

УДК 621.3.083: 004.3

ПРОСТАЯ МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

З. М. Гизатуллин, М. Г. Нуриев, М. С. Шкиндеров, Ф. Р. Назметдинов
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева-КАИ

Статья поступила в редакцию 31 августа 2016 г.

Аннотация. Рассмотрена задача исследования электромагнитного излучения от электронных средств. Точное измерение электромагнитного излучения от электронных средств осуществляется в экранированной полубезэховой камере. Данное оборудование имеется в наличие у ограниченного количества организаций. В работе предлагается простая экспериментальная методика для приближенной оценки электромагнитного излучения от электронных средств на месте его эксплуатации. Представлены примеры исследования электромагнитного излучения от электронных средств.

Ключевые слова: электронное средство, электромагнитное излучение, экспериментальное исследование, методика.

Abstract. The problem of the study of electromagnetic radiation from the electronic equipment is considered in the article. The precise measurement of electromagnetic radiation from the electronic equipment is realized in a shielded semi-anechoic chamber. This equipment is available in a limited number of organizations. An experimental method for the approximate evaluation of the electromagnetic radiation from the electronic equipment in position of operation is proposed in the paper. Personal computers are considered as the example of electronic equipment. The technique involves the calculation of the difference of electromagnetic radiation from the operating and non-operating electronic equipment in the operation area. This technique can reduce the systematic measurement error. Minimal statistical processing lowers the random error. To study the electromagnetic radiation from the electronic equipment the selective measuring receiver RIAP 1.8 and passive log-

periodic antenna LPA-1 are used. Measuring receiver has a range of operating frequencies from 9 kHz to 1.8 GHz. Basic level of measurement error is no more than $\pm 2,5$ dB. Antenna has a range of operating frequencies from 300 MHz to 1.8 GHz. The antenna is installed horizontally and vertically in the measurements. Examples of studies of electromagnetic radiation from the electronic equipment are presented.

Keywords: electronic means, electromagnetic radiation, technique, experimental research.

Введение

Образование побочного электромагнитного излучения от электронных средств связано с изменением тока и напряжения в электрических цепях при переключениях элементов. В данной проблеме выделяются три аспекта: конструктивная электромагнитная совместимость; защита информации; биологическая электромагнитная совместимость [1-3]. В отечественной и зарубежной технической литературе недостаточно представлены целостные методики и математические модели для прогнозирования побочного электромагнитного излучения от электронных средств, которые могли бы наиболее полно учитывать все особенности компонентов сложного объекта. Существующие приближенные формулы позволяют оценивать уровень излучения от отдельных элементов, что приводит к существенным погрешностям по сравнению с реальными измерениями [2-6]. К тому же, существующие модели прогнозирования побочного электромагнитного излучения от электронных средств и их компонентов опираются на то, что известны и учитываются все параметры исследуемого объекта, что зачастую на практике не достижимо. Поэтому основным подходом для исследования электромагнитного излучения от электронных средств является экспериментальный подход. Основная сложность реализации экспериментальных измерений побочного электромагнитного излучения от электронных средств заключается в необходимости его проведения в полубезэховой камере или в специальных открытых площадках, где оценивается абсолютное значение напряженности электрического поля от

исследуемого объекта [7, 8]. Полубезэховая камера – это экранированное помещение, внутренние поверхности которого покрыты поглощающим электромагнитные волны материалом, за исключением пола (пластины заземления), который должен отражать электромагнитные волны. Данное оборудование имеет высокую цену и имеется в наличии у ограниченного количества организаций.

Целью данной работы является разработка простой экспериментальной методики и приближенные исследования электромагнитного излучения от электронных средств на месте их эксплуатации. В качестве примера электронных средств используются персональные компьютеры.

1. Стенд и методика для экспериментальных исследований

Для проведения экспериментальных измерений электромагнитного излучения от электронных средств используется стенд, схема которого представлена на рис. 1. Обозначения на рис. 1: *1* – помещение учебной лаборатории КНИТУ-КАИ; 2..9 – стационарные персональные компьютеры; *10* – антенна; *11* – приемник измерительный.

