

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

**Институт информационных технологий и радиоэлектроники**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

  
А.А. Галкин  
«31» 08 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ  
НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН»**

направление подготовки / специальность

12.04.01 Приборостроение

направленность (профиль) подготовки

Информационно-измерительные технологии

Владимир 2021

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Методы и средства измерений неэлектрических величин»: усвоение студентом теории и практики методов и использования средств измерения физических величин любой природы с использованием современных информационных технологий.

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы и средства измерений неэлектрических величин» относится к дисциплинам вариативной части учебного плана.

### 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении	ОПК-1.1. Представляет современную научную картину мира; ОПК-1.2. Выявляет естественнонаучную сущность проблемы; ОПК-1.3. Формулирует задачи и определяет пути их решения на основе оценки эффективности выбора с учетом специфики научных исследований в сфере обработки, передачи и измерения сигналов различной физической природы в сложных измерительных трактах;	<b>Знать:</b> основные понятия, законы и модели механики, электричества и магнетизма. <b>Уметь:</b> анализировать, толковать и грамотно исполнять метрологические нормы; формировать и аргументировано отстаивать собственную позицию по вопросам измерения различных параметров неэлектрических величин. <b>Владеть:</b> навыками разработки методик проведения измерений неэлектрических величин.	Задания рейтинг контроля Отчет по лабораторным работам

<p>ПК-2 Готовность выбрать оптимальные методы и разработать программы экспериментальных исследований и испытаний, провести измерения с выбором современных технических средств и обработкой результатов измерений</p>	<p>ПК -2.1. Способен разрабатывать программы экспериментальных исследований и испытаний  ПК-2.2. Способен к выбору оптимальных методов экспериментальных исследований и испытаний  ПК-2.5. Способен обрабатывать результаты измерений</p>	<p><b>знать:</b> обобщенный подход к классификации методов и средств измерений физических величин;  <b>уметь:</b> выбирать оптимальные методы и средства измерения параметров неэлектрических величин;  <b>владеть:</b> навыками измерения и обработки результатов измерений параметров неэлектрических величин.</p>	<p>Задания рейтинг контроля  Отчет по лабораторным работам</p>
<p>ПК-3 Способность разработать и провести оптимизацию натуральных экспериментальных исследований приборных систем с учетом критериев надежности</p>	<p>ПК-3.1. Способен разработать и провести оптимизацию натуральных экспериментальных исследований с учетом критериев надежности</p>	<p><b>знать:</b> методы и способы технико-экономического анализа типовых систем приборных устройств, предназначенных для измерения неэлектрических величин;  <b>уметь:</b> проводить анализ научно-технической и патентной и литературы с целью выбора оптимального решения измерительных задач;  <b>владеть:</b> навыками выбора средств измерений.</p>	<p>Задания рейтинг контроля  Отчет по лабораторным работам</p>
<p>ПК-7 Способность рационально эксплуатировать современное оборудование и приборы ( в соответствии с целями профессиональной деятельности)</p>	<p>ПК-7.1. Способен рационально эксплуатировать современное оборудование и приборы</p>	<p><b>знать:</b> специфику получения измерительной информации в различных областях естествознания;  <b>уметь:</b> использовать современные средства измерения при планировании, организации и проведении измерительного эксперимента;  <b>владеть:</b> фиксации и обработки результатов измерений.</p>	<p>Задания рейтинг контроля  Отчет по лабораторным работам</p>
<p>ПК-13 Проектировать приборные системы и</p>	<p>ПК-13.1. Способен проектировать приборные системы с использованием</p>	<p><b>знать:</b> методы и правила проектирования</p>	<p>Задания рейтинг контроля</p>

