

О.В. Кирикова, С.Г. Смирнов

**Защита от электромагнитных полей.
Оценка безопасности излучения
бытовой микроволновой печи**

*Методические указания
к выполнению лабораторной работы*



Москва

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МГТУ им. Н. Э. Баумана

2 0 1 6

УДК 629.039.58
ББК 51.26
К43

Издание доступно в электронном виде на портале *ebooks.bmstu.ru*
по адресу: <http://ebooks.bmstu.ru/catalog/81/book1453.html>

Факультет «Энергомашиностроение»
Кафедра «Экология и промышленная безопасность»

*Рекомендовано Редакционно-издательским советом
МГТУ им. Н.Э. Баумана в качестве методических указаний*

Рецензент
канд. техн. наук, доцент *В.С. Спиридонов*

Кирикова, О. В.

К43 Защита от электромагнитных полей. Оценка безопасности
излучения бытовой микроволновой печи : методические ука-
зания к выполнению лабораторной работы / О. В. Кирикова,
С. Г. Смирнов. — Москва : Издательство МГТУ им. Н. Э. Бау-
мана, 2016. — 13, [7] с.

ISBN 978-5-7038-4447-2

В лабораторной работе описаны основные характеристики электромаг-
нитного поля, особенности воздействия на человека, нормирование его в
широком диапазоне радиочастот и основные методы защиты от ЭМП.
В процессе выполнения лабораторной работы студенты познакомятся с раз-
личными материалами, которые используются при экранировании от элек-
тромагнитных полей.

Для студентов всех специальностей, изучающих дисциплину «Безопас-
ность жизнедеятельности».

УДК 629.039.58
ББК 51.26

ISBN 978-5-7038-4447-2

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016
© Оформление. Издательство
МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016

Предисловие

В последние десятилетия отмечается рост загрязнения атмосферы электромагнитным излучением. Жизнь современного человека невозможно представить без сотовых телефонов, микроволновых печей. Радиолокаторы используют для передачи энергии на большие расстояния и устанавливают на перекрестках оживленных магистралей. Мощность выбрасываемой в атмосферу электромагнитной энергии растет год от года. Вопрос об ограничении вредного воздействия электромагнитных полей (ЭМП) является темой для обсуждения на весьма престижных международных форумах.

В медицине появилась такая наука, как радиогигиена, решающая задачи по учету и уменьшению вредного воздействия ЭМП во всем диапазоне длин волн. Специфические свойства электромагнитного излучения СВЧ-диапазона, особенно на участках сантиметровых и дециметровых волн, ставят этот диапазон в особое положение по воздействию на человека. Именно в этом диапазоне и работают сотовые телефоны, бытовые микроволновые печи, с которыми столкнутся при выполнении лабораторной работы студенты.

В лабораторной работе описаны особенности воздействия электромагнитного излучения различных частотных диапазонов на организм человека, представлено нормирование уровней электромагнитного облучения и изложены методы защиты от него. Цель лабораторной работы — закрепление знаний, полученных во время лекций и семинаров.

При выполнении лабораторной работы студенты узнают о различных зонах, возникающих вокруг источников ЭМП, ознакомятся с нормированием ЭМП, получат представление о материалах, применяемых в технике экранирования.

После выполнения лабораторной работы студенты овладеют:

- навыками замеров ЭМП;
- основными методами защиты от ЭМП.

По результатам работы заполняется бланк отчета, приведенный в приложении.

Требования безопасности

1. Включать установку только с разрешения преподавателя.
2. Приборы лабораторной установки держать под напряжением только в ходе эксперимента.
3. При проведении работы пользоваться только оборудованием, относящимся к данной лабораторной установке.

Основные положения

Источники излучения. Человек в условиях современной техногенной цивилизации постоянно испытывает на себе воздействие электромагнитных полей. ЭМП возникают при работе всех электрических машин, установок, приборов, устройств, везде, где протекает переменный электрический ток. Особенно интенсивное ЭМП может возникнуть при работе специально созданных источников ЭМП двух классов. К первому относятся источники, предназначенные для передачи информации на большие расстояния: мощные радиолокационные системы (РЛС), передающие системы телевидения и радиовещания, сотовые системы телефонии, бытовые радиотелефоны. Ко второму классу источников ЭМП можно отнести технологические установки, например, используемые для электромагнитной сепарации руд; печи для нагрева металлов перед ковкой или штамповкой, древесины при сушке, для термической обработки полимеров, строительных материалов. Широко используются в бытовых и промышленных целях микроволновые печи. При их работе в результате многократного отражения электромагнитного луча от стен помещения могут создаваться опасные зоны со значениями энергии, превышающими установленные для человека санитарные нормы.

