

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол № 6 от «6» июня 2018 г.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета  
/института

Зав. кафедрой  /Балапанов М.Х

 / Балапанов М.Х

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина **«Электрические и магнитные измерения. Измерительные преобразователи.»**

*(наименование дисциплины)*

**ФТД.02., факультатив**

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

**программа бакалавриата<sup>1</sup>**

Направление подготовки (специальность)

**03.03.02 Физика**

*(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки


**Физика конденсированного состояния вещества**

*(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

**Бакалавр**

*(указывается квалификация)<sup>2</sup>*

Разработчик (составитель) д.ф.-м.н., проф. Альмухаметов Р.Ф. (должность, ученая степень, ученое звание)	 / Альмухаметов Р.Ф. (подпись, Фамилия И.О.)
---	--

Для приема: 2018 г.

Уфа 2018 г

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей физики,  
протокол № 6 от «6 » июня 2018 г.

Заведующий кафедрой

 \_\_/ Балапанов М.Х../

### 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 планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

ПК-2 способностью 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

ПК-3 готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований

ПК-5 способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

ПК-2 способностью 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

ПК-3 готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований

ПК-5 способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	1. устройство и принципы работы основных измерительных приборов;	ПК-2, ПК-3	
	2. правила выбора методов и средств измерений;		
	3. основы теории погрешностей измерений,.	ПК-5	
	4. правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;		
Умения	1. Правильно выбирать и применять средства измерений;	ПК-2, ПК-3	
	2. оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений;		
	3. обрабатывать и представлять результаты измерений;	ПК-5	
Владения (навыки / опыт деятельности)	1. навыками самостоятельного выбора и применения средств измерений;	ПК-2, ПК-3	
	2. навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения;	ПК-5	

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Учебная дисциплина «**Электрические и магнитные измерения. Измерительные преобразователи**» входит в раздел «Факультативы. ФТД.02.»

Дисциплина изучается на 2 курсе(ах) в 4\_ 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 ВКР.

**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

**4.1. 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**

(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

(ПК-3) готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований

Этапы формирования компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				Оценочные средства
	2	3	4	5	
<b>Знать:</b> 1) устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2) правила выбора методов и средств измерений	<b>Частично знает</b> 1) устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2) правила выбора методов и средств измерений	<b>В целом знает</b> 1) устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2) правила выбора методов и средств измерений, <b>но допускает значительные ошибки.</b>	<b>Знает</b> 1) устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2) правила выбора методов и средств измерений, <b>но допускает незначительные ошибки.</b>	<b>Знает</b> 1) устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2) правила выбора методов и средств измерений,	письменные работы по теоретическому материалу; аудиторные и домашние задания по практическим занятиям (решение задач); собеседование
<b>Уметь:</b> обрабатывать и представлять результаты измерений	<b>Не умеет</b> обрабатывать и представлять результаты измерений	<b>Умеет частично</b> обрабатывать и представлять результаты измерений, но допускает значительные ошибки	<b>Умеет</b> обрабатывать и представлять результаты измерений, но допускает незначительные ошибки	<b>Умеет</b> обрабатывать и представлять результаты измерений	проведение контрольных работ по решению задач; коллоквиум
<b>Владеть:</b> навыками самостоятельного выбора и применения средств измерений	<b>Не владеет:</b> навыками самостоятельного о выбора и применения средств измерений	<b>Владеет:</b> навыками самостоятельного о выбора и применения средств измерений, но допускает грубые ошибки	<b>Владеет:</b> навыками самостоятельного выбора и применения средств измерений, но допускает незначительные ошибки	<b>Владеет:</b> навыками самостоятельного выбора и применения средств измерений	

ПК-5 способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Этапы формирования компетенций	Критерии оценивания результатов обучения				Оценочные средства
	2	3	4	5	
<b>Знать:</b> правила обработки	<b>Частично знает</b> правила	<b>В целом знает</b> правила	<b>Знает</b> правила обработки	<b>Знает</b> правила обработки	письменные работы по теоретическому

