

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра теоретической и экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



И. Н. Якунина  
«20» января 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине ФТД.2 Сенсорные устройства

Направление подготовки/специальность: 03.03.02 - Физика

Профиль/направленность/специализация: Фундаментальная физика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2020

Тамбов, 2021



**Автор программы:**

Кандидат физико-математических наук, Шуклинов Алексей Васильевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 - Физика (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «07» августа 2014 г. № 937).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры теоретической и экспериментальной физики «15» января 2021 г. Протокол № 6

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «20» января 2021 г. № 1.



## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	9
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	20
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	21
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	22



## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

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

### 1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

### 1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Знания и умения, необходимые для формирования трудового действия / компетенции
	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	<p>Знает и понимает:</p> <p>Основные типы современных сенсоров, физические принципы их функционирования и их важнейшие характеристики</p> <p>Умеет (способен продемонстрировать):</p> <p>Умеет и способен продемонстрировать: самостоятельно анализировать устройство и характеристики современных сенсорных систем</p> <p>Владеет:</p> <p>Владеть навыками по подбору датчиков при проектировании инновационных разработок</p>

### 1.4 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

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

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения						
		Очная (семестр)						
		2	3	4	5	6	7	8
1	Вычислительные технологии и измерения в физическом эксперименте		+	+	+			
2	Квантовая теория					+	+	
3	Механика	+						



4	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности						+
5	Физика атомов и атомных явлений				+		
6	Физика полупроводников и диэлектриков		+	+	+		
7	Электричество и магнетизм			+			
8	Электродинамика				+	+	

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Сенсорные устройства» изучается в 2 семестре.

## 3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>
Контактная работа	36
Лекции (Лекции)	18
Практические (Практ. раб.)	18
Самостоятельная работа (СР)	36
Зачет	-

## 3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
2 семестр					
1	Введение. Элементы общей теории измерительных преобразователей (датчиков)	1	1	2	Собеседование
2	Характеристики датчиков. Электронные устройства датчиков	1	1	2	Собеседование



3	Упругие элементы датчиков. Оптические элементы датчиков	1	1	2	Собеседование
4	Резистивные датчики. Ёмкостные датчики. Пьезоэлектрические датчики	2	1	4	Собеседование
5	Электромагнитные преобразователи	1	1	2	Собеседование
6	Датчики температуры	1	1	4	Собеседование; Тестирование
7	Датчики для измерения механических величин. Датчики вибраций	1	1	4	Собеседование
8	Гидроакустические преобразователи	1	1	2	Собеседование
9	Преобразователи для неразрушающего контроля	2	2	4	Собеседование
10	Датчики газоанализаторов. Датчики влажности	2	2	2	Собеседование
11	Приемники излучения. Детекторы ионизирующих излучений	2	2	4	Собеседование
12	Радиоволновые датчики	2	2	2	Собеседование
13	Электрохимические и биохимические датчики	1	2	2	Собеседование; Тестирование

## Тема 1. Введение. Элементы общей теории измерительных преобразователей (датчиков) (ПК-2)

### Лекция.

Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей. Обобщенный генераторный преобразователь. Метод электромеханических аналогий.

### Практическое занятие.

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

### Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.



## **Тема 2. Характеристики датчиков. Электронные устройства датчиков (ПК-2)**

### **Лекция.**

Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики. Типовые динамические звенья. Операционный усилитель. Усилители заряда. Аналогово-цифровые преобразователи. Генераторы сигналов.

### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

## **Тема 3. Упругие элементы датчиков. Оптические элементы датчиков (ПК-2)**

### **Лекция.**

Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления. Статические и динамические характеристики упругих элементов. Элементы геометрической оптики. Фотометрия. Источники оптического излучения. Оптические материалы. Линзы. Свето пропускающие окна. Плоские и сферические зеркала. Волновые световоды. Покрывтия, поглощающие тепловое излучение.

### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

## **Тема 4. Резистивные датчики. Ёмкостные датчики. Пьезоэлектрические датчики (ПК-2)**

### **Лекция.**

Основные характеристики резистивных датчиков. Реостатные датчики перемещений. Тензорезистивные датчики. Полупроводниковые тензодатчики. Ёмкостные датчики давления. Датчики уровня. Ёмкостный датчик перемещений, неровности поверхности. Измерительные схемы емкостных датчиков. Пьезоэлектрические материалы. Классификация пьезоэлектрических датчиков. Пьезоэлектрические резонаторы и трансформаторы. Обратная связь в пьезоэлектрических датчиках. Резонансные пьезодатчики Электроакустические преобразователи.

### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

## **Тема 5. Электромагнитные преобразователи (ПК-2)**

### **Лекция.**

Основные разновидности. Индуктивные преобразователи. Взаимондуктивные преобразователи. Индукционные преобразователи. Магнитоупругие и магнитоанизотропные преобразователи. Датчики Холла. Магниторезистивные преобразователи. Магнитодиоды. Магнитотранзисторы.

### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

## **Тема 6. Датчики температуры (ПК-2)**

### **Лекция.**



Терморезистивные преобразователи температуры. Термоэлектрические преобразователи температуры. Радиационные пирометры. Акустические термометры. Кварцевые термодатчики.

#### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

### **Тема 7. Датчики для измерения механических величин. Датчики вибраций (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Силоизмерительные устройства. Датчики и приборы для измерения массы. Датчики давления и разницы давлений. Преобразователи крутящих моментов. Классификация датчиков вибраций. Механические приборы. Индукционные датчики. Тензометрические датчики. Емкостные датчики. Электронно-механические датчики перемещения. Фотоэлектрические датчики. Магнито-резистивные датчики. Пьезоэлектрические акселерометры.

#### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

### **Тема 8. Гидроакустические преобразователи (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Классификация и характеристики гидроакустических преобразователей. Соотношения электромеханического преобразования. Цилиндрические пьезокерамические преобразователи. Пластинчатые и сферические пьезокерамические преобразователи. Стержневые магнитострикционные преобразователи. Цилиндрические магнитострикционные преобразователи. Некоторые конструкции преобразователей.

#### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

### **Тема 9. Преобразователи для неразрушающего контроля (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Классификация методов неразрушающего контроля. Магнитные методы. Электрические методы. Вихретоковые методы. Радиоволновые методы. Тепловые методы. Оптические методы. Радиационные методы. Неразрушающий контроль проникающими веществами. Акустические методы.

#### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

### **Тема 10. Датчики газоанализаторов. Датчики влажности (ПК-2)**

#### **Лекция.**



Тепловые газоанализаторы. Магнитные газоанализаторы. Оптические газоанализаторы. Фотоколориметрические газоанализаторы. Электрохимические газоанализаторы. Хроматографические газоанализаторы. Масс-спектрометрические газоанализаторы. Акустические газоанализаторы. Методы измерения влажности твердых тел и жидкостей. Датчики электрических влагомеров твердых и жидких тел. Методы измерения влажности газов.

#### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

### **Тема 11. Приемники излучения. Детекторы ионизирующих излучений (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Параметры и характеристики приемников оптического излучения. Приемники излучения на основе внутреннего фотоэффекта. Приемники излучения на основе внешнего фотоэффекта. Тепловые приемники оптического излучения. Классификация детекторов. Ионизационные камеры. Газовые счетчики. Сцинтилляционные счетчики. Полупроводниковые детекторы. Интегрирующие детекторы для индивидуальной дозиметрии.

#### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

### **Тема 12. Радиоволновые датчики (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Физические основы реализации радиоволновых датчиков. Датчики геометрических параметров. Датчики механических величин. Датчики параметров движения. Датчики физических свойств материалов и изделий. Контроль и измерение параметров некоторых объектов и процессов.

#### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

### **Тема 13. Электрохимические и биохимические датчики (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Классификация и характеристики электрохимических датчиков. Основные разновидности методов химического анализа. Кондуктометрические устройства. Измерительные преобразователи pH-метров. Ионометры. Электрохимические полевые транзисторы. Модифицированные электроды.

#### **Практическое занятие.**

Опрос с обсуждением изучаемого материала.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы.

## **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

### **4.1. Распределение баллов:**

2 семестр

- посещаемость – 10 баллов



- текущий контроль – 50 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 20 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Введение. Элементы общей теории измерительных преобразователей (датчиков)	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
2.	Характеристик и датчиков. Электронные устройства датчиков	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
3.	Упругие элементы датчиков. Оптические элементы датчиков	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>



4.	Резистивные датчики. Ёмкостные датчики. Пьезоэлектрические датчики	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
5.	Электромагнитные преобразователи	Собеседование	4	<p>3 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>



6.	Датчики температуры	Собеседование	3	<p>3 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Тестирование(контрольный срез)	20	Тестирование представляет собой тест из 5 вопросов. Студент ответив правильно на вопросы за каждый ответ получит 4 балла
7.	Датчики для измерения механических величин. Датчики вибраций	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
8.	Гидроакустические преобразователи	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>



9.	Преобразователи для неразрушающего контроля	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
10.	Датчики газоанализаторов. Датчики влажности	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
11.	Приемники излучения. Детекторы ионизирующих излучений	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>



12.	Радиоволновые датчики	Собеседование	4	<p>4 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
13.	Электрохимические и биохимические датчики	Собеседование	3	<p>3 балла – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики</p> <p>2 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной физики.</p> <p>1 балл – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Тестирование(контрольный срез)	20	Тестирование представляет собой тест из 5 вопросов. Студент ответив правильно на вопросы за каждый ответ получит 4 балла
14.	Посещаемость		10	<p>10 баллов – студент посетил все 100% занятий</p> <p>7-9 баллов – студент посетил не менее 80% занятий</p> <p>4-6 баллов – студент посетил не менее 50% занятий</p> <p>1-3 балла – студент посетил не менее 25% занятий</p> <p>Если студент посетил менее 25% занятий, баллы не начисляются</p>
15.	Премиальные баллы		20	<p>Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- постоянная активность во время практических занятий – 10 баллов;</li> <li>- участие в проектах – 10 баллов;</li> <li>- участие в конференциях – 10 баллов.</li> </ul>
16.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы на экзамене		20	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
17.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
----------------------	----------------------



50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

## 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Собеседование

#### Тема 1. Введение. Элементы общей теории измерительных преобразователей (датчиков)

Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

#### Тема 2. Характеристики датчиков. Электронные устройства датчиков

Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

#### Тема 3. Упругие элементы датчиков. Оптические элементы датчиков

Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

#### Тема 4. Резистивные датчики. Ёмкостные датчики. Пьезоэлектрические датчики

Типовые вопросы для собеседования



1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

#### Тема 5. Электромагнитные преобразователи

Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

#### Тема 6. Датчики температуры

Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

#### Тема 7. Датчики для измерения механических величин. Датчики вибраций

Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.



## Тема 8. Гидроакустические преобразователи

### Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

## Тема 9. Преобразователи для неразрушающего контроля

### Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

## Тема 10. Датчики газоанализаторов. Датчики влажности

### Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

## Тема 11. Приемники излучения. Детекторы ионизирующих излучений

### Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.



7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

## Тема 12. Радиоволновые датчики

Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

## Тема 13. Электрохимические и биохимические датчики

Типовые вопросы для собеседования

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.

## Тестирование

### Тема 6. Датчики температуры

Типовые вопросы для тестирования

1. Силоизмерительные устройства. Датчики и приборы для измерения массы. Датчики давления и разницы давлений. Преобразователи крутящих моментов.
2. Классификация датчиков вибраций.
3. Классификация и характеристики гидроакустических преобразователей.
4. Соотношения электромеханического преобразования.
5. Классификация методов неразрушающего контроля.

