

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ

Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института физики

С.Б. Вениг

2021 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)  
Электричество и магнетизм

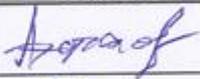
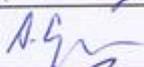
Направление подготовки бакалавриата  
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль подготовки бакалавриата  
Микро- и нанoeлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем

Квалификация (степень) выпускника  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2021

| Статус                          | ФИО                            | Подпись  | Дата       |
|---------------------------------|--------------------------------|--|------------|
| Преподаватель-разработчик       | Астахов Владимир Владимирович  |  | 20.09.2021 |
| Председатель НМК                | Скрипаль Анатолий Владимирович |  | 22.09.2021 |
| Врио заведующего кафедрой       | Караваев Анатолий Сергеевич    |  | 20.09.2021 |
| Специалист Учебно-го управления |                                |  |            |

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электричество и магнетизм» является формирование у студентов комплекса углубленных общепрофессиональных знаний об электрических и магнитных явлениях, основных законах электромагнетизма.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Электричество и магнетизм» относится к обязательной части Блок 1. «Дисциплины (модули)», и изучается студентами очной формы обучения института физики СГУ, обучающимися по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (профиль подготовки бакалавриата: «Микро- и наноэлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем»), в течение 3 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по дисциплинам: «Математический анализ и ТФКП», «Векторный и тензорный анализ», «Дифференциальные уравнения», «Механика».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

| Код компетенции и наименование общепрофессиональной компетенции  | Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции   | Результаты обучения   |
|--|---|---|
| <b>ОПК-1.</b> Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.                   | <b>1.1_Б.ОПК-1.</b> Понимает важность применения фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов.<br><b>2.1_Б.ОПК-1.</b> Аргументировано применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера.<br><b>3.1_Б.ОПК-1.</b> Использует знания физики и математики при решении конкретных задач инженерной деятельности.  | <b>Знать:</b> современные представления об электрических и магнитных явлениях, электрических и магнитных полях, основных законах электромагнетизма;<br><b>Уметь:</b> выбирать и применять соответствующие законы электромагнетизма для решения теоретических и практических задач; аргументировано выбирать способы и средства измерений и проведения экспериментальных исследований. |
| <b>ОПК-2.</b> Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных. | <b>1.1_Б.ОПК-2.</b> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.<br><b>2.1_Б.ОПК-2.</b> Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.<br><b>3.1_Б.ОПК-2.</b> Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.<br><b>4.1_Б.ОПК-2.</b> Аргументированно выбирает способы и средства измерений и проведения экспериментальных исследований.<br><b>5.1_Б.ОПК-2.</b> Способен применять методы обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений. | <b>Владеть</b> методами и навыками расчета электрических и магнитных полей, а также электрических схем; методами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.  |

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Раздел дисциплины                            | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                    |                                  |                    |                                  | СР | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)<br>Формы промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|--|---------|-----------------|--|--------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|----|---|
|       |  |         |                 | Лекции   | Практика           |                                  | Лабораторные       |                                  |    |   |
|       |  |         |                 |  | Общая трудоемкость | Из них – практическая подготовка | Общая трудоемкость | Из них – практическая подготовка |    |   |
| 1.    | Введение                                     | 3       | 1               | 2  | 0                  | 0                                | 1                  | 0                                | 2  |   |
| 2.    | Электрическое поле.                          | 3       | 2-5             | 8  | 8                  | 0                                | 12                 | 0                                | 10 | устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме                   |
| 3.    | Электрический ток.                           | 3       | 6-9             | 8  | 8                  | 0                                | 6                  | 0                                | 10 | устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме                   |
| 4.    | Магнитное поле.                              | 3       | 10-13           | 8  | 9                  | 0                                | 12                 | 0                                | 10 | устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме                   |
| 5.    | Основы электродинамики, уравнения Максвелла. | 3       | 14-17           | 8  | 9                  | 0                                | 3                  | 0                                | 10 | устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме                   |
|       | Промежуточная аттестация:                    | 3       |                 |  |                    |                                  |                    |                                  |    | Экзамен, зачет, контрольная работа  |
|       | Итого:                                       |         |                 | 34   | 34                 | 0                                | 34                 | 0                                | 42 |   |
|       | Контроль:                                    |         |                 |  |                    |                                  | 36                 |                                  |    |   |
|       | Общая трудоёмкость дисциплины:               |         |                 |  |                    |                                  | 180                |                                  |    |   |

