

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.  
Н.И. Лобачевского»**

**Физический факультет**

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от 30.11.2022 г.

## **Рабочая программа дисциплины**

### **Общий физический практикум (электричество и магнетизм)**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника

Направленность образовательной программы

Твердотельная электроника и нанoeлектроника

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Общий физический практикум (электричество и магнетизм)» относится к базовой части, является обязательным для освоения, преподается на 2 году обучения, в 1 семестре.

### Цели освоения дисциплины.

главной целью дисциплины «Общий физический практикум (Электричество и магнетизм)» является приобретение практических навыков исследований с применением законов, понятий, используемых в электродинамике. Для усвоения данного курса необходимо знание основных физических законов и явлений в объеме школьного курса физики и дисциплины «Механика».

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК 1.1 Знает фундаментальные законы физики и математики, методы математического анализа и моделирования ОПК 1.2 Умеет решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний ОПК 1.3 Иметь навыки применения физических законов и математических методов для решения задач профессиональной деятельности теоретического и прикладного характера	Знать: фундаментальные законы электромагнетизма Уметь: решать задачи деятельности на основе применения фундаментальных законов электромагнетизма Владеть: навыками применения законов электромагнетизма для решения задач профессиональной деятельности теоретического и прикладного характера	Допуск к лабораторным работам	Зачет отчеты
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК 2.1 Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации ОПК 2.2 Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования	Знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований с использованием законов электромагнетизма Уметь выбирать способы и средства измерений Владеть способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов	Допуск к лабораторным работам	Зачет отчеты

	ОПК 2.3 Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	измерений		
--	--	-----------	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>3</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>64</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>43</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>зачет</b>

#### Содержание дисциплины «Общий физический практикум (электричество и магнетизм)»

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		из них					
	Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Консультации	Всего		
	3 семестр						
«Электричество и магнетизм»	107	–	–	64	–	64	43
В т.ч. текущий контроль	1						
Промежуточная аттестация – зачет							

#### Содержание разделов дисциплины «Общий физический практикум (электричество и магнетизм)»

##### *Раздел «Электричество и магнетизм» (Список лабораторных работ)*

1. Определение отношения заряда электрона к массе методом мегатрона.
2. Электроизмерительные приборы.
3. Подтверждение закона Ампера.
4. Изучение Магнитного потока прямолинейного проводника и проводящего витка.
5. Вольтамперные характеристики проводников.
6. Переходные процессы в электрических цепях.

7. Правила Кирхгофа.
8. Изменение тока в катушке индуктивности при включении и выключении постоянного тока.
9. Исследование распределения магнитного поля вдоль оси соленоида.
10. Определение параметра гальванометра.
11. Индукция в переменном магнитном поле.

#### **4. Образовательные технологии**

Занятия по дисциплине проходят в лабораториях физического практикума в форме практических занятий, на которых проводятся обсуждения рассматриваемых лабораторных работ, самостоятельного выполнения студентами лабораторных работ и защиты отчета по лабораторной работе. Самостоятельная работа включает в себя теоретическую подготовку к занятиям по материалам лекций и рекомендованной литературе, приведенной в конце данной программы.

#### **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студентов предусматривает изучение рекомендованной литературы и подготовку к выполнению лабораторных работ. Оценочные средства для контроля текущей успеваемости включают в себя устный опрос. Для контроля промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины используются отчеты по лабораторным работам.

#### **Вопросы для контроля.**

##### *Раздел «Электричество и магнетизм»*

Вопросы к лабораторной работе «Определение отношения заряда электрона к его массе методом мегатрона»

1. Какая сила действует со стороны магнитного поля на движущуюся частицу? Как она направлена?
2. В чем состоит метод мегатрона для определения отношения  $e/m$ ?
3. Найдите траекторию движения электрона в полях  $\vec{E}$  и  $\vec{B}$ , если индукция  $\vec{B}$  и напряженность  $\vec{E}$  однородных магнитного и электрического полей направлены вдоль оси Z. Электрон влетает под углом  $\alpha$  к оси Z.

Вопросы к лабораторной работе «Электроизмерительные приборы»

1. Уметь читать маркировку всех приборов, имеющих в лаборатории.
2. Знать устройство и принцип действия:  
А) электроизмерительных приборов магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической, и электростатической систем;  
Б) магазина сопротивлений;  
В) реостата
3. Знать и уметь рисовать схемы включения таких измерительных приборов: амперметров, вольтметров, ваттметров, реостата как постоянного сопротивления, реостата как потенциометра.
4. Уметь рассчитывать шунты и добавочные сопротивления.
5. Уметь правильно считывать результаты измерений и оценивать абсолютные и относительные погрешности.

