

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
энергетики и автоматизированных систем  
С.И. Лукьянов  
« 20 » сентября 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СХЕМОТЕХНИКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

Направление подготовки

12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль программы)

Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения

очная

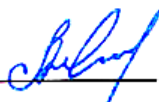
Институт	Энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 № 959.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизированных систем управления

6 сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / С.М. Андреев/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем

20 сентября 2017 г., протокол № 1.

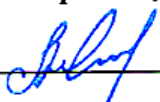
Председатель  / С.И. Лукьянов/

Согласовано:  
Зав. кафедрой физики

 / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа составлена:

зав.каф. АСУ, доцент, к.т.н.

 / С.М. Андреев/

Рецензент:

к.т.н., зам. директора ЗАО «КонсОМ СКС»



 / Ю.Н. Волзуков /



## **1 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Схемотехника измерительных устройств» является изучение назначения и принципа действия отдельных элементов измерительных цепей входящих в состав измерительных комплексов с учетом современных тенденций развития измерительной техники и технологий её проектирования, подготовка технических заданий на проектирование измерительных устройств и конструкторско-технологической документации с использованием современных программных средств.

Для достижения поставленной цели в дисциплине «Схемотехника измерительных устройств» решаются задачи по изучению:

- структура измерительных устройств и комплексов, функций элементов измерительного устройства;
- назначения и место отдельных элементов измерительных комплексов и устройств и их характеристик;
- порядка подготовки конструкторской документации, технического задания на проектирование измерительного устройства с подбором аппаратной и программной части проектируемого устройства.

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра**

Дисциплина Б1.В.16 «Схемотехника измерительных устройств» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих освоенных дисциплинах бакалавриата:

- Б1.Б.13 Метрология и средства измерений
- Б1.Б.14 Теоретические основы электротехники
- Б1.Б.16 Основы проектирования приборов и систем
- Б1.Б.17 Физические основы получения информации
- Б1.В.09 Аналоговые измерительные устройства
- Б1.В.10 Цифровые измерительные устройства
- Б1.В.18 Основы электроники

Перед началом изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими знаниями умениями и навыками:

### **знать:**

- методы и средства измерений физических параметров;
- методы исследования электрических цепей постоянного и переменного тока;
- назначение и функционирование полупроводниковых приборов;
- способы задания функций, основные элементарные функции;
- основы алгебры логики;
- методы и способы контроля неэлектрических величин;
- порядок проектирования приборов с использованием современного программного обеспечения.

### **уметь:**

- строить графики экспериментальных зависимостей, находить доверительные интервалы;
- оценивать погрешности измерений;
- использовать законы электротехники для расчета параметров цепей постоянного тока;

- проектировать элементы измерительных систем с использованием специализированного программного обеспечения;

**владеть:**

- навыками использования специализированного программного обеспечения для проектирования элементов приборов и систем;
- навыками расчета цепей постоянного тока;
- навыками проведения эксперимента по определению метрологических характеристик измерительных средств;
- навыками проектирования цифровых систем.

Знания (умения, навыки), полученные при изучении данной дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин:

Б1.В.ДВ.03.01 Организация систем управления и диагностики

Б1.В.ДВ.03.02 Основы теории автоматического управления

Б1.В.ДВ.05.01 Визуальный и измерительный контроль

Б1.В.ДВ.05.02 Оптический контроль

Б3 Государственная итоговая аттестация (подготовка и защита ВКР).

**3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения:**

В результате освоения дисциплины «Схемотехника измерительных устройств» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
<b>ОПК-4 Способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Основные функции и назначения современных технических средств контроля качества и диагностики в различных отраслях промышленного производства;</li> <li>– Принципы построения и функционирования современных измерительных устройств и их элементов;</li> <li>– Классификацию, конструктивные и функциональные особенности элементов измерительных устройств и систем;</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Выбирать базовые элементы современного уровня для построения измерительных устройств и систем;</li> <li>– Определять необходимый состав элементов измерительных устройств, производить моделирование их работы;</li> <li>– Производить расчет характеристик отдельных элементов измерительных систем и устройств для построения измерительных комплексов с заданными характеристиками</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыками построения несложных измерительных устройств с использованием современных технических средств;</li> <li>– Навыками разработки измерительных устройств по заданным функциональным характеристикам;</li> <li>– Навыками разработки аппаратного и программного обеспечения измерительных комплексов из базовых модулей.</li> </ul>
<b>ОПК-7 Способностью использовать современные программные средства подготовки кон-</b>	

