

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Глебов В.В.

« 22 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01 Аналоговые и цифровые измерительные устройства
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: _____ **12.03.01 Приборостроение** _____
(код и направление подготовки)

Направленность: _____ **Информационно измерительная техника и технологии** _____
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения: _____ **очная, заочная** _____
(очная, заочная)

Год начала подготовки: _____ **2018** _____

Объем дисциплины: _____ **180/5** _____
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация: _____ **зачет с оценкой** _____
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра _____ **Авиационные приборы и устройства** _____
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик _____ **Авиационные приборы и устройства** _____
(наименование кафедры)

Разработчик(и) _____ **Гайнов С.И., ст. преподаватель** _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945, на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 18.06.2021 г. № 4/1

Заведующий кафедрой _____ Гуськов А.А.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 22.06.2021 г. № 15

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 12.03.01-27

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	7
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам.....	7
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	10
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	10
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	16
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости	16
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине	34
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине	37
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	40
6.1 Основная литература.....	40
6.2 Дополнительная литература	40
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	40
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	41
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	41
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины	41
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	41
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)	41
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	42
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии	42
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	43
10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	43
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.....	43
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	43
10.6. Методические указания для выполнения контрольной работы	44
10.7 Методические указания для выполнения курсовой работы (проекта)	44
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса	44

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» является изучение конструкции, схемотехники и функционирования узлов и элементов аналоговых (непрерывных) и цифровых (дискретных) приборов и устройств выполняющих преобразования сигналов измерительной информации.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

- анализ проектных и конструкторских задач в области разработки приборов и устройств;
- участие в разработке функциональных и структурных схем на уровне узлов и элементов техники по заданным техническим требованиям;
- расчет, проектирование и конструирование типовых приборов, деталей и узлов на схемотехническом и элементном уровнях с применением средств компьютерного моделирования;
- разработка и составление отдельных видов технической документации на элементы и сборочные единицы, включая технические условия, описания, инструкции и прочее.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Электротехника», «Электроника и микропроцессорная техника», «Элементы приборов и систем», «Компьютерные технологии в приборостроении».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные устройства», необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» направлен на формирование элементов профессиональных компетенций ПКС-2, ПКС-4 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение»

Таблица 3.1-Формирование компетенций дисциплинами для очной формы обучения

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-2								
Электротехника			+	+				
Компьютерные технологии в приборостроении					+	+		
Электроника и микропроцессорная техника					+	+		
Элементы приборов и систем					+			
Измерительные преобразователи					+			
<u>Аналоговые и цифровые измерительные устройства</u>						+		

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Гироскопические приборы и системы							+	
САПР в приборостроении							+	
Микроэлектромеханические системы							+	+
Преддипломная практика								+
Государственная итоговая аттестация								+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								+
ПКС-4								
Элементы приборов и систем					+			
Измерительные преобразователи					+			
<u>Аналоговые и цифровые и цифровые измерительные устройства</u>						+		
Основы проектирования приборов и систем						+	+	
Измерительные информационные системы							+	
Гироскопические приборы и системы							+	
Микроэлектромеханические системы							+	+
Надежность и качество средств измерений								+
Надежность приборов и систем								+
Преддипломная практика								+
Государственная итоговая аттестация								+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								+

Таблица 3.2-Формирование компетенций дисциплинами для заочной формы обучения

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины									
	Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПКС-2										
Электротехника					+					
Компьютерные технологии в приборостроении						+				
Электроника и микропроцессорная техника							+			
Элементы приборов и систем							+			
Измерительные преобразователи							+			
<u>Аналоговые и цифровые измерительные устройства</u>								+		
Гироскопические приборы и системы									+	
Микроэлектромеханические системы									+	
САПР в приборостроении										+
Преддипломная практика										+
Государственная итоговая аттестация										+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР										+
ПКС-4										
Элементы приборов и систем							+			
Измерительные преобразователи							+			

Код компетенции / наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины									
	Компетенции берутся из УП по направлению подготовки бакалавра / магистра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аналоговые и цифровые измерительные устройства								+		
Основы проектирование приборов и систем								+		
Измерительные информационные системы								+		
Гироскопические приборы и системы									+	
Микроэлектромеханические системы									+	
Надежность и качество средств измерений										+
Надежность приборов и систем										+
Преддипломная практика										+
Государственная итоговая аттестация										+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР										+

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Аналоговые и цифровые измерительные устройства», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.3.

Таблица 3.3 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-2 Способен рассчитывать и проектировать типовые системы и приборы, детали и узлы при многовариантном подходе к способам реализации ЧЭ и отдельных блоков приборов и систем на принципа декомпозиции структуры и блочного подхода к конструированию	ИПКС 2.1 Рассчитывает и проектирует электрические схемы обработки сигналов	Знать: -Принципы функционирования измерительных электронных компонентов и принципиальных аналого-цифровых схем на их основе - Типовые варианты конструкций узлов аналого-цифровых схем. -Ассортимент, особенности и характеристики радиоэлектронной базы и отдельные рекомендации к применению элементов в принципиальных приборных схемах	Уметь: -Проводить проектирование на элементном уровне. - Согласовывать отдельные узлы принципиальной схемы измерительного канала аналого-цифрового устройства - Составлять принципиальные и структурные схемы аналого-цифровых устройств из готовых типовых блоков и современных интегрированных радиоэлементов	Владеть: -Навыками проектирования электронных схем аналого-цифровых устройств и навыками анализа документации на современную радиоэлектронную базу -Опытом применения математического аппарата и поиска методик расчета, оценки параметров при проектировании элементов, узлов и деталей электронных аналого-цифровых схем -Навыком применения и выбора программных продуктов для моделирования и конструирования схем аналого-цифровых устройств.
ПКС-4 Способен разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы приборов и систем	ИПКС 4.1 Владеет принципами построения и функционирования приборов и систем	Знать: -Принципы работы, схемотехнику типовых аналоговых и цифровых узлов и требования к ним из анализа технической литературы, нормативной и сопроводительной документации -Схемные решения узлов и деталей аналого-цифровых устройств. основные понятия и определения	Уметь: -Находить, анализировать и выбирать существующие схемные решения, узлы и элементы с необходимыми характеристиками из источников различных областях приборостроения и прочих инженерных направлений -Осуществлять расчет и оценку параметров, обосновывать выбор ключевых деталей и узлов в схеме. Технических и точностных показателей принципиальных и структурных аналого-цифровых схемах.	Владеть: -Терминологией, понятийным аппаратом и практическим опытом изучения в области аналоговой и цифровой схемотехники и электроники. -Пониманием тенденций развития аналого-цифровой схемотехники приборостроения -Базовыми навыками в расчете и оценке ключевых элементов аналоговых и цифровых измерительных схем приборов

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. ед. или 180 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения / заочного обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в академ. часах		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
Формат изучения дисциплины		6(очно)	8(заочно)
с использованием элементов электронного обучения			
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180/180	180/-	-/180
1. Контактная работа:	78/33	78/-	-/33
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	74/28	74/-	-/28
занятия лекционного типа (Л)	34/8	34/-	-/8
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	24/12	24/-	-/12
лабораторные работы (ЛР)	16/8	16/-	/8
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4/5	4/-	-/5
курсовая работа (проект) (КР/КП), расчетно-графическая работа (РГР), контрольная работа (к.р.) (консультация, защита)	-/1	--	-/1
текущий контроль, консультации по дисциплине (КСР)	4/4	4/-	-/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	--	--	--
2. Самостоятельная работа (СРС)	102/147	102/-	-/147
реферат/эссе (подготовка)	--	--	--
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	--	--	--
контрольная работа	-/18	--	-/18
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	--	--	--
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	92/117	92/-	-/117
Подготовка к экзамену (контроль)	--	--	--
Подготовка к зачету / <u>зачету с оценкой</u> (контроль)	10/12	10/-	-/12