<p>технологические процессы с использованием средств автоматизации проектирования и опыта разработки конкурентоспособных изделий</p>	<p>средств автоматизации проектирования ПК-13.3. Способен выявлять конкурентоспособные свойства разрабатываемых изделий приборостроения</p>	<p>приборов измерения неэлектрических величин;  <b>уметь:</b> использовать справочный аппарат для выбора средств измерений и элементной базы как при решении конкретных измерительных задач, так и при проектировании новых средств измерений;  <b>владеть:</b> навыками математического и физического моделирования при проектировании средств измерений.</p>	<p>Отчет по лабораторным работам</p>
--	---	--	--------------------------------------

### 3. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов

#### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Электромагнитные измерительные преобразователи	3	1	2					
2	Резистивные измерительные преобразователи	3	2			2		5	
3	Электростатические измерительные преобразователи	3	3	2		2			
4	Тепловые измерительные преобразователи	3	4			2		5	
5	Электрохимические измерительные преобразователи (ЭХП)	3	5	2					
6	Измерительные преобразователи оптического и радиоактивного излучения	3	6	2					Рейтинг-контроль 1
7	Измерение магнитных физических величин	3	7			2		5	
8	Измерение параметров магнитного поля	3	8	2					
9	Методы измерения величин пространства и времени	3	9-10			2		5	
10	Методы измерения параметров движения	3	11			2		5	
11	Методы измерения механических величин	3	12			2		5	Рейтинг-контроль 2
12	Методы измерения акустических величин	3	13	2		2			
13	Методы измерения тепловых величин	3	14-15	2				5	

14	Методы измерения величин оптического излучения	3	16			2		5	
15	Методы измерения величин радиоактивности и ионизирующих излучений	3	17	2					
16	Методы измерения концентрации и состава веществ	3	18	2				5	Рейтинг-контроль 3
<b>Всего за 3 семестр:</b>				<b>18</b>		<b>18</b>		<b>45</b>	<b>экзамен (27)</b>
Наличие в дисциплине КП/КР									
<b>Итого по дисциплине</b>				<b>18</b>		<b>18</b>		<b>45</b>	<b>экзамен (27)</b>

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Тема 1. Электромагнитные измерительные преобразователи.

Общие принципы построения электромагнитных ИП. Физические законы и явления, положенные в основу ИП. Индуктивные, Трансформаторные, Магнитоупругие и магнитоанизатропные, Индукционные, Вихрековые ИП.

#### Тема 2. Резистивные измерительные преобразователи

Тензорезисторы. Принцип действия. Металлические и полупроводниковые тензорезисторы, их характеристики. Особенности градуировки. Погрешности. Схемы включения. Область применения.

Реостатные ИП. Разновидности ИП (линейные, дискретные, функциональные). Требования к элементам конструкций. Погрешность? схемы включения. Область применения. Преобразователи контактного сопротивления. Схемы включения резистивных ИП.

#### Тема 3. Электростатические измерительные преобразователи

Емкостные ИП. Принцип действия, разновидности. Основные характеристики. Измерительные схемы включения. Достоинства и недостатки. Область применения.

Пьезоэлектрические ИП. Прямой и обратный пьезоэффект. Пьезоэлектрики и их свойства. Применение пьезоэлектриков в датчиках неэлектрических величин. Анализ эквивалентной схемы замещения пьезоэлектрических ИП. Составление дифференциального уравнения и определение из него комплексной чувствительности и частотных характеристик. Погрешности ИП. Область применения.

#### Тема 4. Тепловые измерительные преобразователи

Терморезисторы. Принцип действия. Уравнение теплового баланса. Возможность использования терморезисторов для измерения различных неэлектрических величин, определенным образом влияющих на условия теплового обмена.

Режимы работы терморезисторов. Металлические и полупроводниковые терморезисторы, их свойства. Использование терморезисторов в термометрах, термоанемометрах, датчиках перемещения и т. д.

Термоэлектрические ИП. Принцип действия, разновидности используемых термопар. Особенности работы с термопарами: введение поправки на температуру свободных концов. Погрешности и способы их уменьшения. Применение.