<b>структурско-технологической документации</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Назначение программных средств для проектирования и моделирования работы измерительных устройств;</li> <li>– Методы эффективной работы с программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации</li> <li>– Порядок использования программных средств при сквозном проектировании измерительных устройств и систем</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Использовать функции специализированных программных средств при подготовке конструкторской документации;</li> <li>– Производить комплексное проектирование измерительных устройств с использованием специализированных программных средств</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыками использования базовых программных средств для подготовки конструкторской документации</li> <li>– Навыками использования специализированных средств для комплексной подготовки конструкторско-технологической документации</li> </ul>
<b>ПК-9 способностью к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией</b>	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень государственных и отраслевых стандартов для разработки проекта и порядок подготовки и оформления конструкторской документации, в том числе технического задания на разработку измерительных устройств;</li> <li>– методику определения номенклатуры технических средств при построении измерительного устройства или системы</li> <li>– характеристики проектной документации</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– производить классификацию и первичный анализ исходных данных для подготовки технического задания на расчет и проектирование измерительных устройств и комплексов;</li> <li>– формировать структуру технического задания в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов;</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками формирования порядка действий для организации сбора и первичной обработки исходных данных для подготовки технического задания на расчет и проектирование измерительных устройств и комплексов;</li> <li>– навыками подготовки технической документации в соответствии с установленными требованиями;</li> <li>– методами и средствами разработки и оформления технической документации.</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 56 академических часов:
- аудиторная – 54 академических часов;
- внеаудиторная – 2 академических часов
- самостоятельная работа – 52 академических часов, в том числе выполнение курсовой работы – 36 часов

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в академических часах)				Самостоятельная работа (в академических часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборатор. занятия	практ. зан.	зач.				
<b>Раздел 1. Современные тенденции развития измерительной техники и средств измерения</b>	<b>7</b>								
<i>1.1. Структура измерительного комплекса, назначение и функции базовых компонентов</i>		2				2	Самостоятельное изучение литературы	Устный опрос	ОПК-4, зув
<i>1.2. Государственная система приборов, классификация измерительных преобразователей</i>		2	4/2			2	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №1 «Исследование мостов постоянного тока», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-4, зув
<i>1.3. Нормирующие преобразователи. Передача информационных сигналов по линиям связи. Помехи в цепях передачи информационных сигналов.</i>		1	4/2			2	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №2 «Исследование реостатных преобразователей перемещения», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-4, зув
<i>1.4. Способы передачи цифровых сигналов. Борьба с помехами в цифровых линиях связи</i>		1	4/2			2	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №3 «Цифровые преобразователи», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе, тестовый опрос по разделу.	ОПК-4, зув

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабор. раг. занятия	прак-тич. занятия				
<b>Итого по разделу</b>		<b>6</b>	<b>12/6И</b>		<b>8</b>			
<b>Раздел 2. Порядок проектирования измерительных преобразователей</b>	<b>7</b>							
<i>2.1. Требование и структура технического задания, нормативные документы</i>		2	4/1		1	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №4 «Проектирование структурной схемы измерительного комплекса», (часть 1 Техзадание), оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-4, зув ОПК-7, зув ПК-9 зув
<i>2.2. Системы проектирования. Порядок подготовки графической части. Специализированное программное обеспечение подготовки конструкторской документации</i>		2	4/1		1	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №4 «Проектирование структурной схемы измерительного комплекса», (часть 2 Графическая часть), оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-4, зув ОПК-7, зув ПК-9 зув
<i>2.3. Принципиальные электрические схемы устройств. Внешние цепи. Выбор базовых элементов измерительного комплекса.</i>		2	4/1		1	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №4 «Проектирование структурной схемы измерительного комплекса», (часть 3 Электрическая схема. Спецификации). Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-4, зув ОПК-7, зув ПК-9 зув
<b>Итого по разделу</b>		<b>6</b>	<b>12/3И</b>		<b>3</b>			
<b>3. Цифровые измерительные преобразователи</b>	<b>7</b>							
<i>3.1. Типы цифровых преобразователей, алгоритмы функционирования</i>		2	6/2		1	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ПК-9, зув ОПК-4 зув



Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практ. зан.				
						боте №5 «Исследование цифровых преобразователей перемещения», оформление отчета	боте	
<i>3.2. Виды интерфейсов связи, способы передачи цифровой информации</i>		2			3	Самостоятельное изучение литературы.	Устный опрос	ПК-9 ОПК-4 ОПК-7, зуб
<i>3.3. Модели цифровых систем. Исследование работы цифровых измерительных систем по моделям</i>		2	6/3		1	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №6 «Построение модели и исследование асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе, тестовый опрос по разделу	ПК-9, зуб ОПК-4, зуб ОПК-7, зуб
<b>Итого по разделу</b>		<b>6</b>	<b>12/5И</b>		<b>5</b>	.		
<b>Курсовая работа</b>	<b>7</b>	-	-	-	36	Курсовая работа, подготовка и оформление	Защита КР	ПК-9, зуб ОПК-4, зуб ОПК-7, зуб
<b>Итого:</b>		<b>18</b>	<b>36/14И</b>	-	<b>52</b>	<b>Зачет с оценкой, курсовая работа</b>		

## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Схемотехника измерительных устройств» используются:

*Традиционные образовательные технологии* – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы.

*Технологии проблемного обучения* – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

*Информационно-коммуникационные образовательные технологии* – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

- использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;
- использование электронных учебников по отдельным темам занятий;
- встречи с представителями проектных и обслуживающих предприятий: ЗАО «Диагностика», ООО «КонсОМ»; предполагаемые темы встреч: «Инновации в области контрольно-измерительной техники», «Схемотехника».
- активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, тестовый опрос, индивидуальная «защита» лабораторных работ и т.д.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Схемотехника измерительных устройств» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ и отчетов по полученным результатам, а также устный опрос о порядке выполнения лабораторной работы, полученным умениям и навыкам.