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПКС и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (академ. час)				Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов	
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия		
6 семестр/8 семестр						
ПКС-4	Раздел 1. Общая структура аналогового измерительного устройства (АИУ)					
	1.1 Понятия и принципы регистрации физических величин аналоговыми устройствами и приборами	0,5/-			1/1	изучение материала 6.1.2, 6.1.3
	1.2 Базовая структурная схема АИУ	0,5/-			1/1	
	тестирование в СДО по разделу 1				3/3	самост. тест. в СДО

	Итого по разделу 1	1/-	--	--	5/5	
ПКС-2	Раздел 2. Аналоговые электромеханические измерительные приборы и устройства (ЭМХИП)					
	2.1 Структурные схемы ЭМХИП	0,5/-			2/3	изучение материала 6.1.2, 6.1.3
	2.2 Магнитоэлектрический ЭМХИП (конструкция, параметры, применение в качестве Амперметра с шунтами, Вольтметра с делителем, Омметра по последов и параллельной схеме, логометрическая схема)	1/0,5			2/3	
	ПЗ. по теме 2.2 «Расчет шунтов, делителей, добавочных сопротивлений для магнитоэлектрических ЭМХИП»			2/1		
	2.3 Электромагнитный ЭМХИП (конструкция, параметры, применение в качестве, вольтметра логометрического Частотомера)	1/0,5			2/3	изучение материала 6.1.2, 6.1.3
	2.4 Электродинамический ЭМХИП (конструкция, параметры, применение в качестве Амперметра, Вольтметра, логометрического Фазометра, логометрического Ваттметра, логометрического Частотомера)	1/-			2/3	
	2.5 Электростатический ЭМХИП (конструкция, параметры, применение в качестве высоковольтного Вольтметра, дифференциально-полумостового Вольтметра)	1/-			2/3	
	тестирование в СДО по разделу 2				3/3	. тест. в СДО
	Итого по разделу 2	4,5/1	--	2/1	13/18	
ПКС-4 ПКС-2	Раздел 3. Электронные узлы АИУ					
	3.1 Виды и назначение узлов в АИУ	0,5/-			2/2	изучение материала 6.1.1, 6.2.1
	3.2. Пассивные электронные мостовые схемы (уравновешенные и неуравновешенные мосты для измерения параметров R-L-C, мостовая схема с логометрическим индикатором, пассивный мостовой фазовращатель)	1/1			2/3	
	ПЗ по теме 3.2 «Расчет параметров плеч активного неуравновешенного моста», «Расчет параметров плеч реактивного уравновешенного моста для измерения индуктивности и емкости»			2/2		
	3.3. Активные электронные мостовые схемы (Автоматический электронно-механический мост, квазиуравновешенный активный мост, активный конвертер импеданса (гиратор)	1/-			2/3	изучение материала 6.1.1, 6.2.1
	ПЗ по теме 3.3 «Имитационное моделирование квазиуравновешенного активного моста и пассивного мостового фазовращателя»			2/-		
	3.4 Измерительные трансформаторы тока, напряжения, дифференциального тока	1/-			2/3	изучение материала 6.1.1, 6.2.1, 6.1.4
	3.5 Измерительные компенсаторы тока и напряжения	0,5 /0,5			2/2	
	3.6 Функциональные аналоговые схемы на опер. усилителях ОУ (масштабный и буферный каскады, суммирующий и дифференциальный каскады, дифференцирующий и интегрирующий каскады, логарифмический и антилогарифмический каскады, схемы деления и умножения на ОУ, активные фильтры на ОУ)	3/2			6/5	
	ЛР по теме 3.6 ЛР №1) Имитационное исследование работы неинвертирующего узла на ОУ ЛР №2) Имитационное исследование работы инвертирующего узла на ОУ ЛР №3) Имитационное исследование работы суммирующего узла на ОУ ЛР №4) Имитационное исследование работы интегрирующего узла на ОУ ЛР №5) Имитационное исследование работы дифференцирующего узла на ОУ		3/- 3/2 4/2 3/2 3/2			
	ПЗ по теме 3.6 «Синтез схем аналоговых математических вычислителей на ОУ»			2/-		
	3.7Диодные детекторы сигналов (амплитудный, действующих, пиковых, средневывпрямленных значений), диодный амплитудный ограничитель, фазочувствительный диодный	2/0,5			4/5	изучение материала 6.1.1, 6.2.1

	выпрямитель					
	ПЗ по теме 3.7 «Имитационное моделирование диодных детекторов»			2/2		
	3.8 Активные функциональные преобразователи (кусочно-линейный аппроксиматор, генератор меандра на ОУ, генератор «пилы» на ОУ, преобразователь напряжение – ток, преобразователь гармоника –меандр)	2/-			4/5	изучение материала 6.1.1, 6.1.4, 6.2.1
	ПЗ по теме 3.8 «Имитационное моделирование генератора меандра на ОУ, кусочно-линейного аппроксиматора на ОУ»			2/1		
	тестирование в СДО по разделу 3				5/5	самост. тест. в СДО
	Итого по разделу 3	11/4	16/8	10/5	29/33	
ПКС-4	Раздел 4 Основы теории дискретно-цифрового представления сигнала и погрешности					
	4.1 Понятие и характеристики квантованного и кодового сигналов. Дискретизация сигнала согласно теоремы Котельникова. Погрешности дискретизации	1/-			2/3	изучение материала 6.2.2,6.2.5
	4.2 Виды аппаратных цифровых кодов (единичный, позиционно-двоичный, двоично–десятичный формата 8-4-2-1, код Грея)	1/-			2/3	
	ПЗ по теме 4.2 «Конвертация аналогового и цифрового сигнала в различные аппаратные коды»			1/-		
	тестирование в СДО по разделу 4				2/2	самост. тест. в СДО
	Итого по разделу 4	2/-		1/-	6/8	
ПКС- 4	Раздел 5 Структуры ЦИУ различных принципов дискретизации					
	5.1 Линейно-возрастающего напряжения	0,5/-			2/2	изучение материала 6.2.5,6.2.6
	5.2 Последовательного счета	0,5/-			2/2	
	5.3 Компараторного считывания, энкодер	0,5/-			2/2	
	5.4 Последовательного приближения	0,5/-			2/2	
	тестирование в СДО по разделу 5				3/3	самост. тест. в СДО
	Итого по разделу 5	2/-			11/11	
ПКС-4	Раздел 6 Функциональные цифровые схемы измерения физических величин					
	6.1 Время импульсный вольтметр	0,5/-			2/2	изучение материала 6.2.2 6.2.5,6.2.6
	6.2 Уравновешивающий цифровой вольтметр	0,5/-			2/2	
	6.3 Электронно-счетный частотомер	0,5/-			2/2	
	6.4 Импульсно-цифровой измеритель временного интервала	0,5/-			2/2	
	6.5 Импульсно-цифровой фазометр	0,5/-			2/2	
	6.6 Импульсно-цифровой измеритель параметров RLC	0,5/-			2/2	
	тестирование в СДО по разделу 6				3/4	самост. тест. в СДО
	Итого по разделу 6	3/-			15/16	
ПКС-4 ПКС-2	Раздел 7. Электронные узлы ЦИУ					
	7.1 Генераторы опорно-тактовой частоты (на триггере Шмидта, на кварцевом резонаторе)	1/-			2/2	изучение материала 6.1.1.
	ПЗ по теме 7.1 «Имитационное моделирование тактового генератора на триггере Шмидта»			1/-		
	7.2 Схемы выборки-хранения (на емкостно-резисторной ячейке, схема с опорным напряжением (Track&Hold))	0,5/-			2/3	изучение материала 6.1.1, 6.1.2,6.2.5
	7.3 Цифровой ключ, логический компаратор (с гистерезисом, двупороговый), одновибратор на таймере 555, преобразователи напряжение-частота ПНЧ, (базовые микросхемы, включение, функционирование)	2/1			4/4	
	ПЗ по теме 7.3 «Имитационное моделирование одновибратора на таймере 555, ПНЧ, компаратора »			2/2		
	7.4 Цифровые сегментные и матричные индикаторы (схемы включения с дешифраторными и драйверными микросхемами, в динамическом режиме)	1/-			2/3	изучение материала 6.1.1, 6.1.2,6.2.5

