

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 23.09.2022 14:27:47  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:  
Руководитель ООП:  
Б.Б.Педько  
«30» августа 2017 г.



Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

### Электричество и магнетизм

Направление подготовки  
**03.03.03 Радиофизика**

Программа подготовки  
«Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Для студентов 2 курса очной формы обучения



Составитель:  
д.х.н., профессор Орлов Ю.Д.

Тверь 2017

## **I. Аннотация**

### **1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом**

Электричество и магнетизм

### **2. Цель и задачи дисциплины**

Целью освоения дисциплины является:

создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение всех разделов физики и специализированных курсов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных физических явлений и процессов, происходящих в электрических магнитных полях;
- установление связи между различными физическими явлениями, вывод основных законов в виде математических уравнений;
- постановка и анализ задачи, применение различных методов решения.

### **3. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части учебного плана. Курс «Электричество и магнетизм» является важной составной частью курса общей физики. Задача курса познакомить студентов с основными законами электромагнетизма. Особое внимание уделено экспериментальному обоснованию основных законов, а также различным вариантам их математического описания. Студенты знакомятся с физическими основами электротехники и радиоэлектроники, на практических занятиях проводят расчеты линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока, движения частиц в электромагнитных полях различной конфигурации. Уровень начальной подготовки обучающегося для успешного освоения дисциплины: *Иметь представление* об основных понятиях и законах электричества и магнетизма в рамках программы средней школы; *Знать* алгебру, геометрию и основы математического анализа в рамках

программы средней школы и 1-го курса университета. Теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (или модуля) необходимо как предшествующее: общий физический практикум, курсы общей и теоретической физики.

#### **4. Объем дисциплины:**

4 зачетные единицы, 144 академических часа, **в том числе**

**контактная работа:** лекции 36 часов, практические занятия 36 часов,

**самостоятельная работа:** 72 часа.

#### **В учебном плане 2014 года набора –**

3 зачетные единицы, 108 академических часа, **в том числе**

**контактная работа:** лекции 36 часов, практические занятия 36 часов,

**самостоятельная работа:** 36 часа.

#### **5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Требования к результатам обучения</b> В результате изучения дисциплины студент должен:
ОПК 1: способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	<b>Уметь:</b> решать типичные задачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения <b>Знать:</b> основные законы и формулы, типичные алгоритмы решения задач
ОПК 2: Способность самостоятельно	<b>Уметь:</b> применять законы электромагнетизма на практике <b>Знать:</b> основные законы и формулы в применении к практическим

приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	ситуациям
---	-----------

## 6. Форма промежуточной аттестации

Экзамен в 3 семестре.

7. **Язык преподавания** русский.

## II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 1. Для студентов очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические (лабор.) работы	
1. Электрические заряды и электрическое поле. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Гаусса и её применение к расчету электростатических полей.	9	3	3	3
2. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Энергия системы зарядов. Связь между напряженностью и потенциалом. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Уравнения Пуассона и Лапласа.	9	3	3	3
3. Электрический диполь. Поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле.	6	2	2	2

4. Проводники в электростатическом поле. Граничные условия. Метод изображений. Электрическая емкость. Конденсаторы. Энергия взаимодействия зарядов. Плотность энергии электростатического поля..	9	3	3	3
5. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризационные заряды. Вектор поляризации. Электрическое поле в диэлектриках. Диэлектрическая проницаемость. Вектор <b>D</b> электрической индукции (смещения). Теорема Гаусса для вектора <b>D</b> . Граничные условия в диэлектриках. Сегнетоэлектрики и пьезоэлектрики.	12	4	4	4
6. Постоянный электрический ток. Уравнение непрерывности. Законы Ома и Джоуля-Ленца. ЭДС источника тока. Закон Ома для полной цепи. КПД источника тока. Закон Ома для неоднородного (содержащего ЭДС) участка цепи. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа.	9	3	3	3
7. Взаимодействие электрических токов. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа и примеры его применения (поле в центре кругового витка, поле прямого тока). Циркуляция магнитного поля. Поле соленоида. Теорема о циркуляции магнитного поля в дифференциальной форме.	9	3	3	3
8. Сила Лоренца и сила Ампера. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Контур с током в магнитном поле. Момент сил, действующий на контур. Магнитный момент.	6	2	2	2
9. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея, правило Ленца. Вихревое электрическое поле и его циркуляция. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля.	9	3	3	3
10. Относительный характер электрического и магнитного полей. Преобразование электромагнитного поля при переходе в другую инерциальную систему отсчета. Ток смещения. Обобщение теоремы о циркуляции магнитного поля.	9	3	3	3

