

В.В. Васильев, А.Ф. Меркулова

**ИЗУЧЕНИЕ ЭКРАНИРУЮЩЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ
ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОФИСНЫХ ПРИБОРОВ**

Жизнедеятельность человека как биологического вида на протяжении его длительной эволюции складывалась в условиях естественного электромагнитного фона. Научно-технический прогресс принёс в нашу жизнь большое количество разнообразных электроприборов, которые значительно облегчают наш труд и быт и в то же время являются источником дополнительного электромагнитного излучения (ЭМИ). Многочисленные исследования утверждают, что суммарная напряжённость ЭМИ по сравнению с естественным фоном увеличилась в 100...10 000 раз [Тихонов, 2014]. Повышение уровня ЭМИ в течение короткого, с точки зрения биологии, времени может негативно сказаться на здоровье человека.

Электромагнитное излучение представляет собой процесс испускания электромагнитных волн (ЭМВ), а также само электромагнитное поле (ЭМП) этих волн. ЭМИ – это взаимосвязанные электрическое и магнитное поля. Изменение одного из них приводит к изменению другого.

ЭМИ возбуждается различными излучающими объектами, например, заряженными частицами, атомами, молекулами, а также генерирующими устройствами. Чем больше мощность источника, тем выше излучение. Скорость распространения ЭМВ в космическом пространстве находится на уровне скорости света, т. е. около 300 тыс. км/с, при прохождении ЭМВ через различные материалы скорость снижается¹.

ЭМИ характеризуют частотой и длиной волны. В зависимости от частоты ЭМВ подразделяют на электротехнический и радиочастотный диапазоны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовый диапазон, рентгеновское, гамма-излучение и ещё более высокие частоты космических излучений (Занько Н.Г. и др. Безопасность жизнедеятельности: учебник. СПб.: Лань, 2017. 704 с.).

Широкое применение электрических приборов привело к повышению уровня ЭМИ на частотах от 0 до 300 ГГц. Это так называемые неионизирующие ЭМИ электротехнического и радиочастотного диапазонов, и

¹ Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. Т. 2. Электричество и магнетизм. М.: Наука, 1985. 479 с.

именно воздействие этих излучений на безопасность жизнедеятельности человека является предметом изучения учеными-медиками [Тихонов, 2014]. На рабочем месте в офисе к этим источникам ЭМИ относятся окружающие нас электрические приборы: компьютеры, принтеры, сканеры, телевизоры, телефоны и т. д., а также электрическая разводка.

Повышенное электромагнитное излучение оказывает неблагоприятное влияние на организм человека и может быть причиной развития или обострения различных заболеваний [Довгуша, 1999]. Реакция человека на ЭМП повышенной интенсивности проявляется, в первую очередь, поражениями иммунной, эндокринной и центральной нервной системами. ЭМИ приводит к развитию синдрома старения организма, признаками которого являются снижение работоспособности и иммунитета, наличие многих заболеваний, раннее нарушение уровня холестерина, угнетение функции репродуктивной системы, развитие возрастной патологии в ранние годы (гипертоническая болезнь, церебральный атеросклероз) [Довгуша, 2012].

ЭМИ оценивается следующими основными параметрами:

- напряженность электрического поля, E , В/м;
- напряженность магнитного поля, H , А/м;
- плотность магнитного потока, нТл;
- плотность потока энергии (ППЭ), мкВт/см^2 .

При работе в офисе одним из основных источников излучения, электромагнитное поле которого интенсивно воздействует на человека из-за постоянного контакта, является компьютер. Санитарные нормы по организации работы на нем установлены СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». В соответствии с ними измерение уровней ЭМП производится на расстоянии 50 см от экрана. Допустимые уровни воздействия на людей электромагнитных излучений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Временные допустимые уровни электромагнитного поля (ВДУ ЭМП), создаваемые персональными электронно-вычислительными машинами

Temporary allowable levels of electromagnetic field, created by personal electronic computers

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Требования СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 устанавливают, что экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600...700 мм, но не ближе 500 мм. Однако на пользователя действует не только излучение от экрана, но также ЭМП от системного блока, который может находиться в непосредственной близости от человека. Так, если системный блок установлен в специальной напольной нише компьютерного стола, то расстояние от боковой поверхности блока до ноги пользователя составляет 40...100 мм, а, если системный блок установлен непосредственно на столешнице стола, то расстояние от нижней поверхности блока до ног пользователя составляет 150...300 мм. Таким образом, активное пользование компьютером может нести негативное воздействие на здоровье человека, поскольку ЭМП усиливается по мере приближения к его источнику.