#### Содержание дисциплины

1. ВВЕДЕНИЕ. Электромагнитное взаимодействие и его место среди других видов взаимодействий в природе. Электрический заряд. Микроскопические носители заряда. Опыт Милликена. Сохранение заряда. Квантование заряда. Объемная и поверхностная плотности заряда.

2. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ. Закон Кулона. Вектор напряженности электрического поля. Принцип суперпозиции электрических полей. Силовые линии электрического поля. Размерности электрических величин (системы СИ и СЕС). Поток напряженности. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса. Работа сил электрического поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности электрического поля. Разность потенциалов и потенциал. Связь потенциала с напряженностью электрического поля. Поверхности равного потенциала. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Уравнения Пуассона и Лапласа.

3. ПРОВОДНИКИ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ. Напряженность поля у поверхности и внутри проводника. Условия равновесия заряда на проводнике. Электростатическая защита. Емкость. Конденсаторы.

4. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В ДИЭЛЕКТРИКАХ. Поляризация диэлектриков. Полярные и неполярные молекулы. Диэлектрическая восприимчивость и относительная диэлектрическая проницаемость вещества. Связанные заряды. Вектор электрического смещения. Условия на границе раздела двух диэлектриков. Тензор диэлектрической проницаемости.

5. ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. Энергия системы зарядов. Энергия заряженного проводника. Энергия конденсатора. Энергия электрического поля. Объемная плотность энергии.

6. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК Движение заряда. Плотность тока. Сила тока. Закон сохранения заряда в интегральной и дифференциальной формах. Постоянный ток. Закон Ома. Электропроводность среды. Классическая теория электропроводности. Закон Ома в интегральной форме.

7. Основы теории линейных электрических цепей. Законы Кирхгоффа. Законы Ома. Электрические цепи постоянного тока.

8. ПОЛЕ ДВИЖУЩЕГОСЯ ЗАРЯДА. Инвариантность заряда. Электрическое поле движущегося заряда (двойной заряженный слой, поле точечного заряда, движущегося с постоянной скоростью).

9. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Магнитные силы. Вектор индукции магнитного поля. Поле тонкого проводника с током. Закон Био-Савара-Лапласа. Силы, действующие на заряд и ток в магнитном поле. Сила Лоренца. Закон Ампера. Релятивистский характер магнитного поля. Вихревой характер магнитного поля. Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции. Контур с током в магнитном поле. Дипольный магнитный момент контура с током. Ориентирующее действие магнитного поля.

10. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ В ВЕЩЕСТВЕ. Намагниченность вещества. Электрические токи в атомах. Орбитальный и спиновый моменты электрона и атома. Магнитомеханические явления. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и относительная магнитная проницаемость вещества. Магнитная индукция в веществе. Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля. Парамагнетизм и диамагнетизм. Уравнение движения для магнитного момента. Теорема Лармора. Основные свойства ферромагнетиков. Природа ферромагнетизма. Закон Кюри-Вейсса. Доменная структура ферромагнетиков.

11. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ. Явление электромагнитной индукции. Законы Фарадея и Ленца. Вихревое электрическое поле. Дифференциальная форма закона электромагнитной индукции. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля. Магнитная энергия контура с током. Плотность энергии магнитного поля. Электрические цепи переменного тока.

12. УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ. Основные положения теории Максвелла. Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Волновое уравнение для электромагнитных волн. Скорость распространения электромагнитных волн. Спектр электромагнитных волн. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга. Закон сохранения энергии электромагнитного поля.