12. Магнитное поле в веществе. Намагниченность. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Виды магнетиков. Диа-, пара- и ферромагнетики. Условия на границе раздела магнетиков. Электромагнит с ферромагнитным сердечником. Плотность энергии электрического и магнитного поля в веществе.	9	3	3	3
13. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Теорема Пойнтинга. Электромагнитные волны. Свойства электромагнитных волн.	12	4	4	4
Экзамен	36			36
ИТОГО	144	36	36	72

### **III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

- планы практических (семинарских) занятий;
- методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов;
- Требования к рейтинг-контролю.

### **IV. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

**Форма проведения промежуточного контроля:** студенты, освоившие программу курса «Электричество и магнетизм» могут сдать экзамен по итогам рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то экзамен сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

**1.Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК 1: способность к овладению базовыми**

знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
Начальный	<i>Задания для проверки сформированности знаний:</i>	<b>Высокий уровень</b> (3 балла по каждому критерию)	<b>Средний уровень</b> (2 балла по каждому критерию)	<b>Низкий уровень</b> (1 балл по каждому критерию)
	Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции.	Знает определение терминов. Записывает закон Кулона. Дает определение суперпозиции и. Приводит примеры использования принципа суперпозиции и.	Знает определение терминов. Записывает закон Кулона. Дает определение принципа суперпозиции и.	Знает определения терминов. Записывает математический закон Кулона и принцип суперпозиции.
	Силовые линии электрического поля	Знает определение. Определяют направление силовых линий. Приводит примеры (рисует) силовых линий различных источников	Знает определение. Определяют направление силовых линий. Знает рисунок силовых линий между двумя точечными зарядами.	Знает определение силовых линий электрического поля. Определяют направление силовых линий.
Промежуточный	<i>Задания для проверки сформированности умений:</i>	<b>Высокий уровень</b> (3 балла по каждому критерию)	<b>Средний уровень</b> (2 балла по каждому критерию)	<b>Низкий уровень</b> (1 балл по каждому критерию)
	Укажите не менее двух справедливых утверждений относительно статических магнитных полей: 1) Магнитное поле действует на	Выбирает правильные ответы на поставленный вопрос. Не	Выбирает один правильный ответ. Не допускает	Выбирает несколько ответов. Присутствует минимум 1

	<p>заряженную частицу с силой, пропорциональной скорости частицы.</p> <p>2) Силовые линии магнитного поля разомкнуты.</p> <p>3) Циркуляция вектора напряженности магнитного поля вдоль произвольного замкнутого контура определяется токами, охватываемыми этим контуром.</p>	допускает ошибки.	ошибки.	правильный ответ и один неправильный .
	<p>Колебательный контур состоит из последовательно соединенных емкости, индуктивности и резистора. К контуру подключено переменное напряжение. При некоторой частоте внешнего напряжения амплитуды падений напряжений на элементах цепи соответственно равны <math>U_R = 4 \text{ В}</math>, <math>U_L = 3 \text{ В}</math>, <math>U_C = 6 \text{ В}</math>. При этом амплитуда приложенного напряжения равна...</p>	<p>Понимает физику явления. Составляет математическое выражение для получения решения. Получает правильный ответ.</p>	<p>Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Получает правильный ответ.</p>	<p>Понимает физику явления. Испытывает сложности с составлением математических выражений для получения решения. Из-за алгебраической неточности не получает правильный ответ.</p>
	<p><b>Задания для проверки сформированности знаний:</b></p>	<p><b>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</b></p>	<p><b>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</b></p>	<p><b>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</b></p>
	<p>Знать Работу сил электростатического поля. Потенциал. Связь между напряженностью и потенциалом.</p>	<p>Знает и может объяснить потенциальные характеристики электростатического поля</p>	<p>Знает основные законы электростатики. Испытывает трудность с описанием конкретных случаев</p>	<p>Знает основные законы электростатики. Допускает ошибки при описании конкретных случаев.</p>
	<p>Знать законы постоянного электрического тока. Законы Ома и Джоуля-Ленца</p>	<p>Знает законы постоянного электрического тока. Умеет их применять в различных ситуациях.</p>	<p>Знает законы постоянного тока. Умеет применять для некоторых случаев.</p>	<p>Знает законы постоянного тока. Испытывает сложность в применении этих законов для различных ситуаций.</p>