В промышленности для защиты от ЭМИ применяют различные экранирующие материалы. Наиболее эффективны материалы, содержащие металлы в чистом виде или в комбинации с другими материалами: стеклом, тканью, синтетическими волокнами. Так, экран из листовой стали марки Ст3 толщиной 1,4 мм на 100% поглощает ЭМИ в диапазоне частот 30 МГц... 40 ГГц, а экран из металлизированной ткани «Восход» снижает ЭМП на 40...65% в диапазоне частот 10 кГц...30 ГГц [Каминский, 1989].

Целью настоящего исследования является изучение уровня электромагнитного излучения, исходящего от различных офисных электроприборов, а также способность древесностружечных плит (ДСП) поглощать ЭМИ. Последнее обосновано тем, что современная бытовая и офисная мебель изготавливается преимущественно из древесностружечных плит (ДСП), и необходимо выяснить, насколько элементы рабочего стола (столешница, боковые стенки, дверцы) способны экранировать излучение, исходящее от офисных электрических приборов.

Технология производства ДСП позволяет вводить в состав плиты твёрдые или жидкие добавки для придания плитам специальных свойств. Таким образом, для повышения экранирующей эффективности древесных плит от ЭМИ могут быть подобраны соответствующие вещества и разработана технология их применения. Опрос специалистов отрасли показал, что организация производства ДСП, экранирующего от ЭМИ назначения, является перспективной задачей, позволяющей значительно расширить номенклатуру выпускаемой продукции [Васильев, 2020].

Методика исследования. В качестве источников ЭМИ использовали различные офисные приборы, технические характеристики которых приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технические характеристики офисных электроприборов

Technical characteristics of office electrical appliances

Наименование прибора	Марка	Страна-производитель	Мощность, Вт	Частота, Гц	Год выпуска
Системный блок	Ramec	Китай	220–240	50–60	2000
Монитор	Acer	Китай	36	50–60	2009
Клавиатура	hp	Китай	–	50	2009
Многофункциональное устройство (МФУ)	Brother	Китай	15	50–60	2006

Напряженность переменных электрических и магнитных полей фиксировали измерителем электрического поля марки ИЭП-05 и измерителем магнитного поля ИМП-05.

В приборе марки ИЭП-05 в качестве датчиков используются дипольная антенна и дисковый пробник. Диапазоны частот пропускания в полосе I от 5 до 2000 Гц; в полосе II от 2 до 400 кГц. Диапазоны измеряемых значений напряженности электрического поля в полосе I без делителя от 7 до 199 В/м, с делителем от 150 до 1999 В/м; в полосе II без делителя от 0,7 до 19,9 В/м, с делителем от 15 до 199 В/м. Основная относительная погрешность измерения напряженности электрического поля в нормальных климатических условиях не более $\pm 20\%$.

Антенну измерителя электрической напряженности направляли на источник излучения, а результаты считывали с цифрового индикатора спустя 5 секунд после установки показателей. Каждый диапазон замеряется отдельно, а смена полос происходит нажатием кнопочного переключателя частотных полос «5–2000 Гц», «2–400 кГц».

Так как напряженность электрического поля величина векторная, то для определения ее в выбранной точке пространства измеряли три взаимно-ортогональные составляющие этого вектора $E_{изм_x}$, $E_{изм_y}$, $E_{изм_z}$, а затем определяли напряженность $E_{изм}$ по формуле:

$$E_{изм} = \sqrt{E_{изм_x}^2 + E_{изм_y}^2 + E_{изм_z}^2}.$$

Среднеквадратическое значение магнитной индукции (плотность магнитного потока) электромагнитного поля фиксировали измерителем маг-

нитного поля марки ИМП-05. Прибор состоит из двух блоков: измерителя марки ИМП-05/1 с диапазоном 5–2000 Гц и максимальным показателем 1990 нТл и марки ИМП-05/2 с диапазоном 2–400 кГц и максимальным показателем 199 нТл. Блоки состоят из антенны и индикатора. Основная относительная погрешность измерения плотности магнитного потока в нормальных климатических условиях не более $\pm 20\%$.