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
1. Исследование мостов постоянного тока	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Приведите схему подключения измерительный преобразователей в мост постоянного тока?</li><li>2. Приведите схему нагруженного моста</li><li>3. Запишите выражения для расчета выходного сигнала для ненагруженного моста?</li><li>4. Приведите эквивалентную схему и выражения для расчета выходного сигнала нагруженного моста</li><li>5. Поясните алгоритм расчета моста.</li><li>6. Какие характеристики указываются в качестве исходных при расчете моста?</li><li>7. Что называется чувствительностью моста?</li></ol>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	8. Приведите схему подключения измерительных преобразователей по трех-проводной схеме? Для каких целей используется трехпроводная схема?
2. Исследование реостатных преобразователей перемещения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие основные характеристики имеют измерительные преобразователи механических величин?</li> <li>2. Какие физические величины относятся к механическим в соответствии с ГСП?</li> <li>3. Что такое чувствительность измерительного преобразователя? Приведите формулу для расчета чувствительности?</li> <li>4. Чем характеризуется скорость преобразования?</li> <li>5. Как определить аддитивную и мультипликативную погрешность измерительных преобразователей?</li> <li>6. Приведите схемы подключений реостатных преобразователей перемещения? Какие статические характеристики для разных схем подключения?</li> <li>7. Приведите функциональные зависимости выходного сигнала реостатного преобразователя от угла поворота.</li> </ol>
3. Цифровые преобразователи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать коэффициент усиления по напряжению ОУ в схеме ЦАП с резистивной цепью с двоично-взвешенными резисторами, когда в положении, соответствующее логической единице, установлен только ключ <math>K_{a2}</math>, а <math>R_{o.c.} = R</math></li> <li>2. Назовите два недостатка ЦАП с резистивной цепью с двоично-взвешенными резисторами</li> <li>3. Какому условию должен удовлетворять элементарный делитель напряжения резистивной цепи R-2R?</li> <li>4. В чём недостаток ЦАП с КМОП-инверторами в качестве ключей?</li> <li>5. Приведите схему элементарной ячейки R-2R с МОП-ключами и объясните функционирование ключей</li> <li>6. Почему при переходе между соседними комбинациями может меняться единичное приращение выходного напряжения <math>q_i</math>?</li> <li>7. Перечислите методы аналого-цифрового преобразования</li> <li>8. Указать назначение выходных регистров АЦП</li> <li>9. Запишите переключательную функцию, описывающую работу приоритетного шифратора.</li> <li>10. Сформулируйте условия работы выходного регистра на D-триггерах.</li> <li>11. Какой уровень принимает сигнал на выходе компаратора в последовательном АЦП, когда напряжение на его инвертирующем входе превысит напряжение на неинвертирующем?</li> <li>12. Чему равно напряжение обратной связи в последовательном АЦП, если счётчик сброшен в состояние 000?</li> <li>13. Приведите статическую характеристику цифрового преобразователя.</li> <li>14. Перечислите основные типы АЦП, приведите алгоритмы преобразования.</li> </ol>
4. Проектирование измерительного комплекса	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите обобщенную структуру измерительной системы.</li> <li>2. На какие виды подразделяют ИС по структурному построению?</li> <li>3. Какие существуют способы построения структурных схем ИС</li> <li>4. Какие интерфейсы связи применяются в ИС</li> <li>5. Что такое контроллер внешних устройств? Какие функции он выполняет?</li> </ol>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	<p>6. Какие виды обмена используются в информационных системах?</p> <p>7. Какие основные элементы технического задания на проектирования измерительной системы? Дайте краткое описание содержимого основных пунктов технического задания.</p> <p>8. Какими основными нормативными документами следует пользоваться при подготовке технического задания на проектирование измерительной системы?</p> <p>9. Что входит в комплект технической документации на проектирование измерительной системы?</p> <p>10. Что входит в базовые компоненты промышленной измерительной системы? Какие функции базовых компонентов? Как производится выбор базовых компонентов при проектировании измерительной системы?</p> <p>11. Чему равны коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления идеального операционного усилителя?</p> <p>12. Приведите схемы инвертирующего, неинвертирующего, дифференциального усилителей и повторителя напряжения.</p>
5. Исследование цифровых преобразователей перемещения	<p>1. Что такое энкодер? Как устроены энкодеры различных типов?</p> <p>2. Как определить угол поворота по данным с импульсного энкодера?</p> <p>3. Приведите временную диаграмму импульсного энкодера.</p> <p>4. Приведите схему и опишите конструкцию импульсного энкодера.</p> <p>5. Как формируется сигнал направления перемещения вала импульсного энкодера?</p> <p>6. Какие физические эффекты используются для формирования импульса в импульсном энкодере?</p> <p>7. Приведите схему и опишите конструкцию абсолютного энкодера. Какой цифровой код формируется в абсолютном энкодере?</p> <p>8. Что такое «разрешающая способность» энкодера? Чем определяется разрешающая способность в импульсном и абсолютном энкодере?</p>
6. Построение модели и исследование работы асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов	<p>1. Какие стандартные скорости передачи для асинхронных режимов работы интерфейса.</p> <p>2. Какие существуют стандарты последовательного интерфейса? Приведите схемы реализации физического уровня для различных стандартов</p> <p>3. В чем достоинство дифференциальных способов организации передачи цифровых данных? Приведите схему дифференциальной линии в последовательном интерфейсе.</p> <p>4. Приведите структуру передаваемого цифрового слова при асинхронной последовательной передаче. Какие функции выполняют служебные биты? Приведите функцию для каждого служебного бита.</p> <p>5. Как производится синхронизация приемника и передатчика при асинхронной передаче?</p> <p>6. Какое основное достоинство асинхронной последовательной передачи перед параллельной и синхронной?</p> <p>7. Что является физическим носителем информации в сетях при последовательной передаче?</p> <p>8. Как определяется наличие помехи в передаче цифровых сигналов? Какие методы используются для исправления цифрового сигнала с помехой?</p>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	9. Приведите алгоритм кодов Хеминга. Приведите пример поиска неверно принятого бита в цифровом слове.