#### Тема 5. Электрохимические измерительные преобразователи (ЭХП)

Основные свойства электролитической ячейки. Явлений и законы электрохимии, используемые для построения измерительных преобразователей. Классификация и область применения.

Кондуктометрические (электролитические) ИП.

Гальванические преобразователи (*pH-метры*).

Полярографические ИП.

Кулонометрические ИП.

Электрокинетические ИП.

Принцип действия этих преобразователей, особенности их построения. Материалы конструктивных элементов. Влияние внешних факторов и способы уменьшения погрешностей. Области применения.

### **Тема 6. Измерительные преобразователи оптического и радиоактивного излучения**

Преобразователи оптического излучения. Характеристики оптического излучения. Источники оптического излучения, разновидности, свойства, характеристики.

Приемники оптического излучения (интегральные и селективные). Виды приемников: тепловые, пироэлектрические, фотоэлектрические. Их характеристики, свойства, принцип действия. Структурные схемы датчиков оптического излучения (одноканальные, двухканальные). Применение оптических датчиков для измерения неэлектрических величин.

Преобразователи радиоактивного излучения (ионизационные ИП). Источники радиоактивного излучения, их свойства, характеристики, конструктивные особенности.

### **Тема 7. Измерение магнитных физических величин**

Основные задачи магнитных измерений. Основные объекты магнитных измерений. Магнитные физические величины. Их классификация. Понятия основных магнитных величин. Единицы магнитных величин. Метрологическая основа магнитных измерений.

### **Тема 8. Измерение параметров магнитного поля**

Измерение магнитного потока. Основные методы измерения магнитного потока.

Измерение магнитного потока в постоянном магнитном поле. Индукционно-импульсный метод. Применяемые средства измерения. Погрешности индукционно-импульсного метода. Нулевой индукционно-импульсный метод.

### **Тема 9. Методы измерения величин пространства и времени**

Классификация величин пространства и времени: геометрических, времени и параметров движения. Измерение линейных размеров: расстояний, толщин, высот, глубин, диаметров, уровней, шероховатостей. Измерение площадей и объемов. Измерение угловых размеров: направления, угла курса, плоского и телесного углов.

### **Тема 10. Методы измерения параметров движения**

Параметры движения, связь между ними. Методы измерения линейных и угловых перемещений. Основные методы измерения скоростей и расхода жидких и газообразных веществ: индукционный, на основе перепада давления, ультразвуковые, тепловые и основанные на преобразовании измеряемых величин в скорость вращательного движения, в силу или перемещение. Методы измерения скоростей вращения. Методы измерения параметров вибрации, взрыва и др. параметров движения. Методы измерения ускорений с использованием инерционных масс.

### **Тема 11. Методы измерения механических величин**

Классификация механических величин и связь между ними через силу и массу. Методы измерения сосредоточенных сил, давлений, механических моментов силы, трения и кручения. Методы измерения механических напряжений и деформаций. Границы применимости методов и основные погрешности средств измерения. Измерение массы (веса), плотности и вязкости веществ.

### **Тема 12. Методы измерения акустических величин**

Основные акустические величины и их единицы измерения. Методы измерения акустического давления, скорости распространения звука, звукоизоляции, акустического шума и др. величин. Метрологические обеспечение измерения акустических величин.

### **Тема 13. Методы измерения тепловых величин**

Классификация тепловых величин. Понятие температуры. Температурные шкалы. Контактные и бесконтактные методы измерения температур, источники погрешностей и область

применения. Особенности и методы измерения сверхнизких и низких, средних и высоких температур.

При измерении теплового потока, количества теплоты, теплопроводности и других тепловых величин.

#### **Тема 14. Методы измерения величин оптического излучения**

Классификация оптических величин. Светотехнические и энергетические единицы измерения. Метрологическое обеспечение силы света. Связь между субъективными (физиологическими) и объективными (энергетическими) характеристиками излучения. Понятие цвета. Цветовые атласы. Приемники оптического излучения (химические, тепловые, механические и физиологические).