Измерения параметров электромагнитного поля офисных электрических приборов проводили на лабораторном деревянном столе со столешницей из диэлектрического материала декоративного бумажно-слоистого пластика. Во время измерения металлические конструкции находились на расстоянии более 3 м от прибора (норматив не менее 1 м). Посторонние источники электрических полей (кабели освещения) находились на расстоянии более 5 м от прибора. Лабораторное оборудование, находящееся в помещении, в момент замеров было отключено от питания. Замеры показателей электромагнитного поля производили на расстояниях 0; 0,05; 0,25; 0,50 и 1,0 м от работающего источника.

При определении экранирующих способностей древесностружечных плит использовали промышленные плиты, которые широко применяются при изготовлении мебели: ДСП общего назначения типа Р2 неотделанную и отделанную методом ламинирования, а также влагостойкую ДСП типа Р3. Плиты отвечают требованиям соответствующих ГОСТ. Свойства плит приведены в табл. 3.

При замерах параметров ЭМП защитный экран в виде древесностружечной плиты устанавливали на расстоянии 10...20 мм от источника ЭМИ. Размеры образцов плит перекрывали поверхность системного блока. Замеры показателей электромагнитного поля производили на расстояниях 0,05; 0,25; 0,50 и 1,0 м от источника.

Таблица 3

Свойства древесностружечных плит

Particleboards properties

Тип ДСП	Конструкция, обработка поверхности, отделка плиты	Толщина, мм	Плотность	
			по объёму, кг/м ³	по площади, кг/м ²
Р2	Трёхслойная, шлифованная, неотделанная	16,3	658	10,7
Р3	Трёхслойная, шлифованная, неотделанная	16,3	642	10,5
Р2	Трёхслойная, шлифованная, отделанная бумажно-смоляной пленкой методом ламинирования с двух сторон	16,3	762	12,4

Результаты исследований. Исследовали уровни электромагнитного поля на разном расстоянии от лицевой поверхности широко распространённой офисной техники. В качестве офисной техники исследовали системный блок, монитор, клавиатуру компьютера и многофункциональное устройство (принтер, сканер). Результаты замеров приведены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Напряженность электрического поля на различном расстоянии от лицевой поверхности офисной техники в диапазоне частот 5 Гц...400 кГц

Electric field intensity at different distances from the front surface of office equipment in the frequency range 5 Hz ... 400 kHz

Прибор	Диапазон частот излучения									
	5 Гц – 2 кГц					2 – 400 кГц				
	Напряженность электрического поля, В/м, на расстоянии, м									
	0,00	0,05	0,25	0,50	1,00	0,00	0,05	0,25	0,50	1,00
Системный блок Рамес	264	203	99,0	45,0	64,0	3,05	1,54	0,57	0,41	0,35
Монитор Acer	280	223	161	72,0	20,0	19,1	3,20	1,79	0,79	0,41
Клавиатура hp	264	192	68,0	21,0	20,0	7,86	3,34	0,96	0,49	0,35
МФУ Brother	292	200	82,0	50,0	15,0	9,17	5,20	1,60	0,86	0,41

Таблица 5

Плотность магнитного потока на различном расстоянии от лицевой поверхности офисной техники в диапазоне частот 5 Гц...400 кГц

The magnetic flux density at different distances from the front surface of office equipment in the frequency range 5 Hz ... 400 kHz

Прибор	Диапазон частот излучения									
	5 Гц – 2 кГц					2 – 400 кГц				
	Плотность магнитного потока, нТл, на расстоянии, м									
	0,00	0,05	0,25	0,50	1,00	0,00	0,05	0,25	0,50	1,00
Системный блок Рамес	80	60	50	50	40	4	3	2	1,5	1,0
Монитор Acer	70	70	70	70	70	3	2	2	2	2
Клавиатура hp	100	110	90	70	60	2	2	2	2	2
МФУ Brother	220	120	80	70	60	32	19	4	2	2

Результаты исследования показывают, что офисные электроприборы имеют различные уровни электромагнитного излучения. На расстоянии 0,5 м, который установлен требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, наибольшее излучение распространяют Монитор Acer, МФУ Brother и системный блок Rames. Показатели напряженности электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц на расстоянии 0,5 м у этих приборов составляют соответственно 72, 50 и 45 В/м, что превышает уровень 25 В/м, который установлен требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Напряженность электрического поля в диапазоне частот 2 – 400 кГц на расстоянии 0,5 метра у всех испытанных приборов менее 2,5 В/м, что отвечает существующим требованиям.

