

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
Высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



«УТВЕРЖДАЮ»

проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 12 » 10 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И ДАТЧИКИ**

(наименование дисциплины)

Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение

Профиль подготовки

Уровень высшего образования : бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Прак- тич. за- нятий, час.	Лабо- рат. работ, час.	СРС, час.	Форма проме- жуточного кон- троля (экз/зачет)
5	5,180	18	18	18	81	Экзамен (45 ч)
<b>Итого</b>	<b>5,180</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>81</b>	<b>Экзамен (45 ч)</b>

Владимир, 2015

*М.О.*

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Измерительные преобразователи и датчики» является подготовка будущего специалиста, способного решать задачи по выбору измерительных преобразователей и датчиков контрольно-измерительных средств, их проектированию и эксплуатации.

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- способность к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике (ПК-3).

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО БАКАЛАВРИАТА**

Данная дисциплина относится к базовой части и основывается на комплексе дисциплин базовой части.: физика, математика, информатика, прикладная механика, инженерная графика, основы автоматического управления, основы проектирования приборов и систем.

Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защите выпускной квалификационной работы и при решении проектно-конструкторских и научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) знать основы измерений и методики исследования различных объектов (ПК-3);
- 2) уметь провести анализ и выбрать способ измерения различных объектов (ПК-3);
- 3) владеть методикой исследования различных объектов (ПК-3).

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Измерительные преобразователи и датчики»

### 4.1. Трудоемкость базовых разделов дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Консультации	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы, коллоквиумы	СРС		
1	Введение. Назначение курса. Значение ИП для автоматизации измерений и контроля в машиностроении. Развитие техники ИП.	5	1	2			2			6	1/25%	
2	Физические величины и контролируемые параметры. Физическая величина. Контролируемый параметр. Механические входные характеристики. Входной сигнал. Методы преобразования физических величин. Рабочие условия измерений и контроля. Модуляция сигналов. Измерение параметров процессов. Модуляция.	5	2	2			2			5	1/25%	
3	Общие характеристики ИП. Классификация ИП. Генераторные и параметрические ИП. Статические характеристики: функция преобразования, чувствительность, порог чувствительности, линейность, гистерезис, последствие, диапазон измерений. Информационные характеристики ИП. Динамические характеристики: частотные. Фазовые. Переходные характеристики. Быстродействие. Точностные характеристики. Составляющие основной погрешности ИП.	5	3	2			2	3		5	1/14%	Рейтинг-контроль 1



4	Резистивные ИП. Потенциометрические ИП. Функция преобразования. Характеристики РП. Влияние нагрузки на линейность РП. Уравновешенные и неуравновешенные мостовые схемы. Область применения РП. Тензометрические ИП. Параметры ТП. Схемы включения тензометров, их свойства и область применения	5	4	2			2	2		9	1/16,6%	
5	Электроконтактные ИП. Схемы и принцип действия, функция преобразования. Контакты, процессы в межконтактном зазоре. Схемы включения. Вольтамперная характеристика. Преобразователи электрического контактирования. Области применения.	5	5	2			2	4		12	1/12,5%	
6	Электромагнитные преобразователи. Физические основы преобразования электромагнитных величин. Классификация ЭП. Индуктивные ИП с открытой и закрытой магнитной цепью. Дифференциальные и недифференциальные ИП. ЭП с изменяющимся зазором и с изменяющейся площадью зазора. Соотношение для определения основных характеристик. Функция преобразования. Линейность. Влияние внешних гармоник. Схемы включения. Области применения индуктивных ИП. Магнитоупругие преобразователи. Принцип действия и основные характеристики. Область применения. Эффект магнитострикции. Магнитострикционные материалы. Магнитострикционные и магнитоупругие ИП. Область применения. Индукционные ИП. Основные соотношения. Типы ИП. Области применения. Физические основы вихревого контроля. Типы ИП. Зависимости, определяющие глубину проникновения вихревых токов от частоты и физических свойств материалов. Магнитоэлектрические ИП. Чувствительность. Требования к элементам ИП. Области применения. Основные понятия о магнитной записи.	5	5-6	2			2	2		14	1/16,6%	Рейтинг-контроль 2
7	Электрические ИП. Физические основы пьезоэлектрических ИП. Пьезоэффект. Свойства пьезоэлектрических материалов. Характеристики ИП. Области применения. Прямой и обратный эффект. Емкостные ИП.	5	7-8	2			2	3		12	2/28%	