#### **Тема 15. Методы измерения величин радиоактивности и ионизирующих излучений**

Величины радиоактивности и ионизирующих излучений. Единицы измерения и метрологическое их обеспечение. Методы измерения основной величины - активности нуклидов. Методы измерения: ионизационные, люминесцентные, фотографические, химические и калориметрические, а также активационного анализа. Измерение потока и плотности потока излучения, поглощенной и экспозиционной доз.

#### **Тема 16. Методы измерения концентрации и состава веществ**

Понятия концентрации и состава веществ (концентрация, состав, структура, вязкость, цветность, мутность, жирность, влажность, дымность и др.). Измеряемые физические параметры (величины концентрации, акустические, оптические, электрохимические). Основные методы измерения концентрации и состава: электрохимические, ионизационные, спектрометрические, тепловые, магнитные, диэлькометрические, хроматографические, оптические, радиоскопические, акустические, механические.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

**Лабораторная работа №1** Исследование резистивных измерительных преобразователей.

**Лабораторная работа №2** Исследование электромагнитных измерительных преобразователей.

**Лабораторная работа №3** Исследование свойств тепловых измерительных преобразователей.

**Лабораторная работа №4** Вихретоковый толщиномер электропроводящего слоя.

**Лабораторная работа №5** Исследование тензометрических измерительных преобразователей.

**Лабораторная работа №6** Исследование емкостных измерительных преобразователей

**Лабораторная работа №7** Исследование механолюминесцентных измерительных преобразователей

**Лабораторная работа №8** Исследование акустических измерительных преобразователей

**Лабораторная работа №9** Исследование измерительных преобразователей на основе фотодиодов

## **4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**



**4.1. Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).**

**ВОПРОСЫ  
к рейтинг-контролю знаний студентов  
Рейтинг-контроль 1**

1. На каком физическом явлении основан принцип действия каждой из пяти групп электромагнитных ИП?
2. Какие конструктивные элементы могут входить в конструкцию электромагнитных датчиков?
3. Требования, предъявляемые к материалам магнитопроводов, постоянных магнитов?
4. Конструктивные варианты построения ИП каждой группы.
  5. Преимущества дифференциальных электромагнитных ИП перед одинарными.
6. Какие неэлектрические величины можно измерять с помощью преобразователей резистивной группы?
7. Дать характеристику металлическим тензорезисторам всех разновидностей и объяснить разницу между дискретными и интегральными полупроводниковыми тензорезисторами.
8. Составляющие погрешности при использовании тензопреобразователей?
9. Как влияет температура на свойства рабочего тензорезистора и каким образом можно уменьшить температурную погрешность?
10. Охарактеризовать виды реостатных ИП.
11. С какими конструктивными параметрами емкостного преобразователя может быть функционально связана неэлектрическая величина?
12. Какие неэлектрические величины измеряются с помощью емкостных ИП?
13. Чем ограничивается значение минимального зазора между электродами емкостного ИП?
14. Из каких соображений выбирается частота питающего напряжения схемы с емкостным ИП?
15. Какова особенность измерительной схемы включения емкостного ИП?
16. Записать и объяснить уравнение теплового баланса.
17. Сравнить свойства металлических и полупроводниковых терморезисторов.
18. Что такое позисторы и чем они отличаются от термисторов.
19. Какие требования предъявляются к терморезисторам, применяемым в термометрах, термоанемометрах, датчиках перемещения, газоанализаторах?
20. Как можно скомпенсировать погрешность от изменения температуры свободных концов термоэлектрических ИП?

**Рейтинг-контроль 2**

1. Какие магнитные величины являются основными и какие производными?
2. Сформулировать задачи магнитных измерений.
3. Дать понятия основных магнитных величин.
  4. Дать классификацию эталонов и образцовых мер магнитных физических величин.
5. В чем суть индукционно-импульсного метода измерения магнитного потока, индукции, напряженности?
6. Оценить основные составляющие погрешности измерения потока, индукции, напряженности индукционно-импульсным методом.
  7. В чем преимущества индукционно-импульсного метода?
8. Основные статические магнитные характеристики. Понятия и определения.