### **Перечень лабораторных работ:**

1) Тема «Линейные цепи переменного тока»

Цель работы: исследовать амплитудные и фазовые соотношения между синусоидальными напряжениями и токами при последовательном и параллельном соединении резистивных, индуктивных и емкостных элементов цепи, дополнительно – научиться работать с электронно–лучевым осциллографом.

Задание: провести исследования разности фаз между током и напряжением в различных цепях, содержащих активные и реактивные элементы.

2) Тема «Линейные электрические цепи постоянного тока»

Цель работы: приобрести навыки расчета электрических цепей постоянного тока, измерения напряжения и его силы.

Задание: Используя законы Кирхгофа и Ома рассчитать теоретические значения падений напряжений на резисторах и токов, протекающих через них. С помощью мультиметра измерить падения напряжений на резисторах, а также величины токов. Сопоставить рассчитанные теоретические значения с измеренными в эксперименте.

3) Тема «Нелинейные цепи»

Цель работы: приобрести навыки исследования электрических цепей переменного тока с нелинейными элементами.

Задание: собрать электрическую цепь с нелинейным элементом, ознакомиться с радиоизмерительными приборами, исследовать зависимость силы тока от напряжения нелинейного элемента, построить резонансные характеристики, пронаблюдать явление нелинейного резонанса.

4) Тема «Магнитные цепи (трансформатор).»

Цель работы: приобрести представления о работе об однофазного трансформатора, вихревых магнитных и электрических полях, принципе работы, основных параметрах, методах измерения параметров.

Задание: ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием лабораторного стенда, занести в отчет по лабораторной работе технические характеристики исследуемого трансформатора, провести измерение кривой намагниченности сердечника трансформатора, определить коэрцитивную силу.

5) Тема «Колебательный контур, диэлектрическая и магнитная проницаемости»

Цель работы: приобрести представления об электрическом и магнитном полях в диэлектрических и магнитных средах, влияние диэлектриков и магнетиков на величины полей, на емкости конденсаторов и индуктивности катушек индуктивностей.

Задание: рассчитать емкость плоского конденсатора, рассчитать индуктивность катушки индуктивности, собрать колебательный контур, измерить резонансную частоту контура, определите относительную диэлектрическую проницаемость материала пластины, помещенной между обкладками конденсатора, по резонансной кривой характер определить магнетика

### **Примерная тематика практических занятий**

1. Взаимодействие электрических зарядов.
2. Электрическое поле в вакууме.
3. Электрическое поле у проводящих поверхностей.
4. Метод изображений.
5. Электрическое поле в диэлектриках и на границе раздела сред.
6. Электрическая емкость.
7. Энергия электрического поля.

8. Электрический ток, законы Ома и законы Кирхгоффа.
9. Методы узловых потенциалов и контурных токов.
10. Энергия электрического тока, Закон Джоуля-Ленца.
11. Магнитное поле, закон Био-Савара-Лапласа.
12. Сила Лоренца. Закон Ампера
13. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость и относительная магнитная проницаемость вещества.
14. Явление электромагнитной индукции. Законы Фарадея и Ленца.
15. Электрические цепи переменного тока.
16. Волновое уравнение для электромагнитных волн Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга.

### **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

При реализации различных видов учебной работы по данной дисциплине (лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа) с целью создания условий для самоактуализации и самореализации обучающихся, предоставления возможностей для конструирования собственного знания, используются следующие современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проблемное обучение;
- творческие задания;
- дискуссии на заданную тему.

При проведении лекционных занятий используется персональный компьютер, мультимедийный проектор. На лекционных занятиях проводятся экспресс опросы по пройденному материалу и дискуссии на тему, предложенную для самостоятельной проработки. Часть лекций происходит в форме лекции-беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп изложения учебного материала с учетом индивидуальных особенностей студентов.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков разработки технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них.

Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

- информационно-развивающие – лекция, объяснение, демонстрация, решение задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой;
- проблемно-поисковые и исследовательские – самостоятельная проработка предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине.

При проведении практических занятий в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (компьютером и интерактивным проектором) излагаются и анализируются творческие задания, синтезируются математические модели формирования электромагнитных полей и протекания электрических токов.

При проведении лабораторных занятий выполняются натурные эксперименты в лабораторном практикуме. Лабораторные работы проводятся на базе оснащенной лаборатории, с использованием действующих установок по исследованию электрических и магнитных полей, а также электрических цепей и волноведущих линий.

Самостоятельная работа студента включает в себя составление и оформление отчетов о выполненных лабораторных работах и практических заданиях в соответствии со стандартом организации.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин. Занятия лекционного типа для соответствующих групп студентов не могут составлять более 68 аудиторных занятий.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

*Самостоятельная внеаудиторная работа* студентов по дисциплине проводится в течение всего семестра и заключается в чтении и изучении рекомендованной литературы, подготовки к лекциям, лабораторным и практическим занятиям, в выполнении заданий лектора, работе в компьютерном классе или библиотеке.

*Самостоятельная аудиторная работа* студентов проводится в форме самостоятельного выполнения заданий на лабораторных и практических занятиях с дальнейшим их разбором и обсуждением; проведения контрольной работы; поиска решений проблемных ситуаций, предложенных на лабораторных и практических занятиях.

В преподавании дисциплины «Электричество и магнетизм» используется последовательное изложение теоретического материала лекционного курса с последующим его закреплением на лабораторных и практических занятиях и при самостоятельной работе студентов.

Лабораторные и практические занятия необходимо строить на пройденном материале лекционного курса, в котором изложены теоретические аспекты текущего лабораторного занятия, а также на проработке отдельных вопросов при самостоятельной работе студентов. На лабораторных и практических занятиях необходимо путем устного опроса студентов контролировать глубину усвоения теоретических знаний, необходимых для выполнения лабораторного и практического занятия. Предполагается также, что выполнение работы будет осуществляться парами студентов (в соответствии с правилами по технике безопасности при работе с электрооборудованием и с химреактивами) и при непосредственном контроле инженерного вспомогательного персонала.

Дисциплина «Электричество и магнетизм» предполагает следующее учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:

- использование Интернет-ресурсов: информационных порталов, форумов, систем дистанционного обучения,
- изучение учебной и периодической специализированной литературы,
- личные и online-консультации преподавателей.

*Текущий контроль* усвоения дисциплины «Электричество и магнетизм» проводится в виде устного опроса, отчета по результатам лабораторной работы в письменной форме.

*Промежуточная аттестация* проводится в виде экзамена, зачета и контрольной работы.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к выполнению и отчетам по практическим и лабораторным работам тщательно изучать описание работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю и дежурному инженеру, иметь отдельную тетрадь, для выполнения заданий и оформления отчетов;
- при подготовке к контрольной работе пользоваться лекциями и рекомендованной литературой;
- задания, которые даются преподавателем во время занятий по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета и экзамена.

**Вопросы и задания для самоконтроля при выполнении самостоятельной работы:**

1. Электрический заряд и электрическое поле. Закон Кулона.
2. Поле на оси тонкого равномерно заряженного кольца.
3. Поле равномерно заряженной плоскости.
4. Поле сферической поверхности
5. Поле равномерно заряженного шара.
6. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда.
7. Потенциал поля системы зарядов.
8. Уравнения Пуассона и Лапласа.
9. Метод изображений.
10. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора.
11. Электрический ток. Плотность тока.
12. Уравнение непрерывности для электрического тока. Дифференциальная форма уравнения непрерывности.
13. Метод узловых потенциалов.
14. Метод контурных токов.
15. Закон ДЖОУЛЯ — ЛЕНЦА. Однородный участок цепи. Неоднородный участок цепи.
16. Переходные процессы в цепи с конденсатором. Разряд конденсатора.
17. Заряд конденсатора.
18. Сила Лоренца. Магнитное поле равномерно движущегося заряда.
19. Закон БИО—САВАРА. Принцип суперпозиции.
20. Магнитное поле прямого проводника с током
21. Магнитное поле на оси кругового тока
22. Теорема Гаусса для поля  $\mathbf{B}$ . Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{B}$

