

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт математики, физики и информационных технологий
Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Н. Л. Королева
«21» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.Б.13 Электричество и магнетизм

Направление подготовки/специальность: 03.03.02 - Физика

Профиль/направленность/специализация: Фундаментальная физика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2020

Тамбов, 2023

Автор программы:

Кандидат технических наук, доцент Золотов Александр Евгеньевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - Физика (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2014 г. № 937).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры теоретической и экспериментальной физики «16» июня 2023 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «21» июня 2023 г. № 3.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| 1. Цели и задачи дисциплины..... | 4 |
| 2. Место дисциплины в структуре ОП Бакалавриата..... | 6 |
| 3. Объем и содержание дисциплины..... | 6 |
| 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства..... | 9 |
| 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)..... | 17 |
| 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины..... | 19 |
| 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы..... | 19 |

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-3 Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

ПК-2 Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

- научно-исследовательская
 - освоение методов научных исследований
 - освоение теорий и моделей
 - участие в проведении физических исследований по заданной тематике
 - участие в обработке полученных результатов научных исследований на современном уровне
 - работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий
- педагогическая и просветительская
 - подготовка и проведение учебных занятий в общеобразовательных организациях
 - экскурсионная, просветительская и кружковая работа

1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

| Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта) | Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия | Знания и умения, необходимые для формирования трудового действия / компетенции |
|---|---|--|
| | ОПК-3 Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач | Знает и понимает: основные физические величины курса «Электричество и магнетизм», их функциональные взаимосвязи и законы; |
| | | Умеет (способен продемонстрировать): Умеет (способен продемонстрировать): самостоятельно применять основные физические законы при решении профессиональных задач; |
| | | Владет: навыками решения профессиональных задач с использованием знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики. |
| | ПК-2 Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом | Знает и понимает: основные методы и способы проведения научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований. |
| | | Умеет (способен продемонстрировать): Умеет (способен продемонстрировать): самостоятельно проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы |
| | | Владет: |

| | | |
|--|--|--|
| | технологии с учетом отечественного и зарубежного опыта | навыками проведения научных исследований с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. |
|--|--|--|

1.4 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-3 Способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

| № п/п | Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи | Форма обучения | | | | | | |
|----------|--|-----------------|---|---|---|---|---|---|
| | | Очная (семестр) | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Введение в специальность | + | + | | | | | |
| 2 | Молекулярная физика | | | + | | | | |
| 3 | Теоретическая механика и механика сплошных сред | | | + | + | | | |
| 4 | Термодинамика | | | | + | | | |
| 5 | Физика атомного ядра, элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий | | | | | | | + |
| 6 | Электродинамика | | | | | + | + | |

ПК-2 Способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

| № п/п | Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи | Форма обучения | | | | | | |
|----------|---|-----------------|---|---|---|---|---|---|
| | | Очная (семестр) | | | | | | |
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Вычислительные технологии и измерения в физическом эксперименте | | + | + | + | | | |
| 2 | Квантовая теория | | | | | + | + | |
| 3 | Механика | + | | | | | | |
| 4 | Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности | | | | | | | + |
| 5 | Сенсорные устройства | + | | | | | | |
| 6 | Физика атомов и атомных явлений | | | | | + | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|---|--|--|
| 7 | Физика полупроводников и диэлектриков | | + | + | + | | | |
| 8 | Электродинамика | | | | + | + | | |

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Электричество и магнетизм» относится к базовой части учебного плана ОП по направлению подготовки 03.03.02 - Физика.

Дисциплина «Электричество и магнетизм» изучается в 4 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 9 з.е.