результатов измерений и оценивания погрешностей;	обработки результатов измерений и оценивания погрешностей	обработки результатов измерений и оценивания погрешностей, <b>но допускает значительные ошибки.</b>	результатов измерений и оценивания погрешностей, <b>но допускает незначительные ошибки.</b>	результатов измерений и оценивания погрешностей	материалу; аудиторные и домашние задания по практическим занятиям (решение задач); собеседование
<b>Уметь:</b> 1) Правильно выбирать и применять средства измерений; 2) оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений	<b>Не умеет</b> 1) Правильно выбирать и применять средства измерений; 2) оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений	<b>Умеет частично</b> 1) Правильно выбирать и применять средства измерений; 2) оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений, но допускает значительные ошибки	<b>Умеет</b> 1) Правильно выбирать и применять средства измерений; 2) оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений, но допускает незначительные ошибки	<b>Умеет</b> 1) Правильно выбирать и применять средства измерений; 2) оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений	проведение контрольных работ по решению задач; коллоквиум
<b>Владеть:</b> навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения;	<b>Не владеет:</b> навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения;	<b>Владеет:</b> навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения; но допускает грубые ошибки	<b>Владеет:</b> навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения; но допускает незначительные ошибки	<b>Владеет:</b> 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**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	1. устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2. правила выбора методов и средств измерений;	ПК-2 ПК-3	собеседование допуск к лабораторной работе, защита отчетов тестирование
	3 основы теории погрешностей измерений 4. правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;	ПК-5	

2-й этап Умения	1. Правильно выбирать и применять средства измерений; 2. оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений;	ПК-2 ПК-3	собеседование допуск к лабораторной работе, защита отчетов тестирование
	3. обрабатывать и представлять результаты измерений;	ПК-5	
3-й этап Владеть навыками	1. навыками самостоятельного выбора и применения средств измерений;	ПК-2, ПК-3	собеседование допуск к лабораторной работе, защита отчетов тестирование зачет
	2. навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения;	ПК-5	

### Вопросы к экзамену 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 и к зачету***

#### **Электромеханические измерительные преобразователи**

Принцип действия и устройство приборов магнитоэлектрической системы  
Принцип действия и устройство приборов электромагнитной системы  
Принцип действия и устройство приборов электромагнитной 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 электромагнитной 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.

Пример экзаменационного билета по дисциплине «Электрические и магнитные измерения. Измерительные преобразователи»:

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»  
Физико-технический институт

Кафедра общей физики

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине «Электрические и магнитные измерения.

Измерительные преобразователи»

Направление 03.03.02 «ФИЗИКА»

Профиль «Физика конденсированного состояния вещества»

1. Ошибки измерений

2. Принцип действия и устройство электродинамических измерительных приборов

Зав. кафедрой общей физики



М.Х. Балапанов

**При приеме экзамена используются следующие критерии.**

**(25-30 баллов)**

Ответ на вопрос должен показать глубокие, прочные знания студента. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать современные данные науки. Студент должен устанавливать причинно-следственные связи, применять знания в новой ситуации. Студент должен продемонстрировать умение делать аргументированные выводы.

**(15-20 баллов)**

Ответ студента должен показать глубокие, прочные знания. Ответ должен быть логичным и доказательным. Студенту необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, использовать данные современной науки. Студенту необходимо устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов объективности и научности. В ответе допускаются отдельные несущественные неточности.

**(5-10 баллов)**

Ответ на вопросы должен показать знания поставленных вопросов. Необходимо знать основные понятия, термины, развернутые определения, фактический материал, использовать данные современной науки. В ответе могут допускаться существенные ошибки и неточности.

**(0-4 баллов)**

Ответ на поставленные вопросы показывает незнание его содержания, основных понятий, терминов. Студент не умеет устанавливать причинно-следственные связи, излагать материал с учетом принципов научности и объективности, анализировать указанные

источники. Ответ студента не соответствует вопросу, а так же при отсутствии ответа и при отказе от ответа.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо - от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно - от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно - менее 45 баллов.

