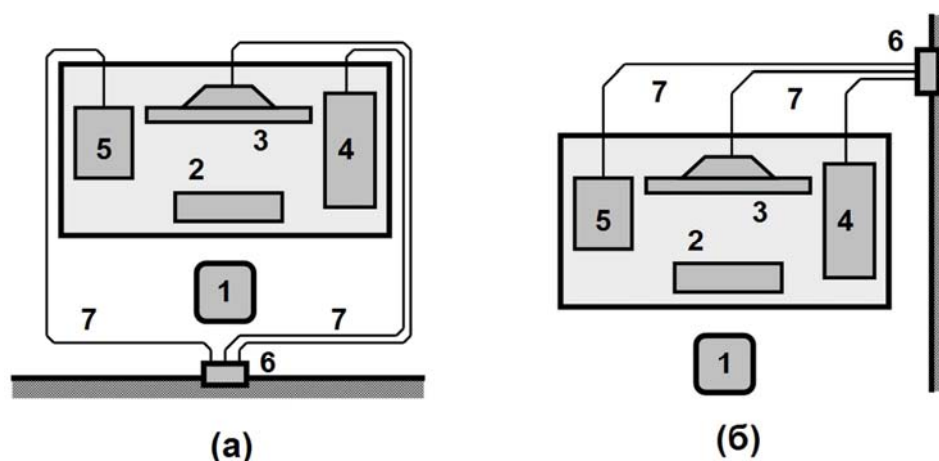


Рис. 6.4
Недопустимая (а) и оптимальная (б) планировки
одиночного компьютерного рабочего места

Цифрами на рисунке обозначены:

1. рабочее место работника;
2. клавиатура;
3. дисплей;

4. системный блок;
5. принтер;
6. сетевая розетка;
7. сетевые кабели питания оборудования.

На рисунке 6.5 показаны наименее оптимальная с точки зрения электромагнитной безопасности планировка группы рабочих мест и один из возможных вариантов перепланировки этой группы рабочих мест для обеспечения безопасной работы каждого из работников. В случае планировки, показанной на рисунке 6.5(а), один из работников находится в непосредственной близости к кабелям питания оборудования другого рабочего места и, соответственно, подвержен влиянию магнитных полей, создаваемых этими кабелями питания. При планировке, показанной на рисунке 6.5(б), возможность такой ситуации исключена.

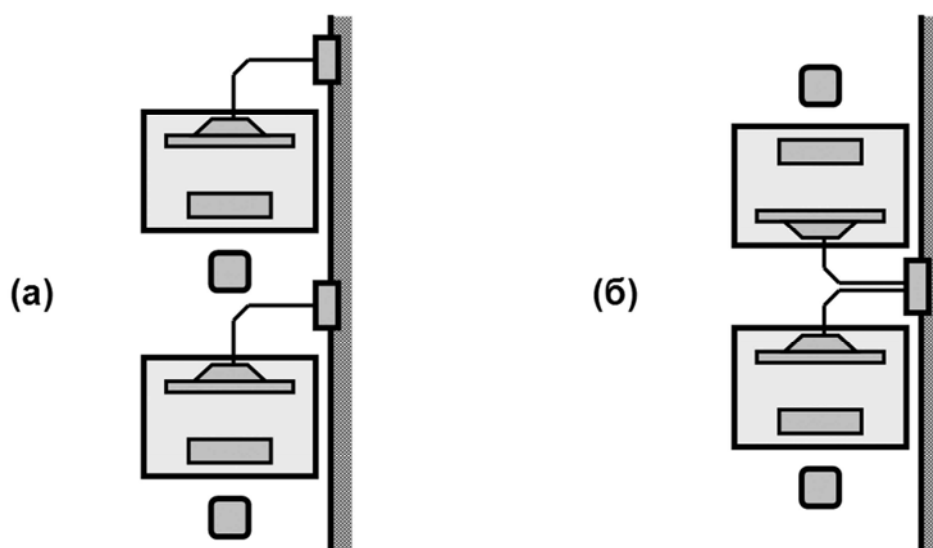


Рис. 6.5

- (а) - не оптимальная планировка группы рабочих мест
 (б) - возможный вариант перепланировки группы рабочих мест

Подробнее о возможных вариантах планировок рабочих мест с компьютерной техникой и об организации самих рабочих мест с анализом их сравнительных характеристик с точки зрения обеспечения электромагнитной безопасности, как уже отмечалось, можно прочитать в вышеназванном «Справочном руководстве» [2].