23. Магнитное поле прямого тока. Магнитное поле соленоида. Магнитное поле тороида.
24. Закон Ампера. Сила взаимодействия параллельных токов.
25. Поле в магнетике. Механизм намагничивания.
26. Токи намагничивания  $I$ .
27. Диамагнетизм.
28. Парамагнетизм.
29. Ферромагнетизм. Магнитный гистерезис. Температура Кюри.
30. Закон электромагнитной индукции. Правило ЛЕНЦА Полный магнитный поток
31. Природа электромагнитной индукции
32. Контур покоится в переменном магнитном поле.
33. Явление самоиндукции. Индуктивность. Э. д. с. самоиндукции.
34. Электромагнитное поле. Инвариантность заряда. Инвариантность теоремы Гаусса для поля  $E$ .
35. Природа магнетизма.
36. Инварианты электромагнитного поля.
37. Открытие Максвелла. Ток смещения. Дифференциальная форма уравнения циркуляции вектора  $H$ .
38. Система уравнений МАКСВЕЛЛА.
39. Давление электромагнитной волны.

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (в форме экзамена):**

1. Электрический заряд и электрическое поле. Закон Кулона.
2. Электрическое поле. Поле точечного заряда.
3. Принцип суперпозиции.
4. Распределение зарядов.
5. Геометрическое описание электрического поля. Общие свойства поля  $E$ . Поток вектора  $E$ . Теорема Гаусса
6. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда.
7. Потенциал поля системы зарядов.
8. Связь между потенциалом и вектором  $E$ . Эквипотенциальные поверхности.
9. Уравнения Пуассона и Лапласа.
10. Электроемкость уединенного проводника.
11. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора.
12. Поляризация диэлектрика. неполярные диэлектрики. Полярные диэлектрики. Объемные и поверхностные связанные заряды.
13. Поле в диэлектрике и поляризованность  $P$ . Связь между  $P$  и  $E$ .
14. Теорема Гаусса для поля вектора  $P$ .
15. Граничные условия для вектора  $P$ .
16. Вектор  $D$ . Теорема Гаусса для поля вектора  $D$ . Дифференциальная форма теорема Гаусса для поля вектора  $D$
17. Связь между векторами  $D$  и  $E$ . Замечание о поле вектора  $D$ .
18. Электрический ток. Плотность тока.
19. Уравнение непрерывности для электрического тока. Дифференциальная форма уравнения непрерывности.
20. Закон Ома для однородного проводника. Закон Ома в дифференциальной форме.
21. Заряд внутри проводника с током. Электрическое поле проводника с током.
22. Сторонние силы. Обобщенный закон Ома. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
23. Первый закон Кирхгофа Второй закон Кирхгофа