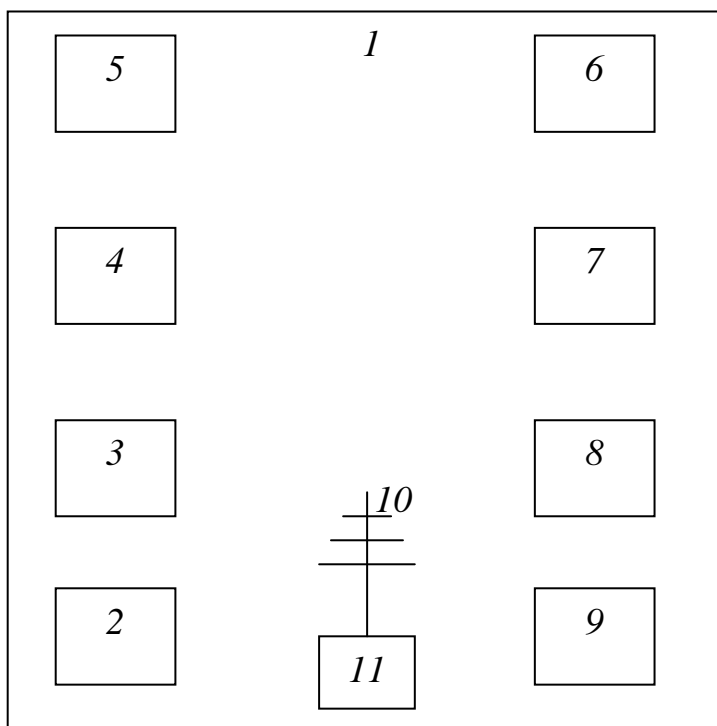


Рис. 1. Схема экспериментального стенда

Основным оборудованием для проведения исследования электромагнитного излучения от электронных средств является измерительный селективный приемник РИАП 1.8 (рис. 2, а) и пассивная логопериодическая антенна ЛПА-1 (рис. 2, б). Приемник измерительный РИАП 1.8 имеет диапазон рабочих частот от 9 кГц до 1,8 ГГц и основную погрешность измерения уровня не более $\pm 2,5$ дБ. Управление приемником осуществляется вводом команд с клавиатуры передней панели. Информация о состоянии приемника и измеренная информация выводится на жидкокристаллический графический индикатор. Антенна ЛПА-1 имеет диапазон рабочих частот от 300 МГц до 1,8 ГГц.



а



б

Рис. 2. Приемник РИАП 1.8 и антенна ЛПА-1

Основные параметры исследуемых электронных средств (всего 8 шт.): персональный компьютер с двухядерным процессором Intel 6320 1860 МГц; жидкокристаллический монитор NEC MultiSync LCD 195VXM+; корпус АТХ; мощность источника вторичного электропитания 450 Вт; оперативная память 4 Гбайт; видеокарта Nvidia GeForce 8500GT; жесткий диск WDC WD3200AAKS 320 Гбайт; DVD-RW Optiarc; сетевая карта Gigabit Ethernet Atheros L1; операционная система 32-х разрядная Windows 7.

В рамках данной работы для приближенного исследования электромагнитного излучения от электронных средств предлагается следующая методика:

1. По возможности выключить все известные источники электромагнитных излучений в области исследования, например в комнате, где эксплуатируются электронные средства и в прилегающих областях.

2. Провести серию экспериментальных измерений электромагнитной обстановки в рассматриваемой комнате. При этом точки измерений, ориентация антенны и другие параметры могут варьироваться в соответствии с необходимыми требованиями к измерениям и не должны изменяться в течение последующих исследований.

3. Включаем одно или несколько электронных средств, излучение от которых необходимо измерить.