### 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.

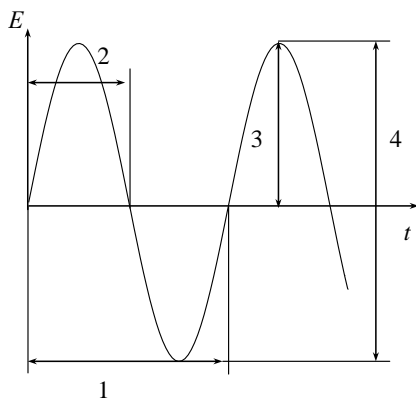
Как классифицируются приборы по принципу действия?

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

## 5. 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](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](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](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](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](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
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<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 4 семестр

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	33.2
лекций	32
практических/ семинарских	
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	1.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	13
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	25.8

Форма(ы) контроля:

экзамен \_\_\_\_\_ 4\_ 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.	<b>Модуль 1. Общие вопросы измерений.</b> Классификация измерений. Понятие физической величины. Единицы измерения физических величин и системы единиц. Эталоны.	1			4		[1]: §1.1-1.7	[1]: §1.4	Устный опрос
2.	<b>Ошибки измерений.</b> Классификация ошибок измерений. Вероятностные характеристики случайных ошибок. Корреляционный анализ экспериментальных данных.	1			4		[1]: §2.1-2.4		Устный опрос
3	<b>Представление экспериментальных данных.</b> Правила записи результатов эксперимента. Графики и системы координат. Сглаживание экспериментальных кривых. Гистограммы.	1			4		[2]: §4.4	[2]: §4.1, 4.2	Устный опрос Тестирование
4	<b>Модуль 2</b> <b>Электромеханические измерительные преобразователи.</b> 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. Магнитоэлектрические амперметры и вольтметры. Магнитоэлектрические гальванометры. Электродинамические амперметры и вольтметры. Электродинамические и ферродинамические амперметры и вольтметры. Электростатические вольтметры.	6			6		[1]: §4.1-4.4	[1]: §4.6	Устный опрос Тестирование

	<p>Электродинамические ваттметры.  Электродинамические фазометры и частотомеры.  Выпрямительные амперметры и вольтметры.  Термоэлектрические амперметры и вольтметры.</p>								
5	<p><b>Модуль 3</b>  <b>Электрические измерительные цепи.</b>  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>	5			4		[4]: с.34-40, 49-59, 150-167		Устный опрос
6	<p><b>Электронные измерительные приборы.</b>  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>	4			4		[1]: §6.1-6.4, §9.1-9.4	[1]: §6.5 [4] §9.1-9.8	Устный опрос
7	<p><b>Цифровые измерительные приборы и аналого-цифровые преобразователи.</b>  Цифровые средства измерений. Основные понятия и определения. Основные методы преобразования аналоговых величин в цифровые. Классификация цифровых измерительных преобразователей (ЦИП).</p>	4			4.8		[1]: §9.5, 3.3	[5] §4.4, 4.5	Устный опрос
8	<p><b>Измерение токов и напряжений.</b>  Методы измерения постоянных и переменных токов и напряжений.  Измерение сопротивления, емкости и индуктивности.  Измерение мощности.</p>	4			4		[1]: §13.1-13.4,	[5] §5.1-5.5	Устный опрос
9	<p><b>Измерение магнитных величин.</b>  Измерение напряженности магнитного поля, магнитной индукции и магнитного потока.  Определение основных статических и динамических характеристик магнитных материалов.</p>	5			4		[6]: с.4-29, 52-79.		Устный опрос Тестирование
	ИТОГО	32			38.8	1.2			

Примечание. В таблице часы на СР включают часы на подготовку к экзамену (контроль)

**Рейтинг-план**

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

Направление 03.03.02 "Физика", профиль «Физика конденсированного состояния вещества»  
курс 2 курс , семестр 4

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Собеседование	0-5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
1.Тест	0-10	1	0	10
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Собеседование	0-5	2	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
1.Тест	0-10	1	0	10
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
<b>Модуль 3</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Собеседование	0-5	4	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
2.Тест	0-10	1	0	10
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>30</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен			0	30