9. Виды статических магнитных проницаемостей. Понятия и определения.
10. Влияние размеров и формы испытуемого ферромагнитного образца на получаемые характеристики. Понятие термина «размагничивающий фактор».
11. Как и для чего необходимо проводить размагничивание ферромагнитных образцов?
  12. Баллистическая установка для определения статических магнитных характеристик и порядок работы на ней. Основные соотношения при определении индукции, напряженности, магнитной проницаемости.

### **Рейтинг-контроль 3**

1. Назвать не менее 10 геометрических величин, 3-х - времени и 3-х параметров движения.
2. Каковы единицы измерения шероховатости поверхности?
3. Какова связь между перемещением, скоростью и ускорением?
4. К каким физическим величинам относятся параметры вибрации, диффузии газа, взрыва, горения?
5. Назвать возможные методы измерения диаметров медных проводов с изоляцией и без нее.
6. Методы и средства контроля уровней жидких сред в закрытых баках.
  7. Назвать измерительные преобразователи и методы измерения шероховатости поверхностей деталей.
8. Назвать величины параметров движения и связь между угловыми и линейными величинами.
9. Как представить себе метрологическое обеспечение единиц измерения физических величин?
10. В каком случае можно использовать методы измерения геометрических размеров для измерения перемещений?
11. Назвать методы измерения малых и больших перемещений.
12. Пояснить сущность методов измерения линейных скоростей, в том числе корреляционный.
13. Какая из механических величин, сила или масса, является основной, или они обе основные?
14. Какова связь механических величин, связанных с силой и аналогично связанных с массой?

15. Каково назначение упругих элементов в измерении механических величин?
16. Сущность измерения механических моментов по углу закручивания упругого вала?
17. Перечислить методы измерения механических напряжений и кратко их сущность (по деформации и по изменению физических свойств образца).
18. Какие физические величины относятся к акустическим и какова их связь с механическими величинами?
19. Назвать субъективные характеристики звука.
20. Сущность метрологических методов измерения акустического давления.
21. Какова связь температуры со средней кинетической энергией движения молекул, в том числе в космосе?
22. Назвать температурные шкалы и их особенности.

#### **4.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен).**

##### **Экзаменационные вопросы**

1. Дать определение измерительному преобразователю, датчику. Примеры.
2. Изобразить ИП в виде многополюсника и поясните, что такое входной сигнал, измеряемая величина, выходной сигнал, естественная входная величина, естественная выходная величина.
3. Перечислить основные классификационные признаки и подробно проанализируйте каждый из них с примерами.
4. Какие основные требования предъявляются к измерительным преобразователям?
5. Функция преобразования ИП в статике (реальная и номинальная). Коэффициент преобразования.
6. Чувствительность и порог чувствительности в статике. Способы выражения чувствительности.
7. Классификация погрешностей в статическом режиме, причины возникновения погрешностей.
8. Объяснить сущность работы ИП в динамическом режиме. Дифференциальное уравнение преобразования и определение из него основных динамических характеристик в общем виде).
9. Объяснить сущность метода аналогии для составления дифференциальных уравнений ИП, работающих в динамике.
10. Записать дифференциальное уравнение ИП в общем виде и определить из него передаточную функцию, комплексную чувствительность, АЧХ и ФЧХ.
11. Измерительные цепи включения генераторных ИП. Условие согласования их с нагрузкой.
12. Измерительные цепи включения параметрических ИП. Условие согласования их с нагрузкой, условие для линеаризации выходных характеристик схем с ИП.
13. Что такое унификация ИП?
14. Нарисовать структурные схемы включения ИП. Приведите их функции преобразования. Дать подробную характеристику каждой схеме.
15. Какие ИП относятся к группе генераторных, параметрических, и почему?
16. Как выбрать для индуктивных, трансформаторных, магнитоупругих ИП число витков, напряжение питания, частоту питающего напряжения?
17. В каких режимах (статическом, динамическом) могут работать различные группы электромагнитных ИП?
18. Измерительные схемы включения датчиков индуктивного типа.
19. Какие факторы вызывают появление погрешностей в преобразователях электромагнитной группы?
20. Чем определяется погрешность дискретности реостатных ИП?
21. Какие измерительные схемы используются для включения реостатных ИП?
22. Почему пьезоэлектрические ИП непосредственно работают только в динамическом режиме?
23. Какие материалы применяются для изготовления пьезопластин в ИП?
24. Какими параметрами определяются нижняя и верхняя границы частотного диапазона пьезоэлектрических ИП?
25. Причины, определяющие возникновение погрешностей пьезоэлектрических ИП.