ПКС-4 ПКС-2	<i>ПЗ по теме 7.4 «Синтез схем цифровых шифраторов и мультиплексоров»</i>			1/-		
	7.5 Блоки ЦАП с двоично-кодовым входом (параллельный ЦАП, поразрядный ЦАП с перекидными ключами, ЦАП на резисторной матрице R-2R, перемножающий ЦАП, знаковый ЦАП со смещенным кодом, функц-генерирующий ЦАП)	3/1			3/3	изучение материала 6.1.4, 6.2.5, 6.2.6
	<i>ПЗ №1 по теме 7.5 «Имитационное моделирование поразрядного ЦАП»</i>			1/1		
	<i>ПЗ №2 по теме 7.5 «Имитационное моделирование ЦАП с матрицей R-2R»</i>			1/1		
	<i>ПЗ №3 по теме 7.5 «Имитационное моделирование биполярного ЦАП»</i>			1/-		
	7.6 Блоки АЦП с двоично-кодовым выходом (АЦП параллельного считывания, Последовательно-параллельный АЦП, АЦП поразрядного уравнивания, компенсационно-следящий АЦП, АЦП «пилообразного» напряжения, АЦП двойного интегрирования, АЦП на «преобразователе напряжение-частота», сигма-дельта АЦП, АЦП с последовательным интерфейсом AD7495)	3/1			4/4	изучение материала 6.1.4, 6.2.5, 6.2.6
	<i>ПЗ №1 по теме 7.6 «Имитационное моделирование АЦП поразрядного уравнивания»</i> <i>ПЗ №2 по теме 7.6 «Имитационное моделирование следящего АЦП»</i> <i>ПЗ №3 по теме 7.6 «Имитационное моделирование АЦП с пилообразным напряжением»</i> <i>ПЗ №4 по теме 7.6 «Имитационное моделирование АЦП с двойным интегрированием»</i>			1/1 1/1 1/- 1/-		
	<i>тестирование в СДО по разделу 7</i>				5/5	самост. тест. в СДО
	Итого по разделу 7	10,5/3		11/6	22/24	
ПКС-4 ПКС-2	КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (заочная форма)				-/18	самост работа по контрольной работе
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	34/8	16/8	24/12	92/135	

Используемые активные и интерактивные технологии приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Устные тематические вопросы для развития критического мышления Обсуждение лекционного материала, дискуссия Тестовые технологии
Практические занятия	Дискуссия по расчетному и теоретическому материалу Тестовые технологии Информационно-коммуникационные технологии Коммуникативная работа в малых группах
Лабораторные работы	Дискуссия по экспериментальному материалу Коммуникативная работа в малых группах

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На первом занятии дисциплины преподаватель обязан ознакомить студентов с процедурой, регламентом набора оценочных баллов и критериями оценивания (табл. 5.1.1. 5.1.2, 5.2), регламентом соответствия набранных баллов оценке на зачете (табл. 5.3). На лекциях

оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях, ответы на тесты преподавателя при работе в интерактивном режиме. Практические занятия проводятся как в форме аудиторного решения задач на схемотехническое конструирование и расчета параметров схемотехники по конкретным темам курса, так и в форме имитационного компьютерного моделирования аналого-цифровых узлов малой группой совместно с преподавателем с последующей защитой отчета по результатам работы. Лабораторные работы по отдельным разделам курса - в форме имитационного компьютерного моделирования аналого-цифровых узлов малыми группами совместно с преподавателем с последующей защитой отчета по результатам выполнения в малой группе. При решении задач, при защите отчетов по лабораторным и практическим работам преподавателем оценивается понимание алгоритма решения, правильность решения, затраченное время, качество изложения расчетов и эскизов, объяснение решения, ответы на вопросы.

Самостоятельная работа студента включает самостоятельную проработку теоретического материала по темам и разделам курса, подготовку отчетов по лабораторным и практическим занятиям, выполнение тестирования. Студенты заочной формы обучения в рамках СРС выполняют контрольную работу и тестирование по разделам.

Текущая аттестация проводится в форме устного опроса на практических занятиях по теоретическим материалам и проверки заданий по индивидуальным вариантам, проверки конспекта и качества его самостоятельной доработки, проверки отчетов по лабораторным и практическим работам. По итогам изучения отдельных разделов курса текущая аттестация дополнительно проводится в форме тестирования в Среде Дистанционного Обучения (СДО) Moodle. Тесты в СДО Moodle представлены в виде вопросов и задач, требующих ответа в различных формах (выбор ответа, сортировка, соотнесение, численный ответ, логический ответ). На тест по каждому разделу дается не более 2-х попыток, время начала выполнения регламентируется преподавателем (но не позднее окончания последующего раздела и не позднее, чем за 2 недели до дня зачета), дополнительные попытки согласуются с преподавателем.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.1-5.1.2. Студент допускается к промежуточной аттестации (зачет с оценкой), если в результате изучения разделов дисциплины в рамках текущего контроля по каждой теме выполнены 100% практических работ, 100% лабораторных работ с имитационным моделированием, выполнено тестирование по каждому разделу. За успешно защищенные отчеты по ПР и ЛР, успешное тестирование по каждой теме студент получает по 1 баллу (за каждую работу). Отчеты хранятся у преподавателя и используются при дополнительной дискуссии со студентом при промежуточной аттестации, результаты тестирования сохраняются в СДО.

Зачет проводится в аудиторной форме. Билет к зачету включает в себя 2 теоретических вопроса и 1 расчетную задачу. Время на подготовку ответа не более 30 минут. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (очная форма и заочная форма обучения - зачет с оценкой) представлены в табл. 5.2 Для получения соответствующей зачетной оценки студенту необходимо набрать установленное число баллов (см. табл. 5.3). Контрольная работа студентов заочной формы обучения оценивается по системе – зачет/незачет. Контрольная работа включает в себя расчет прибора по индивидуальным исходным данным (по номеру в списке группы) по методике. Для сдачи Контрольной работы необходимо выполнить все пункты расчета, ответить на вопросы преподавателя, пояснить выявленные ошибки и неточности в работе.

Итоговая оценка по дисциплине формируется по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (табл. 5.3- 5.4).