Характеристики поля. Электромагнитное поле — это совокупность двух неразрывно связанных между собой полей, элек-

трического и магнитного, характеризующихся напряженностями E , В/м, и H , А/м, соответственно. Расстояние, на которое распространяется ЭМП за один период, называется длиной волны

$$\lambda = c/f, \text{ м,}$$

где c — скорость ЭМП в воздухе или вакууме, м/с.

Пространство вокруг источника электромагнитного поля можно разделить на три зоны. *Ближняя (зона Френеля)* находится на расстоянии $R < \lambda/(2\pi)$, в ней происходит перекачка энергии от источника к одному из полей (электрическому либо магнитному, в зависимости от источника). Вторым полем вследствие его малости можно пренебречь. К ближней зоне прилегает *зона интерференции*, находящаяся на расстоянии $\lambda/(2\pi) < R < 2\pi\lambda$. В ней происходит формирование волны, существующей в *дальней зоне (зона Фраунгофера)*, располагающейся на расстоянии $R > 2\pi\lambda$ от источника. В ближней зоне и зоне интерференции величину поля определяют либо напряженность электрического поля E , либо напряженность магнитного поля H . В дальней зоне величина поля определяется интенсивностью I , Вт/м². В дальнейшем эту величину будем называть плотностью потока энергии (ППЭ). При распространении ЭМП в средах происходит перенос энергии. Величина энергии, поглощаемой человеком, называется энергетической экспозицией (ЭЭ_Е) и определяется в зоне Френеля и зоне интерференции выражениями

$$\text{ЭЭ}_E = E^2 t, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}; \quad (1)$$

$$\text{ЭЭ}_H = H^2 t, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}, \quad (2)$$

где E , H — напряженности электрического и магнитного полей в рабочей зоне; t — время, ч.

В дальней зоне (зоне Фраунгофера) энергетическая экспозиция описывается выражением

$$\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}} = \text{ППЭ} \cdot t, (\text{Вт/м}^2) \cdot \text{ч}, \quad (3)$$

где ППЭ — плотность потока энергии в рабочей зоне, Вт/м².

В табл. 1 приведена классификация ЭМП в зависимости от диапазона радиочастот (РЧ).

Таблица 1

Диапазон радиочастот	Частота, МГц	Длина волны, м	Нормируемая величина
Высокие (ВЧ)	0,03–3	10 000–100	$E, H, ЭЭ_E, ЭЭ_H$
Ультравысокие (УВЧ)	3–300	100–1	
Сверхвысокие (СВЧ)	300–300 000	1–0,001	ППЭ, $Э_{ППЭ}$

Воздействие ЭМП на человека

Процессы, происходящие в живых организмах под воздействием ЭМП, зависят от частоты ЭМП и энергетической экспозиции. В диапазоне ВЧ длина волны на низких частотах значительно больше размеров тела человека. Тело человека можно считать однородным проводящим эллипсоидом. Максимальные токи возникают в теле, когда его большая ось расположена параллельно силовым линиям ЭМП. В результате протекания токов по телу происходит поглощение им энергии ЭМП, хотя температура при воздействии ЭМП ВЧ не поднимается. При поглощении длинноволнового ЭМП прежде всего страдает нервная и иммунная системы организма, повышается утомляемость, следовательно, снижается производительность труда. Наблюдается ломкость ногтей, волос, сухость кожи, но все нарушения являются обратимыми и после отдыха организм восстанавливается.