Очная: 9 з.е.

| Вид учебной работы | Очная (всего часов) |
|--------------------------------------|------------------------|
| Общая трудоёмкость дисциплины | 324 |
| Контактная работа | 128 |
| Лекции (Лекции) | 32 |
| Лабораторные (Лаб. раб.) | 48 |
| Практические (Практ. раб.) | 48 |
| Самостоятельная работа (СР) | 160 |
| Экзамен | 36 |

3.2. Содержание курса:

| № темы | Название раздела/темы | Вид учебной работы, час. | | | | Формы текущего контроля |
|-----------|--|-----------------------------|------------------|--------------------|----|---|
| | | Лек ции | Лаб . раб. | Пра кт. раб. | СР | |
| | | О | О | О | О | |
| 4 семестр | | | | | | |
| 1 | Электростатика | 6 | 10 | 10 | 32 | Собеседование |
| 2 | Постоянный электрический ток | 6 | 8 | 8 | 32 | Собеседование; Контрольная работа |
| 3 | Стационарное магнитное поле | 6 | 8 | 8 | 32 | Собеседование |
| 4 | Электромагнитная индукция и квазистационарны е токи | 8 | 10 | 10 | 32 | Собеседование; Контрольная работа |
| 5 | Уравнения Максвелла и электромагнитные волны | 6 | 12 | 12 | 32 | Собеседование |

Тема 1. Электростатика (ОПК-3)

Лекция.

Электромагнитное взаимодействие в природе как одно из фундаментальных взаимодействий. Заряд и поле. Основные свойства электрических зарядов. Границы применимости классической электродинамики.

Постоянное электрическое поле. Закон Кулона. Эксперимент. Полевая трактовка. Обобщение на произвольное распределение зарядов.

Потенциал электростатического поля. Работа и энергия поля. Потенциал дискретно и непрерывно распределенных зарядов. Связь потенциала с напряженностью.

Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формулировках. Применение к решению задач. Уравнение Пуассона.

Электрическое поле в присутствии проводников. Поле вблизи поверхности проводника. Острия. Ионный проектор и туннельный микроскоп. Емкость. Конденсаторы.

Электрическое поле при наличии диэлектриков Поляризация и ее молекулярно-атомные механизмы. Электрическое смещение. Граничные условия. Линейные и нелинейные диэлектрики. Свойства сегнето- и пьезоэлектриков.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

- 1 Решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе по пройденной теме.
- 2 Проработкой конспектов лекций.

Лабораторное занятие

Лабораторные работы. Изучение электроизмерительных приборов. Закон Кулона. Подтверждение закона кулона.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Самостоятельное изучение конспектов лекций.
- 2 Самостоятельное решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе.
- 3 Подготовка к письменной проверочной работе.
- 4 Углубленное изучение материалов темы.

Тема 2. Постоянный электрический ток (ПК-2)

Лекция.

Сила тока и плотность тока. Электрическое поле при наличии постоянного тока. Закон Ома. Нелинейные проводники. Дифференциальное сопротивление. Сторонние движущие силы. Э.Д.С. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме. Работа и мощность в цепях постоянного тока. Правила Кирхгофа. Токи в сплошной среде.

Проводимость металлов. Классические эксперименты и теории электропроводности. Сверхпроводимость в металлах и керамиках.

Проводимость полупроводников. Собственная и примесная проводимость. Доноры и акцепторы. Понятия о зонной теории.

Контактные явления. Контактная разность потенциалов. Термо-ЭДС. Эффекты Пельтье и Томсона. p-n - переход в полупроводниках. Диод и транзистор. Планарная микроэлектроника.

Проводимость электролитов. Законы электролиза.

Электропроводность газов. Ионизация и рекомбинация. Лавины. Основные типы газовых разрядов. Плазма. УТС. Термоэлектронная эмиссия. Вакуумные приборы.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

- 1 Решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе по пройденной теме.
- 2 Проработкой конспектов лекций.

Лабораторное занятие

Лабораторные работы. Изучение электронного осциллографа. Последовательное и параллельное соединение резисторов.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Самостоятельное изучение конспектов лекций.
- 2 Самостоятельное решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе.
- 3 Подготовка к письменной проверочной работе.
- 4 Углубленное изучение материалов темы.

Тема 3. Стационарное магнитное поле (ОПК-3)

Лекция.

Взаимодействие элементов тока. Опыты Ампера. Закон Био-Савара-Лапласа. Полевая трактовка взаимодействия токов. Индукция магнитного поля. Релятивистская теория магнитного взаимодействия. Вихревой характер магнитного поля. Напряженность магнитного поля. Теорема о циркуляции. Граничные условия для векторов поля.

