

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено
на заседании кафедры общей физики
протокол 5 от «12» января 2022 г. г.

Согласовано:
Председатель УМК факультета
/института

Зав. кафедрой  /Балапанов М.Х

 / Балапанов М.Х

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Электрические и магнитные измерения. Измерительные преобразователи»

(наименование дисциплины)

ФТД.01., факультатив

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)

03.03.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

Цифровые технологии в физике функциональных материалов

(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация

Бакалавр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф.

(должность, ученая степень, ученое звание)



/ Альмухаметов Р.Ф

(подпись, Фамилия И.О.)

Для приема: 2022 г.

Уфа 2022 г

Составитель / составители: д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф.

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры общей физики от «19» января 2021 г. протокол №3

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры общей физики, протокол № 1 от «30» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой



/ Балапанов М.Х./

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры на заседании кафедры общей физики протокол № 5 от 12 января 2022 г.

Заведующий кафедрой



/ Балапанов М.

Список документов и материалов

I.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы <i>(с ориентацией на карты компетенций)</i>	2
2.	Места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы;	4
3.	Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся;	4
4.	Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий;	5
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);	12
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю);	14
6.1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	14
6.2	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы	19
6.3	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	24
7.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	27
7.1	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);	27
7.2	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля);	28
8.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля);	28
9.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).	32

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Общепрофессиональная компетенция ОПК-2	ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	<p>ОПК-2.1 Знать: 1. основные законы электротехники для электрических и магнитных цепей; 2. устройство и принцип работы основных электротехнических устройств и приборов; 3. методы измерения электрических и магнитных величин; 4. элементная база электронных устройств, основные типы и области применения электронных приборов..</p> <p>ОПК-2.2 Уметь: 1. применять основные законы электротехники в своей профессиональной деятельности; 2. измерять электрические и магнитные величины; 3. <input type="checkbox"/> применять в своей работе электротехнические устройства и</p>	<p>Знать: 1. основные законы электротехники для электрических и магнитных цепей; 2. устройство и принцип работы основных электротехнических устройств и приборов; 3. методы измерения электрических и магнитных величин; 4. элементная база электронных устройств, основные типы и области применения электронных приборов..</p> <p>Уметь: 1. применять основные законы электротехники в своей профессиональной деятельности; 2. измерять электрические и магнитные величины; 3. <input type="checkbox"/> применять в своей работе электротехнические устройства и приборы. 4. оценивать</p>

		приборы. 4. оценивать опасность поражения человека электрическим током и выбирать средства защиты. ПК-2.3 Владеть: 1. базовыми навыками измерений основных электрических величин: тока, напряжения, сопротивления, емкости, индуктивности; 2. базовыми навыками сборки простых электрических цепей и методами их расчета; 3. базовыми навыками работы с основными электротехническими устройствами и приборами 4 навыками применения вычислительной техники	опасность поражения человека электрическим током и выбирать средства защиты. Владеть: 1. базовыми навыками измерений основных электрических величин: тока, напряжения, сопротивления, емкости, индуктивности; 2. базовыми навыками сборки простых электрических цепей и методами их расчета; 3. базовыми навыками работы с основными электротехническими устройствами и приборами 4 навыками применения вычислительной техники
--	--	--	---

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Учебная дисциплина «**Электрические и магнитные измерения. Измерительные преобразователи**» входит в раздел «Факультативы. ФТД.01.»

Дисциплина изучается на 3 курсе) в 5_ семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Электричество и магнетизм. ФП Электричество и магнетизм. Введение в технику физического эксперимента.

Освоение данного раздела необходимо для дальнейшего изучения дисциплин по физическому практикуму, Введение в магнетизм и магнитные материалы, Методы и оборудование неразрушающего контроля, Радиофизика и электроника и для изучения магистерских курсов и при подготовке бакалаврской и магистерской диссертаций

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

5.