На УВЧ- и особенно СВЧ-диапазонах длина волны становится соизмеримой с размерами тела человека и размерами отдельных органов. В тканях тела человека начинают преобладать диэлектрические потери, изменяются составы лимфы и крови, так как их частицы выстраиваются параллельно силовым линиям ЭМП. Энергия ЭМП поглощается организмом, переводится в тепловую и на очень высоких уровнях ЭМП и при длительном воздействии может подняться температура тела. Особенно сильно страдают органы со слабо выраженным механизмом терморегуляции: мозг, глаза, желчный, мочевой пузыри и нервная система. Облучение глаз может привести к помутнению хрусталика глаза (катаракте), при очень высоком уровне интенсивности воздействия возможны ожоги роговицы глаза, длительное действие ЭМП СВЧ-диапазона может приводить к нарушению половой функции мужского организ-

ма (бесплодию). В целом длительное влияние поля приводит к преждевременному старению организма. В зависимости от диапазона частот, интенсивности и времени воздействия изменения в организме могут быть функциональными или морфологическими, а заболевание — хроническим или острым. К счастью, острые заболевания достаточно редки и происходят лишь при авариях или грубом нарушении техники безопасности. Заболевание называют острым или хроническим СВЧ-синдромом. Вышеуказанное подтверждает, что наибольшую биологическую опасность для организма представляет ЭМП СВЧ- и УВЧ-диапазонов. Если не принять мер защиты, то излучаемая энергия ЭМП может оказать вредное влияние на организм человека.

Нормирование ЭМП промышленной частоты

Поскольку длина волны электромагнитного поля диапазона 50 Гц составляет $6 \cdot 10^6$ м, то ближняя зона будет располагаться на расстоянии $1,6 \cdot 10^5$ м от источника излучения, и нормирование в ней ведется по напряженности электрической составляющей поля (магнитная составляющая пренебрежительно мала). Допустимая напряженность электрического поля при работе в течение всего рабочего дня (8 ч) не должна превышать 5 кВ/м ($E_d \leq 5$ кВ/м). Допустимое время нахождения в опасной зоне в часах в интервале напряженностей 5...20 кВ/м определяется по формуле

$$T = 50/E_{\text{изм}} - 2,$$

где $E_{\text{изм}}$ — измеренная величина напряженности электрического поля.

Предельно допустимый уровень напряженности для производства — 25 кВ/м. Для жилого сектора напряженность от линии электропередач не должна превышать: на территории жилой застройки 1 кВ/м; внутри жилых зданий 0,5 кВ/м.

Нормирование ЭМП радиочастотного диапазона

Для лиц, профессионально связанных с источниками ЭМП, оценка безопасности ведется по энергетической экспозиции (ЭЭ_E , ЭЭ_H , $\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}$), напряженностям электрического E , магнитного H по-

лей и плотности потока энергии ППЭ. Величина последних зависит от времени пребывания в условиях излучения. Величина максимально допустимой плотности потока энергии, при которой можно работать без средств индивидуальной защиты (СИЗ), не должна превышать 10 Вт/м^2 . Для лиц, находящихся на территории жилой застройки, в местах отдыха, оценка ведется только по напряженностям электрического, магнитного полей и плотности потока энергии. В табл. 2 указаны максимальные значения нормируемых параметров для различных диапазонов ЭМП, при которых разрешается работать без СИЗ.

Таблица 2

Параметр	Максимальное значение облучения, МГц				
	0,03–3	3–30	30–50	50–300	300–3 000 000
$\text{ЭЭ}_E, (\text{В/м})^2 \cdot \text{ч}$	2000	7000	800	800	—
$\text{ЭЭ}_H, (\text{А/м})^2 \cdot \text{ч}$	200	—	0,72	—	—
$\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}, (\text{Вт/м}^2) \cdot \text{ч}$ $(\text{мкВт/см}^2) \cdot \text{ч}$	—	—	—	—	2 200
$H, \text{А/м}$	500	300	80	80	—
$E, \text{В/м}$	50	—	3,0	—	—
ППЭ, мкВт/см^2	—	—	—	—	1000*, 5000**
* Для всего тела. ** Для случая локального облучения кистей рук.					

Нормируемые параметры связаны между собой зависимостями (1)–(3). Зная предельно допустимую энергетическую экспозицию и необходимое время пребывания в зоне излучения, всегда можно определить допустимые характеристики ЭМП по формулам:

$$E_{\text{пд}} = \frac{\sqrt{\text{ЭЭ}_E}}{t}, \quad H_{\text{пд}} = \frac{\sqrt{\text{ЭЭ}_H}}{t}, \quad \text{ППЭ} = K \frac{\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}}{t},$$

где ЭЭ_E , ЭЭ_H , $\text{ЭЭ}_{\text{ППЭ}}$ — предельно допустимые значения энергетической нагрузки; t — необходимое время пребывания; K — коэффициент ослабления биологического воздействия.