Магнитные свойства веществ. Диа- и парамагнетики. Природа диа- и парамагнетизма. Закон Кюри для парамагнетиков. Ферромагнетизм. Петля Гистерезиса. Домены. Другие типы магнитного упорядочения. Гиромангнитные эффекты.

Энергия магнитного поля контура с током. Плотность магнитной энергии. Индуктивность. Энергия магнетика во внешнем поле.

Силы в магнитном поле. Обобщенная формула Лоренца. Движение заряженных частиц в магнитном и электрическом полях. Магнитогидродинамические явления.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

- 1 Решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе по пройденной теме.
- 2 Проработкой конспектов лекций.

Лабораторное занятие

Лабораторные работы. Закон Фарадея об электромагнитной индукции. Определение ЭДС индукции переменного магнитного поля.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Самостоятельное изучение конспектов лекций.
- 2 Самостоятельное решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе.
- 3 Подготовка к письменной проверочной работе.

Углубленное изучение материалов темы.

Тема 4. Электромагнитная индукция и квазистационарные токи (ПК-2)

Лекция.

Закон электромагнитной индукции Фарадея в интегральной и дифференциальной формулировках. Правило Ленца.

Цепи квазистационарного тока с активными и реактивными элементами. Векторные диаграммы. Метод комплексных амплитуд. Работа и мощность в цепях переменного тока. Электродвигатели. Резонансы. Трехфазные цепи.

Трансформаторы и автотрансформаторы. Токи Фуко и их использование. Скин-эффект и его использование. Основные сведения о фильтрах низких и высоких частот.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

- 1 Решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе по пройденной теме.
- 2 Проработкой конспектов лекций.

Лабораторное занятие

Лабораторные работы. Определение максимумов тока и напряжений на линии Лехера. Исследование тока и напряжений линии Лехера петлей диполя.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Самостоятельное изучение конспектов лекций.
- 2 Самостоятельное решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе.
- 3 Подготовка к письменной проверочной работе.
- 4 Углубленное изучение материалов темы.

Тема 5. Уравнения Максвелла и электромагнитные волны (ОПК-3)

Лекция.

Ток смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Их физический смысл.

Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойтинга.

Опыты Герца. Излучение электромагнитных волн диполем. Плоские электромагнитные волны. Фазовая скорость. Применение электромагнитных волн.

Преобразование электромагнитного поля при переходе от одной инерциальной системы координат к другой. Инвариантность уравнений Максвелла относительно преобразований Лоренца.

Практическое занятие.

Практическое занятие.

- 1 Решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе по пройденной теме.
- 2 Проработкой конспектов лекций.

Лабораторное занятие

Лабораторные работы. Определение удельного заряда электрона.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Самостоятельное изучение конспектов лекций.
- 2 Самостоятельное решение задач из сборников, представленных в основной и дополнительной литературе.
- 3 Подготовка к письменной проверочной работе.
- 4 Углубленное изучение материалов темы.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

4 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 40 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

| № те мы | Название темы / вид учебной работы | Формы текущего контроля / срезы | Мах. кол-во баллов | Методика проведения занятия и оценки |
|---------|------------------------------------|---|--------------------|--|
| 1. | Электростатика | Собеседование | 8 | <p>8 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p> |
| 2. | Постоянный электрический ток | Собеседование | 8 | <p>8 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p> |
| | | Контрольная работа(контрольный срез) | 10 | <p>Контрольная работа представляет собой задачи по пройденным темам.</p> <p>10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.</p> <p>8 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.</p> <p>6 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.</p> <p>4 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов.</p> <p>2 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок</p> |

| | | | | |
|----|--|---|----|--|
| 3. | Стационарное магнитное поле | Собеседование | 8 | <p>8 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p> |
| 4. | Электромагнитная индукция и квазистационарные токи | Собеседование | 8 | <p>8 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p> |
| | | Контрольная работа(контрольный срез) | 10 | <p>Контрольная работа представляет собой задачи по пройденным темам.</p> <p>10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета.</p> <p>8 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов.</p> <p>6 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов.</p> <p>4 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов.</p> <p>2 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок</p> |