4.1. Перечень индикаторов достижения компетенций с указанием планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.. Описание показателей и критериев оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	«не зачтено»	«зачтено»
ОПК-2.1 Знать: 1) устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2) правила выбора методов и средств измерений 3) правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;	Знать: 1) устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2) правила выбора методов и средств измерений 3) правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;	Частично знает 1) устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2) правила выбора методов и средств измерений 3) правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;	Знает 1) устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2) правила выбора методов и средств измерений 3) правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;
ОПК-2.2 Уметь: 1) обрабатывать и представлять результаты измерений 2) 1) Правильно выбирать и применять средства измерений; 2) оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений	Уметь: 1) обрабатывать и представлять результаты измерений 2) 1) Правильно выбирать и применять средства измерений; 2) оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений	Не умеет 1) обрабатывать и представлять результаты измерений 2) 1) Правильно выбирать и применять средства измерений; 2) оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений	Умеет 1) обрабатывать и представлять результаты измерений 2) 1) Правильно выбирать и применять средства измерений; 2) оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений
ОПК-2.3 Владеть: 1) навыками самостоятельного выбора и применения средств измерений 2) навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения;	Владеть: 1) навыками самостоятельного выбора и применения средств измерений 2) навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения;	Не владеет: 1) навыками самостоятельного выбора и применения средств измерений 2) навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения;	Владеет: 1) навыками самостоятельного выбора и применения средств измерений 2) навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения;

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства

компетенции		
ОПК-2 Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.	<p>ОПК-2.1</p> <p>Знать</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2. правила выбора методов и средств измерений; 3 основы теории погрешностей измерений 4. правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей; 	<p>собеседование</p> <p>допуск к лабораторной работе, защита отчетов</p> <p>тестирование</p>
	<p>ОПК-2.2</p> <p>Уметь</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Правильно выбирать и применять средства измерений; 2. оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений; 3. обрабатывать и представлять результаты измерений; 	<p>собеседование</p> <p>допуск к лабораторной работе, защита отчетов</p> <p>тестирование</p>
	<p>ОПК-2.3</p> <p>Владеть</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. навыками самостоятельного выбора и применения средств измерений; 2. навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения; 	<p>собеседование</p> <p>допуск к лабораторной работе, защита отчетов</p> <p>тестирование</p> <p>зачет</p>

Вопросы к зачету и к собеседованию

Общие вопросы измерений. Классификация измерений. Понятие физической величины. Единицы измерения физических величин и системы единиц. Эталоны.

Ошибки измерений.

Классификация ошибок измерений. Вероятностные характеристики случайных ошибок. Корреляционный анализ экспериментальных данных.

Представление экспериментальных данных.

Правила записи результатов эксперимента. Графики и системы координат. Сглаживание экспериментальных кривых. Гистограммы.

Приборы и методы измерения напряжения

Включение вольтметров в цепь. Условные обозначения на приборе.

Основные параметры вольтметров. Основные типы вольтметров и их краткая техническая характеристика.

Устройство вольтметров. Расчет добавочных сопротивлений. Расчет внутреннего сопротивления вольтметров. Влияние внутреннего сопротивления на точность измерения.

Оценка погрешности, вносимой вольтметром при измерении напряжения. Расширение пределов измерений с помощью добавочных сопротивлений.

Электронные вольтметры, их структуры и измерительные цепи.

Цифровые вольтметры.

Компенсационные методы измерения напряжений. Устройство и принцип действия потенциометров постоянного и переменного тока. Область применения потенциометров.

Приборы и методы измерения тока

Включение амперметров в цепь. Условные обозначения на приборе.

Основные параметры амперметров. Основные типы амперметров и их краткая техническая характеристика.

Устройство амперметров на базе различных измерительных механизмов, их особенности.

Влияние внутреннего сопротивления амперметра на точность измерений. Расширение пределов измерений амперметров с помощью измерительных трансформаторов и шунтов.