Плотность магнитного потока в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц и 2 – 400 кГц на расстоянии 0,5 метра у всех испытанных приборов менее 250 и 25 нТл соответственно, что отвечает требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Таким образом, наибольшую опасность представляют показатели напряженности электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц, т. е. в области сверхдлинных радиоволн.

Показатели ЭМИ имеют различные значения в зависимости от расстояния до источника излучения, достигая максимальных значений непосредственно у лицевой поверхности прибора. Так, у поверхности исследованного оборудования напряженность электрического поля превышает в 4...24 раза, а плотность магнитного потока – в 1...16 раз аналогичные показатели, зафиксированные на расстоянии 0,5 м.

Учитывая, что высокий уровень ЭМИ, идущего от монитора, можно понизить до требуемых значений путём установки защитного экрана, а работа на МФУ носит эпизодический характер, наиболее значимым в смысле необходимости защиты является системный блок компьютера. Поскольку пользователь может находиться в различных положениях по отношению к системному блоку, исследовали уровни ЭМИ с разных сторон прибора (табл. 6–9).

Показатели напряженности электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц на расстоянии 0,5 метра по всем сторонам системного блока превышают уровень 25 В/м, который установлен требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Этот же показатель в диапазоне частот 2 – 400 кГц на расстоянии 0,5 метра менее 2,5 В/м, что отвечает существующим требованиям. При приближении к прибору напряженность электрического поля значительно возрастает. Наиболее высокий уровень напряженности электрического поля исходит от нижней стороны системного блока в обоих диапазонах измеряемых частот. Высокие уровни напряженности исходят также от задней, верхней и боковых поверхностей прибора.

Таблица 6

Напряженность электрического поля в диапазоне частот 5 Гц...2 кГц по сторонам системного блока компьютера

The electric field in the frequency range 5 Hz ... 2 kHz on the sides of the computer system unit

Расстояние от источника излучения, м	Напряжённость электрического поля, В/м, по сторонам системного блока компьютера					
	лицевая	левая боковая	правая боковая	задняя	нижняя	верхняя
0	264	346	295	346	346	308
0,05	203	203	208	204	221	230
0,25	99,0	128	124	123	133	128
0,50	45,0	60,0	59,0	54,0	62,0	61,0
1,00	64,0	20,0	22,0	20,0	18,0	18,0

Таблица 7

Напряженность электрического поля в диапазоне частот 2...400 кГц по сторонам системного блока компьютера

The electric field in the frequency range of 2...400 kHz on the sides of the computer system unit

Расстояние от источника излучения, м	Напряжённость электрического поля, В/м, по сторонам системного блока компьютера					
	лицевая	левая боковая	правая боковая	задняя	нижняя	верхняя
0	3,05	10,3	5,34	11,4	27,1	9,12
0,05	1,54	1,74	1,54	1,91	2,34	2,07
0,25	0,57	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
0,50	0,41	0,49	0,41	0,41	0,41	0,41
1,00	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

Показатели напряженности электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц на расстоянии 0,5 метра по всем сторонам системного блока превышают уровень 25 В/м, который установлен требованиями СанПиН

2.2.2/2.4.1340–03. Этот же показатель в диапазоне частот 2 – 400 кГц на расстоянии 0,5 м менее 2,5 В/м, что отвечает существующим требованиям. При приближении к прибору напряжённость электрического поля значительно возрастает. Наиболее высокий уровень напряжённости электрического поля исходит от нижней стороны системного блока в обоих диапазонах измеряемых частот. Высокие уровни напряжённости исходят также от задней, верхней и боковых поверхностей прибора.

