

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ

УДК 621.396.677; 621.397.671

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОЧИХ МЕСТ, ОСНАЩЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКОЙ

Маслов О.Н., Маслов С.А., Фролова М.А.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ

E-mail: maslov@psuti.ru

Рассматриваются методы и средства проведения экспертизы электромагнитной безопасности автоматизированных рабочих мест, оснащенных средствами компьютерной техники. Представлены отечественные и международные нормы, а также инструментальные средства, необходимые для проведения экспертизы. Обсуждаются результаты измерения уровней напряженности электрического поля E , В/м, и плотности магнитного потока B , нТл, на частотах 5 Гц...2 кГц и 2...400 кГц в двух помещениях офисного типа. Установлено, что в обоих помещениях имеет место превышение норм безопасности для компьютерной техники, а также повышенный уровень общего техногенного фона на частотах 5 Гц...2 кГц. Учет неопределенности результатов измерений по методике, предписанной новыми нормативными документами, подтверждает сделанные выводы. Наиболее вероятной причиной установленного превышения являются недостатки монтажа элементов локальной компьютерной сети, объединяющей автоматизированные рабочие места. Планируется продолжение исследований с привлечением студентов в рамках волонтерского проекта «Безопасный компьютер».

Ключевые слова: компьютерная техника, автоматизированные рабочие места, экспертиза электромагнитной безопасности (electromagnetic safety expertise), нормативная документация, средства и результаты измерений

Введение

Экспертиза эколога-эргономической безопасности по фактору электромагнитного поля (ЭМП) помещений с рабочими местами (включая автоматизированные рабочие места – далее для краткости АРМ), оснащенными ЭВМ (вычислительные залы, офисы, лабораторные помещения, учебные классы и др.) имеет непреходящее значение по следующим причинам [1–3]. Во-первых, обновляется парк ЭВМ, меняются условия их размещения и монтажа, в связи с чем подлежащие экспертной оценке ЭМП существенно отличаются друг от друга по составу и структуре.

Во-вторых, наряду с ЭВМ в помещениях располагаются другие источники ЭМП, воздействующие на внешнюю среду через так называемые «случайные антенны» (сосредоточенные и распределенные) фактически непредсказуемым образом [4–6].

В-третьих, совершенствуются инструментальный и система нормативных документов, регламентирующих порядок проведения экспертизы, которая как у нас в стране, так и за рубежом по-прежнему нуждается в гармонизации (публикации на эту тему [7; 8], судя по откликам в Internet, вызывают живой интерес у представителей самых разных специальностей).

В-четвертых, итогом комплексных исследований в сфере метрологии и стандартизации за пе-

риод 1978–2008 гг. явились два концептуальных документа: международное руководство ИСО/МЭК 98:2008 и идентичный ему национальный стандарт ГОСТ Р 54500-2011 [9], которые необходимо учитывать при проведении экспертизы.

Цель статьи – обсуждение возможности использовать отечественные нормы [3] и инструментальный для проведения экспертизы АРМ, оснащенных ЭВМ, в соответствии с требованиями ИСО/МЭК 98:2008 и ГОСТ Р 54500-2011 [9].

Предметная область исследования

При экспертизе безопасности ЭМП, согласно [3], на рабочих местах пользователей ЭВМ нормируются предельнодопустимые уровни напряженности электрического поля E и плотности магнитного потока B :

– на частотах 5 Гц...2 кГц:

$$E_{\text{ПДУ}}^{\text{НЧ}} = 25 \text{ В/м}; B_{\text{ПДУ}}^{\text{НЧ}} = 250 \text{ нТл};$$

– на частотах 2...400 кГц:

$$E_{\text{ПДУ}}^{\text{ВЧ}} = 2,5 \text{ В/м}; B_{\text{ПДУ}}^{\text{ВЧ}} = 25 \text{ нТл}; \quad (1)$$

Норма для напряженности электростатического поля $U_{\text{ПДУ}} = 15 \text{ кВ/м}$ изжила себя ввиду того, что экраны современных дисплеев электрические заряды практически не накапливают.

Наиболее интенсивные ЭМП создают мониторы в виде электронно-лучевых трубок, которые сегодня также становятся редкостью. Жидкокристаллический монитор с люминесцентной

подсветкой, используемый в ЭВМ прежних лет выпуска, за счет работы высоковольтного преобразователя напряжения подсветки газоразрядных ламп холодного свечения сопоставим по уровню ЭМП с электронно-лучевыми трубками.