Таблица 5.1.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации
(по профессиональной компетенции ПКС-2) очная заочная (6 семестр), заочная форма (8 семестр)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			уровень показателя «недостаточный» (0 баллов)	уровень показателя «достаточный» (1 балл)	
ПКС-2 Способность рассчитывать и проектировать типовые системы и приборы, детали и узлы при многовариантном подходе к способам реализации ЧЗ и отдельных блоков приборов и систем на базе принципа декомпозиции структуры и блочного подхода к конструированию	ИПКС-2.1 Рассчитывает и проектирует электрические схемы обработки сигналов	Знания: - Принципы функционирования измерительных электронных компонентов и принципиальных аналого-цифровых схем на их основе - Типовые варианты конструкций узлов аналого-цифровых схем. -Ассортимент, особенности и характеристики радиоэлектронной базы и отдельные рекомендации к применению элементов в принципиальных приборных схемах	а) отсутствие участия в дискуссии или единичные преимущественно неверные высказывания; б) отсутствие ответов на вопросы или при ответе путает понятия, не понимание принципов работы узлов электрических и принципиальных схем, способов их согласования, не знание ассортимента и характеристик элементной базы	а) принимает активное участие в дискуссиях, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой и смежных технических дисциплин; б) знание, понимание и анализ принципов работы и конструкций, схемотехники узлов и элементов. Понимание достоинств, недостатков. Уверенное ориентирование в назначении и характеристиках элементной базы.	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях, ПЗ и ЛР при работе в интерактивном режиме; Проверка лекционного конспекта и самостоятельной доработки теоретического материала в нем. б) Устный опрос на практических занятиях при защите отчетов по ПЗ и ЛР
		Умения: - Проводить проектирование на элементном уровне. - Согласовывать отдельные узлы принципиальной схемы измерительного канала аналого-цифрового устройства - Составлять принципиальные и структурные схемы аналого-цифровых устройств из готовых типовых блоков и современных интегрированных радиоэлементов	а) Не понимание и не способность выполнять расчет и выбор элементов схемы. Не способность согласовывать элементы принципиальной схемы. Не умение анализировать работу детали и элемента в схеме. Не знание ассортимента элементной базы. Не способность работы с принципиальными схемами, не умение логически анализировать работу схемы устройства б) Принципиальные схемы в отчетах по ПЗ и ЛР выполнены с грубыми расчетными и логическими ошибками, нет пояснений, вывода, элементы схемы рассчитаны и выбраны ошибочно в) Менее 60% тестов в разделе верны.	а) Уверенное понимание и способность выполнять расчет и выбор элементов схемы. Способность согласовывать элементы измерительной схемы. Умение выявлять ошибки, предлагать пути модернизации элементной базы схемы. Способность анализировать работу устройства при обрывах, замыканиях элементов, при не типовых режимах работы. Свободное ориентирование в назначении, параметров схем и их элементах б) Принципиальные схемы в отчетах по ПЗ и ЛР выполнены с несущественными помарками, выполнены пояснения, вывод, параметры элементов схемы верно рассчитаны и обоснованно выбраны по номенклатуре. в) Более 60% тестов в разделе верны.	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях, ПЗ и ЛР при работе в интерактивном режиме; Проверка лекционного конспекта и самостоятельной доработки теоретического материала в нем. б) Устный опрос на практических занятиях при защите отчетов по ПЗ и ЛР в) Проверка результатов тестирования по тематикам в СДО.
		Навыки: -Навыками проектирования электронных схем аналого-цифровых устройств и навыками анализа документации на современную радиоэлектронную базу -Опытом применения математического аппарата и поиска методик расчета, оценки параметров при проектировании элементов, узлов и деталей электронных аналого-цифровых схем -Навык применения и выбора программных продуктов для моделирования и			

Таблица 5.1.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации
(по профессиональной компетенции ПКС-4) очная форма (6 семестр), заочная форма (8 семестр)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			уровень показателя «недостаточный» (0 баллов)	уровень показателя «достаточный» 1 (балл)	
ПКС-4 Способен разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы приборов и систем	ИПКС 4-1. Владеет принципами построения и функционирования приборов и систем	Знания: - Принципы работы, схемотехнику типовых аналоговых и цифровых узлов и требования к ним из анализа технической литературы, нормативной и сопроводительной документации -Функциональных схем узлов и деталей аналого-цифровых устройств. основные понятия и определения	а) отсутствие участия в дискуссии или единичные преимущественно неверные высказывания; б) отсутствие ответов на вопросы или при ответе путает понятия, не понимание принципов работы типовых конструкций и узлов аналого-цифровой техники. Не понимание функционального назначения элементов и узлов в схеме, способов их технической реализации. Не понимание характеристик и требований к функциональным узлам измерительной техники	а) принимает активное участие в дискуссиях, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой и смежных технических дисциплин; б) уверенные и аргументированные ответы на вопросы, знание и понимание принципов работы типовых конструкций и назначения функциональных узлов аналого-цифровой техники. Понимание функционального назначения отдельных элементов и узлов в схеме, знание способов их технической реализации	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях, ПЗ и ЛР при работе в интерактивном режиме; Проверка лекционного конспекта и самостоятельной доработки теоретического материала в нем. б) Устный опрос на практических занятиях при защите отчетов по ПЗ и ЛР
		Умения: -Находить, анализировать и выбирать существующие схемные решения, узлы и элементы с необходимыми характеристиками из источников различных областях приборостроения и прочих инженерных направлений -Осуществлять расчет и оценку параметров, обосновывать выбор ключевых деталей и узлов в схеме. Технических и точностных показателей принципиальных и структурных аналого-цифровых схемах.	а) Не понимание и не способность обоснованно находить, выбирать или предлагать функциональные решения узлов и элементов. Не способность обосновывать необходимость применения функционального элемента в измерит. схеме и выполнять согласование с другими. Не умение анализировать работу детали и элемента в схеме. Не знание перечня готовых схемотехнических решений. Не умение логически анализировать работу схемы устройства. Не способность оценить конструктивные и точностные показатели. б) Принципиальные схемы в отчетах по ПЗ и ЛР выполнены с грубыми расчетными и логическими ошибками, нет пояснений, вывода, элементы, рассчитаны и выбраны ошибочно. в) Менее 60% тестов в разделе верны	а) Понимание и уверенная способность обоснованно находить, выбирать или предлагать функциональные решения узлов и элементов. Возможность аргументировано обосновывать необходимость применения функционального элемента в измерит. схеме и выполнять согласование с другими. Умение четко анализировать работу детали и элемента в схеме. Знание обширного перечня готовых схемотехнических решений. Уверенная способность логически анализировать работу функциональной схемы, элемента устройства и предлагать нестандартные конструкции. Способность оценить конструктивные и точностные показатели. б) Принципиальные схемы в отчетах по ПЗ и ЛР выполнены с незначительными расчетными и логическими погрешностями, приведены пояснения, вывод, иллюстрации элементы корректно обоснованы, правильно рассчитаны и выбраны. в) Более 60% тестов в разделе верны	а) Контроль активности участия в дискуссиях на лекциях, ПЗ и ЛР при работе в интерактивном режиме; Проверка лекционного конспекта и самостоятельной доработки теоретического материала в нем. б) Устный опрос на практических занятиях при защите отчетов по ПЗ и ЛР в) Проверка результатов тестирования по тематикам в СДО.
		Навыки: -Владение терминологией, понятийным аппаратом и практическим опытом изучения в области аналоговой и цифровой схемотехники и электроники. -Понимание принципов и условий сопряжения базовых блоков измерительной техники -Владение базовыми навыками в расчете и оценке ключевых элементов аналоговых и цифровых измерительных схем приборов			