Если же источники магнитных полей промышленной частоты на компьютерных рабочих местах и в помещении в целом являются внешними, то задача обеспечения установленных в СанПиН 2.2.4.3359-16 [1] норм на магнитное поле диапазона частот «5 Гц - 2 кГц» значительно усложняется. Такими внешними источниками могут быть расположенные рядом трансформаторные подстанции, транзитные силовые кабели в полу, в стенах или на наружной стороне стен помещения. Как правило, задачу снижения магнитных полей от таких источников удастся решить только при привлечении организаций, специализированно занимающихся такими вопросами. Бывают ситуации, когда задача эта с учетом конкретных обстоятельств является практически не разрешимой. В связи с этим хотелось бы дать совет, связанный с вводом в эксплуатацию новых компьютерных рабочих мест. Это совет для случая, когда компьютерные рабочие места планируется ввести в эксплуатацию в каком-то новом помещении, в котором по перечисленным выше причинам может быть повышенный уровень магнитного поля промышленной частоты 50 Гц. В этом случае в обязательном порядке проведите измерения уровня магнитного фона промышленной частоты 50 Гц в местах планируемого расположения рабочих мест. Уровень этого фона не должен превышать величины, соответствующей допустимому уровню магнитного поля для компьютерных рабочих

мест согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 [1] для частотного диапазона «5 Гц - 2 кГц» и равному 250 нТл. Сделать такие измерения можно либо самостоятельно, либо пригласив стороннюю испытательную лабораторию. Причем не обязательно это должны быть полномасштабные измерения по аттестованным методикам с оформлением официальных протоколов. Достаточно экспресс оценки, которая будет стоить не так уж и дорого. Но если таких измерений не сделать, не исключено, что в дальнейшем на указанных рабочих местах в этом новом помещении у вас будут серьезные проблемы по результатам проверок контролирующими органами. Вы будете поставлены перед тем неприятным фактом, что на этих рабочих местах техническим службам вашего предприятия попросту не удастся никакими способами устранить выявленные несоответствия и не удастся обеспечить выполнение требований пункта 7.2.7 СанПиН 2.2.4.3359-16 [1] по уровню магнитного поля в диапазоне частот «5 Гц - 2 кГц».

На компьютерных рабочих местах с современным оборудованием могут быть проблемы с обеспечением требуемых уровней электрических и магнитных полей не только из-за промышленной частоты 50 Гц. Как в диапазоне «5 Гц - 2 кГц», так и в диапазоне «2 кГц - 400 кГц» превышение могут создавать не сами компьютеры, а иные технические средства, установленные на рабочем месте (принтеры, источники бесперебойного питания, настольные лампы с импульсным регулированием, сетевые адаптеры питания оборудования). О причинах этого подробно рассказано в подразделе 2.7 статьи, опубликованной в журнале «Библиотека инженера по охране труда» № 12 за 2018 год, и в подразделе 3.3 статьи, опубликованной в журнале № 2 за 2019 год. Коротко напомним: причина в несоответствии между допустимыми уровнями электромагнитных полей на рабочих местах по нормам СанПиН 2.2.4.3359-16 [1] и теми уровнями этих полей, которые могут иметь согласно международному стандарту ГОСТ IEC 62311-2013 [3] расположенные на данных рабочих местах технические средства.