Напротив, жидкокристаллический монитор со светодиодной подсветкой, в котором высоковольтные источники для подсветки отсутствуют, создает наименьшие по интенсивности ЭМП. При выключенном мониторе источниками ЭМП являются элементы основного блока ЭВМ (видеокарта, процессор и др.), а также межблочные кабельные соединения с недостаточно эффективным экранированием.

Важное значение имеют особенности (способ, параметры, качество контактов) подключения ЭВМ к периферийным устройствам и другим компонентам компьютерной сети, а также к системам электропитания и заземления аппаратуры, защитным экранам. «Система земель» [6] образует пассивную распределенную случайную антенну (РСА), сеть электропитания 220 В; 50 Гц – активную РСА, которые при правильном их исполнении не должны быть источниками ЭМП. Однако за счет несимметричности и нелинейности, погрешности исполнения, неправильной эксплуатации и т. п. указанных цепей в них могут протекать непредусмотренные токи, значительные по величине.

При отключенных ЭВМ в данных РСА возникают стоячие волны, при подключенных ЭВМ – бегущие волны напряжений и токов; наличие нелинейных элементов ведет к появлению гармоник, комбинационных и интермодуляционных составляющих частоты 50 Гц. Необходимость перемещения блоков аппаратуры с места на место ведет к ухудшению заземляющих соединений и нарушению герметичности экранов, для обеспечения информационной безопасности АРМ часто оснащают средствами активной защиты [7; 8] – все это существенно усложняет ситуацию и в 5–10 % случаев делает АРМ небезопасными для пользователей в эколого-эргономическом отношении.

Онтологическая модель ситуации

Онтологией (от греч. *ontos* – «сущее») именуется совокупность понятий (концептов) и отношений между ними в рассматриваемой предметной области. Персональные онтологии основаны на личных знаниях специалистов, групповые онтологии формируются путем договоренности между ними и представляют собой онтологическую модель ситуации (ОМС), куда входят как обще-

признанные верифицированные знания, так и аксиологические знания в виде убеждений, жизненного опыта, гипотез и др., остающиеся предметом дискуссии между ними. Руководство ИСО/МЭК 98:2008 и стандарт ГОСТ Р 54500-2011 стимулируют разработку ОМС, основой которой является проблема взаимодействия биорецепторов и ЭМП, создаваемых ЭВМ, а также методология организации и проведения экспертизы по электромагнитному фактору. Математической основой ОМС при этом служит теория вероятности – как объективная Лапласа – Колмогорова, так и субъективная Бернулли – Сэвиджа.

Целью измерения считается получение максимально точной и достоверной информации об измеряемой величине X на основании показаний приборов, которые рассматриваются как ее случайные реализации. Важным является отказ от понятий «истинное значение» (*true value*) и «погрешность измерения» (*error of measurement*) X в пользу понятий «действительное значение» (*conventional true value*) и «неопределенность измерения» (*uncertainty of measurement*). Неопределенность отражает неполноту знаний экспертов об X и степень уверенности в том, что она им известна – что «перемещает метрологию в сферу, где результат измерения должен рассматриваться и численно определяться в терминах вероятностей, которые выражают степень доверия», и полностью соответствует субъективной идеологии Бернулли – Сэвиджа. Для экспертов это заметно усложняет ОМС, поскольку им необходимо теперь как-то учитывать и оценивать неопределенность своих знаний (верифицированных, аксиологических) об условиях работы и характере взаимодействия источников ЭМП в составе ЭВМ с биорецепторами и других условиях проведения экспертизы.

Не претендуя на полноценную разработку ОМС, ограничимся описанием ее фрагмента, который был сформирован в интересах экспертизы безопасности АРМ. Согласно ИСО/МЭК 98:2008 и ГОСТ Р 54500-2011, неопределенность измеряемой величины X есть неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений измеряемой величины на основании имеющейся информации о ней. Правило преобразования первичных показаний измерителей в итоговые результаты с оценкой их неопределенности именуется моделью измерений. Рекомендации ИСО/МЭК 98:2008 и ГОСТ Р 54500-2011 [9] имеют ввиду возможность выразить результат измерения как наилучшую оценку измеряемой величины вместе с соответствующей ей неопределенностью.