Таблица 8

**Плотность магнитного потока в диапазоне частот 5 Гц...2 кГц
по сторонам системного блока компьютера**
**The magnetic flux density in the frequency range 5 Hz ... 2 kHz
on the sides of the computer system unit**

Расстояние от источника излучения, м	Плотность магнитного потока, нТл, по сторонам системного блока компьютера					
	лицевая	левая боковая	правая боковая	задняя	нижняя	верхняя
0	80	370	260	830	110	470
0,05	60	240	180	520	90	300
0,25	50	90	70	90	50	110
0,50	50	50	30	50	50	60
1,00	40	30	30	30	40	50

Таблица 9

**Плотность магнитного потока в диапазоне частот 2...400 кГц
по сторонам системного блока компьютера**
**The magnetic flux density in the frequency range of 2 ... 400 kHz
on the sides of the computer system unit**

Расстояние от источника излучения, м	Плотность магнитного потока, нТл, по сторонам системного блока компьютера					
	лицевая	левая боковая	правая боковая	задняя	нижняя	верхняя
0	4	4	5	29	2	8
0,05	3	3	3	13	2	6
0,25	2	2	2	2	2	2
0,50	1,5	1,5	1,5	2	2	2
1,00	1,0	1,5	1,5	1,5	1,5	2

Плотность магнитного потока в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц и 2 – 400 кГц на расстоянии 0,5 метра по всем сторонам системного блока менее 250 и 25 нТл соответственно, что отвечает требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, однако при приближении к прибору показатель значительно растёт, особенно с задней стороны. Высокие уровни плотности магнитного потока исходят также от верхней и боковых поверхностей прибора.

Таким образом, наиболее опасным является ЭМИ со стороны нижней поверхности системного блока компьютера по показателю напряжённости электрического поля, как не отвечающего требованиям санитарных норм. В качестве защиты может быть использована древесная плита, из которой изготовлена столешница компьютерного стола, когда системный блок установлен на столе. Более комплексная защита от излучения от нижней, задней, боковых и верхней поверхностей системного блока может производиться, когда системный блок установлен в специальной нише компьютерного стола. В этом случае поглощающими материалами должны быть ДСП, из которых изготовлены стенки ниши для системного блока и столешница стола.

Исследовали способность промышленных древесностружечных плит мебельного назначения поглощать электромагнитное излучение (табл. 10, 11). В качестве источника ЭМИ использовали нижнюю сторону системного блока компьютера. В таблицах также указаны величины излучения электроприбора без экранирования.

Таблица 10

Напряженность электрического поля с нижней стороны системного блока компьютера за экраном из древесностружечных плит разных типов

The electric field strength on the underside of the computer system unit behind the screen of different types of particleboards

Расстояние от источника излучения, м	Диапазон частот излучения							
	5 Гц...2 кГц				5 Гц...2 кГц			
	Напряжённость электрического поля, В/м, за экраном из ДСП типа							
	без экрана	Р2 без отделки	Р3 без отделки	Р2 ламинированная	без экрана	Р2 без отделки	Р3 без отделки	Р2 ламинированная
0,05	221	227	232	246	2,34	2,05	2,06	2,86
0,25	133	148	143	153	0,66	0,66	0,57	0,66
0,50	62,0	68,0	67,0	69,0	0,41	0,50	0,41	0,41
1,00	18,0	22,0	21,0	20,0	0,35	0,35	0,35	0,35

Таблица 11

Плотность магнитного потока с нижней стороны системного блока компьютера за экраном из древесностружечных плит разных типов

The magnetic flux density on the underside of the computer system unit behind the screen of different types of particleboards

Расстояние от источника излучения, м	Диапазон частот излучения							
	5 Гц...2 кГц				5 Гц...2 кГц			
	Плотность магнитного потока, нТл, за экраном из ДСП типа							
	без экрана	P2 без отделки	P3 без отделки	P2 ламинированная	без экрана	P2 без отделки	P3 без отделки	P2 ламинированная
0,05	90	70	90	80	2	2	2	2
0,25	50	50	60	50	2	1,5	2	2
0,50	50	35	45	50	2	1,5	1,5	2
1,00	40	25	40	50	1,5	1,5	1,5	2

Полученные данные показывают, что величины напряженности электрического поля и плотности магнитного потока за экраном из ДСП близки к значениям ЭМИ без экрана. Изменения показателей не имеют выраженного характера, имеются как величины пониженного значения, так и увеличенные по сравнению с ЭМИ без экрана. Основная масса изменений за экраном из ДСП составляет $\pm 20\%$, т. е. они укладываются в диапазон погрешности приборов ИЭП-05, ИМП-05/1 и ИМП-05/2. Таким образом, мебельные древесностружечные плиты толщиной 16,3 мм не поглощают электромагнитное поле, исходящее от офисных электрических приборов. Для придания плитам защитной способности необходимо ввести в их состав вещества, способные поглощать ЭМИ.