24. Закон ДЖОУЛЯ — ЛЕНЦА. Однородный участок цепи. Неоднородный участок цепи.
25. Сила Лоренца. Магнитное поле равномерно движущегося заряда.
26. Закон БИО—САВАРА. Принцип суперпозиции.
27. Теорема Гаусса для поля  $\mathbf{B}$ . Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{B}$
28. Дифференциальная форма основных законов магнитного поля. Дивергенция поля  $\mathbf{B}$ . Ротор поля  $\mathbf{B}$ . Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{B}$
29. Закон Ампера. Сила взаимодействия параллельных токов.
30. Поле в магнетике. Механизм намагничивания.
31. Токи намагничивания  $\mathbf{J}$ .
32. Циркуляция вектора намагничивания  $\mathbf{J}$ .
33. Дифференциальная форма уравнения для циркуляции вектора  $\mathbf{J}$
34. Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{H}$ . Дифференциальная форма теоремы о циркуляции вектора  $\mathbf{H}$ .
35. Связь между векторами  $\mathbf{J}$  и  $\mathbf{H}$ . Связь между векторами  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{H}$ . Замечание о поле вектора  $\mathbf{H}$ .
36. Граничные условия для векторов  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{H}$  Условие для вектора  $\mathbf{B}$ . Условия для вектора  $\mathbf{H}$ .
37. Диамагнетизм.
38. Парамагнетизм.
39. Ферромагнетизм. Магнитный гистерезис. Температура Кюри.
40. Закон электромагнитной индукции. Правило ЛЕНЦА Полный магнитный поток
41. Контур покоится в переменном магнитном поле.
42. Явление самоиндукции. Индуктивность. Э. д. с. самоиндукции.
43. Взаимная индуктивность. Теорема взаимности.
44. Природа магнетизма.
45. Открытие Максвелла. Ток смещения. Дифференциальная форма уравнения циркуляции вектора  $\mathbf{H}$ .
46. Система уравнений МАКСВЕЛЛА.
47. Свойства уравнений МАКСВЕЛЛА. О симметрии уравнений Максвелла. Электромагнитные волны.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

### 7.1 Учебный рейтинг по дисциплине «Электричество и магнетизм» при проведении промежуточной аттестации в форме зачета

Таблица 1.1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности при проведении промежуточной аттестации в форме зачета.

| 1       | 2      | 3                    | 4                    | 5                      | 6                               | 7                                | 8                        | 9     |
|---------|--------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|
| Семестр | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Автоматизированное тестирование | Другие виды учебной деятельности | Промежуточная аттестация | Итого |
| 3       | 0      | 20                   | 20                   | 40                     | 0                               | 20                               | 0                        | 100   |

#### Программа оценивания учебной деятельности студента

##### 3 семестр

##### Лекции

*Не предусмотрены.*

### **Лабораторные занятия**

*Самостоятельность при выполнении, правильность и обоснованность выполнения работ, оформление протоколов измерений, систематизация и анализ результатов экспериментов, объем выполненных работ – от 0 до 20 баллов.*

### **Практические занятия**

*Самостоятельность при выполнении работ, активность работы в аудитории, правильность выполнения заданий, уровень подготовки к занятиям – от 0 до 20 баллов.*

### **Самостоятельная работа**

*Качество и количество выполненных домашних работ, грамотность в оформлении протоколов отчетов работ, самостоятельное изучение тем по заданию научного руководителя – от 0 до 40 баллов.*

### **Автоматизированное тестирование**

*Не предусмотрено рабочей программой.*

### **Другие виды учебной деятельности**

*Выполнение индивидуальных заданий по инициативе студента: от 0 до 20 баллов.*

### **Промежуточная аттестация (зачёт)**

*отдельно не оценивается, зачёт проставляется по итогам работы в семестре.*

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Электричество и магнетизм» на зачёт составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Электричество и магнетизм» в зачет:

|                   |              |
|-------------------|--------------|
| 60 баллов и более | «зачтено»    |
| меньше 60 баллов  | «не зачтено» |

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 8 и 17 недель обучения.

## **7.2 Учебный рейтинг по дисциплине «Электричество и магнетизм» при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена**

Таблица 1.1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена.

| 1       | 2      | 3                    | 4                    | 5                      | 6                               | 7                                | 8                        | 9     |
|---------|--------|----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|-------|
| Семестр | Лекции | Лабораторные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Автоматизированное тестирование | Другие виды учебной деятельности | Промежуточная аттестация | Итого |
| 3       | 10     | 20                   | 20                   | 20                     | 0                               | 10                               | 20                       | 100   |