Оценка неопределенности действительного значения X может быть произведена двумя способами: по типу A – путем ее повторных N -кратных измерений, по типу B – получена из обоснованных суждений на основе имеющихся данных о ее возможных значениях. Интервал, содержащий X с заданной вероятностью P , называется интервалом охвата, который соответствует вероятности охвата $P = 0,95$ или $0,99$.

При N -кратном определении X действительным значением измеряемой величины является оценка математического ожидания

$$M(X) = \sum_{n=1}^N X_n / N = X_{cp}, \text{ где } n [1; N], \quad (2)$$

то есть, по терминологии [1; 2], это оценка среднего значения X_{cp} . Стандартная неопределенность данной оценки представляет собой оценку стандартного отклонения в виде положительного квадратного корня из дисперсии

$$D(X) = \sum_{n=1}^N (X_n - X_{cp})^2 / (N - 1) = \sigma_N^2 \quad (3)$$

– это оценка среднеквадратического отклонения (СКО) σ_N . Интервал охвата (байесовский интервал, интервал неопределенности) содержит значения X , соответствующие вероятности $P = 0,95$ при коэффициенте расширения $w = 2$ и вероятности $P = 0,99$ при $w = 3$, где ширина интервала охвата равняется $\Delta X_p = w\sigma_N$.

При однократном измерении X возможна оценка неопределенности только по типу B , в нашем случае – на основании известной по паспортным данным относительной погрешности $\delta, \%$ измерителя серии В&Е-метр, полностью соответствующего требованиям [3] и нормам (1). Методика расчета неопределенности типа B измеренного значения X предусматривает проведение следующих действий:

– расчета абсолютной погрешности $\Delta X = \delta X$, где значения δ переведены из процентов в десятичные доли единицы;

– определения нижней и верхней границ отклонения X от результата измерения, найденных, соответственно, как $X_{MIN} = X - \Delta X$ и $X_{MAX} = X + \Delta X$;

– расчета неопределенности типа B по формуле $U_B(X) = (X_{MAX} - X_{MIN}) / 2\sqrt{3}$;

– расчета расширенной неопределенности (ширины охвата) для вероятности охвата $0,95$ как $\Delta X_{0,95} = 2U_B(X)$;

– записи конечного результата в виде $X \pm \Delta X_{0,95}$ с указанием, что $P = 0,95$.

При N -кратном измерении X оценка неопределенности, в соответствии с принятыми обозначениями, сводится к следующим действиям:

– расчету неопределенности типа A по формуле

$$U_A(X) = \sqrt{\sum_{n=1}^N (X_n - X_{cp})^2 / N(N - 1)}, \quad (4)$$

где $X_{cp} = M(X)$ согласно (2);

– расчету основной абсолютной погрешности $\Delta X = \delta X_{cp}$ с определением X_{MIN} ; X_{MAX} и вычислением $U_B(X)$ аналогично предыдущему случаю;

– расчету суммарной неопределенности

$$U_C(X) = \sqrt{U_A^2(X) + U_B^2(X)}; \quad (5)$$

– расчету коэффициента охвата K_C для заданной вероятности охвата P и числа измерений N ; вычислению расширенной неопределенности по формуле $\Delta X_p = K_C U_C(X)$;

– записи конечного результата в виде $X \pm \Delta X_p$ с указанием значения P .

Приведенные соотношения соответствуют ОМС, где распределения основной абсолютной погрешностей считается симметричным относительно действительного значения X , а дополнительными погрешностями (ввиду стохастичности природной среды, влияния человеческого фактора и других неучтенных условий) считается возможным пренебречь.

Результаты измерений

Согласно данным руководства по эксплуатации прибора В&Е-метр АТ-002, допустимая основная погрешность в режиме измерения среднеквадратических значений напряженности электрического поля E и плотности магнитного потока B в обеих частотных полосах излучения видеодисплейного терминала составляет 20 %; дополнительная относительная погрешность не определена.

