

Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
Калужский филиал

**Т.С. Китаева, И.Н. Радченко**

**ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ.  
ТЕОРЕМА ГАУССА. ПОЛЕ В ДИЭЛЕКТРИКЕ.  
ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ, КОНДЕНСАТОРЫ,  
ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ.  
МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКОВ**

*Методические указания*



УДК 534.16  
ББК 22.213  
К45

**Рецензент:**

д-р техн. наук, профессор кафедры ФН5-КФ *М.В. Астахов*

Утверждено методической комиссией КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана  
(протокол № 1 от 15.03.16)

**Китаева Т. С.**

К45 Электростатическое поле в вакууме. Теорема Гаусса. Поле в диэлектрике. Емкость, конденсаторы, энергия электростатического поля. Магнитное поле токов : методические указания к проведению практических занятий по курсам «Физика» и «Физика. Естествознание» / Т. С. Китаева, И. Н. Радченко. — Калуга : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. — 64 с.

Методические указания составлены в соответствии с рабочими программами курсов «Физика», «Физика и естествознание», реализующих модульно-рейтинговую систему обучения, содержат описание основных физических законов и явлений, изучаемых в этом разделе курса физики, подробное изложение методики решения задач с пояснениями к вопросам повышенной когнитивной сложности. Содержание рассматриваемых вопросов и задач согласуется с лекционным материалом, программой лабораторного практикума и практических занятий курса физики.

Указания предназначены для проведения практических занятий со студентами 2-го курса всех специальностей и направлений подготовки КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана.

УДК 534.16  
ББК 22.213

© Китаева Т.С.,  
Радченко И.Н., 2017  
© Издательство МГТУ  
им. Н.Э. Баумана, 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к проведению практических занятий по разделу «Электричество. Магнетизм» являются дополнительным учебно-методическим материалом к лекционному курсу физики. Методические указания составлены в полном соответствии с рабочими программами дисциплины «Физика», «Физика и естествознание» для всех направлений подготовки и специальностей, реализуемых в КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Настоящие методические указания содержат вводную теоретическую часть электро- и магнитостатики, в которой рассмотрены основные физические законы и явления, изучаемые в этом разделе курса физики. Теоретический материал изложен логично, последовательно, адаптирован к изучению в ходе практических занятий, акценты расставлены на вопросах, обладающих повышенной когнитивной сложностью. Методика использования аппарата высшей математики — выполнение операций дифференцирования и интегрирования при решении физических задач — позволяет глубже понять изучаемые физические процессы. После каждого теоретического раздела приведены примеры решения типичных задач различной степени сложности по разобранной теме.

Данные методические указания содержат графические зависимости изучаемых характеристик электрического и магнитного полей, поясняющие рисунки и схемы, а также список литературы, рекомендуемой для более углубленного изучения темы.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Детлаф А.А., Яворский Б.М.* Курс физики. 4-е изд. Москва, Высш. шк., 2008.
2. *Трофимова Т.И.* Физика в таблицах и формулах. 3-е изд. Москва, Изд. центр «Академия», 2008.
3. *Фирсов А.В., Трофимова Т.И.* Курс физики. Задачи и решения. 5-е изд. Москва, Изд. центр «Академия», 2012.
4. *Калашников Н.П.* Руководство к решению задач по физике «Электростатика. Магнитное поле» : учеб. пособие. Москва, МИФИ, 2012. <http://www.iqlib.ru/book/bookshowfriendlink.visp?id=178003> (дата обращения 20.09.2015).
5. *Иродов И.Е.* Задачи по общей физике. Москва, БИНОМ, 2012.
6. *Савельев И.В.* Курс общей физики. В 3 т. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. Москва, Наука, 2009.
7. *Чертов А.Г., Воробьев А.А.* Задачник по физике. Москва, Физматлит, 2008.
8. *Недостаев В.Н.* Физика : конспект лекций. Т. 2. Москва, РГОТУПС, 2008, <http://www.iqlib.ru/book/bookshowfriendlink.visp?id=178000> (дата обращения 05.11.2015).

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>1. ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ</b> .....	4
1.1. РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ. РАСЧЕТ СИЛ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДВУХ НЕПОДВИЖНЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ТЕЛ .....	4
1.1.1. Основные понятия и законы .....	4
1.1.2. Методика расчета напряженности электростатических полей по принципу суперпозиции .....	7
1.1.3. Расчет силы взаимодействия двух неподвижных заряженных тел .....	14
1.2. РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРЕМЫ ГАУССА .....	17
1.3. ПОТЕНЦИАЛ. РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ. РАБОТА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ СИЛ ПОЛЯ. СВЯЗЬ МЕЖДУ ПОТЕНЦИАЛОМ И НАПРЯЖЕННОСТЬЮ .....	22
1.3.1. Потенциал .....	22
1.3.2. Разность потенциалов. Работа электрических сил поля .....	28
1.3.3. Связь между потенциалом и напряженностью электростатического поля .....	31
1.4. ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ .....	36
1.4.1. Взаимная потенциальная энергия электростатического взаимодействия системы точечных неподвижных зарядов .....	36
1.4.2. Энергия заряженного конденсатора. Объемная плотность энергии электростатического поля .....	40
1.4.3. Энергия электростатического поля в заданном объеме .....	43

1.5. Диэлектрики во внешнем электрическом поле .....	46
<b>2. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. ВЫЧИСЛЕНИЕ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ПРОВОДНИКОВ С ТОКАМИ .....</b>	<b>53</b>
<b>РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>61</b>

**Тамара Сергеевна Китаева  
Ирина Николаевна Радченко**

**ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ.  
ТЕОРЕМА ГАУССА. ПОЛЕ В ДИЭЛЕКТРИКЕ.  
ЭЛЕКТРОЕМКОСТЬ, КОНДЕНСАТОРЫ,  
ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ.  
МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКОВ**

*Методические указания*

Редактор *К.Ю. Савинченко*  
Корректор *Т.В. Тимофеева*  
Технический редактор *А.Л. Репкин*

Подписано в печать 26.05.2017.

Формат 60×84/16. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Печ. л. 4. Усл. п. л. 3,72. Тираж 50 экз. Заказ № 12

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана  
107005, Москва, 2-я Бауманская, 5

Изготовлено в редакционно-издательском отделе  
КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана  
248000, г. Калуга, ул. Баженова, 2, тел. 57–31–87