


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

Утверждено: на заседании кафедры общей физики протокол № 7 от «24» мая 2020 г г.  
Согласовано: Председатель УМК факультета /института

Зав. кафедрой  /Балапанов М.Х

 / Балапанов М.Х

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина «Измерительная аппаратура»

*(наименование дисциплины)*

**Б1.Б.Базовая часть**

*(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

**Медицинская физика**

*(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация

**Бакалавр**

*(указывается квалификация)<sup>1</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 2020 г  
Уфа 2020 г

### Список документов и материалов

1.	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

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	

### 1. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

#### Учебная дисциплина «Измерительная аппаратура»

*(наименование дисциплины)*

входит в раздел «**Б1.Б.Базовая часть**» по направлению подготовки 03.03.02 «Физика»

Дисциплина изучается на 1 *курсе(ах)* в 2\_ семестре).

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения курсов общей физики и математики.

Освоение данного раздела необходимо для дальнейшего изучения дисциплин: Электрические и магнитные измерения. Измерительные преобразователи; 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

Целью дисциплины является формирование у студентов следующих навыков и знаний:

- знание устройства и принципа работы основных измерительных приборов
- знания правил выбора методов и средств измерений
- навыки оценки возможностей, характеристик и погрешностей средств измерений;
- навыки самостоятельного выбора и применения средств измерений;

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1

### 3. 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
	«Зачтено»	«Не зачтено»	
<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>Знает</b> 1) устройство и принципы работы основных измерительных приборов; 2) правила выбора методов и средств измерений,	Собеседование, тестирование
<b>Уметь:</b> обрабатывать и представлять результаты измерений	<b>Не умеет</b> обрабатывать и представлять результаты измерений	<b>Умеет</b> обрабатывать и представлять результаты измерений	Собеседование, тестирование
<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	Собеседование, тестирование

**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
	«Зачтено»	«Не зачтено»	
<b>Знать:</b> правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей;	<b>Частично знает</b> правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей	<b>Знает</b> правила обработки результатов измерений и оценивания погрешностей	Собеседование, тестирование
<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</b> 1) Правильно выбирать и применять средства измерений; 2) оценить возможности, характеристики и погрешности средств измерений	Собеседование, тестирование
<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;	Собеседование, тестирование

**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 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 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, тестирование
	2. навыками обработки результатов измерений и оценки погрешностей, в том числе с применением современного программного обеспечения;	ПК-5	

### *Перечень вопросов к собеседованию и к зачету*

**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.

**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.

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*

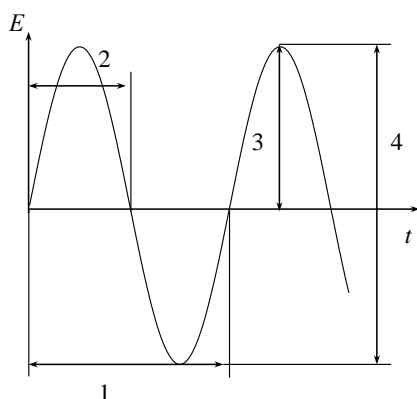
1. Емкостной метод преобразования перемещения и силы.
2. Индукционный метод преобразования перемещения и силы.
3. Трансформаторный метод преобразования перемещения и силы.
4. Тензометрический метод преобразования перемещения и силы.

## Примеры тестовых заданий

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 собеседовании

**4-5 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

**2-3 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены незначительные ошибки;

**1 балл** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий.



Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

**0 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

#### **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 содержит 25 заданий.

Результаты тестирования переводятся в 20-ти балльную систему

#### **4.3 Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)**

Рейтинг-план дисциплины представлен в приложении 2

### **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. Ивероной. М.: Наука. Любое издание (2+18 экз)
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)
5. 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).
6. 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)
7. 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)
8. Бурсиан, Эрик Викторович. Физические приборы : уч.пособие для студентов физ.-мат.факультетов пед.инст-тов / Э. В. Бурсиан .— М. : Просвещение, 1984 .— 271с. (10 экз).
9. Электрические измерения : общий курс / под ред. А. В. Фремке .— Изд. 4-е .— Л. : Энергия, 1973 .— 424 с (7 экз).