Расчет шунтов.

Применение шунтов для измерения больших токов.

Измерительные клещи, их устройство и назначение.

Измерительные цепи и приборы для измерения слабых токов.

Приборы и методы измерения мощности и энергии

Измерение мощности с помощью вольтметра и амперметра в цепях постоянного тока и переменного тока.

Принцип действия и устройство ваттметров.

Приборы и методы измерения параметров электрических цепей

Измерение параметров электрических цепей (индуктивности, емкости и сопротивления) методом вольтметра-амперметра.

Устройство и принцип работы одинарного моста .

Мостовые схемы для измерения параметров индуктивности и емкости. Измерение взаимной индуктивности методом согласного и встречного включения катушек.

Универсальные и специальные электроизмерительные приборы

Основные параметры и типы универсальных электроизмерительных приборов, краткая техническая характеристика.

Мультиметры, вольтамперметры, комбинированные приборы.

Схема измерительных цепей комбинированного прибора.

Электронный осциллограф

Устройство и принцип работы электронно-лучевых осциллографов. Устройство электронно-лучевой трубки. Осциллограф с памятью. Режимы работы осциллографа. Режим непрерывной развертки, режим внешней развертки. Режим внутренней и внешней синхронизации.

Использование электронно-лучевого осциллографа для наблюдения электрического сигнала, для измерения амплитуды, частоты и периода периодического сигнала. Наблюдения периодического сигнала в режиме внешней синхронизации и в ждущем режиме.

Использование осциллографов для наблюдения одиночных импульсов.

Измерение частоты и периода методом фигур Лиссажу.

Перечень вопросов к собеседованию по лабораторным работам

Электромеханические измерительные преобразователи

Принцип действия и устройство приборов магнитоэлектрической системы

Принцип действия и устройство приборов электромагнитной системы

Принцип действия и устройство приборов электродинамической системы
Устройство и принцип работы одинарного и двойного мостов. Измерение сопротивлений с помощью моста постоянного тока.
Устройство и принцип работы электронного осциллографа.

Принцип действия, устройство и основы теории электростатических и индукционных измерительных механизмов.

Магнитоэлектрические амперметры и вольтметры.

Магнитоэлектрические гальванометры.

Электродинамические амперметры и вольтметры. Электродинамические и ферродинамические амперметры и вольтметры. Электростатические вольтметры. Электродинамические ваттметры.

Электродинамические фазометры и частотомеры.

Выпрямительные амперметры и вольтметры.

Термоэлектрические амперметры и вольтметры.

Электрические измерительные цепи.

Потенциометры постоянного тока. Чувствительность, погрешности.

Компенсаторы переменного тока. Чувствительность, погрешности.

Мосты переменного тока. Чувствительность, погрешности.

Мосты постоянного тока. Одинарные и двойные мосты. Чувствительность, погрешности.

Электронные измерительные приборы.

Электронные вольтметры переменного тока (амплитудные, среднего значения, действующего значения).

Импульсные вольтметры. Вольтметры постоянного тока.

Электронно-лучевой осциллограф. Устройство и принцип работы.

Электронные омметры. Измерительные генераторы.

Цифровые измерительные приборы и аналого-цифровые преобразователи.

Цифровые средства измерений. Основные понятия и определения. Основные методы преобразования аналоговых величин в цифровые. Классификация цифровых измерительных преобразователей (ЦИП).

Измерение токов и напряжений.

Методы измерения постоянных и переменных токов и напряжений.

Измерение сопротивления, емкости и индуктивности.

Измерение мощности.

Измерение магнитных величин.

Измерение напряженности магнитного поля, магнитной индукции и магнитного потока.

Определение основных статических и динамических характеристик магнитных материалов.

Электрические измерения неэлектрических величин.

Классификация измерительных преобразователей. Резистивные, электромагнитные, электростатические, тепловые, электрохимические измерительные преобразователи.