Следовательно, при выполненных однократных измерениях $\delta = 0,20$, и тогда $X_{MIN} = 0,8X$; $X_{MAX} = 1,2X$. Отсюда неопределенность $U_B(X) = 0,4X / 2\sqrt{3} \approx 0,1155X$, а расширенная неопределенность для вероятности охвата $P = 0,95$ есть $\Delta X_{0,95} = 0,231X$.

В таблице 1 представлены уровни E_{Hq} и E_{Bq} , В/м; B_{Hq} и B_{Bq} , нТл; соответствующие системе нормативов (1), на 10 АРМ, объединенных в локальную сеть учебно-производственной лаборатории (помещение № 1), полученные при выполнении волонтерского проекта «Безопасный компьютер».

В последней строке для сравнения приведены данные, соответствующие автономному компьютеру Note book в том же помещении – все результаты с учетом неопределенности охвата $\Delta X_{0,95}$ для $P = 0,95$. Таблица 2 содержит аналогичные

Таблица 1. Результаты экспертизы АРМ в помещении № 1

Полоса частот	5 Гц...2 кГц		2...400 кГц	
	E , В/м	B , нТл	E , В/м	B , нТл
АРМ № 1	$33 \pm 7,6$	490 ± 110	$0,26 \pm 6 \cdot 10^{-2}$	$3 \pm 0,69$
АРМ № 2	$30 \pm 6,9$	270 ± 60	$0,01 \pm 2 \cdot 10^{-3}$	$1 \pm 0,23$
АРМ № 3	$26 \pm 6,0$	230 ± 50	$0,15 \pm 3 \cdot 10^{-2}$	$1 \pm 0,23$
АРМ № 4	$55 \pm 12,7$	180 ± 42	$0,26 \pm 6 \cdot 10^{-2}$	$1 \pm 0,23$
АРМ № 5	$69 \pm 15,9$	150 ± 35	$0,32 \pm 7 \cdot 10^{-2}$	$1 \pm 0,23$
АРМ № 6	$35 \pm 8,1$	140 ± 32	$0,17 \pm 4 \cdot 10^{-2}$	$1 \pm 0,23$
АРМ № 7	$31 \pm 7,2$	130 ± 30	$0,12 \pm 3 \cdot 10^{-2}$	$1 \pm 0,23$
АРМ № 8	$22 \pm 5,1$	160 ± 37	$0,01 \pm 2 \cdot 10^{-3}$	$1 \pm 0,23$
АРМ № 9	$31 \pm 7,2$	150 ± 35	$0,14 \pm 3 \cdot 10^{-2}$	$1 \pm 0,23$
АРМ № 10	$45 \pm 10,4$	110 ± 25	$0,36 \pm 8 \cdot 10^{-2}$	$1 \pm 0,23$
Note book	$1 \pm 0,23$	530 ± 122	$0,19 \pm 4 \cdot 10^{-2}$	$2 \pm 0,46$

Таблица 2. Результаты экспертизы АРМ в помещении № 2

Полоса частот	5 Гц...2 кГц		2...400 кГц	
	E , В/м	B , нТл	E , В/м	B , нТл
АРМ № 11	$6 \pm 1,4$	710 ± 164	$0,21 \pm 5 \cdot 10^{-2}$	$5 \pm 1,15$
АРМ № 12	$4 \pm 0,9$	360 ± 83	$0,21 \pm 5 \cdot 10^{-2}$	$2 \pm 0,46$
АРМ № 13	$6 \pm 1,4$	240 ± 55	$0,26 \pm 6 \cdot 10^{-2}$	$2 \pm 0,46$
АРМ № 14	$6 \pm 1,4$	150 ± 35	$0,25 \pm 6 \cdot 10^{-2}$	$2 \pm 0,46$
АРМ № 15	$8 \pm 1,85$	290 ± 67	$0,23 \pm 5 \cdot 10^{-2}$	$2 \pm 0,46$
АРМ № 16	$9 \pm 2,1$	$210 \pm 48,5$	$0,22 \pm 5 \cdot 10^{-2}$	$1 \pm 0,23$
АРМ № 17	$7 \pm 1,6$	240 ± 55	$0,28 \pm 6 \cdot 10^{-2}$	$1 \pm 0,23$

результаты для 7 АРМ, размещенных в соседнем помещении № 2.