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации
(по компетенциям ПКС-2, ПКС-4) (очная (6 семестр), заочная форма (8 семестр) обучения, зачет с оценкой)
(баллы начисляются за каждый теоретический вопрос в билете отдельно)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
ПКС-2 Способность рассчитывать типовые системы и приборы, детали и узлы при многовариантном подходе к способам реализации ЧЭ и отдельных блоков приборов и систем на базе принципа декомпозиции структуры и блочного подхода к конструированию ПКС-4 Способен разрабатывать функциональные, структурные и принципиальные схемы приборов и систем	ИПКС-2.1 Рассчитывает и проектирует электрические схемы обработки сигналов ИПКС 4-1 Владеет принципами построения и функционирования приборов и систем	Знания: - Принципы функционирования измерительных электронных компонентов и принципиальных аналого-цифровых схем на их основе - Типовые варианты конструкций узлов аналого-цифровых схем. -Ассортимент, особенности и характеристики радиоэлектронной базы и отдельные рекомендации к применению элементов в принципиальных приборных схемах -Принципы работы, схемотехнику типовых аналоговых и цифровых узлов и требования к ним из анализа технической литературы, нормативной и сопроводительной документации -Схемные решения узлов и деталей аналого-цифровых устройств. основные понятия и определения	Нет ответа на теоретические вопросы билета. Полная неспособность поддержать дискуссию по теме вопроса	Единичные высказывания по вопросу Спутанность , непоследовательность ответа при дискуссии по теме вопроса	Изложение ответа по вопросу с отдельными ошибками. на основе лекционного материала без самостоятельной доработки. Уверенность при дискуссии по теме вопроса	Изложение ответа развернутое без ошибок. Уверенность при дискуссии по теме вопроса. Умение выявлять собственные ошибки в ответе их аргументировать. Демонстрация дополнительных (не лекционных) знаний по вопросу в рамках темы	Ответ на теоретический вопрос билета
			Нет ответа на дополнительные вопросы из списка к зачету. Полная неспособность поддержать дискуссию по теме вопроса	Единичные высказывания по вопросу Спутанность , непоследовательность ответа при дискуссии по теме вопроса	Изложение ответа по вопросу с отдельными ошибками. Уверенность при дискуссии по теме вопроса	Изложение ответа развернутое без ошибок. Уверенность при дискуссии по теме вопроса. Умение выявлять собственные ошибки в ответе их аргументировать. Демонстрация дополнительных (не лекционных) знаний по вопросу в рамках темы	Ответ на дополнительный вопрос из списка к зачету
		Умения: -Проводить проектирование на элементном уровне. - Согласовывать отдельные узлы принципиальной схемы измерительного канала аналого-цифрового устройства - Составлять принципиальные и структурные схемы аналого-цифровых устройств из готовых типовых блоков и современных интегрированных радиоэлементов -Находить, анализировать и выбирать существующие схемные решения, узлы и элементы с необходимыми характеристиками из источников в различных областях приборостроения и прочих инженерных направлений -Осуществлять расчет и оценку параметров, обосновывать выбор ключевых деталей и узлов в схеме. Технических и точностных показателей в принципиальных и структурных аналого-цифровых схемах.	Нет решения задачи (в т.ч. попытки, чернового варианта решения, эскиза расчетной схемы). Неспособность к дискуссии по расчетно- практической части отчетов ПЗ и ЛР.	Решение задачи, эскиз расчетной схемы неполны, содержат грубые ошибки. Не способность пояснить ошибки и предложить пути их исправления. Неуверенность спутанность в дискуссии по расчетно- практической части отчетов ПЗ и ЛР	Решение задачи, эскиз расчетной схемы полны, содержат отдельные ошибки. Способность пояснить ошибки и предложить пути их исправления. Уверенность в дискуссии по расчетно- практической части отчетов ПЗ и ЛР	Решение задачи, эскиз расчетной схемы полны, не содержат ошибок. Способность пояснить возможные ошибки и предложить пути их исправления. Способность предлагать и аргументировать пути совершенствования изученных схем их элементной базы. Способность к синтезу рекомендаций по изученным схемам по повышению их точностных и эксплуатационных параметров.	Решение задачи билета, Дискуссию по дополнительным вопросам преподавателя (в т.ч. по отчетам ПЗ и ЛР)

		Навыки: - Владение навыками проектирования электронных схем аналого-цифровых устройств и навыками анализа документации на современную радиоэлектронную базу -Опыт применения математического аппарата и поиска методик расчета, оценки параметров при проектировании элементов, узлов и деталей электронных аналого-цифровых схем -Навык применения и выбора программных продуктов для моделирования и - Владение терминологией, понятийным аппаратом и практическим опытом изучения в области аналоговой и цифровой схемотехники и электроники. -Понимания принципов и условий сопряжения базовых блоков измерительной техники -Владение базовыми навыками в расчете и оценке ключевых элементов аналоговых и цифровых измерительных схем приборов				Аргументированность в пояснении работы схем при обрывах и аварийных режимах Уверенность в дискуссии по расчетно-схемной части отчетов ПЗ и ЛР	
--	--	--	--	--	--	---	--

Формирование оценки на зачете осуществляется на основе совокупности баллов, формируемой по результатам процессов контроля текущей аттестации (защита отчетов по ПЗ, защита отчетов по ЛР, тестирование) и промежуточной аттестации (ответ на теоретические вопросы, решение задачи, дискуссия в рамках тем ПЗ и ЛР). Для допуска к зачету студента очной формы необходимо выполнить условия выполнения ПЗ, ЛР, тестирования по промежуточной аттестации. Для допуска к зачету студента заочной формы необходимо выполнить условия выполнения ЛР, контрольной работы, тестирования по промежуточной аттестации. В случае спорной оценки студенту могут быть предложены для ответа и дискуссии дополнительные теоретические вопросы и задачи. Формирование оценочного балла по оценке работы в рамках закрепленных за дисциплиной компетенций (ПКС-2 и ПКС-4) осуществляется в совокупности, т.е. в рамках оценивания работы по критериям и индикаторам закрепленных компетенций выставляется единый балл.

Если в строке оценивания (см. табл. 5.3, табл. 5.4) два и более критериев не соответствует итоговой оценке (результат хуже чем требуемый), то оценка снижается на нижележащую. Для получения единой оценки по результатам изучения дисциплины баллы по каждому этапу оценивания должны быть выше пороговых.

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию
(очная форма)

Этап текущей аттестации (баллы набираются в течении срока изучения дисциплины) (см.критерии в табл. 5.1.1-5.1.2)			Этап промежуточной аттестации (баллы набираются на зачете) (см.критерии в табл. 5.2)		Итоговая оценка по дисциплине
Тестирование по разделам	Практические работы (расчетные и с моделированием)	Лабораторные работы	Ответы на теоретические вопросы билета + Ответы на дополнительные вопросы по курсу	Решение задачи билета. Дискуссия по задаче и темам ПЗ и ЛР	
от 0 до 1	от 0 до 8	2	0	0	НЕ ЗАЧТЕНО
от 2 до 3	от 9 до 11	3	1	1	Зачтено с оценкой УДОВЛ
от 4 до 5	от 12 до 14	4	2	2	Зачтено с оценкой ХОРОШО
от 6 до 7	от 15 до 17	5	3	3	Зачтено с оценкой ОТЛИЧНО

Таблица 5.4 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию
(заочная форма)

Этап текущей аттестации (баллы набираются в течении срока изучения дисциплины) (см.критерии в табл. 5.1.1-5.1.2)			Этап промежуточной аттестации (баллы набираются на зачете) (см.критерии в табл. 5.2.)		Итоговая оценка по дисциплине
Тестирование по разделам	контрольная работа	Лабораторные работы	Ответы на теоретические вопросы билета + Ответы на дополнительные вопросы по курсу	Решение задачи билета. Дискуссия по задаче и контрольной работе	
от 0 до 1	не зачтено	1	0	0	НЕ ЗАЧТЕНО
от 2 до 3	зачтено	2	1	1	Зачтено с оценкой УДОВЛ
от 4 до 5	зачтено	3	2	2	Зачтено с оценкой ХОРОШО
от 6 до 7	зачтено	4	3	3	Зачтено с оценкой ОТЛИЧНО

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

- Выполнение расчетных практических заданий в виде решения задач и практических

заданий в виде имитационного моделирования принципиальных схем с подготовкой отчета по результатам расчета (моделирования) и последующей защитой отчета в рамках дискуссии с преподавателем

- Выполнение лабораторных работ с подготовкой отчета по результатам работы и последующей защитой отчета в рамках дискуссии с преподавателем;
- Самостоятельное тестирование в СДО MOODLE по результатам изучения соответствующих разделов дисциплины.