Выводы. 1. Исследовали параметры электромагнитного излучения, исходящего от лицевой поверхности широко распространённых офисных электрических приборов: системный блок Rames, монитор Acer, клавиатура hp, многофункциональное устройство (МФУ) Brother. Установили, что приборы имеют различные уровни электромагнитного излучения. На расстоянии 0,5 метра, который установлен требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, наибольшее излучение распространяют Монитор Acer, МФУ Brother и системный блок Rames. Показатели напряженности элек-

трического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц на расстоянии 0,5 м у этих приборов превышают уровень 25 В/м, который установлен требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Напряженность электрического поля в диапазоне частот 2 – 400 кГц и плотность магнитного потока в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц и 2 – 400 кГц на расстоянии 0,5 метра у всех испытанных приборов отвечает существующим требованиям.

2. Показатели ЭМИ достигают максимальных значений у лицевой поверхности прибора. Так, у поверхности исследованного оборудования напряженность электрического поля превышает в 4...24 раза, а плотность магнитного потока – в 1...16 раз аналогичные показатели, зафиксированные на расстоянии 0,5 м. Наиболее значимым в смысле необходимости защиты является системный блок компьютера.

3. Поскольку пользователь может находиться в различных положениях по отношению к системному блоку, исследовали уровни ЭМИ с разных сторон прибора. Установили, что показатели напряженности электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц на расстоянии 0,5 метра по всем сторонам системного блока не отвечают требованиям санитарных норм. Напряженность электрического поля в диапазоне частот 2 – 400 кГц и плотность магнитного потока в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц и 2 – 400 кГц на расстоянии 0,5 метра со всех сторон прибора отвечают нормативам СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Наиболее опасным является ЭМИ со стороны нижней поверхности системного блока компьютера по показателю напряженности электрического поля. Высокие уровни напряженности исходят также от задней, верхней и боковых поверхностей прибора.

4. Исследовали способность промышленных древесностружечных плит мебельного назначения толщиной 16,3 мм поглощать электромагнитное излучение. В качестве источника ЭМИ использовали нижнюю сторону системного блока компьютера. Полученные данные показывают, что величины напряженности электрического поля и плотности магнитного потока за экраном из ДСП близки к значениям ЭМИ без экрана. Изменения показателей не имеют выраженного характера, имеются как величины пониженного значения, так и увеличенные по сравнению с ЭМИ без экрана. Основная масса изменений за экраном из ДСП составляет $\pm 20\%$, т. е. они укладываются в диапазон погрешности измерительных приборов ИЭП-05, ИМП-05/1 и ИМП-05/2. Таким образом, мебельные древесностружечные плиты толщиной 16,3 мм не поглощают электромагнитное поле, исходящее от офисных электрических приборов. Для придания плитам защитной способности необходимо ввести в их состав вещества, способные поглощать ЭМИ.

Библиографический список

Васильев В.В. Актуальные технологические проблемы производства синтетических смол и древесных плит // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 230. С. 173–186. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.230.173-186.

Довгуша В.В., Тихонов М.Н. Электромагнитный фактор – источник множества заболеваний // Медицина экстремальных ситуаций. 1999. № 1. С. 5–10.

Довгуша В.В., Тихонов М.Н., Довгуша Л.В. Волновые взаимодействия в биологии и медицине. СПб.: Полиграф-Ателье, 2012. 286 с.

Каминский С.Л., Смирнов К.М., Жуков В.И., Краснощечков Н.А. Средства индивидуальной защиты: справ. изд. Л.: Химия, 1989. 400 с.

Тихонов М.Н., Довгуша В.В., Довгуша Л.В. Механизм влияния естественных и техногенных электромагнитных полей на безопасность жизнедеятельности // Анализ риска здоровью. 2014. № 4. С. 85–100.

References

Vasil'yev V.V. Aktual'nyye tekhnologicheskiye problemy proizvodstva sinteticheskikh smol i drevesnykh plit. *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii*, 2019, is. 230, pp. 159–172. DOI: 10.21266/2079-4304.2019.230.159-172.