Как правило, вышеуказанные проблемы имеют место для магнитных полей. Для примера в таблицах 6.1 и 6.2 представлены результаты измерений магнитных полей нескольких типов источников бесперебойного питания (ИБП), которыми для предотвращения потери информации при сбоях в питающей сети комплектуются рабочие места с компьютерами.

Таблица 6.1
Магнитные поля ИБП в диапазоне частот «5 Гц - 2 кГц»

Тип ИБП	Расстояние до корпуса ИБП	Уровень магнитного поля в диапазоне «5 Гц - 2 кГц», нТл			
		Спереди	Слева	Сзади	Справа
Back UPS CS 350	10 см.	100	150	160	120
	20 см.	100	120	100	120
Back UPS Pro U20	10 см.	720	>2000		>2000
	20 см.	400	1050		970
EON Power-Man	10 см.	1360	>2000		>2000
	20 см.	580	>2000	>2000	>2000
Power-Man	10 см.	1000	>2000	>2000	>2000
	20 см.	320	1870	960	1700
Back UPS CS475	10 см.	80	120	150	140
	20 см.	80	70	100	120
Opti UPS 650ES	10 см.	1380	>2000	>2000	>2000
	20 см.	660	>2000	1860	>2000
Power-Man BPRO 600+	10 см.	>2000	>2000	>2000	>2000
	20 см.	930	>2000	>2000	>2000

Как видно из приведенных результатов измерений, на малом расстоянии указанные технические средства создают на рабочих местах магнитные поля, значительно превышающие нормы для рабочего места либо в диапазоне частот «5 Гц - 2 кГц» (норма 250 нТл), либо

диапазоне частот «2 - 400 кГц» (норма 25 нТл). В каком конкретно частотном диапазоне имеет место превышение - зависит от схемотехнического исполнения того или иного источника бесперебойного питания.

Таблица 6.2
Магнитные поля ИБП в диапазоне частот «2 - 400 кГц»

Тип ИБП	Расстояние до корпуса ИБП	Уровень магнитного поля в диапазоне «2 - 400 кГц», нТл			
		Спереди	Слева	Сзади	Справа
Back UPS CS 350	10 см.	8	77	14	24
	20 см.	3	17	11	8
Back UPS Pro U20	10 см.	6	9		11
	20 см.	4	4		7
EON Power-Man	10 см.	8	25		22
	20 см.	6	22		8
Power-Man	10 см.	7	23	23	23
	20 см.	5	13	17	11
Back UPS CS475	10 см.	12	97	15	30
	20 см.	5	19	6	8
Opti UPS 650ES	10 см.	4	24	14	26
	20 см.	2	5	4	6
Power-Man BPRO 600+	10 см.	4	28	17	26
	20 см.	2	7	8	7

Из этих таблиц также наглядно понятно: как можно обеспечить требуемые уровни полей в местах расположения работников. Способ этот простой: так как в подавляющем большинстве случаев магнитное поле от этого оборудования довольно резко спадает при увеличении расстояния до них, подобное оборудование необходимо располагать на рабочих местах в максимальном удалении от работников.

В соответствии с СанПиН 2.2.4.3359-16 [1] к компьютерным рабочим местам предъявляются требования по допустимым уровням электромагнитных полей и в более высокочастотном диапазоне - в диапазоне частот «300 МГц - 300 ГГц». Об источниках электромагнитных полей этого радиочастотного диапазона на таких рабочих местах подробно рассказано в подразделе 2.6 статьи, опубликованной в журнале «Библиотека инженера по охране труда» № 12 за 2018 год. Особых проблем с обеспечением электромагнитной безопасности в соответствии с установленными для данного частотного диапазона нормами (плотность потока энергии не более 10 мкВт/кв.см) эти источники электромагнитных полей создавать не должны по причине относительно низких уровней генерируемых в них электромагнитных полей.