### Тема и содержание курсовой работы

Курсовая работа является типовой, тема курсовой работы «Проектирование цепи измерительного преобразователя». Параметры на проектирование цепи измерительного преобразователя выдаются индивидуально.

Порядок выполнения курсовой работы включает следующие пункты:

1. Привести принцип работы первичного измерительного преобразователя. В качестве первичных измерительных преобразователей по теме работы могут использоваться: термометры сопротивления, тензометрические преобразователи, реостатные преобразователи перемещений.

2. Разработать структуру измерительной системы. Выполнить подготовку технического задания на измерительную систему.

3. В соответствии с вариантом задания привести справочные характеристики измерительного преобразователя.

4. Произвести проектирование схемы промежуточного преобразователя. Произвести расчет характеристик промежуточного преобразователя в соответствии с вариантом задания.

5. Произвести проектирование нормирующего преобразователя. Произвести расчет параметров цепей нормирующего преобразователя.

6. Выполнить разработку электрической принципиальной схемы измерительной системы в соответствии заданием с использованием средств машинной графики в пакетах прикладных программ.

7. Разработать модель работы измерительной системы, произвести исследования по модели. Определить погрешности измерения. Построить графики статической характеристики преобразователя.

### Пример варианта задания на курсовую работу

Произвести проектирования измерительной системы для измерения температуры в диапазоне 0-700 С с использованием первичного измерительного преобразователя – термометра сопротивления градуировки Pt 600 ( $\alpha=0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ). Расчеты промежуточного преобразователя провести при ограничении тока через первичный измерительный преобразователь  $I_{\max}=0,04 \text{ А}$ . Выходной сигнал измерительной системы должен представлять напряжение постоянного тока, изменяющееся от 0 до 10 В.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ОПК-4 Способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности</b>		
Знать	Основные функции и назначения современных технических средств контроля качества и диагностики в	<b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b> 1. Состав укрупненной структуры измерительного комплекса 2. Что такое измерительный преобразователь? 3. Классификация датчиков физических величин

