

УДК 53(075.8)

ББК 22.33я73

К77

**Кравченко Н.С.**

К77      Физика. Электричество и магнетизм / Н.С. Кравченко, Е.В. Лисичко, С.И. Твердохлебов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 155 с.

В пособии рассмотрено содержание фундаментальных законов электростатики и магнетизма. Даны разъяснения основных законов, явлений, понятий электростатики и магнетизма.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям 140400 «Электроэнергетика и электротехника», 150700 «Машиностроение», 220400 «Управление в технических системах», 220700 «Автоматизация технологических процессов и производств», 230700 «Прикладная информатика», 280700 «Техносферная безопасность».

**УДК 53(075.8)**

**ББК 22.33я73**

*Рецензенты*

Доктор физико-математических наук, профессор ТГПУ

*Ю.П. Кунашенко*

Кандидат педагогических наук, доцент ТГУ

*О.Г. Ревинская*

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2013

© Кравченко Н.С., Лисичко Е.В.,  
Твердохлебов С.И., 2013

© Оформление. Издательство Томского  
политехнического университета, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ЧАСТЬ I. ЭЛЕКТРОСТАТИКА	4
Тема 1. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ВАКУУМЕ	4
1.1. Заряды. Свойства зарядов	4
1.2. Взаимодействие электрических зарядов в вакууме. Закон Кулона	5
1.3. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля	7
1.4. Сложение электростатических полей. Принцип суперпозиции	8
1.5. Применение принципа суперпозиции к расчету полей	9
1.6. Силовые линии напряженности электростатического поля	13
1.7. Поток вектора напряженности	16
1.8. Теорема Остроградского–Гаусса (теорема Гаусса)	17
1.9. Применение теоремы Гаусса к расчету электрических полей	20
1.10. Дифференциальная форма теоремы Остроградского–Гаусса	27
1.11. Работа сил электрического поля. Консервативность электростатических сил	28
1.12. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля	30
1.13. Потенциальная энергия и потенциал электростатического поля	31
1.14. Диполь в электростатическом поле	34
1.15. Связь между напряженностью электростатического поля и потенциалом	36
1.16. Эквипотенциальные поверхности	38
1.17. Вычисление разности потенциалов по напряженности поля простейших электростатических полей	40
Тема 2. ПРОВОДНИКИ И ДИЭЛЕКТРИКИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ	48
2.1. Микро- и макрополе	48
2.2. Проводники и диэлектрики	48
2.3. Диполь в электрическом поле	50
2.4. Поляризация диэлектриков	51
2.5. Вектор поляризации. Поляризованность	52
2.6. Связь между вектором поляризации и поверхностной плотностью связанных (поляризационных) зарядов	53

2.7. Закон Гаусса для вектора поляризации $P$	54
2.8. Вектор электростатической индукции. Закон Гаусса для вектора электростатической индукции	55
2.9. Относительная диэлектрическая проницаемость	56
2.10. Условия на границе раздела двух диэлектрических сред	58
2.11. Сегнетоэлектрики	60
2.12. Прямой и обратный пьезоэлектрические эффекты	62
2.13. Проводники в электрическом поле. Равновесие зарядов в проводниках	64
2.14. Поле вблизи поверхности заряженного проводника	65
2.15. Электростатическая индукция	67
Тема 3.	
3.1. Емкость проводника. Энергия электрического поля	69
3.2. Взаимная емкость. Конденсаторы	71
3.3. Плоский, сферический и цилиндрический конденсаторы	72
3.4. Соединения конденсаторов	74
3.5. Энергия электрического поля	75
<b>ЧАСТЬ II. ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК</b>	<b>78</b>
Тема 4.	
4.1. Понятие об электрическом токе	78
4.2. Сила тока. Плотность тока	79
4.3. Уравнение непрерывности	80
4.4. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Напряжение	81
4.5. Закон Ома для однородного участка цепи	82
4.6. Закон Ома в дифференциальной форме	83
4.7. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Закон Ома для замкнутой цепи	83
4.8. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля–Ленца	85
4.9. Закон Джоуля–Ленца в дифференциальной форме	86
4.10. Законы Кирхгофа	87
4.11. Электрический ток в электролитах	88
4.12. Закон Ома для электролитов	90
4.13. Электрический ток в газах. Проводимость газов	91
4.14. Несамостоятельный газовый разряд	92
4.15. Самостоятельный газовый разряд	94
<b>ЧАСТЬ III. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ</b>	<b>99</b>
Тема 5.	
5.1. Понятие о магнитном поле	99

5.2. Вектор магнитной индукции – силовая характеристика магнитного поля	100
5.3. Силовые линии магнитного поля	101
5.4. Закон Гаусса для магнитного поля в дифференциальной и интегральной форме	102
5.5. Закон Био–Савара–Лапласа	103
5.6. Применение закона Био–Савара–Лапласа для расчета магнитных полей	104
5.7. Закон полного тока	107
5.8. Применение закона полного тока для вычисления простейших полей	109
5.9. Закон полного тока в дифференциальной форме	111
5.10. Действие магнитного поля на проводники и контур с током. Закон Ампера	112
5.11. Взаимодействие параллельных токов. Основная электрическая единица СИ – Ампер	113
5.12. Действие магнитного поля на контур с током	114
5.13. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле	115
5.14. Действие магнитного поля на заряженные частицы. Сила Лоренца	116
5.15. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле	117
5.16. Магнитные силы – релятивистская добавка к кулоновским силам	119
5.17. Эффект Холла	120
5.18. Явление электромагнитной индукции	121
5.19. Вихревое электрическое поле	122
5.20. Закон электромагнитной индукции в дифференциальной форме	123
5.21. Электронный механизм возникновения э.д.с. индукции	123
5.22. Электромагнитная индукция в технике	124
5.23. Токи Фуко (вихревые токи)	125
5.24. Явление самоиндукции. Индуктивность	126
5.25. Экстратоки замыкания и размыкания	128
5.26. Взаимная индукция	131
5.27. Энергия магнитного поля. Объемная плотность энергии магнитного поля	133
Тема 6. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА	135
6.1. Магнитное поле в веществе	135
6.2. Диамагнетики. Парамагнетики	137

6.3. Намагниченность	138
6.4. Закон полного тока для магнитного поля в веществе	140
6.5. Ферромагнетики	141
Тема 7. УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА	143
7.1. Электромагнитная теория Максвелла (60-е годы XIX века)	143
7.2. Основные положения теории Максвелла	143
7.3. Система уравнений Максвелла в интегральной форме	147
7.4. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме	148
7.5. Материальные уравнения Максвелла	149