Dovgusha V.V., Tikhonov M.N. Elektromagnitnyy faktor – istochnik mnozhestva zabolevaniy. *Meditcina ekstremal'nykh situatsiy*, 1999, no. 1, pp. 5–10.

Dovgusha V.V., Tikhonov M.N., Dovgusha L.V. Volnovyye vzaimodeystviya v biologii i meditsine. SPb.: Poligraf-Atel'ye, 2012. 286 p.

Kaminskiy S.L., Smirnov K.M., Zhukov V.I., Krasnoshchekov N.A. Sredstva individual'noy zashchity: Sprav. izd. L.: Khimiya, 1989. 400 p.

Tikhonov M.N., Dovgusha V.V., Dovgusha L.V. Mekhanizm vliyaniya yestestvennykh i tekhnogennykh elektromagnitnykh poley na bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. *Analiz riska zdorov'yu*, 2014, no. 4, pp. 85–100.

Материал поступил в редакцию 27.04.2020

Васильев В.В., Меркулова А.Ф. Изучение экранирующей эффективности древесностружечных плит от электромагнитного излучения офисных приборов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 231. С. 167–182. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.231.167-182

Исследовали параметры электромагнитного излучения (ЭМИ), исходящего от лицевой поверхности широко распространённых офисных электрических приборов: системный блок Ramec, монитор Acer, клавиатура hp,

многофункциональное устройство (МФУ) Brother. Установили, что приборы имеют различные уровни электромагнитного излучения. На расстоянии 0,5 метра, который установлен требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03, наибольшее излучение распространяют Монитор Acer, МФУ Brother и системный блок Rames. Показатели напряженности электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц на расстоянии 0,5 метра у этих приборов превышают уровень 25 В/м, который установлен требованиями СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Напряженность электрического поля в диапазоне частот 2 – 400 кГц и плотность магнитного потока в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц и 2 – 400 кГц на расстоянии 0,5 метра у всех испытанных приборов отвечает существующим требованиям. Показатели ЭМИ достигают максимальных значений у лицевой поверхности прибора. Так, у поверхности исследованного оборудования напряженность электрического поля превышает в 4...24 раза, а плотность магнитного потока – в 1...16 раз аналогичные показатели, зафиксированные на расстоянии 0,5 м. Наиболее значимым в смысле необходимости защиты является системный блок компьютера. Поскольку пользователь может находиться в различных положениях по отношению к системному блоку, исследовали уровни ЭМИ с разных сторон прибора. Установили, что показатели напряженности электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц на расстоянии 0,5 метра по всем сторонам системного блока не отвечают требованиям санитарных норм. Напряженность электрического поля в диапазоне частот 2 – 400 кГц и плотность магнитного потока в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц и 2 – 400 кГц на расстоянии 0,5 метра со всех сторон прибора отвечают нормативам СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Наиболее опасным является ЭМИ со стороны нижней поверхности системного блока компьютера по показателю напряженности электрического поля. Высокие уровни напряженности исходят также от задней, верхней и боковых поверхностей прибора. Современная офисная мебель изготавливается преимущественно из древесностружечных плит (ДСП). Предположили, что плиты могут выполнять экранирующую функцию для защиты от ЭМИ. Исследовали способность трёх типов промышленных ДСП мебельного назначения поглощать электромагнитное излучение. В качестве источника ЭМИ использовали нижнюю сторону системного блока компьютера. Полученные данные показывают, что величины напряженности электрического поля и плотности магнитного потока за экраном из ДСП близки к значениям ЭМИ без экрана. Изменения показателей не имеют выраженного характера, имеются как величины пониженного значения, так и увеличенные по сравнению с ЭМИ без экрана. Основная масса изменений за экраном из ДСП составляет $\pm 20\%$, т. е. они укладываются в диапазон погрешности измерительных приборов ИЭП-05, ИМП-05/1 и ИМП-05/2. Таким образом, мебельные древесностружечные плиты толщиной 16,3 мм не поглощают электромагнитное поле, исходящее от офисных электрических

приборов. Для придания плитам защитной способности необходимо ввести в их состав вещества, способные поглощать ЭМИ.