	Принцип действия и свойства. Измерительные цепи. Типы ИП и расчетные соотношения, определяющие основные параметры. Функция преобразования. Характеристики ИП. Области применения.										
8	Тепловые ИП. Термоэлектрические ИП. Схемы включения. Терморезисторы. Разновидности. Схемы включения. Область применения.	5	10	2			2		8	2/25%	
9	Фотоэлектрические ИП. Физические основы ФП. Источники излучения. Анализаторы. Дефекторы. ИП считывания. Компенсационные ИП. Оптикоэлектронные ИП. Оптические квантовые генераторы, особенности применения. Области применения. Измерение температуры, размеров, скорости и др.	5	10 - 12	2			2	4	10	2/25%	Рейтинг-контроль 3
	Всего			18			18	18	81	12/22%	Экзамен

#### 4.2. Теоретический курс

**Тема 1.** Назначение курса. Значение измерительных преобразователей для автоматизации измерений и контроля в машиностроении. Развитие техники измерительных преобразователей.

**Тема 2.** Физические величины и контролируемые параметры. Физическая величина. Контролируемый параметр. Механические входные характеристики. Входной сигнал. Методы преобразования физических величин. Рабочие условия измерений и контроля. Модуляция сигналов. Измерение параметров процессов. Модуляция.

**Тема 3.** Общие характеристики измерительных преобразователей. Классификация измерительных преобразователей. Генераторные и параметрические измерительные преобразователи. Статические характеристики: функция преобразования, чувствительность, порог чувствительности, линейность, гистерезис, последствие, диапазон измерений. Информационные характеристики измерительных преобразователей. Динамические характеристики: частотные фазовые, переходные характеристики. Быстродействие. Точностные характеристики. Составляющие основной погрешности преобразователей.

**Тема 4.** Резистивные измерительные преобразователи. Потенциометрические преобразователи. Функции преобразования. Влияние нагрузки на линейность РП. Мостовые схемы. Уравновешенные и неуравновешенные мостовые схемы. Область применения резистивных



преобразователей. Тензометрические преобразователи. Параметры преобразователей. Схемы включения тензометров, их свойства и область применения.

**Тема 5.** Электроконтактные измерительные преобразователи. Схемы и принцип действия, функция преобразования. Контакты, процессы в межконтактном зазоре. Схемы включения. Вольтамперная характеристика. Преобразователи электрического контактирования. Области применения.

**Тема 6.** Электромагнитные преобразователи. Физические основы преобразования электромагнитных величин. Классификация преобразователей. Индуктивные преобразователи с открытой и закрытой магнитной цепью. Дифференциальные и недифференциальные преобразователи. Преобразователи с изменяющимся зазором и с изменяющейся площадью зазора. Соотношение для определения основных характеристик. Функция преобразования. Линейность. Влияние внешних гармоник. Схемы включения. Области применения индуктивных преобразователей.

**Тема 7.** Электростатические преобразователи. Физические основы пьезоэлектрических преобразователей. Пьезоэффект. Свойства пьезоэлектрических материалов. Характеристики преобразователей. Области применения. Прямой и обратный эффект. Емкостные преобразователи. принцип действия и свойства. Измерительные цепи. Типы преобразователей и расчетные соотношения, определяющие основные параметры. Функция преобразования. Характеристика преобразователей. Области применения.

**Тема 8.** Тепловые преобразователи. Термоэлектрические преобразователи. Схемы включения. Терморезисторы. Разновидности. Схемы включения. Область применения.

**Тема 9.** Фотоэлектрические преобразователи. Физические основы фотоэлектрических преобразователей. Источники излучения. Анализаторы. Дефекторы. Преобразователи считывания. Компенсационные преобразователи. Оптикоэлектронные измерительные преобразователи. Оптические квантовые генераторы, особенности применения. Области применения. Измерение температуры, размеров, скорости и др.

#### **4.3. Практические занятия**

1. Расчет измерительных приборов (ИП) с синусной рычажной передачей.
2. Расчет ИП с тангенсной рычажной передачей.
3. Расчет рычажно-зубчатого индикатора типа ИРБ.
4. Расчет ИП с синусно-кулисной передачей.
5. Расчет измерительной цепи рычажно-зубчатой измерительной головки типа ИГ.

6. Расчет измерительной цепи рычажно-зубчатой многоскоростной измерительной головки типа ИГМ и МИГ.
7. Расчет измерительной цепи рычажно-зубчатого индикатора типа ИРТ (торцевого) с синусно-поводковой и зубчатой передачами.
8. Расчет измерительной цепи оптиметра.
9. Расчет измерительной цепи ультраоптиметра.