Предварительный анализ показывает, что измеренные на рабочих местах уровни $E_{BЧ}$, В/м; и $B_{BЧ}$, нТл, соответствующие полосе частот 2...400 кГц, пренебрежимо малы по сравнению с $E_{ПДУ}^{BЧ}$ и $B_{ПДУ}^{BЧ}$ согласно (1) – даже с учетом расширенной неопределенности типа B . Уровни $E_{HЧ}$, В/м; а особенно $B_{HЧ}$, нТл, соответствующие полосе частот 5 Гц ... 2 кГц, напротив, не только соизмеримы, но в большинстве случаев превышают значения $E_{ПДУ}^{HЧ}$ и $B_{ПДУ}^{HЧ}$ согласно (1).

Однако превышение $B_{ПДУ}^{HЧ}$ на АРМ, оснащенных автономным Note book, наводит на мысль о том, что помещения № 1 и № 2 сами про себе небезопасны по фактору ЭМП за счет повышенного техногенного фона. Чтобы проверить это предположение, в помещении № 2 прибором В&Е-метр

АТ-002 были измерены уровни электромагнитного фона в 2 рядах по 4 точки, что соответствует $N = 8$ и позволяет получить, помимо $U_B(X)$, оценки неопределенности $U_A(X)$ и $U_C(X)$ согласно ИСО/МЭК 98:2008 и ГОСТ Р 54500-2011. Характеристики фона по ЭМП в помещении № 2 представлены в таблице 3.

Отчетливо видно, что уровни фона по $B_{HЧ}$ действительно превышают норматив $B_{ПДУ}^{HЧ}$ согласно (1), что может быть связано как с неправильным монтажом локальной компьютерной сети, объединяющей АРМ, так и с некачественным выполнением сети электропитания 220 В, поскольку ее частота 50 Гц входит в диапазон 5 Гц...2 кГц.

Получение теоретически недопустимой неопределенности охвата $\Delta X_{0,95} > X_{cp}$ применительно к $E_{BЧ}$, В/м, которая отмечена звездочкой в

Таблица 3. Результаты определения уровней фона по ЭМП в помещении № 2

Полоса частот	5 Гц...2 кГц		2...400 кГц	
	E , В/м	B , нТл	E , В/м	B , нТл
Средние уровни	4,5	280	$2 \cdot 10^{-2}$	2,1
$U_A(X)$	1,27	24	$1,25 \cdot 10^{-2}$	0,23
$U_B(X)$	0,52	32	$2 \cdot 10^{-3}$	0,24
$U_C(X)$	1,37	40	$1,25 \cdot 10^{-2}$	$2 \pm 0,33$
Уровень фона	$4,5 \pm 2,7$	280 ± 80	$2 \cdot 10^{-2} \pm 2,5 \cdot 10^{-2} *$	$2,1 \pm 0,66$
Норматив согласно (1)	25	250	2,5	25

таблице 3, объясняется тем, что модель неопределенности типа A при малых действительных значениях X , по-видимому, работает неудовлетворительно, так как условия ее применимости не выполняются. Однако ввиду $E_{BЧ} \ll E_{ПДУ}^{BЧ}$ для экспертизы это обстоятельство практического значения не имеет.

В период активной компьютеризации России на рубеже веков данная ошибка при оборудовании АРМ, наряду с отсутствием эффективного заземления, была распространена достаточно широко – однако затем ее удалось изжить почти полностью, особенно в школах и вузах. Сегодня, по-видимому, из-за отсутствия должного контроля она возвращается в качестве нежелательного рецидива и вновь требует к себе внимания. Это подтверждает актуальность реализации волонтерского проекта «Безопасный компьютер» не только в рамках проекта «Интернет вещей» [10], но и в более приземленных, практических целях.

Заключение

Подход к проведению экспертизы согласно ИСО/МЭК 98:2008 и ГОСТ Р 54500-2011 [9] требует учета неопределенности знаний об условиях работы и характере взаимодействия источников ЭМП с биорецепторами (персонал, личный состав, пользователи ЭВМ, клиенты, абоненты, учащиеся и т. п.). Небезопасность ЭМП, создаваемых оборудованием АРМ, подтверждается их близостью к действующим нормативам (1). Поэтому необходимо, во-первых, при разработке ОМС исследовать условия формирования ЭМП на реальных АРМ с учетом требований ИСО/МЭК 98:2008 и ГОСТ Р 54500-2011.