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>различных отраслях промышленного производства;</p> <p>Принципы построения и функционирования современных измерительных устройств и их элементов;</p> <p>Классификацию, конструктивные и функциональные особенности элементов измерительных устройств и систем.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Назначение и основной принцип действия генераторных преобразователей</li> <li>5. Схема дифференциального подключения операционного усилителя к генераторному преобразователю</li> <li>6. Схема составного дифференциального усилителя</li> <li>7. Эквивалентная схема датчика тока. Подключение датчика тока к операционному усилителю. Использование Т-моста</li> <li>8. Назначение и характеристики датчиков заряда</li> <li>9. Типы параметрических преобразователей</li> <li>10. Делители напряжения, основные схемы подключения потенциометрических датчиков</li> <li>11. Мосты переменного тока</li> <li>12. Фоточувствительный выпрямитель</li> <li>13. Подключение датчиков к мостовым схемам, схемы подключения, особенности их применения</li> <li>14. Операционные усилители, назначение, принцип действия. Структурная схема операционного усилителя.</li> <li>15. Параметры операционных усилителей. Передаточная характеристика операционного усилителя.</li> <li>16. Эквивалентная схема операционного усилителя по постоянному току.</li> <li>17. Классификация интегральных операционных усилителей.</li> <li>18. Погрешности операционных усилителей. Методы анализа.</li> <li>19. Виды погрешностей операционных усилителей. Выполнение начальной балансировки операционного усилителя.</li> <li>20. Классификация специализированных операционных усилителей.</li> <li>21. Структура инструментального (измерительного) операционного усилителя.</li> <li>22. Усилители с модуляцией и демодуляцией сигнала</li> <li>23. Прецизионные усилители. Структура и характеристики прецизионных усилителей.</li> <li>24. Компенсация дрейфа нуля в операционных усилителях.</li> <li>25. Программируемые операционные усилители.</li> <li>26. Фильтрация сигналов. Фильтр на операционном усилителе.</li> <li>27. Гальваническая изоляция цепей приемников и источников электрического сигнала</li> <li>28. Виды помех в линиях связи.</li> <li>29. Поперечная помеха, способы борьбы с ней.</li> <li>30. Продольная помеха. Причины появления и спо-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>собы борьбы с ней.</p> <p>31. Шумы усилительных схем.</p> <p>32. Датчики физических величин. Государственная система приборов.</p> <p>33. Фотоэлектрические преобразователи</p> <p>34. Тепловые преобразователи</p> <p>35. Тензорезистивные преобразователи</p> <p>36. Пьезоэлектрические преобразователи</p> <p>37. Датчики магнитного поля. Датчики Холла</p> <p>38. Устройства отображения информации.</p> <p>39. Виды цифровых линий связи. Способы борьбы с помехами в цифровых линиях связи</p> <p>40. Цифроаналоговые преобразователи, структура, принцип работы</p> <p>41. Аналого-цифровые преобразователи, назначение, классификация</p> <p>42. АЦП параллельного преобразования. Принцип работы</p> <p>43. АЦП последовательного приближения</p> <p>44. АЦП интегрирующего типа</p> <p>45. Сигма – дельта АЦП</p> <p>46. Интерфейсы связи</p> <p>47. Организация параллельного интерфейса связи.</p> <p>48. Организация работы последовательного асинхронного интерфейса связи</p>
Уметь	<p>Выбирать базовые элементы современного уровня для построения измерительных устройств и систем;</p> <p>Определять необходимый состав элементов измерительных устройств, производить моделирование их работы;</p> <p>Производить расчет характеристик отдельных элементов измерительных систем и устройств для построения измерительных комплексов с заданными характеристиками</p>	<p>Примеры практических заданий для зачета:</p> <p>1. Скорость передачи информации 2400 бод/с. За сколько времени будет передана информация, состоящая из 303000 символов, если используется информационное слово 8 бит, 2 таковых бита, один стартовый, и 1 бит четности?</p> <p>2. Какой тип преобразователя необходимо выбрать для измерения температуры в диапазоне от 0 до 1000 С?</p> <p>3. Произведите расчет ненагруженного моста постоянного тока с выходным сигналом 0-100 мв при изменении сопротивления преобразователя от 50 до 70 ом и максимальном токе через преобразователь 20 мА</p> <p>4. Произведите расчет шунта 10 В- 1 В если нагрузка шунта 1кОм, а максимальный ток 20 мА</p> <p>5. Выберите преобразователь, тип АЦП и скорость передачи последовательного интерфейса связи, если необходимо производить измерение циклического перемещения элемента величиной 5 мм и частотой 500 циклов в секунду. Погрешность измерения не должна превышать 1%</p>