| | | | | |
|-----|--|---------------|-----|---|
| 5. | Уравнения Максвелла и электромагнитные волны | Собеседование | 8 | <p>8 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>3 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p> |
| 6. | Посещаемость | | 10 | <p>10 баллов – студент посетил все 100% занятий</p> <p>7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий</p> <p>4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий</p> <p>1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий</p> <p>Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются</p> |
| 7. | Премияльные баллы | | 20 | <p>Дополнительные премияльные баллы могут быть начислены:</p> <ul style="list-style-type: none"> - постоянная активность во время практических занятий – 5 баллов; - участие в проектах – 5 баллов; - участие в конференциях – 10 баллов. |
| 8. | Ответ на экзамене | | 30 | <p>10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно»</p> <p>18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо»,</p> <p>25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».</p> |
| 9. | Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы | | 20 | Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы |
| 10. | Итого за семестр | | 100 | |

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

| 100-балльная система | Традиционная система |
|----------------------|----------------------|
| 85 - 100 баллов | Отлично |
| 70 - 84 баллов | Хорошо |
| 50 - 69 баллов | Удовлетворительно |
| Менее 50 | Неудовлетворительно |

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа

Тема 2. Постоянный электрический ток

Типовые задачи для контрольных работ

1. Шар радиуса R равномерно заряжен с объемной плотностью ρ . Найти напряженность поля в произвольной точке. Постройте график зависимости напряженности от расстояния от центра шара.
2. При перемещении заряда $Q = 20$ нКл между двумя точками поля внешними силами была совершена работа $A = 4$ мкДж. Определить работу A_1 сил поля и разность $\Delta\varphi$ потенциалов этих точек поля.
3. Точечные заряды $q_1 = -17$ нКл и $q_2 = 20$ нКл находятся от точечного заряда $q_3 = 30$ нКл соответственно на расстоянии $l_1 = 2,0$ см и $l_2 = 5,0$ см. Какую минимальную работу против электрических сил надо совершить, чтобы поменять местами заряды q_1 и q_2 .
4. Заряды $q_1 = 1$ мкКл и $q_2 = -1$ мкКл находятся на расстоянии $d = 10$ см. Определить напряженность E и потенциал $\Delta\varphi$ поля в точке, удаленной на расстояние $r = 10$ см от первого заряда и лежащей на линии, проходящей через первый заряд перпендикулярно направлению от q_1 к q_2 .
5. Безграничная проводящая плоскость расположена горизонтально. По ней течет ток, поверхностная плотность которого равна i , а направление одинаково во всех точках. Определить индукцию магнитного поля, создаваемого такой плоскостью.
6. Система состоит из двух параллельных друг другу безграничных плоскостей с токами, величины которых одинаковы. Эти токи создают в пространстве между плоскостями однородное магнитное поле с индукцией B , а снаружи поле отсутствует. Найти поверхностную плотность тока, текущего по плоскостям.

Тема 4. Электромагнитная индукция и квазистационарные токи

Типовые задачи для контрольных работ

1. Шар радиуса R равномерно заряжен с объемной плотностью ρ . Найти напряженность поля в произвольной точке. Постройте график зависимости напряженности от расстояния от центра шара.
2. При перемещении заряда $Q = 20$ нКл между двумя точками поля внешними силами была совершена работа $A = 4$ мкДж. Определить работу A_1 сил поля и разность $\Delta\varphi$ потенциалов этих точек поля.
3. Точечные заряды $q_1 = -17$ нКл и $q_2 = 20$ нКл находятся от точечного заряда $q_3 = 30$ нКл соответственно на расстоянии $l_1 = 2,0$ см и $l_2 = 5,0$ см. Какую минимальную работу против электрических сил надо совершить, чтобы поменять местами заряды q_1 и q_2 .
4. Заряды $q_1 = 1$ мкКл и $q_2 = -1$ мкКл находятся на расстоянии $d = 10$ см. Определить напряженность E и потенциал $\Delta\varphi$ поля в точке, удаленной на расстояние $r = 10$ см от первого заряда и лежащей на линии, проходящей через первый заряд перпендикулярно направлению от q_1 к q_2 .
5. Безграничная проводящая плоскость расположена горизонтально. По ней течет ток, поверхностная плотность которого равна i , а направление одинаково во всех точках. Определить индукцию магнитного поля, создаваемого такой плоскостью.
6. Система состоит из двух параллельных друг другу безграничных плоскостей с токами, величины которых одинаковы. Эти токи создают в пространстве между плоскостями однородное магнитное поле с индукцией B , а снаружи поле отсутствует. Найти поверхностную плотность тока, текущего по плоскостям.