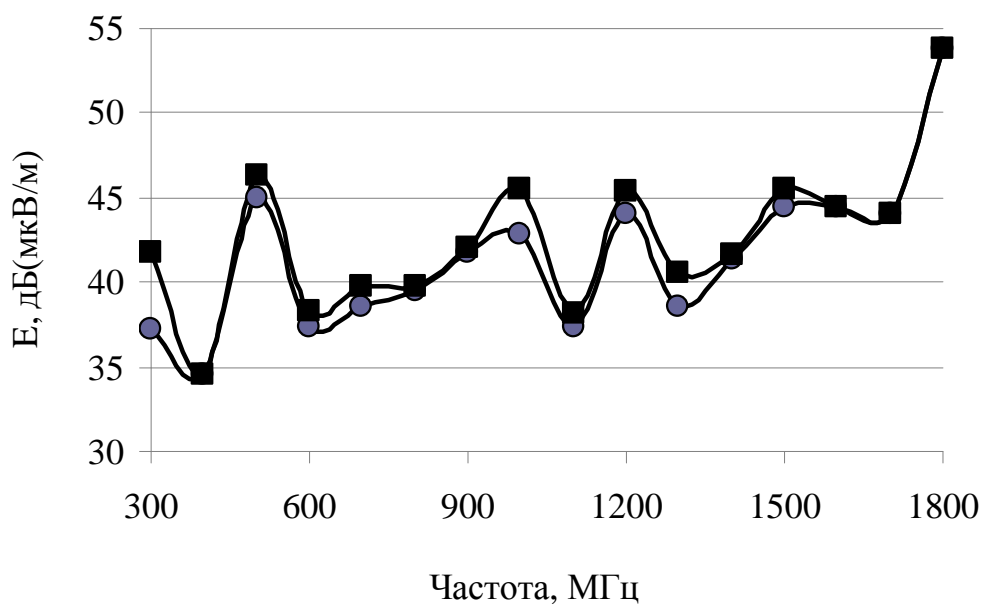
4. Проводим повторные экспериментальные измерения электромагнитной обстановки в области эксплуатации электронных средств.

5. Вычитаем полученные результаты измерения электромагнитного излучения при выключенных источниках из результатов, полученных при включенных (одного или нескольких) электронных средствах на соответствующих частотах.

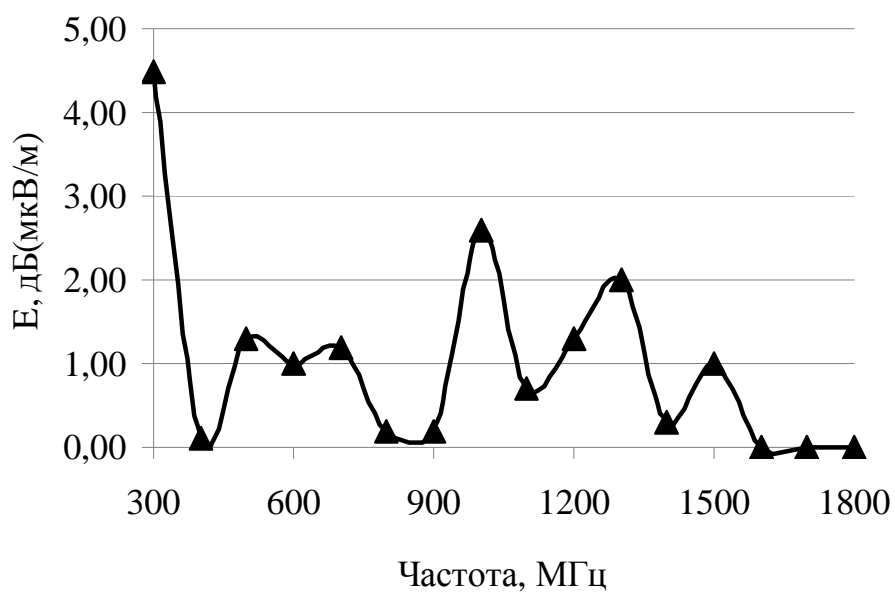
6. Повторяем измерения по п. 2 и п. 4 до получения стабильно воспроизводимых результатов путем проведения отсева грубых погрешностей наблюдения, например, методом вычисления максимального относительного отклонения при необходимой доверительной вероятности.

2. Результаты исследования

Примеры измерения электромагнитных излучений от электронных средств при вертикальном положении антенны представлены на рис. 3-4. Представленные ниже количественные результаты являются средними показателями для выборки пяти повторных воспроизводимых измерений с одними и теми же исходными данными.