На компьютерных рабочих местах в соответствии с пунктом 7.2.7 СанПиН 2.2.4.3359-16 [1] предъявляются также требования и к электростатическим полям. Но собственных источников электростатических полей на данных рабочих местах в подавляющем большинстве случаев в настоящее время нет. В качестве средств отображения информации на рабочих местах с компьютерами сейчас используются дисплеи с плоскими экранами (жидкокристаллические и пр.), в которых в отличие от ранее используемых дисплеев на электронно-лучевых трубках попросту нет источников высокого напряжения. Так что, по факту в настоящее время электростатические поля на рабочих местах с компьютерной техникой ничуть не выше, чем на офисных рабочих местах без компьютеров. Электростатические поля на таких рабочих местах могут существовать из-за электризации трением одежды работников, электризации ковровых и иных покрытий на полу помещений. Методы борьбы с электростатическими полями, механизм возникновения которых - электризация трением, общеизвестны. Это повышение влажности в помещении, обработка антистатическими средствами, использование при отделке помещений антистатических материалов.

6.6. Электромагнитные поля радиочастотного диапазона

Рассмотрим способы защиты и технические решения по снижению электромагнитных полей от наиболее типичных их источников в радиочастотном диапазоне.

На участках высокочастотной термической обработки материалов (термический нагрев и закаливание металла, нагрев диэлектриков и т.д.) защита работников осуществляется путем экранирования технологического оборудования или отдельных его блоков, являющихся источниками электромагнитных полей. К таковым относятся генераторные шкафы, высокочастотные трансформаторы, линии передачи высокочастотной энергии, рабочие элементы - индукторы в которых формируется требуемое для обработки материала электромагнитное поле. В качестве линии передачи высокочастотной энергии в таком оборудовании используются, как правило, коаксиальные линии передачи. Передача высокочастотной энергии по коаксиальному кабелю обеспечивает минимальное ее излучение в окружающее пространство. Но здесь нужно помнить об одном серьезном техническом моменте. Если это гибкие коаксиальные кабели (с экраном в виде многожильных проводников) и если данные кабели перемещаются в процессе работы оборудования или при его техническом обслуживании, то в процессе эксплуатации оборудования могут возникать повреждения, заключающиеся в нарушении целостности экрана кабеля. Как результат - возможно резкое увеличение излучения электромагнитной энергии из такого кабеля в окружающее пространство.

В физиотерапевтических кабинетах медицинских учреждений, где используется генерирующая высокочастотную энергию медицинская аппаратура, для защиты медперсонала используется экранирование источников излучения (экранированные кабины, экранирующие шторы), дистанционное управление аппаратурой. При наличии в медицинских учреждениях оборудования, являющегося источниками электромагнитных полей, нужно также помнить, что в санитарных правилах для указанных организаций (СанПиН 2.1.3.2630-10 [3]) имеются требования как по безопасному использованию такого оборудования, так и требования безопасности в части электромагнитных полей к самому оборудованию. Требования по безопасному использованию оборудования содержатся в пунктах 8.9.1 - 8.9.5, а требования безопасности к самому оборудованию - в пунктах 10.10.3 - 10.10.5 данных санитарных правил.

Довольно широкий класс источников электромагнитных полей радиочастотного диапазона - радиопередающее и радиолокационное оборудование. На рабочих местах, где располагается персонал, управляющий данным оборудованием во время его работы (аппаратные залы радио- и телерадиостанций, кабины радиолокаторов и т.п.), снижение уровня электромагнитных полей достигается путем рационального размещения оборудования, экранирования передатчиков, использования коаксиальных линий передачи, организации дистанционного управления передатчиками. При испытании и эксплуатации радиосредств в режиме излучения на антенну на открытых территориях полигонов, аэродромов, метеостанций, на судах морского и речного флота следует принимать меры, направленные на ограничение степени облучения территории объекта. Это может осуществляться за счет подъем антенных систем на насыпи и естественные возвышенности, за счет ограничения в использовании отрицательных углов наклона антенн, ограничений в проведении работ и в передвижении персонала в зонах излучения антенн.