Тема 1. Электростатика

Типовые вопросы для собеседования

1. Дайте определение потоку вектора напряженности электрического поля.
2. Напишите теорему Остроградского-Гаусса и поясните ее физический смысл в электростатике.
3. Приведите графики зависимостей E и Φ для равномерно заряженной сферической поверхности радиуса R , с поверхностной плотностью заряда σ .
4. Приведите графики зависимостей E и Φ для равномерно заряженного шара радиуса R , с объемной плотностью заряда ρ .
5. Каков физический смысл дивергенции электрического поля?
6. Докажите, что электростатическое поле потенциально.
7. Чему равна циркуляция электростатического поля?
8. Каков физический смысл циркуляции физического поля?
9. Назовите критерий потенциальности поля, используя понятие циркуляции поля.
10. Дайте определение потенциалу электростатического поля.
11. Запишите формулу, которая связывает напряженность и потенциал электростатического поля.
12. Запишите уравнения Лапласа и Пуассона.

Тема 2. Постоянный электрический ток

Типовые вопросы для собеседования

- 1 Сформулируйте общую задачу электростатики.
- 2 Запишите уравнение для плотности энергии электрического поля.
- 3 Чему равно поле электрического диполя?
- 4 В чем различие поляризации диэлектриков с полярными и неполярными молекулами?
- 5 Сформулируйте теорему Гаусса при наличии диэлектриков.
- 6 Как меняется модуль и направление электрического поля на границе двух диэлектриков?
- 7 Физический смысл точки Кюри для сегнетоэлектриков.
- 8 В чем отличие сегнетоэлектриков от пьезоэлектриков?
- 9 Что будет происходить с пьезоэлектриком при помещении его в переменное электрическое поле?
- 10 Перечислите носителей электрического тока в проводниках, полупроводниках, жидкостях, газах.
- 11 Какова природа сторонних сил в электрических цепях?
- 12 В чем заключается явление сверхпроводимости?

Тема 3. Стационарное магнитное поле

Типовые вопросы для собеседования

- 1 В чем заключается физический смысл электродвижущей силы, действующей в электрической цепи?
- 2 Запишите закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме?
- 3 Каков физический смысл нулевой дивергенции магнитного поля?
- 4 Объясните физический смысл закона Био-Савара-Лапласа.
- 5 Запишите формулу для циркуляции магнитного поля в интегральной форме.
- 6 Запишите формулу для циркуляции магнитного поля в дифференциальной форме.
- 7 Что является причиной появления вихревого магнитного поля?
- 8 Какая теорема доказывает вихревой характер магнитного поля?
- 9 Сформулируйте правило Ленца.
- 10 Объясните причину появления вихревых индукционных токов в проводниках.
- 11 Объясните суть метода вихретокового контроля изделий.

- 12 Почему сердечники трансформаторов набирают из тонких пластин, разделённых изолирующими прослойками?