**2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК 2: Способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии**

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
		Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)
Начальный	<i>Задания для проверки сформированности знаний:</i>			
	Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Уравнения Пуассона и Лапласа.	Дает определение теоремы Гаусса. Записывает ее в дифференциальной форме. Может вывести уравнения Пуассона и Лапласа.	Дает определение теоремы Гаусса. Записывает ее в дифференциальной форме. Записывает уравнения Пуассона и Лапласа.	Дает определение теоремы Гаусса. Записывает ее в дифференциальной форме. Допускает ошибки в уравнениях Пуассона и Лапласа.
	ЭДС источника тока. Закон Ома для полной цепи.	Дает определение ЭДС источника тока. Записывает Закон Ома для полной цепи.	Дает определение ЭДС источника тока. Дает определение Закону Ома для полной цепи. Испытывает трудности при описании Закона Ома в математическом виде.	Дает определение ЭДС источника тока. Допускает ошибки в формулировке Закона Ома для полной цепи.
Промежуточный	<i>Задания для проверки сформированности умений:</i>	<i>Высокий уровень (3 балла по</i>	<i>Средний уровень (2 балла по</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по</i>

	<i>каждому критерию)</i>	<i>каждому критерию)</i>	<i>каждому критерию)</i>
<p>Металлический шар радиусом <math>R=5</math> см окружен равномерно слоем фарфора (<math>\varepsilon=5,0</math>) толщиной <math>d=2</math> см. Определите поверхностные плотности <math>\sigma'_1</math> и <math>\sigma'_2</math> связанных зарядов соответственно на внутренней и внешней поверхностях диэлектрика. Заряд <math>Q</math> шара равен 10 нКл.</p>	<p>Понимает физику явления. Составляет правильные математические соотношения. Находит правильный ответ.</p>	<p>Понимает физику явления. Испытывает трудности с составлением правильных математических соотношений. Находит правильный ответ.</p>	<p>Понимает физику явления. Испытывает трудности с составлением правильных математических соотношений. Совершает алгебраические ошибки.</p>
<p>Рамка гальванометра длиной <math>a = 4</math> см и шириной <math>b = 1,5</math> см, содержащая <math>N = 200</math> витков тонкой проволоки, находится в магнитном поле с индукцией <math>B = 0,1</math> Тл. Плоскость рамки параллельна линиям индукции. Найдите: 1) механический момент <math>M</math>, действующий на рамку, когда по витку течет ток <math>I=1</math> мА; 2) магнитный момент <math>p_m</math> рамки при этом токе.</p>	<p>Понимает физику явления. Составляет правильные математические соотношения. Находит правильный ответ.</p>	<p>Понимает физику явления. Испытывает трудности с составлением правильных математических соотношений. Находит правильный ответ.</p>	<p>Понимает физику явления. Испытывает трудности с составлением правильных математических соотношений. Совершает алгебраические ошибки.</p>
<p><b>Задания для проверки сформированности знаний:</b></p>	<p><b>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</b></p>	<p><b>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</b></p>	<p><b>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</b></p>
<p>Закон Ома для неоднородного (содержащего ЭДС) участка цепи. Правила Кирхгофа.</p>	<p>Знает законы электрического тока и правило Киргофа. Умело применяет для различных случаев.</p>	<p>Знает законы электрического тока и правило Киргофа. Может применить их для некоторых случаев.</p>	<p>Знает законы электрического тока и правило Киргофа. Испытывает трудности в применении их к различным случаям.</p>
<p>Колебательный контур. Свободные колебания в контуре с пренебрежимо малым затуханием.</p>	<p>Знает определение колебательного контура и связанные с ним</p>	<p>Знает определение колебательного контура и связанные с ним</p>	<p>Знает определение колебательного контура и связанные с ним</p>