Примеры типовых расчетных практических заданий

Задачи к практическим работам по теме 2.2 «Расчет шунтов, делителей, добавочных сопротивлений для магнитоэлектрических ЭМХИП»

1)

В схеме, приведенной на рисунке 1, $E=10$ В;
 $R_1 = 50$ Ом; $R_2 = 200$ Ом. Определить напряжение $U_{\text{вых}}$, если
 а) $R_n = \infty$; б) $R_n = 50$ Ом.

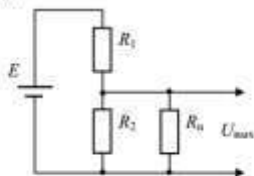


Рисунок 1 – Делитель напряжения

2)

Вольтметр на номинальное напряжение $U_{\text{ном}} = 3$ В имеет внутреннее сопротивление $R_v = 400$ Ом (рисунок 1). Определить сопротивления добавочных резисторов, которые необходимо подключить к вольтметру, чтобы расширить пределы измерения до 15 и 75 В.

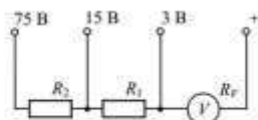


Рисунок 1 – Схема расширения пределов измерения вольтметра

3)

Миллиамперметр на номинальный ток $I_{\text{ном}} = 30$ мА имеет нормированное падение напряжения $U = 75$ В. Определить внутреннее сопротивление прибора. Какое сопротивление должен иметь наружный шунт к этому прибору для расширения предела измерения по току до $I = 3$ А.

4)

Вольтметр с входным сопротивлением 100 кОм используется для измерения напряжения в схеме, приведенной на рисунке 1. Найти напряжение, показываемое вольтметром, если $E=10$ В; $R_1 = 5$ кОм; $R_2 = 10$ кОм; $R_n = 20$ кОм. Отличается ли это напряжение от напряжения, которое показал бы идеальный вольтметр?

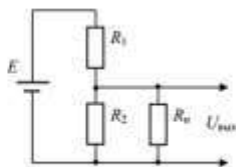


Рисунок 1 – Делитель напряжения

Задачи к практическим работам по теме 3.2 «Расчет параметров плеч активного неуравновешенного моста», «Расчет параметров плеч реактивного уравновешенного моста для измерения индуктивности и емкости»

1)

В схеме измерительного моста (рисунок 1) определить ток I и напряжение U_{ab} , если $E = 10$ В, $R_x = 15$ кОм, $R_1 = 50$ Ом, $R_2 = 5$ кОм, $R_3 = 200$ Ом.

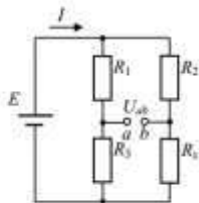


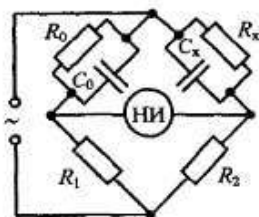
Рисунок 1 – Измерительный мост

2)

Измерение параметров конденсатора производилось по схеме рис. После уравнивания моста получили:

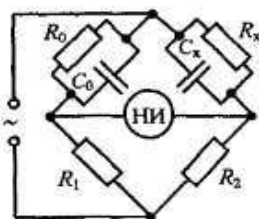
$$R_1 = 1,25 \text{ кОм}, R_2 = 10 \text{ кОм}, C_0 = 10 \text{ мкФ}, R_0 = 5,4 \text{ кОм}.$$

Чему равны C_x и R_x при параллельной схеме замещения конденсатора?



3)

Определить условие равновесия мостовой цепи рис. при последовательной схеме замещения измеряемого конденсатора.

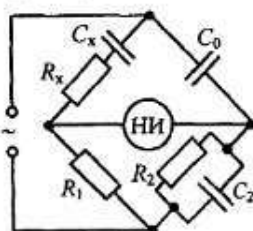


4)

В момент равновесия мостовой цепи (рис.) зафиксировано:

$$R_1 = 10 \text{ Ом}, R_2 = 14,8 \text{ Ом},$$

$$C_2 = 1,6 \text{ мкФ}, C_0 = 1 \text{ мкФ}.$$

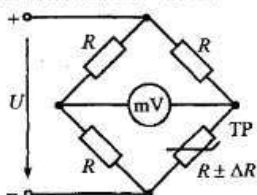


Чему равен тангенс угла потерь $\text{tg} \delta$ конденсатора C_x , если частота источника питания 1000 Гц?

5)

Неуравновешенная мостовая цепь (рис.) используется для измерения деформации в исследуемой детали. Начальное сопротивление тензорезистора ТР $R = 100$ Ом, а его тензочувствительность $S = 2,04$; сопротивление остальных плеч моста также по 100 Ом. Напряжение источника питания $U = 2$ В. Сопротивление милливольтметра $R_{mV} = 10$ кОм.

Чему равна деформация в детали, если напряжение разбаланса, измеренное милливольтметром, $\Delta U = 5$ мВ.



Задачи к практическим работам по теме 3.6 «Функциональные преобразователи на ОУ»

1)

В схеме на рисунке 1 используется операционный усилитель со следующими данными: коэффициент усиления $K_{OU} = 50 \cdot 10^3$; входное сопротивление $R_{вхOU} = 1 \text{ МОм}$; выходное сопротивление $R_{выхOU} = 100 \text{ Ом}$. Параметры схемы: $R_0 = 5,1 \text{ кОм}$; $R_{о.с.} = 100 \text{ кОм}$; $R_n = 10 \text{ кОм}$. Найти усилительные параметры схемы – коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление.

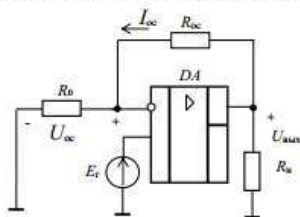


Рисунок 1 – Неинвертирующий усилитель

2)

Рассчитать нормирующий усилитель на основе ОУ типа К140УД1А с коэффициентом передачи $K_U = 10$, работающий на нагрузку с сопротивлением $R_n = 5 \text{ кОм}$. Входное сопротивление не менее 10 кОм , выходное сопротивление не более 100 Ом . Усилитель работает от источника сигнала с э.д.с. $E_t = 0,2 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $R_t = 1 \text{ кОм}$.

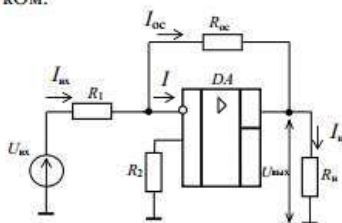


Рисунок – Инвертирующий усилитель

3)

Пусть для схемы 4.3 $\Delta U_1 = 0,1 \text{ В}$, $\Delta U_2 = -0,2 \text{ В}$, $R_{о.с.} = R'_{о.с.} = 100 \text{ кОм}$, $R_1 = R_2 = 20 \text{ кОм}$. Найти $U_{вых}$.