Тема 4. Электромагнитная индукция и квазистационарные токи

Типовые вопросы на собеседовании

- 1 Безграничная проводящая плоскость расположена горизонтально. По ней течет ток, поверхностная плотность которого равна i , а направление одинаково во всех точках. Определить индукцию магнитного поля, создаваемого такой плоскостью.
- 2 Система состоит из двух параллельных друг другу безграничных плоскостей с токами, величины которых одинаковы. Эти токи создают в пространстве между плоскостями однородное магнитное поле с индукцией B , а снаружи поле отсутствует. Найти поверхностную плотность тока, текущего по плоскостям.
- 3 Найти индукцию магнитного поля внутри бесконечного соленоида с плотностью намотки n витков на метр, по которому течет ток силой I .
- 4 По стенке бесконечной тонкостенной цилиндрической трубы радиуса R параллельно её оси течет ток I . Найти величину индукции магнитного поля внутри и вне трубы в зависимости от расстояния до её оси.
- 5 Какую работу надо затратить на перемещение проводника длиной l с током I в однородном магнитном поле с индукцией B на расстояние d ? Проводник движется перпендикулярно к силовым линиям поля.
- 6 Квадратная рамка со стороной a , по которой протекает ток силой I , находится в неоднородном магнитном поле, изменяющемся в пространстве по закону $B = B_0 + kx$, где k – постоянная. Плоскость рамки перпендикулярна линиям индукции поля. Одна из сторон рамки совпадает с осью u , вторая – с осью x , вершина рамки находится в начале координат. Какую работу нужно совершить, чтобы медленно повернуть рамку вокруг оси u таким образом, чтобы силовые линии поля лежали в плоскости рамки?
- 7 Два прямолинейных длинных параллельных проводника находятся на расстоянии d друг от друга. По проводникам в одном направлении текут токи I_1 и I_2 . Какую работу A нужно совершить (на единицу длины проводников), чтобы раздвинуть эти проводники до расстояния $2d$?
- 8 В однородном магнитном поле с индукцией B в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, вращается стержень длиной l . Ось вращения проходит через один из концов стержня. Определить разность потенциалов U на концах стержня при частоте вращения ω .

Тема 5. Уравнения Максвелла и электромагнитные волны

Типовые вопросы для собеседования

- 1 Как с помощью эффекта Холла определить концентрацию носителей заряда в полупроводниках?
- 2 Как с помощью эффекта Холла определить тип носителей заряда в полупроводниках?
- 3 Что такое ток смещения?
- 4 Запишите систему уравнений Максвелла в интегральной форме?
- 5 Запишите систему уравнений Максвелла в дифференциальной форме?
- 6 Сформулируйте физический смысл уравнений Максвелла.
- 7 Каков критерий применимости уравнений Максвелла?
- 8 Запишите волновое уравнение для E и B переменного электромагнитного поля.
- 9 Перечислите основные свойства электромагнитных волн.
- 10 Как определить объемную плотность энергии в электромагнитной волне?
- 11 В чем заключается физический смысл вектора Умова-Пойтинга?
- 12 Как связан вектор Умова-Пойтинга с характеристиками электромагнитной волны?
- 13 Напишите формулу для определения давления электромагнитных волн.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

Типовые вопросы экзамена (ОПК-3, ПК-2)

Типовые вопросы экзамена

1. Электрический заряд. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность электрического поля.
2. Поток вектора напряженности электрического поля. Теорема Остроградского-Гаусса. Дивергенция поля.
3. Работа сил электрического поля. Потенциальность электростатического поля. Циркуляция электрического поля. Потенциал.
4. Проводники в электрическом поле. Электрическая емкость. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора. Энергия и плотность энергии электрического поля.
5. Электрический диполь. Поле электрического диполя. Диполь в электрическом поле. Диэлектрики. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики.
6. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Работа и мощность постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах.
7. Магнитное взаимодействие токов. Индукция и напряженность магнитного поля. Линии магнитной индукции. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов.
8. Закон Био-Савара-Лапласа. Принцип суперпозиции. Вычисление магнитных полей простейших конфигураций. Теорема Гаусса для магнитных полей. Магнитное поле соленоида.
9. Циркуляции магнитного поля в интегральной и дифференциальной форме. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.