		физические законы. Применяет знание для различных случаев.	физические законы. Может применить их для некоторых случаев.	физические законы. Испытывает трудности в применении их к различным случаям.
--	--	---	---	---

## **V. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) Основная литература:**

1. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 2. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/705>.
2. Алешкевич В.А. Электромагнетизм: учебник. - М.: Физматлит, 2014. - 404 с. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275299>
3. Кузнецов С. И. Курс физики с примерами решения задач. Часть II. Электричество и магнетизм. Колебания и волны [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53682>.
4. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2017. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91880>.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Савельев И. В. Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2017. — 500 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98246>.
2. Зисман Г. А. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2007. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/151>.

## **VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Научная библиотека ТвГУ: <http://library.tversu.ru/>
2. Электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE: <http://www.biblioclub.ru/>
4. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>

## **VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины – планы практических (семинарских) занятий:**

**Семинар 1.** Решение задач на тему «Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции».

Примеры задач:

1. Два шарика массой  $m = 0,1$  г каждый подвешены в одной точке на нитях длиной  $L = 20$  см каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол  $\alpha = 60^\circ$ . Найдите заряд каждого шарика.

2. Расстояние  $d$  между двумя точечными положительными зарядами  $Q_1 = 9Q$  и  $Q_2 = Q$  равно 8 см. На каком расстоянии  $r$  от первого заряда находится точка, в которой напряженность  $E$  поля зарядов равна нулю? Где находилась бы эта точка, если бы второй заряд был отрицательным?

**Семинар 2.** Решение задач на тему «Теорема Гаусса и её применение к расчету электростатических полей».

Примеры задач:

1. Найдите напряженность электрического поля в центре основания полусферы, заряженной равномерно с поверхностной плотностью  $\sigma = 60$  нКл/м<sup>2</sup>.
2. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью  $\sigma_1 = 10$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2 = -30$  нКл/м<sup>2</sup>. Определите силу взаимодействия между пластинами, приходящуюся на площадь  $S$ , равную 1 м<sup>2</sup>.

**Семинар 3.** Решение задач на тему «Работа сил электростатического поля. Потенциал. Энергия системы зарядов. Связь между напряженностью и потенциалом».

Примеры задач:

1. Две бесконечные параллельные пластины находятся на расстоянии  $d = 1$  см друг от друга. По плоскостям равномерно распределены заряды с плотностями  $\sigma_1 = 0,2$  мкКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2 = 0,5$  мкКл/м<sup>2</sup>. Найдите разность потенциалов  $U$  между пластинами.

**Семинар 4.** Решение задач на тему «Проводники в электростатическом поле. Граничные условия. Метод изображений».

Примеры задач:

1. Система состоит из двух концентрических проводящих сфер. На внутренней сфере радиуса  $a$  находится положительный заряд  $q_1$ . Какой заряд  $q_2$  следует поместить на внешнюю сферу радиуса  $b$ , чтобы потенциал  $\varphi$  внутренней сферы стал равным нулю? Как будет зависеть при этом  $\varphi$  от расстояния  $r$  до центра сферы? Изобразите примерный график  $\varphi(r)$ .
2. Расстояние  $d$  между двумя точечными положительными зарядами  $Q_1 = 9Q$  и  $Q_2 = Q$  равно 8 см. На каком расстоянии  $r$  от первого заряда находится точка, в которой напряженность  $E$  поля зарядов равна нулю? Где находилась бы эта точка, если бы второй заряд был отрицательным?

**Семинар 5.** Решение задач на тему «Электрическая емкость. Конденсаторы».

Примеры задач:

1. Конденсаторы  $C_1 = 1$  мкФ,  $C_2 = 2$  мкФ,  $C_3 = 3$  мкФ включены в цепь с напряжением  $U = 1,1$  кВ. Определите энергию каждого конденсатора при: 1) последовательном их включении; 2) параллельном включении.
2. Емкость плоского конденсатора равна 111 пФ. Диэлектрик – пластинка из фарфора ( $\epsilon = 5,0$ ). Конденсатор зарядили до напряжения  $U = 600$  В и

отключили от источника. Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора?