Для случая сканирующих и вращающихся антенн $K = 10$, при локальном облучении узкими полосками кистей рук $K = 12,5$, для

источников постоянного действия $K = 1$. Для бытовых источников ЭМП массового пользования, таких как сотовые телефоны и микроволновые печи, существуют специальные нормы.

Нормирование ЭМП от бытовых приборов

Гигиенические нормативы ГН 2.1.8/2.2.4.019–94 — это «Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи». Системы сотовой радиосвязи работают в интервале частот 400 МГц...1,2 ГГц, т. е. в диапазоне СВЧ. Максимальная мощность передатчиков базовой станции не превышает 10...16 Вт. Мощность передатчиков автомобильных станций 8...20 Вт, радиотелефонов 0,8...5 Вт. Лица, профессионально связанные с источниками ЭМП, подвергаются его воздействию в течение рабочего дня, население, проживающее в непосредственной близости от базовых станций, — до 24 ч в сутки, пользователи — только во время телефонных разговоров. Временные допустимые уровни облучения приведены в табл. 3. Излучение микроволновых печей ограничивается санитарными нормами СН № 2666–83. Временные предельно допустимые уровни ППЭ составляют при эксплуатации микроволновых печей в условиях быта до 0,01 Вт/м² (10 мкВт/см²) на расстоянии 50 ± 5 см от любой точки микроволновой печи.

Таблица 3

Категория облучения	Величина ВДУ
Профессиональное воздействие	$ППЭ_{\text{пд}} = 2/t \text{ Вт/м}^2$, $ППЭ_{\text{пд max}} \leq 10 \text{ Вт/м}^2$
Непрофессиональное воздействие, облучение населения, проживающего вблизи антенн базовых станций	$ППЭ_{\text{пд}} \leq 0,01 \text{ Вт/м}^2 \text{ (10 мкВт/см}^2\text{)}$
Облучение пользователей радиотелефонов	$ППЭ_{\text{пд}} \leq 1 \text{ Вт/м}^2 \text{ (100 мкВт/см}^2\text{)}^*$
* Продолжительность разговора в течение суток не должна превышать 30 мин, единовременный разговор — 10 мин, после которых должен следовать перерыв.	

Методы защиты от ЭМП

Для защиты от ЭМП РЧ используются следующие методы.

1. Уменьшение в источнике.
2. Изменение направленности излучения.
3. Уменьшение времени воздействия.
4. Увеличение расстояния до источника излучения.
5. Защитное экранирование.
6. Применение средств индивидуальной защиты.

Экранирование — один из основных и наиболее часто применяемых методов защиты от ЭМП. Высокими экранирующими свойствами обладают материалы с высокой электропроводностью. Высокой электропроводностью обладают прежде всего металлы. Конструктивно экраны могут быть сплошными, сетчатыми, ячеистыми, выполненными из специального стекла с проводящим покрытием из оксидов металлов, чаще всего — цинка. Если экран сетчатый или ячеистый, то размер ячейки должен быть значительно меньше критической длины волны ЭМП. Критической длиной волны называется наибольшая длина волны ЭМП, которая без затухания может проникнуть сквозь сетчатый или ячеистый экран. Для сеток с квадратной ячейкой критической длиной волны будет

$$\lambda_{\text{кр}} = A/2,$$

где A — наибольшая сторона ячейки сетки.

Для сеток с круглыми ячейками критической длиной волны будет

$$\lambda_{\text{кр}} = 1,7D = 3,4R,$$

где D и R — диаметр и радиус ячейки соответственно.

ЭМП с длинами волн, значительно больше критических, хорошо экранируются сетчатыми экранами.

Физическую сущность электромагнитного экранирования высокочастотного поля с точки зрения электрической теории ЭМП можно объяснить тем, что под действием его в материале экрана (в ячейке сетки) наводятся токи, поля которых по величине близки, а по направлению противоположны экранируемому. В результате сложения экранируемого и наведенного полей происходит быстрое убывание ЭМП в материале экрана. Суть электрического экранирования заключается в замыкании электрического поля на