26. Как можно скомпенсировать погрешность от изменения температуры свободных концов термоэлектрических ИП?
27. Какие требования предъявляются к материалам для изготовления терморезисторов, термопар?
28. Что такое электрокинетический потенциал?
29. Как устроены электрокинетические ИП, их разновидности?
30. Требования, предъявляемые к «рабочей паре» электрокинетических ИП.
31. Как работают кулонометрические ИП и для измерения каких величин могут быть использованы?
32. Какие виды ЭХП относятся к генераторным, а какие к параметрическим ИП?
33. Какие погрешности возникают в приемных ионизационных камерах?
34. Что называется эффективностью счетчиков радиоактивного излучения?
35. В чем сущность принципа действия сцинтилляционного счетчика?
- 36.
37. Принцип действия магнитомеханических преобразователей магнитных величин. Разновидности, характеристики.
38. Принцип действия гальваномагнитных преобразователей магнитных величин. Характеристики.
39. Метод ядерного магнитного резонанса /ЯМР/. Чем объясняется высокая точность измерения магнитной индукции и напряженности методом ЯМР?
40. Рассмотреть и сравнить между собой режим синусоидальной напряженности и режим синусоидальной индукции. Чем объяснить различие получаемых характеристик при этих режимах?
41. Рассмотреть метод амперметра-вольтметра. Какие характеристики магнитных материалов могут быть при этом определены? Каковы требования к используемым приборам?
42. В чем сущность ферромагнитного способа определения динамических магнитных характеристик? Возможности способа.
43. Как провести разделение потерь на гистерезис и вихревые токи при ваттметрическом методе испытаний?
44. Назвать измерительные преобразователи и методы измерения шероховатости поверхностей деталей.
45. Как измерить площадь сложного сечения протяженных изделий, например, турбинной лопатки?
46. Предложить методы измерения расстояний между вершинами 2-х гор.
47. На каком принципе основаны приборы для измерения глубин водоемов?
48. Назвать методы измерения направления воздушных потоков.
49. Как измеряют курс угла самолета?
50. Назвать инструменты для измерения плоских углов на изделиях машиностроения.
51. Пояснить сущность методов измерения линейных скоростей, в том числе корреляционный.
52. Каковы особенности методов измерения угловых скоростей?
53. Пояснить сущность метода «магнитной ленты» для измерения параметров движения.
54. Какова сущность методов измерения ускорений с использованием инерционных масс.
55. Назвать методы измерения расхода жидкостей и газов.
56. Каково назначение гироскопов?
57. Каков динамический диапазон давлений?
58. Что общего в измерениях большинства механических величин?
59. Дать определения, что такое механическая работа, энергия, мощность?
60. Какие преимущества при измерении массы методом замещения по сравнению с пропорциональным и двойным взвешиванием?

### **4.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

В плане самостоятельной работы студентами прорабатываются следующие темы для самостоятельной работы.