**Семинар 6.** Решение задач на тему «Электрическое поле в диэлектриках. Вектор поляризации. Диэлектрическая проницаемость. Граничные условия в диэлектриках».

Примеры задач:

1. У плоской поверхности однородного диэлектрика с проницаемостью  $\varepsilon$  напряженность электрического поля в вакууме равна  $E_0$ , причем вектор  $E_0$  составляет угол  $\theta$  с нормалью к поверхности диэлектрика. Считая поле внутри и вне диэлектрика однородным, найдите: а) поток вектора  $E$  через сферу радиуса  $R$  с центром на поверхности диэлектрика; б) циркуляцию вектора  $D$  по прямоугольному контуру, одна сторона которого длины  $L$  расположена в вакууме, а противоположная ей сторона – в диэлектрике. Плоскость контура перпендикулярна поверхности диэлектрика и параллельна вектору  $E_0$ .
2. Диэлектрик с проницаемостью  $\varepsilon$  граничит с вакуумом. На его поверхности имеются сторонние заряды с плотностью  $\sigma$ . У поверхности диэлектрика в вакууме напряженность электрического поля равна  $E$ , причем вектор  $E$  составляет такой угол  $\theta$  с нормалью к поверхности раздела, что линии вектора  $E$  не терпят излома при переходе границы раздела. Найдите угол  $\theta$ . Каков должен быть знак  $\sigma$ ?

**Семинар 7.** Решение задач на тему «Постоянный электрический ток. Законы Ома и Джоуля-Ленца. ЭДС источника тока. Закон Ома для полной цепи. КПД источника тока».

Примеры задач:

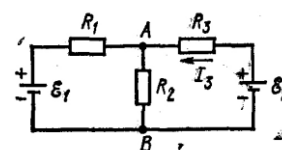
1. При силе тока  $I_1=3$  А во внешней цепи аккумулятора выделяется мощность  $P_1=18$  Вт, при силе тока  $I_2=1$  А - соответственно  $P_2 = 10$  Вт. Определите ЭДС -  $\varepsilon$  и внутреннее сопротивление  $r$  батареи.

2. ЭДС  $\varepsilon$  батареи равна 20 В. Сопротивление  $R$  внешней цепи равно 2 Ом, сила тока  $I=4$  А. Найдите КПД батареи. При каком внешнем сопротивлении  $R$  КПД будет равен 99%?

**Семинар 8.** Решение задач на тему «Закон Ома для неоднородного (содержащего ЭДС) участка цепи. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа».

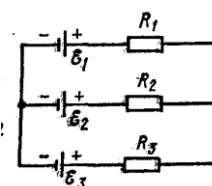
Примеры задач:

1. Определите силу тока  $I_3$  в резисторе сопротивлением  $R_3$  (см. рисунок) и напряжение  $U_3$  на концах резистора, если  $\varepsilon_1=4$  В,  $\varepsilon_2=3$  В,  $R_1=2$  Ом,  $R_2=6$  Ом,  $R_3=1$  Ом.



Внутренними сопротивлениями источников тока пренебречь.

2. Три источника тока с ЭДС  $\varepsilon_1= 11$  В,  $\varepsilon_2= 4$  В и  $\varepsilon_3= 6$  В и три реостата с сопротивлениями  $R_1=5$  Ом,  $R_2=10$  Ом и  $R_3=2$  Ом соединены, как показано на рисунке.



Определите силы токов  $I$  в реостатах. Внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало.

**Семинар 9.** Решение задач на тему «Взаимодействие электрических токов. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа и примеры его применения».

Примеры задач:

1. При какой силе тока  $I$ , текущего по тонкому проводящему кольцу радиусом  $R = 0,2$  м, магнитная индукция  $B$  в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние  $r = 0,3$  м, станет равной 20 мкТл?

2. Бесконечно длинный прямой провод согнут под прямым углом. По проводу течет ток  $I = 100$  А. Вычислите магнитную индукцию  $B$  в точках, лежащих на биссектрисе угла и удаленных от вершины угла на  $a = 10$  см.