землю. Для экранирования используются также металлы. Экранирование магнитного поля осуществляется экранами из материалов с большой магнитной проницаемостью (например, сплав АРМКО с магнитной проницаемостью $\mu = 180$ Гн/м). Такие материалы как бы втягивают магнитное поле в толщу материала. Ими можно экранировать внутреннее пространство от внешнего поля и внешнее пространство от внутреннего поля различных приборов. При экранировании высокочастотных ЭМП в материале экрана индуцируются токи. Они концентрируются вблизи поверхности материала экрана (явление поверхностного эффекта — токи Фуко). Вокруг индуцированных токов возникает ЭМП, по величине равное, а по направлению противоположное экранируемому, и результирующая от сложения двух полей очень быстро убывает в материале экрана. Расстояние вдоль распространения ЭМП, на котором величины составляющих его E и H уменьшаются в $e = 2,73$ раза, а ППЭ в $2e = 5,46$ раза, называют глубиной проникновения ЭМП в материал экрана. Эффективность экранирования можно определить в размах и децибелах. В децибелах она может быть определена по эмпирической формуле

$$\Xi = 36 + 20 \frac{\delta}{\rho} + 8,7 \frac{d}{\rho}, \quad (4)$$

где $\delta = 0,52 \sqrt{\rho/(\mu f)} = 0,03 \sqrt{\lambda \rho/\mu}$ — глубина проникновения, м; d — толщина экрана, м; λ — удельное сопротивление материала экрана, Ом·м; μ — магнитная проницаемость материала экрана; f — частота ЭМП, МГц.

В табл. 4 приведены данные по удельному сопротивлению и магнитной проницаемости различных материалов, применяемых в технике защиты от ЭМП.

Таблица 4

Материал экрана	Удельное сопротивление ρ , Ом·м	Магнитная проницаемость μ , Гн/м
Алюминий	2,8	1
Медь	1,7	1
Латунь	7,5	1
Сталь	1,0	180

Экспериментально эффективность экранирования определяют по формуле в размах или в дБ:

$$\mathcal{E} = \text{ППЭ}_1 / \text{ППЭ}_2, \text{ раз}; \quad (5)$$

$$\mathcal{E} = 10 \lg \text{ППЭ}_1 / \text{ППЭ}_2, \text{ дБ}, \quad (6)$$

где ППЭ_1 , ППЭ_2 — интенсивность излучения, мкВт/см^2 , без экрана и с экраном соответственно.

Описание лабораторной установки

Лабораторная установка состоит из микроволновой печи, дипольной антенны и гальванометра. На лабораторном столе перед печью расположена координатная сетка, антенна смонтирована на стойке, что позволяет фиксировать в пространстве измерительную точку. Источником ЭМП является магнетрон, излучающий электромагнитные колебания частотой 2450 МГц и длиной волны $\lambda = 12,5 \text{ см}$ ($0,125 \text{ м}$).

Проведение измерений

Задание 1. Оценка безопасности микроволновой печи.

1. Подключить микроволновую печь к электрической сети.
2. Открыть дверь печи и поставить в нее сосуд с водой, так как включать печь без нагрузки недопустимо. Дверь закрыть.
3. Дипольную антенну закрепить на штативе на высоте 18 см и ориентировать ее всегда параллельно плоскости передней панели печи. Подсоединить ее к гальванометру.
4. Включить микроволновую печь на 3 мин в режиме разогрева.
5. Передвигая дипольную антенну по координатной сетке на лабораторном столе перед передней панелью печи, определить контуры зоны, в пределах которой плотность потока энергии, показываемая гальванометром, превышает предельно допустимую величину $0,1 \text{ Вт/м}^2$ (10 мкВт/см^2). На гальванометре это значение тока в 50 мкА. На бланке отчета построить данную зону.
6. Оценить максимальный размер опасной зоны в перпендикулярном направлении перед дверью печи. В соответствии с нормами размер этой зоны не должен превышать $50 \pm 5 \text{ см}$.

7. Дать заключение об уровне безопасности данной микроволновой печи, подсчитав коэффициент безопасности

$$KB = ППЭ_{\text{пд}} / ППЭ_{50},$$

где $ППЭ_{\text{пд}} = 0,1 \text{ Вт/м}^2$ (10 мкВт/см^2) — предельно допустимая по нормам величина ППЭ, измеренная плотность потока энергии на расстоянии 50 см от передней панели печи в точке максимального излучения.

Если $KB > 1$, то печь безопасна, $KB < 1$ — работающая печь создает повышенное ЭМП, опасное для здоровья пользователя.

Задание 2. Исследование эффективности экранирования.