### Тема 13. Электрохимические и биохимические датчики

Типовые вопросы для тестирования

1. Силоизмерительные устройства. Датчики и приборы для измерения массы. Датчики давления и разницы давлений. Преобразователи крутящих моментов.
2. Классификация датчиков вибраций.
3. Классификация и характеристики гидроакустических преобразователей.
4. Соотношения электромеханического преобразования.
5. Классификация методов неразрушающего контроля.



### 4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

#### Типовые вопросы зачета (ПК-2)

Типовые вопросы зачета

1. Основные термины и определения. Некоторые физические эффекты, используемые в датчиках физических величин.
2. Общие сведения из общей теории измерительных преобразователей.
3. Обобщенный генераторный преобразователь.
4. Метод электромеханических аналогий.
5. Статические характеристики. Метрологические характеристики. Динамические характеристики.
6. Типовые динамические звенья.
7. Основные разновидности и расчетные соотношения упругих элементов. Материалы изготовления.
8. Статические и динамические характеристики упругих элементов.
9. Основные характеристики резистивных датчиков.
10. Реостатные датчики перемещений. Тензорезистивные датчики. Полупроводниковые тензодатчики.
11. Ёмкостные датчики давления. Датчики уровня. Ёмкостный датчик перемещений, неровности поверхности. Измерительные схемы емкостных датчиков.
12. Пьезоэлектрические материалы. Классификация пьезоэлектрических датчиков.
13. Индуктивные преобразователи. Взаимондуктивные преобразователи. Индукционные преобразователи. Магнитоупругие и магнитоанизотропные преобразователи.
14. Терморезистивные преобразователи температуры.
15. Силоизмерительные устройства. Датчики и приборы для измерения массы. Датчики давления и разницы давлений. Преобразователи крутящих моментов.
16. Классификация датчиков вибраций.
17. Классификация и характеристики гидроакустических преобразователей.
18. Соотношения электромеханического преобразования.
19. Классификация методов неразрушающего контроля.
20. Параметры и характеристики приемников оптического излучения.
21. Приемники излучения на основе внутреннего фотоэффекта.
22. Классификация детекторов.
23. Физические основы реализации радиоволновых датчиков.
24. Классификация и характеристики электрохимических датчиков.
25. Основные разновидности методов химического анализа.

#### Типовые задания для зачета (ПК-2)

### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-2	Демонстрирует достаточный уровень знаний теории измерительных преобразователей. Анализирует основные характеристики современных датчиков и сенсорных систем на их основе. Знает физические явления лежащие в основе работы современных датчиков. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано



«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-2	Демонстрирует слабый уровень знаний теории измерительных преобразователей. Не может анализировать основные характеристики современных датчиков и сенсорных систем на их основе. Не знает физические явления лежащие в основе работы современных датчиков. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
---------------------------------	------	--

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:



- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

#### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература:

1. Шарапов, В. М., Полищук, Е. С., Кошевой, Н. Д., Ишанин, Г. Г., Минаев, И. Г., Совлуков, А. С. Датчики : справочное пособие. - 2025-03-03; Датчики. - Москва: Техносфера, 2012. - 624 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/16974.html>

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Фрайден Дж. Современные датчики : справочник. - М.: Техносфера, 2006. - 588 с.



### 6.3 Иные источники:

1. Единое окно доступа к образовательным интернет-ресурсам Федерального портала «Российское образование» - [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.1.21%2F](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.1.21%2F)
2. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система - <http://www.biblioclub.ru>
3. Консультант студента. Гуманитарные науки: электронно-библиотечная система - <http://www.studentlibrary.ru>
4. Российская национальная библиотека - <http://www.nlr.ru/>
5. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания - [www.monographies.ru](http://www.monographies.ru)

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI - Russian

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
2. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
3. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
4. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
5. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
6. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
7. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
9. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

### Электронная информационно-образовательная среда

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.