Примерные вопросы для собеседования

Тема: Изучение электронного осциллографа

1. Из каких элементов состоит электронно-лучевая трубка?
2. Для чего служит катод?
3. Для чего служит анод?
4. Для чего служат вертикально отклоняющие пластинки?
5. Для чего служат горизонтально отклоняющие пластинки?
6. Для чего служит генератор пилообразного напряжения?
7. Что такое время развертки?
8. Что такое цена деления по оси Y?

9. Как с помощью осциллографа измерит напряжение?
10. Как с помощью осциллографа измерить интервал времени?
11. Как с помощью осциллографа измерить период сигнала?

Тема: Трансформатор

1. Для чего служит трансформатор?
2. Как устроен трансформатор?
3. Из какого материала изготовлен магнитопровод?
4. Что такое коэффициент трансформации?
5. Чему равен коэффициент трансформации?

Тема: Электроизмерительные приборы.

Вариант 1

1. Как устроен прибор магнитоэлектрической системы?
2. Принцип работы приборов магнитоэлектрической системы.
3. Зависимость угла отклонения стрелки приборов магнитоэлектрической системы от величины тока.
4. Шкала приборов магнитоэлектрической системы равномерная или неравномерная?
5. Какие токи можно измерять с помощью приборов магнитоэлектрической системы (переменный или постоянный)?
6. Схематическое обозначение приборов магнитоэлектрической системы.
7. Какие приборы изготавливают на основе магнитоэлектрической системы?

Вариант 2

1. Как устроен прибор электромагнитной системы?
2. Принцип работы приборов электромагнитной системы.
3. Зависимость угла отклонения стрелки приборов электромагнитной системы от величины тока.
4. Шкала приборов электромагнитной системы равномерная или неравномерная?
5. Какие токи можно измерять с помощью приборов электромагнитной системы (переменный или постоянный)?
6. Какие приборы изготавливают на основе электромагнитной системы?

Вариант 3

1. Как устроен прибор электродинамической системы?
2. Принцип работы приборов электродинамической системы.
3. Зависимость угла отклонения стрелки приборов электродинамической системы от величины тока.
4. Шкала приборов электродинамической системы равномерная или неравномерная?
5. Какие токи можно измерять с помощью приборов электродинамической системы (переменный или постоянный)?
7. Какие приборы изготавливают на основе электродинамической системы?

Тема: Измерение магнитных величин

1. Индукционный метод измерения магнитного поля. Преимущества и недостатки.
2. Измерение магнитного поля баллистическим методом. Режимы работы баллистического гальванометра.
3. Измерение напряженности магнитного поля датчиком Холла.
4. Измерение напряженности магнитного поля магниторезистором, магнитодиодом, магнитотранзистором.

Тема: Измерительные преобразователи

1. Емкостной метод преобразования перемещения и силы.
2. Индукционный метод преобразования перемещения и силы.
3. Трансформаторный метод преобразования перемещения и силы.
4. Тензометрический метод преобразования перемещения и силы.

Примеры тестовых заданий

Какое сопротивление должны иметь: а) вольтметр; б) амперметр?

- а), б) большое
- а), б) малое
- а) большое, б) малое

Трансформаторы, которые применяют для подключения измерительных приборов, называют:

- а) силовыми;
- б) измерительные;
- в) специального назначения;
- г) автотрансформаторы;

Если сопротивление равно 5 Ом, то проводимость равна (См):

- а) 0,5;
- б) 0,2;
- в) 1,2;
- г) 1,5.

Величина обратная сопротивлению называется:

- а) силой тока;
- б) удельным сопротивлением;
- в) электрической проводимостью;
- г) электродвижущей силой.