Особо необходимо остановиться на защите персонала от электромагнитных полей при производстве радиоэлектронной аппаратуры сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона. 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. Реальными источниками электромагнитных полей при этом могут быть технологические участки по производству блоков и узлов аппаратуры, технологические стенды настройки, стенды испытаний, технологического прогона, тренировки. Подробно о способах защиты от электромагнитных полей указанного диапазона рассказано, например, в

разделе VIII санитарных правил СП 2.2.2.1327-03 [5]. Снижение уровней облучения персонала при испытаниях электронных СВЧ-приборов достигается их работой на поглощающую нагрузку либо в экранированных камерах с выносным пультом управления. Настройка, регулировка и измерение параметров изделий с полосковыми устройствами производятся при пониженной мощности либо с применением экранов или средств индивидуальной защиты. На участках регулировки, настройки, испытания СВЧ-генераторов и комплексов СВЧ-аппаратуры защита работающих обеспечивается путем исключения или ограничения в помещениях цехов работы радиосредств с излучением на антенну или на открытый волновод. Обеспечивается это использованием поглотителей мощности, волноводных ответвителей, ослабителей, делителей мощности, маломощных имитаторов цели. При необходимости работы с излучением на антенну или открытый волновод осуществляется экранированием источников излучения или рабочих мест отражающими или поглощающими экранами, используются средств индивидуальной защиты (очки, лицевые щитки, шлемы, костюмы).

Требования по защите от электромагнитных полей (электромагнитных излучений) радиочастотного диапазона изложены в ряде санитарных правил - ([6] - [9]). При решении вопросов защиты персонала от воздействия данного типа полей нужно также учитывать, что для многих конкретных типов излучающих объектов существует ряд «Методических указаний» ([10] - [15]), содержащих требования к размещению данных объектов, требования по нормализации электромагнитной обстановки, указания по осуществлению государственного санитарного надзора за этими объектами и источниками электромагнитных полей. Данные методические указания довольно старые, но они действующие и, как показывает практика, используются службами Роспотребнадзора при проверках предприятий в рамках государственного санитарного надзора за соблюдением требований санитарного законодательства.

Окончание в следующем номере журнала

Литература

1. СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».
2. Афанасьев А.И., Долотко В.И., Карнишин В.В., Карпиков И.И., Туркевич А.А. «Обеспечение электромагнитной безопасности при эксплуатации компьютерной техники» (справочное руководство). - ГНПП «Циклон-Тест», 1999. 120 с.
3. ГОСТ IEC 62311-2013 «Оценка электронного и электрического оборудования в отношении ограничений воздействия на человека электромагнитных полей (0 Гц - 300 ГГц)».
4. СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность».
5. СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту».
6. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи».
7. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов».
8. СанПиН 2.2.4.1329-03 «Требования по защите персонала от воздействия импульсных электромагнитных полей».
9. СП 6031-91 «Санитарные правила по обслуживанию и ремонту радиотехнических устройств воздушных судов гражданской авиации» (другое обозначение документа - СанПиН 6031-91).
10. МУ 2055-79 «Методические указания по осуществлению государственного санитарного надзора за объектами с источниками электромагнитных полей неионизирующей части спектра».
11. МУ 2284-81 «Методические указания по определению уровней электромагнитного поля и гигиенические требования к размещению ОВЧ-, УВЧ- и СВЧ-радиотехнических

средств гражданской авиации»

12. МУ 3913-85 «Методические указания по определению и нормализации электромагнитной обстановки в местах размещения метеорологических радиолокаторов».
13. МУ 4258-87 «Методические указания по определению и гигиенической регламентации электромагнитных полей, создаваемых береговыми и судовыми радиолокационными станциями».
14. МУ 4550-88 «Методические указания по определению уровней электромагнитного поля средств управления воздушным движением гражданской авиации ВЧ-, ОВЧ-, УВЧ- и СВЧ-диапазонов» (введены взамен МУ 2284-81).
15. МУ 4562-88 «Методические указания по нормализации электромагнитной обстановки в местах размещения двухканальных метеорологических РЛС».