

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

Актуализировано:  
на заседании кафедры общей физики  
протокол №8 от «16» июня 2017 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.01. факультатив**

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

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

Направление подготовки (специальность)

**03.03.02 Физика**

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

Направленность (профиль) подготовки


**Медицинская физика**

*(наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

**Бакалавр**

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


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

Для приема: 2016 г.

Уфа 2017г

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены 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.	Цель и место 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**

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. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Учебная дисциплина «**Электрические и магнитные измерения. Измерительные преобразователи**» входит в раздел «ФТД.2. Дисциплины по выбору»

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7\_ семестре.

Целью дисциплины является формирование у студентов знаний и навыков в области методов и средств измерений физических величин.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Радиофизика и электроника, Измерительная аппаратура Введение в технику физического эксперимента.

Освоение данного раздела необходимо для дальнейшего изучения дисциплин: Физические основы использования лазеров и оптических источников света в медицине, Медицинские приборы, аппараты, системы, Физические основы томографии, Ультразвук в медицине, 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

##### 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 выбора и применения средств измерений	<b>Владеет:</b> навыками самостоятельного 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 результатов измерений и оценивания погрешностей;	<b>Частично знает</b> правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей	<b>В целом знает</b> правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей, <b>но допускает значительные ошибки.</b>	<b>Знает</b> правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей, <b>но допускает незначительные ошибки.</b>	<b>Знает</b> правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей	письменные работы по теоретическому 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	

Применяется модульно-рейтинговая система обучения. В рейтинг-план включаются все оценочные средства, перечисленные в вышеприведенной таблице 4.2. Согласно утвержденному рейтинг-плану студент набирает баллы при прохождении текущего и рубежного контроля освоения компетенций по дисциплине. Зачет не является оценочным средством.

На зачете студент получает оценку «зачтено» или «не зачтено» согласно набранным им баллам.



Перевод из количества набранных баллов в оценку зачета производится следующим образом:

- оценка «зачтено» - 60 -110 баллов;
- оценка «не зачтено» – 0-59 баллов.

На зачете преподаватель может дать повторно задания из включенных в рейтинг-план оценочных средств рубежного контроля, чтобы студент мог показать усвоение компетенций, модулей или отдельных тем программы и набрать необходимые для получения зачета баллы.

## **Вопросы к собеседованию, допуску к лабораторным работам и к защите отчетов**

### **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. Определение 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.

### **Электронно-лучевой 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.

### **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.

**Критерии оценки по собеседованию, допуску к лабораторным работам и к защите отчетов**

- 0 баллов выставляется студенту, если студент не проявил знания по теме выполняемой лабораторной работы;
- 1 баллов выставляется студенту, если студент проявил частичные знания по теме выполняемой лабораторной работы, сделал конспект, выполнил измерения, расчеты и составил отчет;
- 2 баллов выставляется студенту, если студент проявил частичные знания по теме выполняемой лабораторной работы и допустил грубые ошибки, сделал конспект, выполнил измерения, расчеты и составил отчет;

- 3 баллов выставляется студенту, если студент проявил знания по теме выполняемой лабораторной работы, но допустил грубые ошибки, сделал конспект, выполнил измерения, расчеты и составил отчет;

- 4 баллов выставляется студенту, если студент проявил знания по теме выполняемой лабораторной работы, но допустил незначительные ошибки, сделал конспект, выполнил измерения, расчеты и составил отчет;

5 баллов выставляется студенту, если студент проявил глубокие знания по теме выполняемой лабораторной работы, сделал конспект, выполнил измерения, расчеты и составил отчет;

### 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.

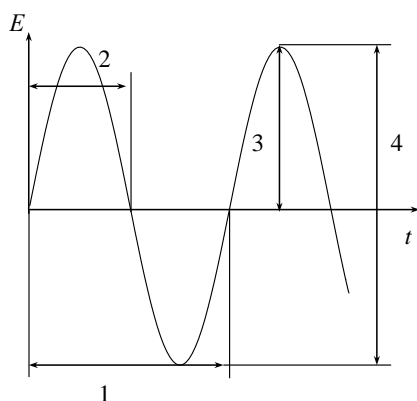
Как классифицируются приборы по принципу действия?

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  
Результаты тестирования переводятся 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\\_No6-Izmen\\_izmeritelnh\\_mostov\\_i\\_ih\\_primeneniya\\_met.uk\\_Ufa\\_RIC\\_BashGU\\_2015.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/corp/Gabdrahmanova_No6-Izmen_izmeritelnh_mostov_i_ih_primeneniya_met.uk_Ufa_RIC_BashGU_2015.pdf)>.

#### Дополнительная литература:

7. Электрические измерения неэлектрических величин / под ред. П. В. Новицкого .— Изд. 5-е .— Л. : Энергия, 1975 .— 576 с. (3 экз.)
8. С.А. Филист. Проектирование измерительных преобразователей для систем медико-экологического мониторинга : учебник / С. А. Филист, О. В. Шаталова .— Старый Оскол : ТНТ, 2015 .— 407 с. (5 экз.)