Во-вторых, при проведении экспертизы безопасности АРМ использовать модели типа РСА, а также другие методы и средства теории случайных антенн, что представляется особенно важным при выполнении инновационных проек-

тов типа «Интернет вещей» [10]. В-третьих, гармонизировать требования [3] к компьютерным элементам и другому оборудованию АРМ, подключенному к общей сети электропитания 220 В, 50 Гц и системе земель [6].

Возможности участников программы «Безопасный компьютер» позволяют решать все поставленные перед ними в этой связи научно-технологические задачи.

Литература

1. Маслов О.Н. Экологический риск и электромагнитная безопасность. М.: ИРИАС, 2004. 330 с.
2. Давыдов Б.И., Тихончук В.С., Антипов В.В. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений. М.: Энергоатомиздат, 1984. 176 с.
3. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах. СанПиН 2.2.4.3359-16. М.: Роспотребнадзор, 2016. 72 с.
4. Маслов О.Н. Утечка конфиденциальной информации через случайные антенны. СПб.: ИД «Афина», 2018. 76 с.
5. Маслов О.Н. Принципы моделирования систем защиты информации от утечки через случайные антенны // Специальная техника. 2016. № 6. С. 45–55.
6. Заседателева П.С., Маслов О.Н. Рябушкин А.В. Информационная защита распределенных случайных антенн с применением нелинейных преобразователей // Нелинейный мир. 2014. Т. 12. № 12. С. 31–41.
7. Заседателева П.С., Маслов О.Н. Электромагнитная безопасность систем активной защиты информации // Биомедицинская радиоэлектроника. 2013. № 6. С. 22–38.
8. Маслов О.Н. Электромагнитная безопасность автоматизированных рабочих мест,

- оснащенных средствами активной защиты информации // Радиотехника и электроника. 2018. Т. 63. № 2. С. 182–192.
9. ГОСТ-Р 54500.1-2011 / Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009. Неопределенность измерения. Часть 1. Введение в руководства по неопределенности измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. М.: Стандартиформ, 2012.
10. Маслов О.Н., Фролова М.А. Интернет вещей: электромагнитная безопасность пикосотовых технологий // Биомедицинская радиоэлектроника. 2017. № 11. С. 18–29.
- Получено 20.06.2020*

Маслов Олег Николаевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики (ПИ) Поволжского государственного университета телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ). 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 846 228-00-36; +7 917 950-05-13. E-mail: maslov@psuti.ru

Маслов Степан Алексеевич, студент кафедры ПИ ПГУТИ. 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 846 228-00-36; +7 917 977-66-19. E-mail: abvgdeeg992@gmail.com

Фролова Маргарита Александровна, заведующая лабораторией кафедры ПИ ПГУТИ. 443010, Российская Федерация, г. Самара, ул. Л. Толстого, 23. Тел. +7 846 228-00-36; +7 903 302-40-10. E-mail: ritam2003@mail.ru

ELECTROMAGNETIC SAFETY OF WORKPLACES EQUIPPED WITH COMPUTER HARDWARE

Maslov O.N., Maslov S.A., Frolova M.A.

*Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara, Russian Federation
E-mail: maslov@psuti.ru*

Methods and means of electromagnetic safety examination of automated workstations equipped with computer hardware are considered. National and international standards as well as the tools necessary for the examination are presented. The results of measuring the levels of electric field strength E , V/m, and magnetic flux density B , nT, at frequencies 5 Hz...2 kHz and 2...400 kHz in two office premises are discussed. It is established that there is an excess of safety standards for computer hardware in both rooms, as well as an increased level of general technogenic background frequencies of 5 Hz...2 kHz. Consideration of uncertainty of the measurement results by the method prescribed by the new normative documents confirms the made conclusions. The most probable reason for the established excess is the shortcomings in the installation of elements of the local area network connecting automated workstations. It is planned to continue the research involving students as part of the «Safe Computer» volunteer project.