Типовые задания для экзамена (ОПК-3, ПК-2)

Типовые задания для экзамена

- 1 По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи $I_1 = 50$ А и $I_2 = 100$ А в противоположных направлениях. Расстояние между проводами равно 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на $r_1 = 25$ см от первого и на $r_2 = 40$ см от второго провода.
- 2 Безграничная проводящая плоскость расположена горизонтально. По ней течет ток, поверхностная плотность которого равна i , а направление одинаково во всех точках. Определить индукцию магнитного поля, создаваемого такой плоскостью.
- 3 Система состоит из двух параллельных друг другу безграничных плоскостей с токами, величины которых одинаковы. Эти токи создают в пространстве между плоскостями однородное магнитное поле с индукцией B , а снаружи поле отсутствует. Найти поверхностную плотность тока, текущего по плоскостям.
- 4 Найти индукцию магнитного поля внутри бесконечного соленоида с плотностью намотки n витков на метр, по которому течет ток силой I .
- 5 По стенке бесконечной тонкостенной цилиндрической трубы радиуса R параллельно её оси течет ток I . Найти величину индукции магнитного поля внутри и вне трубы в зависимости от расстояния до её оси.
- 6 Какую работу надо затратить на перемещение проводника длиной l с током I в однородном магнитном поле с индукцией B на расстояние d ? Проводник движется перпендикулярно к силовым линиям поля.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

| Оценка | Компетенции | Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата) |
|--------|-------------|---|
| | ОПК-3 | Демонстрирует высокий уровень знаний электромагнитной теории. Свободно владеет необходимой терминологией. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, аргументировано. |

| | | |
|--|-------|--|
| «отлично» (85 - 100 баллов) | ПК-2 | В полном объеме демонстрирует владение основными методами и способами проведения научных исследований в области электромагнитной теории с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта На вопросы отвечает кратко и аргументировано. |
| | ОПК-3 | Демонстрирует не достаточно высокий уровень знаний электромагнитной теории. Владеет необходимой терминологией. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, аргументировано. |
| «хорошо» (70 - 84 баллов) | ПК-2 | Демонстрируется достаточное знание и владение основными методами и способами проведения научных исследований в области электричества и магнетизма с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений. |
| | ОПК-3 | Демонстрирует средний уровень знаний электромагнитной теории. Не достаточно свободно владеет необходимой терминологией. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, аргументировано. |
| «удовлетворительно» (50 - 69 баллов) | ПК-2 | Демонстрируется низкое владение основными методами и способами проведения научных исследований в области электричества и магнетизма с помощью современной приборной базы и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта. Вопросы, задаваемые преподавателем, вызывают затруднения. |
| | ОПК-3 | Демонстрирует низкий уровень знаний электромагнитной теории. Не владеет необходимой терминологией. Неверно отвечает на поставленные вопросы, совершенно не ориентируется в данном курсе. |
| «неудовлетворительно» (менее 50 баллов) | ПК-2 | Не ориентируется в теориях и методах исследования в электричестве магнетизме. Неверно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом. |
| | ОПК-3 | Демонстрирует низкий уровень знаний электромагнитной теории. Не владеет необходимой терминологией. Неверно отвечает на поставленные вопросы, совершенно не ориентируется в данном курсе. |

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики : [в 3 т.] : учеб. пособие. - Изд. 2-е, перераб.. - М.: Наука, 1982
2. Т.3: Электричество, 2015. - 654 с.
3. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике : учеб. пособие. - 5-е изд., перераб. и доп.. - М.: Высш. шк., 1988. - 527 с.

6.2 Дополнительная литература:

1. Парселл Э. Берклеевский курс физики, Т.II: Электричество и магнетизм. - М.: Наука, 1971. - 446 с.
2. Тамм И.Е. Основы теории электричества : учеб. пособие для вузов. - 10-е изд., испр.. - Москва: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит., 1989. - 504 с.

6.3 Методические разработки:

1. Ефремова Н.Ю., Дмитриевский А.А., Тамб. гос. ун-т им.Г.Р.Державина Электричество и магнетизм : метод. указания. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2010. - 95 с.

6.4 Иные источники:

1. Единое окно доступа к образовательным интернет-ресурсам Федерального портала «Российское образование» - http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.1.21%2F
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» - <http://school-collection.edu.ru/>
3. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>
4. Российская национальная библиотека - <http://www.nlr.ru/>
5. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - www.monographies.ru

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI - Russian

7-Zip 9.20

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
2. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
3. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
4. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
5. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
6. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
7. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.