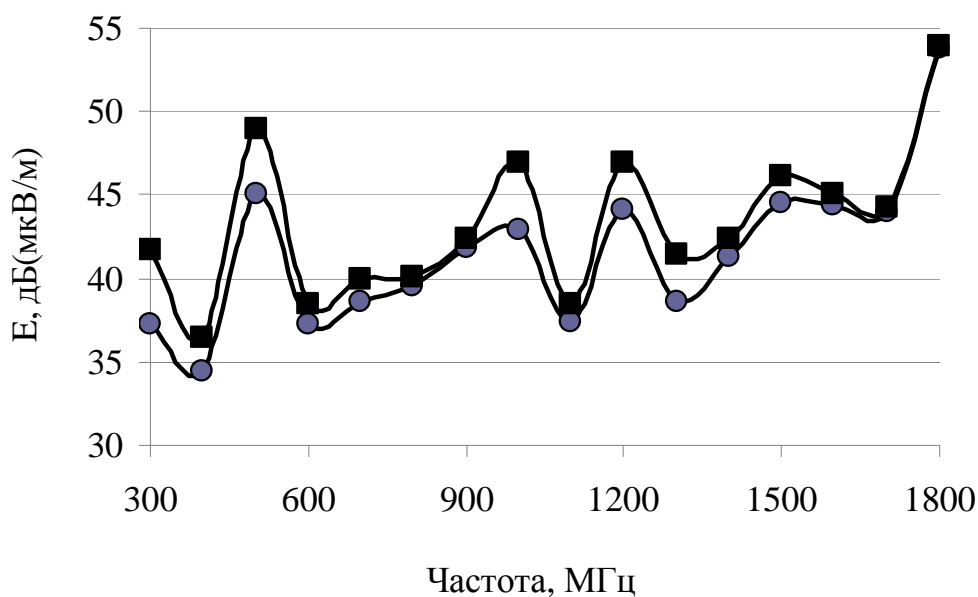


a

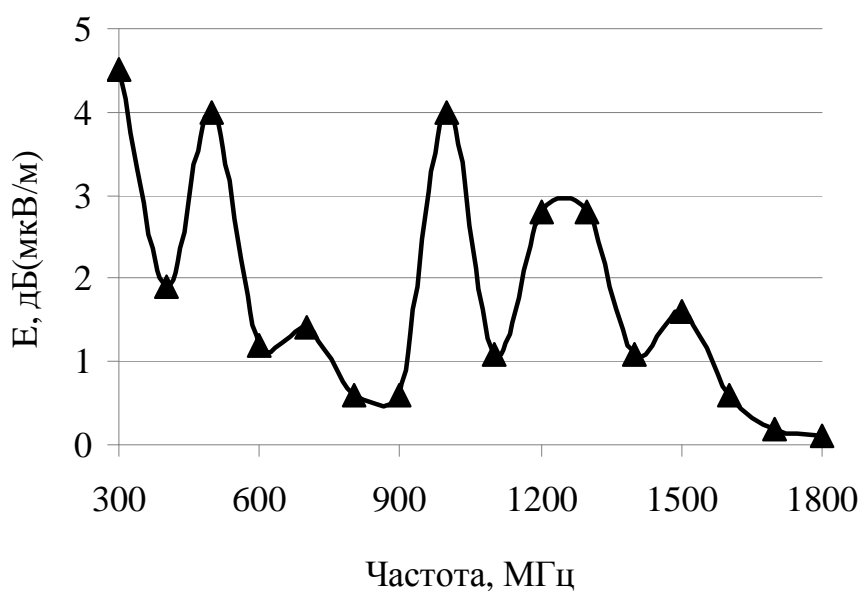


б

Рис. 3. Результат измерения электромагнитного излучения: *a* – при всех отключенных и одном включенном персональном компьютере; *б* – разница между средними результатами двух серий измерений