Ключевые слова: офисные электрические приборы, системный блок компьютера, электромагнитное излучение, напряжённость электрического поля, плотность магнитного потока, санитарные нормы, специальная мебель, древесностружечные плиты, экранирующие свойства.

Vasilyev V.V., Merculova A.F. Studying the shielding efficiency of particleboards from electromagnetic radiation of office appliances. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnicheskoj Akademii*, 2020, is. 231, pp. 167–182 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2020.231.167-182

We studied the parameters of electromagnetic radiation (EMP), emanating from the front surface of widespread office electrical appliances: the Ramec system unit, Acer monitor, hp keyboard, Brother multifunctional device (MFD). It was found that the devices have different levels of electromagnetic radiation. At a distance of 0.5 meter, that is established by the requirements of SanPiN 2.2.2 / 2.4.1340–03, the greatest radiation is distributed by the Acer Monitor, Brother MFP and the Ramec system unit. The electric field strength in the frequency range 5 Hz – 2 kHz at a distance of 0.5 meters for these devices exceeds the level of 25 V / m, which is established by the requirements of SanPiN 2.2.2 / 2.4.1340–03. The electric field in the frequency range 2 – 400 kHz and the magnetic flux density in the frequency range 5 Hz – 2 kHz and 2 – 400 kHz at a distance of 0.5 meters for all tested devices meets the existing requirements. EMR indicators reach maximum values at the front surface of the device. So, at the surface of the equipment under investigation, the electric field strength exceeds 4 ... 24 times, and the magnetic flux density – 1 ... 16 times the same indicators recorded at a distance of 0.5 m. The most important in the sense of the need for protection is the computer system unit. Since a user can be in different positions with respect to system unit, the EMR levels from different sides of the device were examined. It was found that the electric field strength indicators in the frequency range of 5 Hz – 2 kHz at a distance of 0.5 meter on all sides of the system unit does not meet the requirements of sanitary standards. The electric field strength in the frequency range of 2 – 400 kHz and magnetic flux density in the frequency range of 5 Hz – 2 kHz and 2 – 400 kHz at a distance of 0.5 meters from all sides of the device comply with SanPiN 2.2.2 / 2.4. 1340-03. The most dangerous is the EMR from the side of the lower surface of the computer system unit in terms of the electric field strength. High levels of tension also come from the back, top and side surfaces of the device. Modern office furniture is made primarily from particleboards. It was suggested that the plates can perform a shielding function to protect against EMP. We investigated the ability of three types of industrial furniture particleboards to absorb electromagnetic radiation. The lower side of the computer system unit was used as the source of electromagnetic radiation. The data obtained show that the values of the electric field strength and magnetic flux density behind the screen from the particleboards are close to

the values of EMP without the screen. Changes in indicators are not expressed, there are both low values and increased compared to EMP without a screen. The bulk of the changes behind the screen from the chipboard is $\pm 20\%$, i.e. they fit into the error range of measuring instruments IEP-05, IMP-05/1 and IMP-05/2. Thus, 16.3 mm thick particleboards do not absorb the electromagnetic field emanating from office electrical appliances. To give the plates a protective ability, it is necessary to introduce substances capable of absorbing EMP into their composition.

Key words: office electrical appliances, computer system unit, electromagnetic radiation, electric field strength, magnetic flux density, sanitary standards, special furniture, particleboards, shielding properties.

ВАСИЛЬЕВ Виктор Владимирович – доцент Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, кандидат технических наук. SPIN-код 3584-0908. ORCID: 0000-0003-2366-0995.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: victorvasil@mail.ru

VASILYEV Victor V. – PhD (Technical), associate Professor, St.Petersburg State Forest Technical University.. SPIN-cod 3584-0908. ORCID: 0000-0003-2366-0995.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: victorvasil@mail.ru

МЕРКУЛОВА Александра Фёдоровна – магистрант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова, бакалавр. SPIN-код 7572-5039. ORCID: 0000-0002-0118-9082

194021, Институтский пер., д. 5, г. Санкт-Петербург, Россия. E-mail: merkulova.sascha@yandex.ru

MERCULOVA Aleksandra F. – graduate student of the St.Petersburg State Forest Technical University, bachelor. SPIN-cod 7572-5039. ORCID: 0000-0002-0118-9082

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: merkulova.sascha@yandex.ru