1. По формуле (4) определить ожидаемую расчетную эффективность экранирования в дБ для одного из металлических экранов (алюминий, медь, латунь, сталь) по заданию преподавателя. Данные для расчета взять из табл. 4.

2. Установить дипольную антенну на расстоянии 5 см от микроволновой печи в точке наибольшего излучения. Измерить плотность потока энергии излучения при включении печи без экрана ($ППЭ_1$).

3. Определить экспериментально эффективность экранов: из металла, сетчатого экрана с ячейкой 0,01 м, сетчатого экрана с ячейкой 0,05 м, обычной и электропроводной резины. Для этого последовательно устанавливать экраны между микроволновой печью и приемной антенной, измеряя плотность потока энергии с экраном ($ППЭ_2$), рассчитать эффективность в размах и децибеллах по формулам (5) и (6).

4. Определить критические длины волн $\lambda_{\text{кр}1}$, $\lambda_{\text{кр}2}$ для экранов с ячейками 0,01 и 0,05 м. Пояснить, почему эффективность экранирования двух сетчатых экранов различна.

5. Результаты расчетов и экспериментов занести в таблицу (см. приложение), сделать выводы об эффективности экранирования.

Контрольные вопросы

1. Какие источники ЭМП вы знаете в био- и техносфере?
2. Какими физическими характеристиками оценивается электромагнитное поле?

3. Как ЭМП воздействует на организм человека?
4. Расскажите о принципах нормирования ЭМП.
5. Какие существуют способы защиты человека от высоких уровней ЭМП?
6. Каков принцип действия экранов от ЭМП и как оценивается эффективность экранирования от источников ЭМП?

Литература

СанПиН 2.2.2/2.4. 1340–03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы (с изменениями от 25 апреля 2007 г.): утв. Минздравом России 30.05.2003.

ГН 2.1.8/2.2.4.019–94. Временные допустимые уровни (ВДУ) воздействия электромагнитных излучений, создаваемых системами сотовой радиосвязи: утв. Госкомсанэпиднадзором России 27.12.1994.

Полонский Н.Б. Конструирование электромагнитных экранов для РЭА. М.: Сов. Радио, 1979. 215 с.

СН 2666–83. Предельно допустимые уровни плотности потока энергии, создаваемой микроволновыми печами.

Отчет о лабораторной работе

ФИО _____

Группа _____ Дата _____

Задание 1. Оценка безопасности микроволновой печи. Форма и размер опасной зоны.

Расстояние от микроволновой печи, см

	10	20	30	40	50
30					
20					
10					
0					
10					
20					
30					

КБ =

Вывод: _____

Задание 2. Исследование эффективности экранирования. Определить критические длины волн для экранов с ячейками 0,01 и 0,05 м.

 $\lambda_{кр1} =$ $\lambda_{кр2} =$

Параметр	Экран				
	металлический	сетчатый с ячейкой, м		резина	
		0,01	0,05	обычная	электропроводная
Плотность потока энергии без экрана, мкВт/см ²					
Плотность потока энергии с экраном, мкВт/см ²					
Экспериментальная эффективность экранирования, дБ					
Эффективность экранирования, раз					

Подпись преподавателя _____

Оглавление

Предисловие	3
Требования безопасности.....	4
Основные положения	4
Воздействие ЭМП на человека	6
Нормирование ЭМП промышленной частоты	7
Нормирование ЭМП радиочастотного диапазона	7
Нормирование ЭМП от бытовых приборов	9
Методы защиты от ЭМП.....	10
Описание лабораторной установки.....	12
Проведение измерений.....	12
Контрольные вопросы	13
Литература.....	15
Приложение.....	16

Учебное издание

Кирикова Ольга Викторовна
Смирнов Сергей Георгиевич

**Защита от электромагнитных полей.
Оценка безопасности излучения
бытовой микроволновой печи**

Редактор *Э.Т. Имашева*
Художник *Я.М. Ильина*
Корректор *Е.В. Николаева*
Компьютерная верстка *Н.Ф. Бердавцевой*

В оформлении использованы шрифты Студии Артемия Лебедева.

Оригинал-макет подготовлен
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Подписано в печать 20.04.2016. Формат 60×90/16.

Усл. печ. л. 1,25. Изд. № 573-2015.

Тираж 50 экз. Заказ

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.
press@bmstu.ru
www.baumanpress.ru

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.
baumanprint@gmail.com