Владеть	<p>Навыками построения несложных измерительных устройств с использованием современных</p>	<p><b>Лабораторные работы</b></p> <p>1. Исследование мостов постоянного тока</p> <p>2. Исследование реостатных преобразователей перемещения</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>технических средств;            Навыками разработки измерительных устройств по заданным функциональным характеристикам;            Навыками разработки аппаратного и программного обеспечения измерительных комплексов из базовых модулей.</p>	<p>3. Цифровые преобразователи            4. Проектирование измерительного комплекса            5. Исследование цифровых преобразователей перемещения            6. Построение модели и исследование работы асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов.</p>
<b>ОПК-7 Способностью использовать современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации</b>		
Знать	<p>– Назначение программных средств для проектирования и моделирования работы измерительных устройств;            – Методы эффективной работы с программными средствами подготовки конструкторско-технологической документации            – Порядок использования программных средств при сквозном проектировании измерительных устройств и систем</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b>            1. Какие обозначения элементов используются в системах проектирования            2. Цели и задачи проектирования измерительной системы            3. Этапы проектирования            4. Основные задачи, решаемые при проектировании            5. Схема проведения модельного исследования работы ИС            6. Техническое обеспечение САПР            7. Методы принятия решений на стадиях проектирования            8. Критерии качества проектирования</p>
Уметь	<p>– Использовать функции специализированных программных средств при подготовке конструкторской документации;            – Производить комплексное проектирование измерительных устройств с использованием специализированных программных средств</p>	<p><b>Выполнение курсовой работы:</b>            Формирование структурной схемы измерительной системы. Декомпозиция структурной схемы. Формирование электрических принципиальных схем отдельных элементов. Моделирование работы элементов измерительной системы.</p>
Владеть	<p>– Навыками использования базовых программных средств для подготовки конструкторской документации            – Навыками использо-</p>	<p><b>Выполнение курсовой работы:</b>            Определение структуры конструкторской документации. Создание шаблона чертежа. Создание шаблона основной надписи графической части курсовой работы. Создание шаблона спецификации. Вычерчивание структурной, принципиальной электрической схемы</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	вания специализированных средств для комплексной подготовки конструкторско-технологической документации	элементов ИС. <b>Выполнение лабораторных работ</b> Проектирование измерительного комплекса
<b>ПК-9 способностью к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией</b>		
Знать	– перечень государственных и отраслевых стандартов для разработки проекта и порядков подготовки и оформления конструкторской документации, в том числе технического задания на разработку измерительных устройств; – методику определения номенклатуры технических средств при построении измерительного устройства или системы характеристики проектной документации	<b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b> 1. Виды стандартов. Нормативные документы 2. Методические основы стандартизации. Принципы и методы 3. Государственная система приборов. Основные классы измеряемых величин 4. Параметрические ряды приборов.
Уметь	– производить классификацию и первичный анализ исходных данных для подготовки технического задания на расчет и проектирование измерительных устройств и комплексов; – формировать структуру технического задания в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов;	<b>Примеры практических заданий:</b> 1. Спроектировать структурную схему измерительного комплекса для определения: - толщины полосы из неметаллического материала - скорости вращения вала - измерения перемещения в диапазоне 0 – 10 мм 2. Сформировать общую структуру технического задания для проектирования измерительного комплекса для заданного физического параметра 3. Подготовить проект технического задания. 4. Выполнить разработку электрической принципиальной схемы комплекса
Владеть	– навыками формирования порядка действий для организации сбора и первичной обработки исходных данных для подготовки технического задания на расчет и про-	<b>Выполнение курсовой работы:</b> 1. Сбор исходных данных для формирования структуры информационной системы по заданной теме 2. Оформление курсовой работы в соответствии с требованиями подготовки технической документации

