



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
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  
« 26 » сентября 2018 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  
Кафедра  
Курс  
Семестр

Энергетики и автоматизированных систем  
Автоматизированных систем управления  
4  
7

Магнитогорск  
2018 г.

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизированных систем управления

5 сентября 2018 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / С.М. Андреев/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем

26 сентября 2018 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. Волшуков /





## 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 конструкторско-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	раб. занятия	практ. зан.				
<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. работа)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практ. зан.	задания				
<b>Итого по разделу</b>		<b>6</b>	<b>12/6И</b>			<b>8</b>			
<b>Раздел 2. Порядок проектирования измерительных преобразователей</b>	7								
<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>	7								

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. работа)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практ. зан.				
3.1. Типы цифровых преобразователей, алгоритмы функционирования		2	6/2		1	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №5 «Исследование цифровых преобразователей перемещения», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ПК-9, зув ОПК-4 зув
3.2. Виды интерфейсов связи, способы передачи цифровой информации		2			3	Самостоятельное изучение литературы.	Устный опрос	ПК-9 ОПК-4 ОПК-7, зув
3.3. Модели цифровых систем. Исследование работы цифровых измерительных систем по моделям		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, зув ОПК-4, зув ОПК-7, зув
<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, зув ОПК-4, зув ОПК-7, зув
<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 сопротивление 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 проектирование 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	<i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i> 1. Состав укрупненной структуры измерительного комплекса 2. Что такое измерительный преобразователь?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>диагностики в 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>3. Классификация датчиков физических величин</li> <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> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>30. Продольная помеха. Причины появления и способы 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>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	<p>Навыками построения несложных измерительных устройств с использованием современных технических средств;</p> <p>Навыками разработки измерительных устройств по заданным функциональным характеристикам;</p> <p>Навыками разработки аппаратного и программного обеспечения измерительных комплексов из базовых модулей.</p>	<p><b>Лабораторные работы</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование мостов постоянного тока</li> <li>2. Исследование реостатных преобразователей перемещения</li> <li>3. Цифровые преобразователи</li> <li>4. Проектирование измерительного комплекса</li> <li>5. Исследование цифровых преобразователей перемещения</li> <li>6. Построение модели и исследование работы асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов.</li> </ol>
<b>ОПК-7 Способностью использовать современные программные средства подготовки конструкторско-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>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие обозначения элементов используются в системах проектирования</li> <li>2. Цели и задачи проектирования измерительной системы</li> <li>3. Этапы проектирования</li> <li>4. Основные задачи, решаемые при проектировании</li> <li>5. Схема проведения модельного исследования работы ИС</li> <li>6. Техническое обеспечение САПР</li> <li>7. Методы принятия решений на стадиях проектирования</li> <li>8. Критерии качества проектирования</li> </ol>
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>	<p><b>Выполнение курсовой работы:</b></p> <p>Формирование структурной схемы измерительной системы. Декомпозиция структурной схемы. Формирование электрических принципиальных схем отдельных элементов. Моделирование работы элементов измерительной системы.</p>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Навыками использования базовых программных средств для подготовки конструкторской документации</li> </ul>	<p><b>Выполнение курсовой работы:</b></p> <p>Определение структуры конструкторской документации. Создание шаблона чертежа. Создание шаблона основной надписи графической части курсовой работы. Создание шаблона спецификации.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	– Навыками использования специализированных средств для комплексной подготовки конструкторско-технологической документации	Вычерчивание структурной, принципиальной электрической схемы 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 технологиями</b>		
Знать	– перечень государственных и отраслевых стандартов для разработки проекта и порядок 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 проектирование измерительных устройств и комплексов	<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
	– 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 не твёрдые;

– 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 должен 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.informsystema.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.informsistema.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.informsistema.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.informsistema.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-	<a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	
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
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория электроники и общей электротехники	Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ: – лабораторный стенд «Физические основы электроники», ФОЭ-СРМА; – лабораторный стенд «Датчики измерения физических величин», Э-СР;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– лабораторный стенд «Датчики измерения механических величин»;</li> <li>– лабораторный стенд «Промышленная электроника».</li> </ul>
Помещения для выполнения курсовой работы, и для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций	Доска, мультимедийный проектор, экран
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-методической документации