Keywords: *computer hardware, automated workstations, electromagnetic safety expertise, normative documents, means and results of measurements*

DOI: 10.18469/ikt.2020.18.3.14

Maslov Oleg Nikolayevich, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Head of Applied Informatics Department, Doctor of Technical Science, Professor. Tel. +7 846 228-00-36; +7 917 950-05-13. E-mail: maslov@psati.ru

Maslov Stepan Alekseevich, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Student of Applied Informatics Department. Tel. +7 846 228-00-36; +7 917 977-66-19. E-mail: abvgdeeg992@gmail.com

Frolova Margarita Aleksandrovna, Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, 23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation; Head of Laboratory of Applied Informatics Department. Tel. +7 846 228-00-36; +7 903 302-40-10. E-mail: ritam2003@mail.ru

References

1. Maslov O.N. *Environmental Risk and Electromagnetic Safety*. Moscow: IRIAS, 2004, 330 p. (In Russian.)
2. Davydov B.I., Tihonchuk V.S., Antipov V.V. *Biological Action, Regulation and Protection against Electromagnetic Radiation*. Moscow: Energoatomizdat, 1984, 176 p. (In Russian.)
3. *Sanitary and Epidemiological Requirements for Physical Factors in the Workplace. Sanpin 2.2.4.3359-16*. Moscow: Rospotrebnadzor, 2016, 72 p. (In Russian.)
4. Maslov O.N. *Leakage of Confidential Information through Random Antennas*. St. Petersburg: ID «Afina», 2018, 76 p. (In Russian.)
5. Maslov O.N. Principles of modeling information protection systems against leakage through random antennas. *Spetsial'naja tehnika*, 2016, no. 6, pp. 45–55. (In Russian.)
6. Zasedateleva P.S., Maslov O.N., Rjabushkin A.V. Information protection of distributed random antennas using nonlinear converters. *Nelinejnyj mir*, 2014, vol. 12, no. 12, pp. 31–41. (In Russian.)
7. Zasedateleva P.S., Maslov O.N. Electromagnetic safety of active information protection systems. *Biomeditsinskaja radioelektronika*, 2013, no. 6, pp. 22–38. (In Russian.)
8. Maslov O.N. Electromagnetic safety of workstations equipped with active information protection means. *Radiotekhnika i elektronika*, 2018, vol. 63, no. 2, pp. 182–192. (In Russian.)
9. *ISO/IEC Guide 98-1:2009. Uncertainty of measurement. Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement. Part 3. Guide to the expression of uncertainty in measurement*. Moscow: Standartinform, 2012. (In Russian.)
10. Maslov O.N., Frolova M.A. Internet of things: Electromagnetic safety of picocell technologies. *Biomeditsinskaja radioelektronika*, 2017, no. 11, pp. 18–29. (In Russian.)

Received 20.06.2020

ТЕХНОЛОГИИ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

УДК 535.65.083.6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДЛИННОСТИ ДОКУМЕНТА

Ложкин Л.Д., Вороной А.А., Солдатов А.А., Кузьменко А.А., Трифонова Л.Н.

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, Самара, РФ

E-mail: leon.lozhkin@yandex.ru

Известно, что цвет штриха шариковой ручки в течение времени меняется (выцветает), а это значит, что по изменению цвета штриха можно определить возраст данного штриха, а значит, и подлинность документа. Можно отметить, что применение метода объективной колориметрии широко распространено при проведении таких экспертиз. На практике обычно применяют спектральный метод определения координат цвета и цветности. Этот метод обладает высокой точностью измерения, но напрямую данный метод применять нельзя. Этот факт связан с апертурой исследуемого излучения и входной щелью спектрального прибора. Поэтому на практике применяют растворы красителя штриха в бесцветных растворителях, что вызывает другие трудности. В данной статье приведено описание несколько другого метода определения цветовых координат, основанного на методе компьютерной колориметрии. Этот метод позволяет решать поставленную задачу.

Ключевые слова: экран монитора компьютера, компьютерная колориметрия, координаты цветности, основные цвета, треугольник цветового охвата экрана, VisualStudio 2017, цветовой locus

Введение

В настоящее время существуют в основном два направления в области колориметрии, то есть в области техники измерения цвета. Первое направление является наиболее простым, но в то же время, к сожалению, менее точным. Это направ-

ление колориметрии предполагает метод измерения координат цвета и цветности с помощью прибора, в котором сквозные спектральные характеристики «свет – сигнал» совпадают с кривыми сложения цветов, и от точности этого совпадения и зависит погрешность измерения координат цвета, а как следствие – координат цветности.