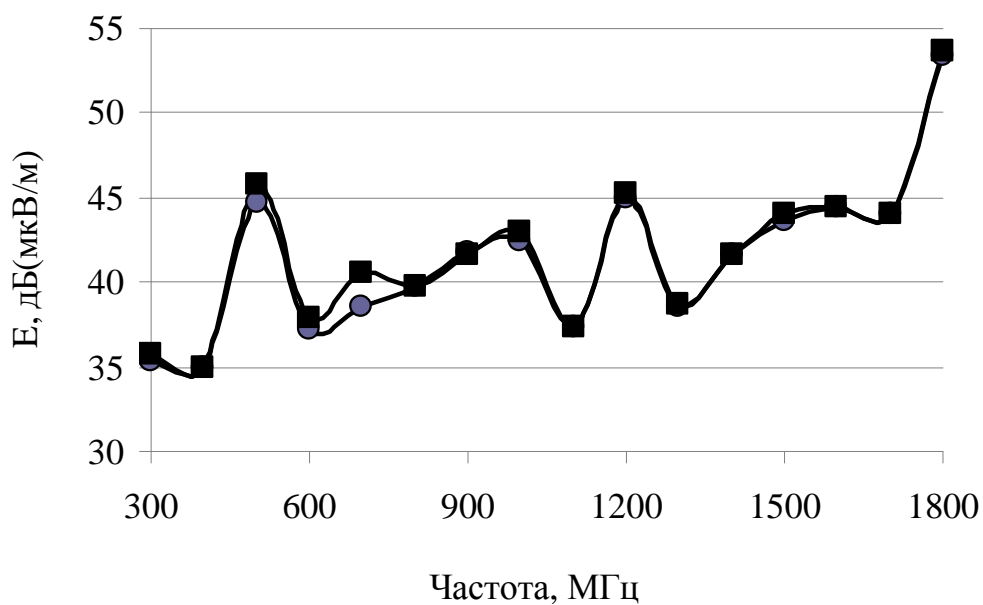
a



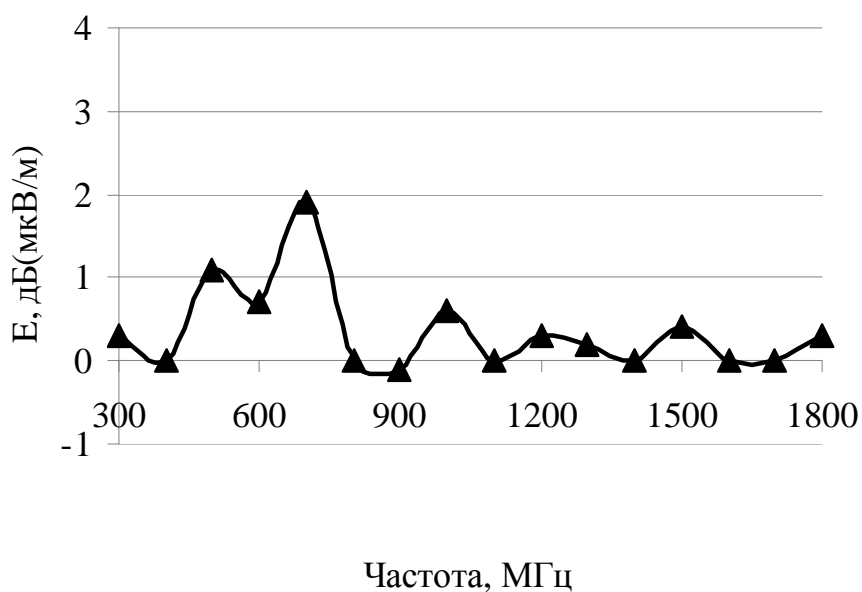
б

Рис. 4. Результат измерения электромагнитного излучения: *a* – при всех отключенных и всех включенных персональных компьютерах; *б* – разница между средними результатами двух серий измерений

Примеры измерения электромагнитных излучений от электронных средств при горизонтальном положении логопериодической антенны представлены на рис. 5-6.