#### **4.4. Лабораторные работы**

Лабораторная работа № 1. Измерение с помощью моста Р-333. Определение места обрыва проводной линии.

Лабораторная работа № 2. Исследование параметров индуктивных датчиков при помощи прибора Ф480.

Лабораторная работа № 3. Исследование оптического приемника.

Лабораторная работа № 4. исследование характеристики полупроводникового термосопротивления.

Лабораторная работа № 5. Исследование индуктивных первичных преобразователей с помощью прибора Е12-1А.

Лабораторная работа № 6. Проверка частотомеров и генераторов частоты с помощью цифрового частотомера – периодомера ЧЗ-22.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной дисциплине предусматривается широкое использование в учебном процессе следующих инновационных методов обучения:

1. Информационно -коммуникационные технологии при чтении лекций;
2. Работа в малых группах при выполнении лабораторных работ;

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

#### **6.1.Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:**

- а) решение задач по изучаемой теме на практических занятиях;
- б) защита лабораторных работ по методу обучения в малых группах;



- в) устный и письменный опрос студентов во время лекции по изучаемому материалу;  
 г) проведение рейтинг-контроля.

### **6.2. Самостоятельная работа студентов.**

<b>№ п/п</b>	<b>Раздел</b>	<b>Вид СРС</b>	<b>Трудоемкость, часов</b>
1.	Раздел 1.	Выполнение домашнего задания и проработка дополнительной литературы	2
2.	Раздел 2.	Выполнение домашнего задания и проработка дополнительной литературы	2
3.	Раздел 3.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	2
4.	Раздел 4.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	3
5.	Раздел 5.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	2
6.	Раздел 6.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	3
7.	Раздел 7.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	3
8.	Раздел 8.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	2
9.	Раздел 9.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	3
10.	Раздел 10.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	3
11.	Раздел 11.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	2
12.	Раздел 12.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	3
13.	Раздел 13.	Подготовка к лабораторным работам. Выполнение типового расчета.	3
14.	Раздел 14.	Выполнение домашнего задания и проработка дополнительных лабораторных работ. Написание реферата	3
15.	Раздел 15.	Экзамены	45
		<b>ИТОГО</b>	<b>81</b>

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Основные формы самостоятельной работы заключаются в проработке дополнительной литературы, подготовке к лабораторным занятиям, устному опросу, контрольным работам и рейтинг-контролю. Контроль за самостоятельной работой студентов осуществляется на консультациях, во время защиты лабораторных работ и практических занятиях.



### **6.3. Вопросы для рейтинг-контроля**

#### **Первый рейтинг-контроль**

1. Значение измерительных преобразователей для автоматизации измерений.
2. Входной сигнал и его характеристика.
3. Методы преобразования физических величин.
4. Рабочие условия измерений и контроля.
5. Модуляция сигналов.
6. Классификация измерительных преобразователей.

#### **Второй рейтинг-контроль**

1. Статические характеристики измерительных преобразователей.
2. Информационные характеристики измерительных преобразователей.
3. Динамические характеристики измерительных преобразователей.
4. Быстродействие измерительных преобразователей.
5. Точностные характеристики измерительных преобразователей.
6. Характеристики потенциметрических преобразователей.
7. Мостовые схемы.

#### **Третий рейтинг-контроль**

1. Область применения резистивных преобразователей.
2. Тензометрические преобразователи. Их свойства и область применения.
3. Схемы включения тензодатчиков.
4. Электроконтактные измерительные преобразователи.
5. Схемы включения ЭКД.
6. Индуктивные преобразователи.
7. Схемы включения индуктивных преобразователей и область применения.

#### **Вопросы к экзамену**

1. Значение измерительных преобразователей для автоматизации измерений.
2. Входной сигнал и его характеристика.
3. Методы преобразования физических величин.
4. Рабочие условия измерений и контроля.
5. Модуляция сигналов.
6. Классификация измерительных преобразователей.
7. Статические характеристики измерительных преобразователей.
8. Информационные характеристики измерительных преобразователей.