10. [Клаассен, Клаас Б.](#) Основы измерений. Датчики и электронные приборы : [учеб. пособие] / К. Клаассен ; пер. с англ. Е. В. Воронова, А. Л. Ларина .— 4-е изд. — Долгопрудный : Интеллект, 2012 .— 350 с. (9 экз)
11. [Бурсиан, Э.В.](#) Физические приборы : учеб. пособие для студ. физ.-мат. фак. пед. ин-ов .— М. : Просвещение, 1984 .— 271с. (21 экз).
12. Зайдель А.Н. Ошибки измерений физических величин "Лань". – 2009.- 112 с. [https://e.lanbook.com/book/146#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/146#book_name)

#### Дополнительная литература:

1. [Козлов, В.И.](#) Общий физический практикум. Электричество и магнетизм : учеб. пособие для студ. вузов .— М. : Изд-во Моск. ун-та, 1987 .— 269с (9 шт)
2. Э. Ангерер *Техника физического эксперимента.* Москва: Физмат, 1962. 452 с. (4 шт)
3. Р.Н. Галиахметов Методы и средства измерения, испытания и контроля. Уфа РИИЦ БашГУ. –т 2016 – 128 с (4 шт)
4. [Зацепин, Анатолий Федорович.](#) Методы и средства измерений и контроля: дефектоскопы : учеб. пособие для вузов .— Москва ; Екатеринбург : Юрайт : Уральский ун-т, 2018 .— 120 с (5 экз).
5. [Пустовалов, Г. Е.](#) Простейшие физические измерения и их обработка / Г. Е. Пустовалов, Е. В. Талалаева .— М. : МГУ, 1967 .— 156 с. (3 экз)
6. [Раннев, Г. Г.](#) Методы и средства измерений : учеб. для студ. вузов, обуч. по напр. подг. диплом. спец. 653700 "Приборостроение" спец. 190900 "Информ.-измерит. техника и технологии" / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко .— 4-е изд., стер. — М. : Академия, 2008 .— 331 с (3 экз).
7. [Мирский, Григорий Яковлевич.](#) Радиоэлектронные измерения / Г. Я. Мирский .— М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1963 .— С. 528 . (4 экз).

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

1. Мир ПК [Электронный ресурс], Издательство «Открытые системы». –М. : 2006-2011, - форма доступа: <http://www.osp.ru/pcworld/> свободная.
2. «Электроника и схемотехника», [Электронный ресурс] - Издательство «Открытые системы». –М. : 2006- 2011, - форма доступа: <http://www.toe.stf.mrsu.ru/demoversia/book/index.htm> свободная
3. [Ванюшин Михаил](#) Мультимедийный курс «В мир электричества как в первый раз». 2009 <http://www.eltray.com>.
4. [Клиначёв Н.В.](#) Учебно-методический комплекс «Электрические цепи постоянного тока». 1999-2008. <http://model.exponenta.ru/electro/0022.htm>
5. Общая Электротехника и электроника. Электронный учебник. [http://dvoika.net/education/matusko/contents\\_m.html](http://dvoika.net/education/matusko/contents_m.html)
6. Учебные пособия, физический практикум, демонстрации. Кафедра общей физики физфака МГУ им. М.В. Ломоносова: <http://genphys.phys.msu.ru>
7. Учебно-методические материалы и лабораторные практикумы. Кафедра общей физики Новосибирского государственного университета: <http://phys.nsu.ru/ok01/>
8. Физикам - преподавателям и студентам: <http://teachmen.csu.ru>
9. 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)
10. Физическая энциклопедия в 5-ти томах: <http://www.elmagn.chalmers.se>
11. 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/>

12. 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/13>.

13. 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/>

14. 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
Большая физическая аудитория 02	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.
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</i> аудитории № 322 или № 324 или № 318 (физмат корпус)	Практические занятия	Доска, мел, сборники задач, калькулятор
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа 611</i>	Семинарские занятия	Стенд с приборами магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической системы; Мост постоянного тока МО-62; Мультиметр М8906; Источник питания Б5-50; Магазин сопротивлений 3 шт.; Универсальный источник питания; Гальванометр; Реостаты; Мост переменного тока; Осциллограф ОСЦ-10 В; Генератор импульсов Г5-54; Генератор Г3-102; Мультиметр Щ4313;

		Вольтметр В7-35; Набор стрелочных измерительных приборов. Мост переменного тока; Мост переменного тока Р 577; Мост универсальный Е7-4; Осциллограф универсальный С1-68; Генератор Ф 578;
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 **Измерительная аппаратура**  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