**Семинар 10.** Решение задач на тему «Сила Лоренца и сила Ампера. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Контур с током в магнитном поле».

Примеры задач:

1. Заряженная частица влетела перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле, созданное в среде. В результате взаимодействия с веществом частица, находясь в поле, потеряла половину своей первоначальной энергии. Во сколько раз будут отличаться радиусы кривизны  $R$  траектории начала и конца пути?
2. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 9$  мТл по винтовой линии, радиус которой  $R = 1$  см и шаг  $h = 7,8$  см. Определите период  $T$  обращения электрона и его скорость  $v$ .

**Семинар 11.** Решение задач на тему «Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея, правило Ленца».

Примеры задач:

1. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл находится прямой провод длиной  $l = 20$  см, концы которого замкнуты вне поля. Сопротивление  $R$  всей цепи равно  $0,1$  Ом. Найдите силу  $F$ , которую нужно приложить к проводу, чтобы перемещать его перпендикулярно линиям индукции со скоростью  $v = 2,5$  м/с.
2. Проволочное кольцо радиусом  $r=10$  см лежит на столе. Какое количество электричества  $Q$  протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую? Сопротивление  $R$  кольца равно  $1$  Ом. Вертикальная составляющая индукции  $B$  магнитного поля Земли равна  $50$  мкТл.

**Семинар 12.** Решение задач на тему «Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля».

Примеры задач:

1. катушку индуктивности  $L = 300$  мГн с сопротивлением  $R = 140$  мОм подключили к постоянному напряжению. Через сколько времени ток через катушку достигнет  $\eta = 50\%$  установившегося значения?
2. Сверхпроводящее кольцо радиуса  $a$ , имеющее индуктивность  $L$ , находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B$ . Плоскость кольца параллельна вектору  $B$ , ток в кольце равен нулю. Затем плоскость кольца повернули на



90° в положение, перпендикулярное полю. Найдите ток  $I$  в кольце после поворота и работу  $A$ , совершенную при этом.

– **сборники задач:**

1. «Сборник задач по общему курсу физики». Часть 3. Электричество. Под ред. Д.В. Сивухина. М.: Физматлит, 2006.
2. «Сборник задач по общему курсу физики». Часть 2. Электричество и магнетизм. Оптика. Под ред. В.А. Овчинкина. - М., Физматкнига, 2004.
3. Иродов И.Е. «Задачи по общей физике». М.: ЗАО «Издательство БИНОМ», 1998.

– **методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:**

1. Изучить рекомендуемую литературу.
2. Просмотреть задачи, разобранные на аудиторных занятиях.
3. Разобрать задачи, рекомендованные преподавателем для самостоятельного решения, используя, при необходимости, примеры решения аналогичных задач.
4. Обсудить проблемы, возникшие при решении задач с преподавателем.

**-Требования к рейтинг-контролю.** В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

- 1) сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач,
- 2) ответить письменно на теоретические вопросы. Примеры вопросов

### **Модуль 1.**

1. Сформулируйте закон Кулона. Дайте определение напряженности электрического поля. Приведите примеры использования принципа суперпозиции.
2. Сформулируйте теорему Гаусса и приведите примеры её применения к расчету электростатических полей.
3. Работа сил электростатического поля. Потенциал. Связь между напряженностью и потенциалом.

4. Энергия взаимодействия электрических зарядов. Плотность энергии электростатического поля.
5. Получите уравнения Пуассона и Лапласа, используя теорему Гаусса в дифференциальной форме.
6. Электрический диполь. Поле диполя.
7. Диполь во внешнем электрическом поле.
8. Проводники в электростатическом поле. Граничные условия. Метод изображений.
9. Электрическая емкость. Конденсаторы.
10. Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризационные заряды. Вектор поляризации.
11. Электрическое поле в диэлектриках. Вектор  $\mathbf{D}$  электрической индукции (смещения). Граничные условия в диэлектриках.
12. Постоянный электрический ток. Законы Ома и Джоуля-Ленца.
13. ЭДС источника тока. Закон Ома для полной цепи.
14. Закон Ома для неоднородного (содержащего ЭДС) участка цепи. Правила Кирхгофа.
15. Взаимодействие электрических токов. Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа и примеры его применения (поле в центре кругового витка, поле прямого тока).
16. Определите с помощью теоремы Гаусса напряженность поля  $\mathbf{E}$  вблизи равномерно заряженной плоскости.
17. Как связаны между собой электрическое поле  $\mathbf{E}$  и потенциал  $\varphi$ ?
18. Чему равен момент сил, действующих на диполь во внешнем электрическом поле?
19. Чему равна энергия диполя во внешнем электрическом поле?
20. Что называется ЭДС источника тока? Запишите закон Ома для полной цепи.