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	ектирование измерительных устройств и комплексов – навыками подготовки технической документации в соответствии с установленными требованиями методами и средствами разработки и оформления технической документации	

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Схемотехника измерительных устройств» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет проводится в устной форме по теоретическим вопросам и задачам.

**Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

– на оценку *«отлично»* (5 баллов) – обучающийся должен полно раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, чётко и правильно дать определения, привести доказательства на основе математических и логических выкладок, показать навыки исследовательской деятельности. Ответ должен быть самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее;

– на оценку *«хорошо»* (4 балла) – обучающийся должен раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, в основном правильно дать основные определения и понятия предмета. При ответе допущены неточности, нарушена последовательность изложения, допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов, практические навыки нечёткие;

– на оценку *«удовлетворительно»* (3 балла) – обучающийся должен усвоить основное содержание материала. При ответе определения и понятия даны не чётко, допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах, практические навыки слабые;

– на оценку *«неудовлетворительно»* (2 баллов) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач. При ответе допущены грубые ошибки в определениях, доказательства теорем не проведено, не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя, отсутствуют навыки исследовательской деятельности;

– на оценку *«неудовлетворительно»* (1 балл) – не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, основное содержание учебного материала не раскрыто.

**Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

– на оценку «отлично» (5 баллов) – в работе полностью раскрыто теоретическое содержание темы, дан анализ действующей практике, содержится творческий подход к решению проблем, сделаны обоснованные предложения, проект оформлен в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, на все вопросы студент дал аргументированные ответы, проявив творческие способности, как в понимании вопросов, так и в изложении ответов.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – в работе содержание изложено на высоком теоретическом уровне, правильно сформулированы выводы, проект оформлен в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, предложения представляют интерес, но недостаточно убедительно аргументированы, на все вопросы студент дал правильные ответы.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – к работе имеются замечания по содержанию, по глубине проведенного исследования, проект оформлен с соблюдением не всех государственных и отраслевых стандартов, проект доложен неубедительно, не на все предложенные вопросы даны удовлетворительные ответы.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 баллов) – курсовая работа не оформлена в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, не прошел процедуру нормоконтроля, работа доложена неубедительно, непоследовательно, нелогично, ответы на поставленные вопросы практически отсутствуют.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### ***а) Основная литература***

1. Муханин, Л. Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие / Л. Г. Муханин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 284 с. — ISBN 978-5-8114-0843-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111201> (дата обращения: 21.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сажин, С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : учебник / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1644-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50683> (дата обращения: 21.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Андреев, С. М. Принципы построения и организации комплексов технических средств в системах автоматического управления. Курс лекций : учебное пособие / С. М. Андреев. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=920.pdf&show=dcatalogues/1/1118913/920.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### ***б) Дополнительная литература***

1. Ким, К. К. Средства электрических измерений и их поверка : учебное пособие / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков ; под редакцией К. К. Кима. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-3031-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107287> (дата обращения: 21.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Раннев, Г. Г. Интеллектуальные средства измерений : учебник / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 280 с. - ISBN 978-5-906818-66-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1054205> (дата обращения: 18.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

4. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. — Минск: Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/988250> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке

5. Афанасьев, А. А. Физические основы измерений и эталоны : учеб. пособие / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 246 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_598da02128e609.60046688](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_598da02128e609.60046688). - ISBN 978-5-16-012858-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/882396> (дата обращения: 21.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

6. Гребенникова, В. В. Технические измерения и приборы: учебное пособие / В. В. Гребенникова, М. В. Вечеркин ; МГТУ, [каф. ЭиЭС]. - Магнитогорск, 2014. - 150 с. : ил., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=817.pdf&show=dcatalogues/1/1116327/817.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0543-6. - Имеется печатный аналог.

#### ***в) Методические указания***

1. Гребенникова, В.В. Технические измерения и приборы. Лабораторный практикум: учеб. пособие / В.В.Гребенникова, И.Г. Самарина; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2016. – 102 с. – Текст: непосредственный.

2. Вечёркин, М.В. Выбор термоэлектрического преобразователя и его согласование с АЦП [Текст]: метод. указания / М.В. Вечёркин, В.В. Гребенникова; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2012. – 16 с. – Текст: непосредственный.

3. Артамонов, Ю. С. Технические средства автоматизации: лабораторный практикум / Ю. С. Артамонов; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1334.pdf&show=dcatalogues/1/1123638/1334.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Андреев, С. М. Комплексы технических средств в системах автоматического управления. Курсовая работа : учебное пособие / С. М. Андреев. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=919.pdf&show=dcatalogues/1/1118907/919.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### ***г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:***

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows XP Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Autodesk AutoCad Electrical 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

## Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	<a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	<a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный консорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

<p>Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория электроники и общей электротехники</p>	<p>Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– лабораторный стенд «Физические основы электроники», ФОЭ-СРМА;</li> <li>– лабораторный стенд «Датчики измерения физических величин», Э-СР;</li> <li>– лабораторный стенд «Датчики измерения механических величин»;</li> <li>– лабораторный стенд «Промышленная электроника».</li> </ul>
<p>Помещения для выполнения курсовой работы, и для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета</p>
<p>Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций</p>	<p>Доска, мультимедийный проектор, экран</p>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования</p>	<p>Стеллажи для хранения учебно-методической документации</p>