специальность **Физика 03 03 02**

курс 1 семестр 2

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	2/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	32.2
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	
контроль самостоятельной работы (КСР) ФКР	0.2
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем)	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС) включая подготовку к экзамену/зачету	40

Форма(ы) контроля:

зачет \_\_\_\_\_ 2\_ 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 (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СРС			
1	2	3	5	6	7	8	9	10
1.	<b>Модуль 1.</b> <b>Общие вопросы измерений.</b> Классификация измерений. Понятие физической величины. Единицы измерения физических величин и системы единиц. Эталоны.	1	1		1	[1]: §1.1-1.7	[1] : §1.4	Устный опрос собеседование
2.	<b>Ошибки измерений.</b> Классификация ошибок измерений. Вероятностные характеристики случайных ошибок. Корреляционный анализ экспериментальных данных.	1	1		2	[1]: §2.1-2.4		Устный опрос собеседование
3	<b>Представление экспериментальных данных.</b> Правила записи результатов эксперимента. Графики и системы координат. Сглаживание экспериментальных кривых. Гистограммы.	1	1		2	[2]: §4.4	[2]: §4.1, 4.2	Устный опрос Собеседование 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	3	3		10	[1]: §4.1-4.4	[1]: §4.6	Устный опрос собеседование тестирование

	<p>магнитоэлектрических измерительных механизмов.</p> <p>Принцип действия, устройство и основы теории электромагнитных измерительных механизмов.</p> <p>Принцип действия, устройство и основы теории электродинамических и ферродинамических измерительных механизмов.</p> <p>Принцип действия, устройство и основы теории электростатических и индукционных измерительных механизмов.</p> <p>Магнитоэлектрические амперметры и вольтметры.</p> <p>Магнитоэлектрические гальванометры.</p> <p>Электродинамические амперметры и вольтметры.</p> <p>Электродинамические и ферродинамические амперметры и вольтметры.</p> <p>Электростатические вольтметры.</p> <p>Электродинамические ваттметры.</p> <p>Электродинамические фазометры и частотомеры.</p> <p>Выпрямительные амперметры и вольтметры.</p> <p>Термоэлектрические амперметры и вольтметры.</p>							
5	<p><b>Модуль 3</b></p> <p><b>Электрические измерительные цепи.</b></p> <p>Потенциометры постоянного тока. Чувствительность, погрешности.</p> <p>Компенсаторы переменного тока. Чувствительность, погрешности.</p> <p>Мосты переменного тока. Чувствительность,</p>	2	2		5	[4]: с.34-40, 49-59, 150-167		Устный опрос собеседование

	погрешности. Мосты постоянного тока. Одинарные и двойные мосты. Чувствительность, погрешности.							
6	<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.	2	2		5	[1]: §6.1-6.4, §9.1-9.4	[1]: §6.5 [4] §9.1-9.8	Устный опрос собеседование
7	<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).	2	2		5	[1]: §9.5, 3.3	[5] §4.4, 4.5	Устный опрос собеседование
8	<b>Измерение токов и напряжений.</b> Методы измерения постоянных и переменных токов и напряжений. Измерение сопротивления, емкости и индуктивности. Измерение мощности.	2	2		5	[1]: §13.1-13.4,	[5] §5.1-5.5	Устный опрос собеседование
9	<b>Измерение магнитных величин.</b> Измерение напряженности магнитного поля, магнитной индукции и магнитного потока. Определение основных статических и динамических характеристик магнитных материалов.	2	2		5	[6]: с.4-29, 52-79.		Устный опрос собеседование тестирование

	ИТОГО	16	16		40			зачет
--	-------	----	----	--	----	--	--	-------



Рейтинг-план дисциплины  
**«Измерительная аппаратура»**  
 специальность Физика 03 03 02  
 курс 1 семестр 2.

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Собеседование	0-5	2	0	10
<b>Рубежный контроль.</b>				
Тестирование	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>				
Собеседование	0-5	4	0	20
<b>Рубежный контроль.</b>				
Тестирование	0-20	1	0	20
<b>Всего баллов за модуль</b>			<b>0</b>	<b>40</b>
<b>Модуль 3</b>				
<b>Собеседование</b>				
Собеседование	0-5	4	0	20
<b>Рубежный контроль.</b>				
Тестирование	0-20	1	0	20
<b>Всего баллов за модуль</b>				<b>40</b>
<b>Всего баллов</b>				
				<b>100</b>