## **Модуль 2.**

1. Циркуляция магнитного поля. Поле соленоида.

2. Сила Лоренца и сила Ампера. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
3. Контур с током в магнитном поле. Момент сил, действующий на контур. Магнитный момент.
4. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея, правило Ленца. Вихревое электрическое поле и его циркуляция.
5. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля.
6. Колебательный контур. Свободные колебания в контуре с пренебрежимо малым затуханием.
7. Свободные затухающие колебания.
8. Вынужденные электрические колебания. Резонанс.
9. Цепи переменного тока.
10. Магнитное поле в веществе. Намагниченность. Напряженность магнитного поля.
11. Ток смещения. Обобщение теоремы о циркуляции магнитного поля.
12. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
13. Электромагнитные волны.
14. Теорема Пойнтинга. Что называется вектором Пойнтинга?
15. Напишите выражение для плотности тока носителей заряда, имеющих концентрацию  $n$  и среднюю скорость упорядоченного движения  $\mathbf{u}$ .
16. Рассчитайте индукцию поля  $\mathbf{B}$  в соленоиде через циркуляцию магнитного поля.
17. Рассчитайте момент сил, действующий на контур с током в магнитном поле.
18. Получите выражение для периода свободных колебаний в контуре с пренебрежимо малым затуханием.
19. Напишите уравнение свободных колебаний в  $LCR$  – контуре.
20. Что такое логарифмический декремент затухания и добротность колебательного контура? Каков их физический смысл?

**VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (по необходимости)**

**IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционная аудитория № 227 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Проектор Panasonic PT-VW340ZE с проекционным экраном 2. Ноутбук (переносной) 3. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест	Adobe Acrobat Reader DC – бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Google Chrome – бесплатно MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
Лекционная аудитория № 226 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1 Микшерный пульт Yamaha MG-124C 2 Аудиокомплект (мик. пульт, акуст. усилитель, акуст. система, радиосистема) 3 Интерактивная система SMART Board 660i4 4 Мультимедийный проектор Epson EB-4850WU с потолочным креплением 5 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3ААА с полками 6	Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

	<p>Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками</p> <p>7 Экран настенный ScreenMedia 213*213 (M082-08156)</p> <p>8 Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21,5''</p> <p>9 Комплект учебной мебели на 110 посадочных мест</p>	
--	--	--

### Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь,</p>	<p>1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт</p> <p>2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь</p> <p>3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-portr DGS-1016D</p> <p>4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО</p> <p>5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО</p> <p>6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3»</p> <p>7. Комплект учебной мебели</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно</p> <p>Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009</p> <p>Google Chrome - бесплатно</p> <p>Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно</p> <p>Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г.</p> <p>Lazarus 1.4.0 - бесплатно</p> <p>Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно</p> <p>Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав IC00000027 от 16.09.2011</p> <p>MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012</p> <p>Microsoft Express Studio 4 - бесплатно</p> <p>MiKTeX 2.9 - бесплатно</p> <p>MPICH 64-bit – бесплатно</p> <p>MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно</p> <p>Microsoft Windows 10 Enterprise -</p>

Садовый пер., д. 35)	Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
----------------------	---

### **Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

<b>№п.п.</b>	<b>Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)</b>	<b>Описание внесенных изменений</b>	<b>Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения</b>
1.	Раздел IV	Реквизиты «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» и «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
2.	Раздел IX	Оснащенность аудиторного фонда для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов согласно «Справки МТО ООП ...»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.