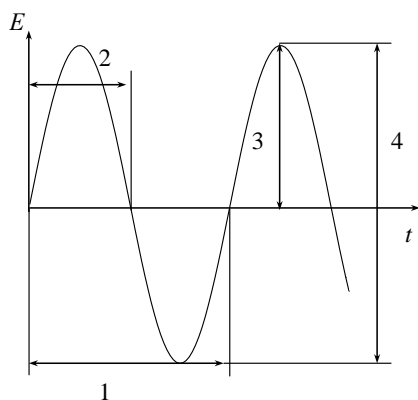
Как классифицируются приборы по принципу действия?

1. Вольтметры, амперметры, ваттметры, счетчики, омметры, частотомеры
2. Приборы магнитоэлектрической, электродинамической, электромагнитной и других систем
3. Приборы для измерения постоянного тока, переменного тока, импульсного тока
4. нет правильного ответа

Основные единицы измерения в СИ

1. Метр, килограмм, секунда, ампер
2. Сантиметр, грамм, секунда, ампер
3. Метр, килограмм, секунда, вольт
4. Все перечисленные

На рисунке схематически амплитуде соответствует отрезок:



а) 1 б) 2 в) 3 г) 4 д) нет правильного ответа.

Принцип действия приборов электромагнитной системы основан

1. на взаимодействии магнитного поля постоянного магнита с магнитным полем катушки в виде рамки, по которой протекает измеряемый ток
2. на взаимодействии магнитного поля неподвижной катушки, по которой протекает измеряемый ток с ферромагнитным сердечником
3. на взаимодействии магнитного поля неподвижной катушки с магнитным полем подвижной катушки, по которым протекает измеряемый ток.
4. на взаимодействии магнитного поля постоянного магнита с электрическим полем катушки в виде рамки, по которой протекает измеряемый ток
5. на взаимодействии электрического поля неподвижной катушки, по которой протекает измеряемый ток с ферромагнитным сердечником
6. на взаимодействии электрического поля неподвижной катушки с электрическим полем подвижной катушки, по которым протекает измеряемый ток.
7. нет правильного ответа

Критерии оценки при тестировании:

0 баллов выставляется студенту, если студент ответил неправильно на вопрос

1 балл выставляется студенту, если студент ответил правильно на вопрос

Тест состоит из 25 вопросов. Итоговый балл приводится в 10-ти балльную систему

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Физический практикум. Электричество и оптика. Под ред. В.И. Ивероновой. М.: Наука. Любое издание (2+18)
2. *В.И. Чечерников. Магнитные измерения. М.; МГУ. 1963. 285 (19 шт)*
3. Методы физических измерений : лабораторный практикум по физике / отв. ред. Р. И. Солоухин .— Новосибирск : Наука, 1975 .— 290 с (17 шт)
4. В.А. Буравихин, В.Н. Шелковников, В.П. Карабанова. Практикум по магнетизму. М.: Высшая школа. 1979. 200 с.(1+3+7)
6. Р.Ф. Альмухаметов; Л.А. Габдрахманова Изучение измерительных мостов и их применение для определения параметров электрических цепей: Методические указания к выполнению лабораторной работы № 6 по электричеству / Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. :https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Gabdrahmanova_№6-Izmen.izmeritelnh_mostov_i_ih_primeneniya_met.uk_Ufa_RIC_BashGU_2015.pdf>.
7. Ким К.К., Анисимов Г.Н., Чураков А.И. Средства электрических измерений и их поверка: учебное пособие "Лань". 2018. – 316 с.
https://e.lanbook.com/book/107287#book_name
8. Ким К.К., Анисимов Г.Н. Электрические измерения неэлектрических величин "Лань". 2014. – 134 с
https://e.lanbook.com/book/55402#book_name
9. Волегов А.С , Незнахин Д.С , Степанова Е.А. Электронные средства измерений электрических величин: учеб. пособие
Издательство:Уральский федеральный университет.- 2014.-104 с.
https://e.lanbook.com/book/99003#book_name

Дополнительная литература:

11. **Козлов, В.И.** Общий физический практикум. Электричество и магнетизм : учеб. пособие для студ. вузов .— М. : Изд-во Моск. ун-та, 1987 .— 269с (9 шт)
1. Э. Ангерер *Техника физического эксперимента. Москва: Физмат, 1962. 452 с.(4 шт)*
2. *Власова В.В., Павлов С.Е. Осциллографические методы измерений. Москва. Издательство МАИ. 1990 г.*
3. Р.Н. Галиахметов Методы и средства измерения, испытания и контроля. Уфа РИЦ БашГУ. —т 2016 – 128 с (4 шт)

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Учебные пособия, физический практикум, демонстрации. Кафедра общей физики физфака МГУ им. М.В. Ломоносова: <http://genphys.phys.msu.ru>
2. Учебно-методические материалы и лабораторные практикумы. Кафедра общей физики Новосибирского государственного университета: <http://phys.nsu.ru/ok01/>
3. Физикам - преподавателям и студентам: <http://teachmen.csu.ru>
4. Учебные материалы по физике - механика, термодинамика, электродинамика, электростатика, оптика, квантовая физика: http://www.omsknet.ru/acad/fr_elect.htm
5. Физическая энциклопедия в 5-ти томах: <http://www.elmagn.chalmers.se>
6. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>
7. Электронная библиотечная система. Университетская библиотека онлайн. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://biblioclub.ru/>
8. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>
9. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

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

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
<i>учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: № 318 (физмат корпус)</i>	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран Программное обеспечение: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 104 от 17.06.2013 г. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Лицензия OLP NL Academic Edition, бессрочная. Договор № 114 от 12.11.2014 г.
Читальный зал №1 (главный корпус, 1 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) - 3 шт, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 76.
Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.
Читальный зал №4 (корпус биофака, 4 этаж)	Самостоятельная работа	Научный и учебный фонд, научная периодика, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 60.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Электрические и магнитные измерения. Измерительные преобразователи
(наименование дисциплины)

на 5 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	54.2
лекций	18
практических/ семинарских	
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	18
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма(ы) контроля:

зачет _____ 5_ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов (лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам	Задания по самостоятельной работе студентов с указанием литературы, номеров задач	Форма контроля самостоятельной работы студентов (
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР	ФКР			
1	2	3	5	6	7		8	9	10
1.	Модуль 1. Общие вопросы измерений. Классификация измерений. Понятие физической величины. Единицы измерения физических величин и системы единиц. Эталоны.	1			1		[1]: §1.1-1.7	[1]: §1.4	Допуск к лабораторной работе. Защита отчетов. Тестирование
2.	Ошибки измерений. Классификация ошибок измерений. Вероятностные характеристики случайных ошибок. Корреляционный анализ экспериментальных данных.	1			1		[1]: §2.1-2.4		Допуск к лабораторной работе. Защита отчетов. Тестирование
3	Представление экспериментальных данных. Правила записи результатов эксперимента. Графики и системы координат. Сглаживание экспериментальных кривых. Гистограммы.	1			1		[2]: §4.4	[2]: §4.1, 4.2	Допуск к лабораторной работе. Защита отчетов. Тестирование
4	Электромеханические измерительные преобразователи. Классификация, структурная схема. Моменты, действующие на подвижную часть преобразователя. Уравнения движения подвижной части измерительного механизма. Принцип действия, устройство и основы теории магнитоэлектрических измерительных механизмов. Принцип действия, устройство и основы теории электромагнитных измерительных механизмов. Принцип действия, устройство и основы теории электродинамических и ферродинамических измерительных механизмов. Принцип действия, устройство и основы теории электростатических и индукционных измерительных механизмов.	3		8	3		[1]: §4.1-4.4	[1]: §4.6	Допуск к лабораторной работе. Защита отчетов. Тестирование