Вопросы к лабораторной работе «Подтверждение закона Ампера»

1. Как определена в системе СИ единица силы тока?
2. Что такое магнитная индукция? Как определить ее направление? Что такое линии магнитной индукции?
3. Почему на элемент проводника с током со стороны магнитного потока действует сила?

4. Выведите закон Ампера.
5. Используя теорему о циркуляции вектора  $B$ , получите формулу (2).
6. Выведите формулы для теоретических зависимостей, необходимых при выполнении задания №5 с учетом приведенного замечания.

Вопросы к лабораторной работе «Изучение магнитного поля»

1. Что такое магнитное поле? Как изобразить магнитное поле графически?
2. Физический смысл напряженности и индукции магнитного поля, единицы их измерения.
3. Изобразите силовые линии индукции магнитного поля кольцевого витка и соленоида конечной длины, по которым течет электрический ток.
4. Используя закон Био-Савара-Лапласа, рассчитать напряженность и индукцию прямолинейного провода, проводящего витка.

Вопросы к лабораторной работе «Вольтамперные характеристики проводников»

1. Применимы ли формулы  $Q=I^2Rt$  и  $Q=U^2Rt$ , если под  $R$  понимать среднее сопротивление: дифференциальное сопротивление?
2. Как сопротивление металлов зависит от температуры?
3. Что такое люминесценция? Назовите и определите основные виды люминесценции.
4. Опишите газоразрядные процессы, происходящие в неоновой лампе до и после ее зажигания. Дайте определение тлеющего разряда. Почему в неоновой лампе газ должен находиться в разряженном состоянии?
5. Чем определяется тип полупроводников? Качественно постройте вольтамперную характеристику р-п-перехода для прямого и обратного постоянного тока. Постройте кривую зависимости силы тока от времени в случае, если на него подать переменное напряжение.
6. Зачем в схему для снятия вольтамперной характеристики иногда включают два потенциометра (например, рис.4)?

Вопросы к лабораторной работе «Переходные процессы в электрических цепях»

1. Дайте определение емкости проводника и конденсатора. Определите емкость системы 2-3 конденсаторов при их параллельном и последовательном соединении.
2. Дайте определение переходного процесса в электрической цепи. Приведите примеры.
3. Дайте теоретическое описание процесса разрядки конденсатора.
4. Составьте самостоятельно уравнение, описывающее процесс разрядки конденсатора. Найдите зависимость заряда на конденсаторе  $q$  и тока в цепи  $I$  от времени  $t$ .
5. Изобразите зависимости  $q(t)$  и  $I(t)$  при зарядке и разрядке конденсатора.
6. Выясните, какую роль играет величина сопротивления цепи при зарядке и разрядке конденсатора.
7. Каков физический смысл времени релаксации  $\tau$ ?

Вопросы к лабораторной работе «Правила Кирхгофа»

1. Как определить направления токов в отдельных ветвях, пользуясь графиком потенциала?
2. Как определить величину тока, пользуясь этим же графиком?
3. Какие силы поддерживают движение зарядов на различных участках цепи?
4. Начертите график изменения потенциала для контура ACDBMA при разомкнутых ключах.

Вопросы к лабораторной работе «Изменение тока в катушке индуктивности при включении и выключении постоянного тока»

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции и самоиндукции?
2. Сформулируйте правило Ленца.
3. Какие токи называют квазистационарными?
4. Какой физический смысл имеет величина  $\tau$ ?

5. Изобразите зависимости  $I(t)$  для процессов замыкания и размыкания тока при разных значениях  $R$  и  $L$ .

Вопросы к лабораторной работе «Исследование распределения магнитного поля вдоль оси соленоида»

1. Запишите закон движения частицы в электрическом и магнитном поле при произвольном движении частицы, получите уравнения траекторий движения и изобразите их.
2. Запишите закон движения частицы в скрещенных электрическом и магнитном полях и получите уравнение траектории при условиях, когда
  - а) радиус кривизны много больше длины свободного пробега;
  - б) много меньше длины свободного пробега.
3. Каким образом кроме эффекта Холла можно определить магнитную индукцию?