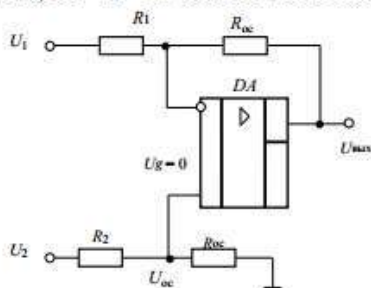
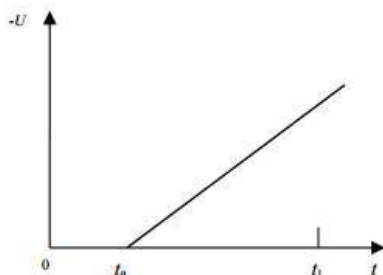


Рисунок 4.3 – Дифференциальный усилитель

4)

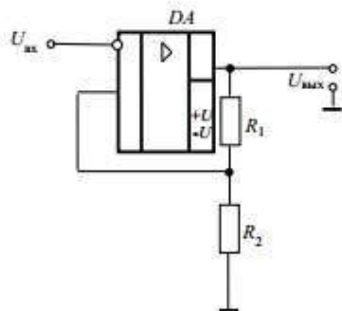
Как будет выглядеть сигнал на выходе интегратора, если на его вход подать сигнал, форма которого показана на рисунке. Если $R_1 = 1 \text{ Мом}$, $C = 0,1 \text{ мкФ}$ и $U_{вх} = 1 \text{ В}$, то чему будет равно $U_{вых}$ через 3 мс после момента t_0 ?



Задачи к практическим работам по теме 7.1 «моделирование триггера Шмидта»

1)

Рассчитайте компоненты для схемы триггера Шмита приведенной на рисунке. Пусть гистерезис составляет 2 В, $+U = 15$ В, $-U = -15$ В, $+U_{\text{нас}} = 14$ В, $-U_{\text{нас}} = -14$ В.



2)

Определить пороговые напряжения срабатывания и отпускания в схеме триггера Шмита на операционном усилителе (рисунок). Исходные данные для расчета: $R_1 = 12$ кОм, $R_2 = 400$ Ом, $U_{\text{оп}} = 1$ В.

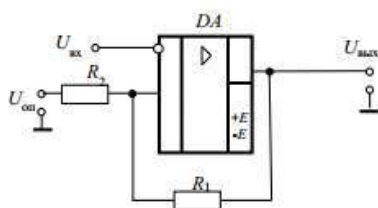


Рисунок – Схема триггера Шмита на операционном усилителе

Задачи к практическим работам по теме 3.7 «моделирование диодных детекторов»

1)

Рассчитать простейший однополупериодный выпрямитель без фильтра (рис. 1.) для выпрямления синусоидального напряжения $U = 220$ В с помощью кремниевых диодов КД202Д.

Электрические параметры диодов: $U_{\text{пр}} = 0,9$ В, $I_{\text{пр}} = 5$ А, $I_{\text{обр max}} = 0,8$ мА (при $U_{\text{обр max}} = 140$ В).

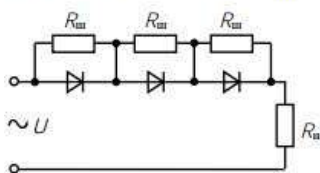


Рис. 1.

2)

Выбрать диоды для мостового выпрямителя (рис. 1), если в нагрузочном резисторе сопротивлением $R_{\text{н}} = 110$ Ом выпрямленный ток $I_{\text{н.ср}} = 1$ А.

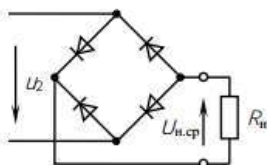


Рис. 1.

3)

Рассчитать и выбрать простой сглаживающий фильтр (индуктивный или емкостный) в выпрямителе (рис. 1.5) для получения коэффициента пульсаций напряжения нагрузки $k_{\text{п2}} = 0,01$ при двух значениях сопротивления нагрузки: $R_{\text{н}} = 10$ Ом и $R_{\text{н}} = 1$ кОм. Частота питающей сети $f = 50$ Гц.

Задачи к практическим работам по теме 7.4 «Синтез схем цифровых шифраторов и мультимплексоров»

- 1) Составить схему шифратора, преобразующего число из десятичного кода в двоично-десятичный.
- 2) Построить на любых логических элементах простейшее устройство для сравнения двух 2-разрядных двоичных чисел. При их равенстве устройство должно вырабатывать сигнал 1, при неравенстве – 0.
- 3) Составить схему дешифратора для перевода чисел из двоично-десятичного кода в десятичный.
- 4) Составить схему мультимплексора для передачи сигналов от четырех источников по одной линии.

Примеры типовых практических заданий с имитационным моделированием

Практическая работа по теме 3.6

АНАЛОГОВЫЕ и ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

ПЗ №2 по теме 3.6 Синтез аналоговых вычислителей на ОУ

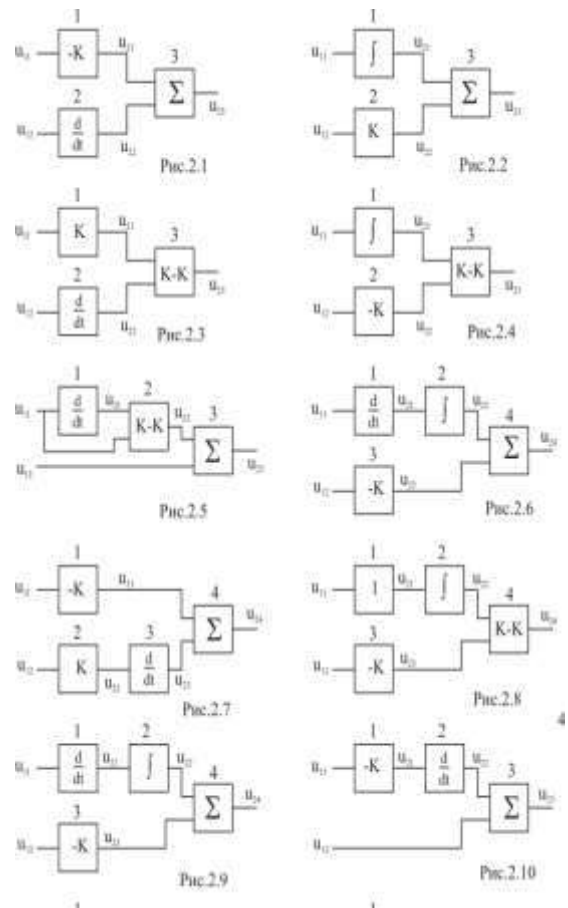
Цель работы: изучение принципа действия аналогового сигнального вычислителя построенного с использованием функциональных узлов на операционных усилителях по жесткой схемной структуре, исследование его точностных характеристик и влияние на них параметров схемных элементов.

План работы:

1. Создание функциональной модели вычислителя.
2. Создание принципиальной модели вычислителя
3. Подбор параметров элементов, моделирование
3. Исследование погрешностей вычислителя, сигнала при обрывах и замыканиях в схеме.

На рис.2.1-2.20 приведены схемы устройств, включающие узлы на основе ОУ, с использованием следующих условных обозначений:

- K - инвертирующий усилитель;
- K - неинвертирующий усилитель;
- K-K - дифференциальный усилитель;
- Σ - суммирующий усилитель;
- 1 - повторитель напряжения;
- $\frac{d}{dt}$ - дифференцирующий усилитель;
- $\int$ - интегрирующий усилитель.



На рис.2.21 и 2.22 приведены параметры пилообразного и прямоугольного сигналов, используемых при анализе работы схем.