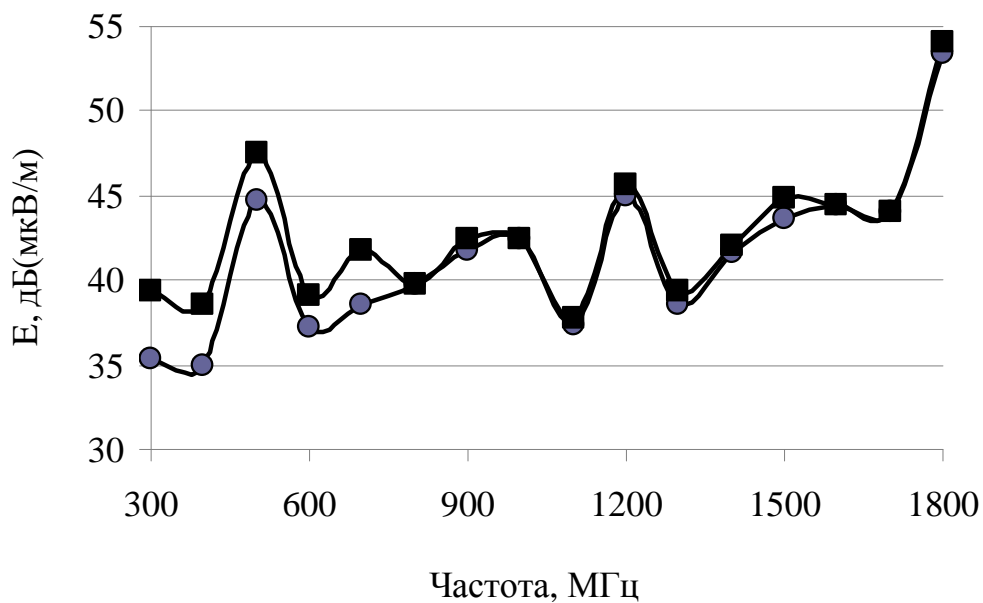


a

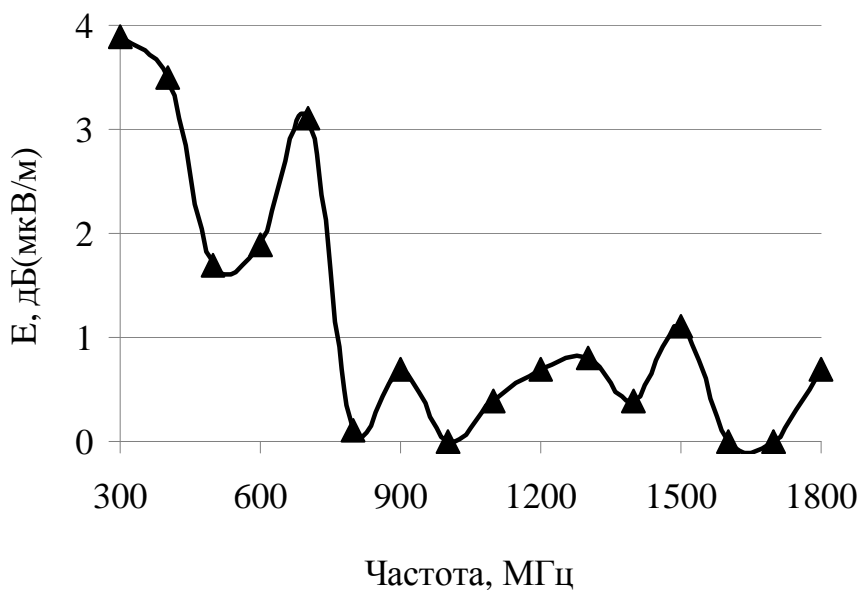


б

Рис. 5. Результат измерения электромагнитного излучения: *a* – при всех отключенных и одном включенном персональном компьютере; *б* – разница между средними результатами двух серий измерений



a



б

Рис. 6. Результат измерения электромагнитного излучения: *a* – при всех отключенных и всех включенных персональных компьютерах; *б* – разница между средними результатами двух серий измерений

Выводы

Таким образом, можно утверждать данная методика позволяет в целом приблизительно оценить уровень электромагнитных излучений от электронных

средств в области их эксплуатации. В соответствии с методикой, электромагнитное излучение от электронного средства составляет величину, равную разнице между напряженностью электрического поля в выключенном и включенном состоянии. Конечно, необходимым условием для реализации данного подхода является отсутствие сильных изменений внешней электромагнитной обстановки в течение выполнения измерений. При этом также можно предположить, что данная методика позволяет снизить систематические погрешности измерения, в том числе из-за ошибки измерительного оборудования, а минимальная статистическая обработка результатов путем отсева аномальных значений позволяет снизить случайные погрешности.

Для повышения достоверности результатов исследований электромагнитного излучения от электронных средств, при использовании данной методики, можно рекомендовать повышение количества выборки повторных измерений и проведение полноценной статистической обработки экспериментальных результатов.

Литература

1. Богущ В.А., Борботько Т.В., Гусинский А.В. Электромагнитные излучения. Методы и средства защиты. – Мн: Бестпринт, 2003. – 406 с.
2. Агапов С.В. Электромагнитное излучение от межсоединений печатных плат цифровых электронных средств: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Казань, 2006. – 16 с.
3. Маслов М.Ю. Исследование электромагнитных полей в помещениях для целей электромагнитной и информационной безопасности: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Самара, 2003. – 16 с.
4. Thomas D. W. P., Christopoulos C., Pereira E. T. Calculation of Radiated Electromagnetic Fields from Cables Using Time-Domain Simulation // IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 1994. – №3. – P. 201–205.

5. Petre P., Sarkar T.K. Planar near-field to far-field transformation using an array of dipole probes // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. – 1994. – № 8. – P. 534–537.

6. Isernia T, Leone, Pierri R. Radiation pattern evaluation from near-field intensities on planes // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. – 1996. – №5. – P. 701–710.

7. ГОСТ Р 51318.22-99. Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от оборудования информационных технологий. Нормы и методы испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 36 с.

8. Уильямс Т. ЭМС для разработчиков продукции. – М.: Издательский дом «Технологии», 2003. – 540 с.