### 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 лю-

- бой 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 лабораторного типа: ауд .№611 физ.мат.корпуса «Лаборатория по электрическим и магнитным измерениям»</i>	Лабораторные занятия	<p><b>Лабораторная работа № 1</b> Изучение линейных и нелинейных электрических цепей постоянного тока. В составе Учебный монтажный стенд с набором резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности. Мультиметр.</p> <p><b>Лабораторная работа № 2</b> Измерение удельного сопротивления проводника методом амперметра и вольтметра. В составе Учебный стенд ФПМ 01.</p> <p><b>Лабораторная работа № 3</b> Изучение устройства и некоторых применений электронного осциллографа. В составе Осциллограф ОСЦ-10 В; Генератор импульсов Г5-54; Генератор Г3-102; Мультиметр Щ4313; Вольтметр В7-35.</p> <p><b>Лабораторная работа № 4</b> Изучение устройства и принципа действия стрелочных измерительных приборов. В составе Учебный стенд; Источник питания Б5-50; Магазин сопротивлений 3 шт.; Прибор Щ4313; Универсальный источник питания; Источник питания ВИП – 009; Гальванометр; Реостат; Набор стрелочных измерительных приборов.</p> <p><b>Лабораторная работа № 5</b> Изучение измерительных мостов. Резистивные преобразователи. В составе Мост постоянного тока МО-62; Выпрямитель ВСА-5К 2 шт. Мультиметр 2 шт; Учебный стенд 2 шт.; Мост переменного тока; Проволочные резистивные преобразователи температуры. Полупроводниковые преобразователи температуры.</p> <p><b>Лабораторная работа № 7.</b> Измерение напряженности магнитного поля соленоида. Измерение намагниченности ферромагнетиков баллистическим методом. В составе источник питания MASTECH HY 3005 D-2; Соленоид;</p>



		Измерительная катушка; Баллистический гальванометр; Магазин сопротивлений; Образцы ферромагнетиков; <b>Лабораторная работа 8 Измерение намагниченности ферромагнетиков с помощью вибрационного магнитометра. В составе</b> Электромагнит ЭМ1 Вольтметр ВЗ-7 Универсальный источник питания УИП1 М344 Генератор Ф578 Вольтметр селективный ТТ1301 Миллиамперметр Д566 Прибор 43101 (тестер)
<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.

Приложение № 1

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

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины **Электрические и магнитные измерения. Измерительные преобразователи** на 7 семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	18.2
лекций	
практических/ семинарских	
лабораторных	18
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	0.2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету	53.8
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	-

Форма(ы) контроля:

зачет \_\_\_\_\_ 7 \_ семестр

№ п/п	Тема и содержание	Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)				Задания по самостоятельной работе студентов		Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<p><b>Модуль 1.</b></p> <p><b>Приборы и методы измерения напряжения</b>  Включение вольтметров в цепь. Условные обозначения на приборе.  Основные параметры вольтметров. Основные типы вольтметров и их краткая техническая характеристика.  Устройство вольтметров. Расчет добавочных сопротивлений. Определение 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.</p>			2	8	[1]: §1.1, 1.5	[1]: §1.1, 1.5	Допуск к лабораторной работе, Защита отчетов
2.	<p><b>Приборы и методы измерения тока</b>  Включение амперметров в цепь. Условные обозначения на приборе.</p>			4	9	[1]: §1.1-1.10	[1]: §1.1-1.10	Допуск к лабораторной работе, Защита отчетов

	<p>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.</p>							
3.	<p><b>Приборы и методы измерения мощности и энергии</b> Измерение мощности с помощью вольтметра и амперметра в цепях постоянного тока и переменного тока. Принцип действия и устройство ваттметров.</p>			5		[1]: §1.2,1.3	[1]: §1.2,1.3	Допуск к лабораторной работе, Защита отчетов Тестирование
4.	<p><b>Модуль 2</b> <b>Приборы и методы измерения параметров электрических цепей</b> 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.</p>		4	9		[1]: §1.4	[1]: §1.4	Допуск к лабораторной работе, Защита отчетов Тестирование
5	<p><b>Электронно-лучевой осциллограф</b> 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.</p>		4	8		[1]: 2.1-2.4	[1]: 2.1-2.4	Допуск к лабораторной работе, Защита отчетов Тестирование

	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.							
6	<b>Модуль 3</b> <b>Измерение магнитных величин.</b> Измерение напряженности магнитного поля, магнитной индукции и магнитного потока. Определение основных статических и динамических характеристик магнитных материалов.			4	10	[1]: 1.6	[1]: 1.6	Допуск к лабораторной работе, Защита отчетов
7	<b>Универсальные электроизмерительные приборы</b> Основные параметры и типы универсальных электроизмерительных приборов, краткая техническая характеристика. Мультиметры, вольтамперметры, комбинированные приборы. Схема измерительных цепей комбинированного прибора.				5	[1]: 2.5	[1]: 2.5	Допуск к лабораторной работе, Защита отчетов Тестирование Зачет
	<b>ИТОГО</b>			18	53.8			

**Рейтинг-план дисциплины**

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

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление 03.03.02 «Физика»

Профиль «Медицинская физика»

курс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий (за время освоения модуля)	Баллы (за время освоения модуля)	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1.</b>				
Текущий контроль.				
Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы	0-5	2	0	10
<b>Рубежный контроль.</b>				
Защита отчетов, тестирование	0-10	2	0	20
<b>Модуль 2.</b>				
Текущий контроль.				
Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы	0-5	4	0	20
<b>Рубежный контроль.</b>				
Защита отчетов, тестирование	0-10	2	0	20
<b>Модуль 3.</b>				
Текущий контроль.				
Допуск к лабораторной работе, выполнение лабораторной работы	0-5	2	0	10
Оформление отчетов на компьютере	0-10	1	0	10
<b>Рубежный контроль.</b>				
Защита отчетов, тестирование	0-10	1	0	10
<b>Итоговой контроль - зачет</b>			<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Поощрительные баллы</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
<b>ИТОГО</b>			<b>0</b>	<b>110</b>
<b>ИТОГО за семестр по видам контроля:</b>	<b>Всего по текущему контролю –50 баллов</b> (50% общей рейтинговой оценки)  Рубежный контроль. <b>Всего по рубежному контролю – 50 баллов</b>			