9. Динамические характеристики измерительных преобразователей.
10. Быстродействие измерительных преобразователей.
11. Точностные характеристики измерительных преобразователей.
12. Характеристики потенциометрических преобразователей.
13. Мостовые схемы.
14. Область применения резистивных преобразователей.
15. Тензометрические преобразователи. Их свойства и область применения.
16. Схемы включения тензометров.
17. Электроконтактные измерительные преобразователи.
18. Схемы включения ЭКД.
19. Индуктивные преобразователи.
20. Схемы включения индуктивных преобразователей и область применения.
21. Магнитоупругие преобразователи. Принцип действия и основные характеристики.
22. Эффект магнитострикции. Магнитострикционные и магнитоупругие материалы.
23. Индукционные преобразователи. Основные соотношения.
24. Типы индукционных преобразователей и область их применения.
25. Физические основы вихревого контроля.
26. Типы вихревых преобразователей.
27. Магнитоэлектрические преобразователи и их чувствительность.
28. Физические основы пьезоэлектрических преобразователей.
29. Свойства пьезоэлектрических материалов.
30. Характеристики пьезообразователей и область их применения.
31. Емкостные преобразователи. Принцип действия и расчет.
32. Электронно-механические преобразователи. Принцип действия и применение.
33. Тепловые преобразователи.
34. Терморезисторы и схемы их включения.
35. Физические основы фотоэлектрических преобразователей.
36. Источники и приемники излучения фотоэлектрических преобразователей.
37. Оптические квантовые генераторы. Область применения.
38. Пневмоэлектрические преобразователи. Их характеристики и область применения.
39. Электрохимические преобразователи. Область применения, конструкции.
40. Телевизионные измерительные преобразователи. Основные характеристики и область применения.



### **Вопросы к самостоятельной работе студентов.**

1. Значение измерительных преобразователей для автоматизации измерений.
2. Входной сигнал и его характеристика.
3. Методы преобразования физических величин.
4. Рабочие условия измерений и контроля.
5. Модуляция сигналов.
6. Классификация измерительных преобразователей.
7. Статические характеристики измерительных преобразователей.
8. Информационные характеристики измерительных преобразователей.
9. Динамические характеристики измерительных преобразователей.
10. Быстродействие измерительных преобразователей.
11. Точностные характеристики измерительных преобразователей.
12. Характеристики потенциометрических преобразователей.
13. Мостовые схемы.
14. Область применения резистивных преобразователей.
15. Тензометрические преобразователи. Их свойства и область применения.
16. Схемы включения тензометров.
17. Электроконтактные измерительные преобразователи.
18. Схемы включения ЭКД.
19. Индуктивные преобразователи.
20. Схемы включения индуктивных преобразователей и область применения.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература:**

1. Интеллектуальные средства измерений: Учебник. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 260 с.: 60x90 1/16. - (Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-906818-66-9  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=551202>
2. Калинеченко, А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам в автоматике [Электронный ресурс] / А.В. Калинеченко, Н.В. Уваров, В.В. Дойников. - М.: Инфра-Инженерия, 2015. - 576 с. - ISBN 978-5-9729-0017-6. Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520694>
3. Метрология и средства измерений: Учебное пособие / Пелевин В.Ф. - М.:НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. - 272 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-006769-8  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546659>

### **Дополнительная литература:**

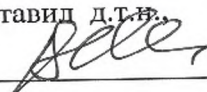
1. Якушенков, Ю. Г. Основы оптико-электронного приборостроения [Электронный ресурс] : учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. / Ю. Г. Якушенков. – М. : Логос, 2013. – 376 с. (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-652-4
2. Электротехнические измерения: Учебное пособие / П.К. Хромоин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Форум, 2011. - 288 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-91134-480-1

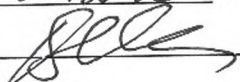
### **8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**


В качестве материально- технического обеспечения дисциплины использованы мультимедийные средства, набор слайдов и демонстрационные приборы, электронные каталоги и справочники. Лекционные аудитории, оборудованные мультимедийными системами, компьютерами и экраном.




Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 – «Приборостроение»

Рабочую программу составил д.т.н.,  
проф. Легаев В.П. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПиИИТ  
Протокол № 2 от 12.10.2015 года  
Заведующий кафедрой  В.П.Легаев

Рецензент (представитель работодателя)  
Вед.инженер ЗАО «Автоматика плюс»  Д.Д.Павлов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.01 «Приборостроение»

Протокол № 2 от 12.10.15 года  
Председатель комиссии  В.П.Легаев

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 10 от 20.06.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Г. Суржикова

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.17 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Г. Суржикова

Рабочая программа одобрена на 2018/19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.18 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Л.Г. Суржикова