	<p>Магнитоэлектрические амперметры и вольтметры. Магнитоэлектрические гальванометры. Электродинамические амперметры и вольтметры. Электродинамические и ферродинамические амперметры и вольтметры. Электростатические вольтметры. Электродинамические ваттметры. Электродинамические фазометры и частотомеры. Выпрямительные амперметры и вольтметры. Термоэлектрические амперметры и вольтметры.</p>							
5	<p>Модуль 2 Электрические измерительные цепи. Потенциометры постоянного тока. Чувствительность, погрешности. Компенсаторы переменного тока. Чувствительность, погрешности. Мосты переменного тока. Чувствительность, погрешности. Мосты постоянного тока. Одинарные и двойные мосты. Чувствительность, погрешности.</p>	3		4	3		[4]: с.34-40, 49-59, 150-167	Допуск к лабораторной работе. Защита отчетов. Тестирование
6	<p>Электронные измерительные приборы. Электронные вольтметры переменного тока (амплитудные, среднего значения, действующего значения). Импульсные вольтметры. Вольтметры постоянного тока. Электронно-лучевой осциллограф. Устройство и принцип работы. Электронные омметры. Измерительные генераторы.</p>	2		4	2		[1]: §6.1-6.4, §9.1-9.4 [1]: §6.5 [4] §9.1-9.8	Допуск к лабораторной работе. Защита отчетов. Тестирование
7	<p>Цифровые измерительные приборы и аналого-цифровые преобразователи. Цифровые средства измерений. Основные понятия и определения. Основные методы преобразования аналоговых величин в цифровые. Классификация цифровых измерительных преобразователей (ЦИП).</p>	3		6	2		[1]: §9.5, 3.3 [5] §4.4, 4.5	Допуск к лабораторной работе. Защита отчетов. Тестирование
8	<p>Измерение токов и напряжений. Методы измерения постоянных и переменных токов и напряжений. Измерение сопротивления, емкости и индуктивности. Измерение мощности.</p>	2		4	2		[1]: §13.1-13.4, [5] §5.1-5.5	Допуск к лабораторной работе. Защита отчетов. Тестирование
9	<p>Измерение магнитных величин.</p>	2		8	2		[6]: с.4-29, 52-79.	Допуск к

Измерение напряженности магнитного поля, магнитной индукции и магнитного потока. Определение основных статических и динамических характеристик магнитных материалов.								лабораторной работе. Защита отчетов. Тестирование
ИТОГО	18		36	18	1.2			

Рейтинг-план

дисциплины «Электрические и магнитные измерения. Измерительные преобразователи»
(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление 03.03.02 "Физика", профиль «Цифровые технологии в физике
функциональных материалов

»
курс 3 курс, семестр 5

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий (за время освоения модуля)	Баллы (за время освоения модуля)	
			Минимальный	Максимальный
Модуль I.				
Текущий контроль.				
1. Собеседование, допуск к лабораторным работам.	0-5	2	0	10
2. Выполнение лабораторных работ и их защита	0-5	2	0	10
3. Контрольная работа	0-5	1	0	5
Рубежный контроль.				
Тестирование	0-25	1	0	25
Всего баллов за модуль:			0	50
Модуль II.				
Текущий контроль.				
1. Собеседование, допуск к лабораторным работам.	0-5	2	0	10
2. Выполнение лабораторных работ и их защита	0-5	2	0	10
3. Контрольная работа	0-5	1	0	5
Рубежный контроль.				
Тестирование	0-25	1	0	25
Всего баллов за модуль:			0	50
Поощрительные баллы.			0	10
Итоговый контроль.				
Зачет.				
ИТОГО за семестр по видам контроля:	Текущий контроль. 1. Собеседование, допуск к лабораторным работам –20 баллов 2. Выполнение лабораторных работ и их защита – 20 баллов. 3. Контрольная работа 10 Всего по текущему контролю – 50 баллов Рубежный контроль Тестирование 50 баллов Всего по рубежному контролю – 50 балл Поощрительные баллы – 10 баллов.			

	Итоговый контроль (зачет)			
ИТОГО за семестр:			0	110