#### **Темы для самостоятельной работы студентов**

1. Резистивные измерительные преобразователи
2. Тепловые измерительные преобразователи

3. Измерение магнитных физических величин
4. Методы измерения величин пространства и времени
5. Методы измерения параметров движения
6. Методы измерения механических величин
7. Методы измерения величин оптического излучения

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3
<b>Основная литература</b>		
1. Ким, К. К. Электрические измерения неэлектрических величин : учебное пособие / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. А. Ткачук. — Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2019. — 137 с. — ISBN 978-5-4486-0731-8.	2019	<a href="https://www.iprbookshop.ru/85852.html">https://www.iprbookshop.ru/85852.html</a>
2. Секацкий, В. С. Методы и средства измерений и контроля : учебное пособие / В. С. Секацкий, Ю. А. Пикалов, Н. В. Мерзликина. — Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2017. — 316 с. — ISBN 978-5-7638-3612-7	2017	<a href="https://www.iprbookshop.ru/84241.html">https://www.iprbookshop.ru/84241.html</a>
3. Дивин, А. Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Часть 2 : учебное пособие / А. Г. Дивин, С. В. Пономарев, Г. В. Мозгова. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 108 с. — ISBN 978-5-8265-1102-2.	2012	<a href="https://www.iprbookshop.ru/63863.html">https://www.iprbookshop.ru/63863.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
1. Дивин, А. Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. Часть 3. Средства измерения температуры, оптических и радиационных величин : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 221400 - Управление качеством / А. Г. Дивин, С. В. Пономарев. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 117 с. — ISBN 978-5-8265-1215-9.	2013	<a href="https://www.iprbookshop.ru/63864.html">https://www.iprbookshop.ru/63864.html</a>

2. Горбунова, Т. С. Измерения, испытания и контроль. Методы и средства : учебное пособие / Т. С. Горбунова ; под редакцией Е. И. Шевченко. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. — 108 с. — ISBN 978-5-7882-1321-7.	2012	<a href="https://www.iprbookshop.ru/63696.html">https://www.iprbookshop.ru/63696.html</a>
3. Мандель, А. Е. Методы и средства измерения в волоконно-оптических телекоммуникационных системах : учебное пособие / А. Е. Мандель. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 120 с.	2012	<a href="https://www.iprbookshop.ru/14015.html">https://www.iprbookshop.ru/14015.html</a>

## 5.2. Периодические издания

1. Журнал «Контрольно-измерительные приборы и системы» - <http://www.kipis.ru>
2. Журнал «Автоматизация в промышленности» ISSN 1819-5962
3. Журнал «Измерительная техника» ISSN 0368-1025 <https://izmt.ru/>

## 5.3. Интернет-ресурсы

1. <http://mirknig.com>
2. <http://books.ru>
3. <http://www.itbookz.ru/cad/compas3d/>
4. <https://avtprom.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории 222-3, 224-3, 225-3 имеющей в своем составе следующее оборудование: универсальные стенды для моделирования аналоговых и цифровых цепей, механический ударный стенд для исследования механолюминесцентных датчиков импульсного давления, фотопреобразователь, стенды для исследования емкостных, резистивных и индукционных преобразователей, промышленный многоканальный электронный регистратор с универсальными аналоговыми и дискретными измерительными каналами.

Рабочую программу составил



Д.Д. Павлов

Рецензент (представитель работодателя):

Зам.начальника отдела ЗАО «Автоматика»

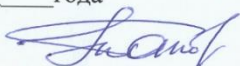


В.М. Дерябин, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭПБС

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой ЭПБС



К.В.Татмышевский

Программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 12.04.01 «Приборостроение»

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Председатель комиссии



К.В.Татмышевский

**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ**  
в рабочую программу дисциплины  
**«МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН»**  
образовательной программы направления подготовки *12.04.01.Приборостроение*,  
направленность: *Информационно-измерительные технологии (магистратура)*

Номер изменения	Внесены изменения в ча- сти/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

*Подпись*

*ФИО*



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.22 года

Заведующий кафедрой ЭПБС *Григорьев* (Татьяна Степановна К.В.)

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_