## **Программа оценивания учебной деятельности студента**

### **3 семестр**

#### **Лекции**

*Посещаемость, результативность устных опросов – от 0 до 10 баллов.*

**Лабораторные занятия**

*Самостоятельность при выполнении, правильность и обоснованность выполнения работ, оформление протоколов измерений, систематизация и анализ результатов экспериментов, объем выполненных работ – от 0 до 20 баллов.*

**Практические занятия**

*Самостоятельность при выполнении работ, активность работы в аудитории, правильность выполнения заданий, уровень подготовки к занятиям – от 0 до 20 баллов.*

**Самостоятельная работа**

*Качество и количество выполненных домашних работ, грамотность в оформлении протоколов отчетов работ, самостоятельное изучение тем по заданию научного руководителя – от 0 до 20 баллов.*

**Автоматизированное тестирование**

*Не предусмотрено.*

**Другие виды учебной деятельности**

*Выполнение контрольной работы - от 0 до 10 баллов.*

**Промежуточная аттестация (экзамен)**

*В зависимости от ответа студента на экзамене: от 0 до 20 баллов.*

Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в ходе лекционных, лабораторных занятий и практических занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы студента. Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, литературой по дисциплине. Промежуточная аттестация проводится в виде письменного экзамена. Во время проведения экзамена студент должен дать развернутый ответ на вопросы экзаменационного билета. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всем разделам изучаемой дисциплины. Во время ответа студент должен продемонстрировать знания по всему материалу изучаемой дисциплины. Студент должен уметь разделять факты и их интерпретацию, владеть методами аргументирования своих утверждений, а также методами анализа нелинейных динамических систем. Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения.

**При проведении промежуточной аттестации:**

*Ответ на «отлично» оценивается от 18 до 20 баллов;*

*ответ на «хорошо» оценивается от 13 до 17 баллов;*

*ответ на «удовлетворительно» оценивается от 8 до 12 баллов;*

*ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 7 баллов.*

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине ««Электричество и магнетизм» при проведении экзамена составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Электричество и магнетизм» в оценку (экзамен):

|               |                       |
|---------------|-----------------------|
| 86-100 баллов | «отлично»             |
| 75-85 баллов  | «хорошо»              |
| 60-74 баллов  | «удовлетворительно»   |
| 0-59 баллов   | «неудовлетворительно» |

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 8 и 17 недель обучения.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по «Электричество и магнетизм», может быть проставлена без сдачи экзамена на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) литература:

1. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 3 т. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. [Электронный ресурс] : Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2022. — 500 с. Гриф НМС МО. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/185339>. — Загл. с экрана.
2. Грабовский, Р.И. Курс физики. [Электронный ресурс]: Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2022. — 608 с. Гриф НМС МО. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/184052>. — Загл. с экрана.
3. Зисман, Г.А. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм. [Электронный ресурс]: Учебные пособия / Г.А. Зисман, О.М. Годес. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2022. — 352 с. Гриф НМС МО. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/206294>. — Загл. с экрана.
4. Иродов, И.Е. Задачи по общей физике. [Электронный ресурс]: Учебные пособия — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2021. — 416 с. Гриф НМС МО. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152437>. — Загл. с экрана.
5. Фриш, С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.2. Электрические и электромагнитные явления. [Электронный ресурс]: Учебники / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2022. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210380>. — Загл. с экрана.

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP/7 Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. — Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

## **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Занятия по дисциплине «Электричество и магнетизм» проводятся в аудиториях, оснащенных экспериментальными установками, электро- и радиоизмерительными приборами, проекторами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр. (презентации, программное обеспечение, плакаты). При проведении лекций, практических и лабораторных занятий используются электронные презентативные и справочные материалы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» (профиль подготовки бакалавриата «Микро- и нанoeлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем»).

Автор: профессор кафедры динамического моделирования и биомедицинской инженерии, д.ф.-м.н., профессор

В.В. Астахов.

Программа одобрена на заседании кафедры динамического моделирования и биомедицинской инженерии 20 сентября 2021 года, протокол № 8.