Вопросы к лабораторной работе «Определение параметра гальванометра»

1. При каком соотношении длин отрезков струны  $l_1$  и  $l_2$  достигается наибольшая точность при определении внутреннего сопротивления гальванометра?
2. Нарушится ли равновесие моста, изображенного на рис.3, при изменении величины подведенного к нему напряжения?
3. Что нужно сделать, чтобы использовать исследуемый гальванометр как вольтметр со шкалой на 100 вольт?
4. Как из исследуемого гальванометра сделать амперметр со шкалой 5 ампер?

Вопросы к лабораторной работе «Индукция в переменном магнитном поле»

1. В чем заключается явление электромагнитной индукции Фарадея?
2. В чем заключается принцип Ле-Шателье и правило Ленца?
3. Как изменяется ток в первичной катушке со временем?
4. Как изменяется ЭДС индукции во вторичной катушке со временем?
5. Какова зависимость ЭДС индукции во вторичной катушке от тока в первичной катушке?
6. Как зависит ЭДС индукции во вторичной катушке от частоты напряжения, подаваемого на первичную катушку? Постройте эту зависимость качественно.
7. Как зависит ЭДС индукции во вторичной катушке от площади сечения катушки и числа витков? Постройте качественно эти зависимости.
8. Рассчитайте магнитное поле первичной катушки, используя теорему о циркуляции магнитного поля и принцип суперпозиции, сравните результаты. В последнем случае постройте зависимость  $B(x)$ , где  $x$  – положение центра вторичной катушки относительно осей первичной.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (в приложении)** включающий: Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно оценить	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу

	полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа		ошибки.	негрубых ошибок	несущественных ошибок		подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными и недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов.
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы творческий подход к решению нестандартных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	Превосходно
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи.

	отказа обучающегося от ответа	грубые ошибки.	ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	полном объеме, но некоторые с недочетами.	и недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов.
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

## 1.2 Описание шкал оценивания

*зачтено* – успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем, владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания.

*не зачтено* – невыполнение практических заданий, выданных преподавателем, полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации.

## 1.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии: практические контрольные задания. Типы практических контрольных заданий:

- установление последовательности (описать алгоритм выполнения действия),
- указать возможное влияние факторов на последствия реализации умения и т.д.
- отчет

## 1.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

(В приложении)

## 1.5 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

(В приложении)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплине «Общий физический практикум (Электричество и магнетизм)»

а) основная литература:

***Раздел «Электричество и магнетизм»***

1. Калашников С.Г. Электричество. М.: Наука, 1985.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=78069&DB=1>
2. Матвеев А.Н. Электричество и магнетизм. М.: Высшая школа, 1983.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=301122>
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т.3. Электричество. М.: Наука, 1983.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=66964&DB=1>
4. Сборник задач по общему курсу физики. В 5 т. Книга III. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс] / Стрелков С.П., Сивухин Д.В., Хайкин С.Э., Эльцин И.А., Яковлев И.А.; Под ред. И.А. Яковлева. - 5-е изд., с тер. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. -  
<http://www.studentlibrary.ru/book/5-9221-0604-X.html>

б) дополнительная литература:

***Раздел «Электричество и магнетизм»***

1. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М. Наука, 1989.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=85757>
2. Парселл Э. Электричество и магнетизм. М.: Наука, 1975.  
[http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Berkeley\\_t2\\_ru.djvu](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Berkeley_t2_ru.djvu)
3. Фейнман Р. и др. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 5. М.: Мир, 1977.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=259679>
4. Фейнман Р. и др. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 6. М.: Мир, 1977.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=38018>
5. Фейнман Р. и др. Фейнмановские лекции по физике. Вып. 7. М.: Мир, 1977.  
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=38019>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

<http://phys.unn.ru/library.asp?contenttype=Library>

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплине «Общий физический практикум (электричество и магнетизм)»**

- помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования и помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ;
- лабораторное оборудование

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 - Электроника и нанoeлектроника

Авторы: доценты кафедры КРЭФ Зайцева Е.В., Каткова М.Р., Марычев М.О.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Е.В. Чупрунов

Рецензент

Зам. декана по учебной работе

О.В. Белова

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 года, протокол № б/н

Председатель

Учебно-методической комиссии

физического факультета ННГУ \_\_\_\_\_ / Перов А.А. /