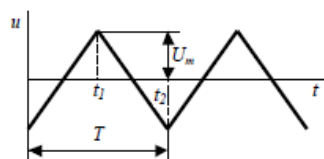


Рис. 2.21

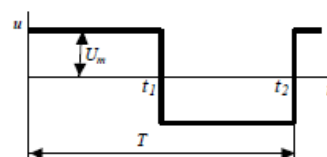


Рис. 2.22

Таблица 2.1

№	u_{11}	u_{12}	№	u_{11}	u_{12}
1	$u_{m1} \sin(\omega t + \varphi_1)$	$u_{m2} \sin(\omega t + \varphi_2)$	6	$I_m = const$	$u_{m2} \sin(\omega t + \varphi_2)$
2	$u_{m1} \sin \omega t$	$u_{m2} = const$	7	$u_{m1} \sin(\omega t + \varphi_1)$	$u_{m2} e^{-at}$
3	$u_{m1} \sin \omega t$	Пилообразное (рис.2.21, параметры U_{m2}, T)	8	$u_{m1} e^{-at}$	Пилообразное (рис.2.21, параметры U_{m2}, T)
4	$u_{m1} \sin \omega t$	Прямоугольное (рис.2.22, параметры U_{m2}, T)	9	$u_{m1} e^{at}$	Прямоугольное (рис.2.22, параметры U_{m2}, T)
5	$I_m = \sin(\omega t + \varphi_1)$	$u_{m2} \sin(\omega t + \varphi_2)$	10	$u_{m1} \sin(\omega t + \varphi_1)$	$u_{m2} e^{at}$

Таблица 2.2

№	-K	K	K-K	$K_{\Sigma 1}$	$K_{\Sigma 2}$	K_D	K_I
1	2	2	3	2	2	1	1
2	1	1,5	2	1	2	1	2
3	3	2	1,5	1	1	2	1
4	0,5	3	4	3	3	1,5	1,5
5	5	4	2	0,5	0,5	2	2

№	U_{m1}	f	φ_1	U_{m2}	φ_2	T	I_m	a	-a	u(0)
	B	Гц	градус	B	градус	с	mA	с ⁻¹	с ⁻¹	B
1	1	50	0	2	0	0,1	1	10	50	0
2	2	100	0	1	90	0,05	1	20	100	0
3	1,4	150	30	2	0	0,03	1,5	20	100	0
4	1,2	200	0	1,5	45	0,02	1	40	200	1,2
5	1,5	300	90	1	0	0,01	2	50	300	1

Варианты индивидуальных заданий

№	код	№	код	№	код
1	01-01-1	21	01-03-4	41	01-02-2
2	02-02-2	22	02-01-5	42	02-03-3
3	03-03-3	23	03-04-1	43	03-05-4
4	04-04-4	24	04-01-2	44	04-02-5
5	05-05-5	25	05-03-3	45	05-04-1
6	06-04-2	26	06-05-4	46	06-01-3
7	07-03-3	27	07-02-5	47	07-03-4
8	08-02-4	28	08-04-1	48	08-05-5
9	09-01-5	29	09-02-2	49	09-03-1
10	10-02-1	30	10-05-3	50	10-04-2
11	11-03-3	31	11-05-4	51	11-01-5
12	12-04-4	32	12-05-5	52	12-02-2
13	13-05-1	33	13-03-2	53	13-04-3
14	14-01-2	34	14-02-1	54	14-03-4
15	15-03-3	35	15-04-5	55	15-05-2
16	16-02-4	36	16-01-1	56	16-03-2
17	17-04-5	37	17-02-2	57	17-03-3
18	18-05-1	38	18-04-3	58	18-01-4
19	19-01-2	39	19-02-4	59	19-03-5
20	20-02-3	40	20-04-5	60	20-05-1

Каждый вариант закодирован с помощью пяти цифр. Первые две цифры обозначают номер схемы, вторая пара цифр определяет тип входных напряжений из таблицы 2.1, а последняя цифра вариант набора параметров входных напряжений и узлов из табл. 2.2. Например, 04-02-5 означает: схема 4 (т. е. рис. 2.4), вариант 2 из таблицы 2.1 и вариант 5 из таблицы 2.2. Первый индекс «1» в обозначении входных напряжений (u_{11} и u_{12}) обозначает «вход».

В таблице 2.2 использованы следующие обозначения:

-K – коэффициент передачи инвертирующего усилителя;

K – коэффициент передачи неинвертирующего усилителя;

K-K – коэффициент передачи дифференциального усилителя (одинаков по обоим входам);

$K_{\Sigma 1}, K_{\Sigma 2}$ – коэффициенты передачи суммирующего усилителя;

K_D – коэффициент передачи дифференцирующего усилителя по основной гармонике входного напряжения;

K_I – коэффициент передачи интегрирующего усилителя по основной гармонике входного напряжения;

U_{m1}, U_{m2} – амплитудные значения входных напряжений;

f – частота синусоидального напряжения;

φ_1, φ_2 – начальные фазы входных напряжений;

T - период входного напряжения пилообразной и прямоугольной форм;
 I_m амплитудное значение тока входного источника тока;
 $a, -a$ - коэффициенты в показателе степени экспоненциального входного напряжения;
 $u(0)$ - начальное значение напряжения при интегрировании (начальное условие).
 Значения коэффициентов передачи даны по модулю.

Необходимо выполнить следующие пункты.

1. Используя программу Electronics WorkBench составить принципиальную схему устройства с использованием схем, приведенных в теоретическом разделе. Поместить схему в отчет.
2. Согласно заданному варианту выбрать параметры входных сигналов и элементов узлов, а затем определить значения сопротивлений резисторов и емкостей конденсаторов.
3. Запустив моделирование, снять осциллограммы выходных напряжений u_{2i} каждого i -го узла (цифра «2» обозначает «выход») согласно выполняемой узлом операции. Поместить их в отчет в виде скриншотов. Осциллограммы напряжений снимать в паре с входным напряжением данного узла.

Практическая работа №2 по теме 7.5

АНАЛОГОВЫЕ и ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

ПЗ №2 по теме 7.5 «Имитационное моделирование ЦАП с матрицей постоянного импеданса R-2R»

Цель работы: изучение принципа действия цифро-аналогового преобразователя построенного с использованием матрицы постоянного импеданса, исследование его точностных характеристик и влияние на них параметров схемных элементов.

План работы:

1. Создание модели ЦАП.
2. Исследование влияния разброса параметров резисторов матрицы на переходную характеристику ЦАП.
3. Исследование последствий неисправности в ЦАП.
4. Исследование возможности наращивания разрядности ЦАП.

Выполнение работы.

1. Запустите программу Electronics Workbench.

Руководствуясь принципиальной схемой (рис.1), соберите схему ЦАП.

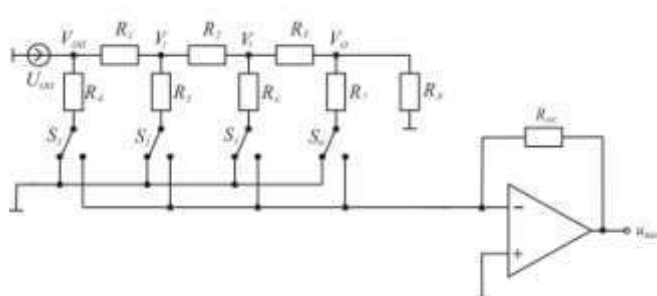


Рис.1. Схема ЦАП с матрицей постоянного импеданса

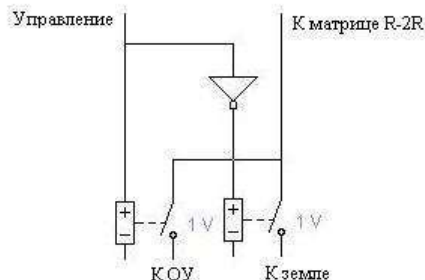


Рис.2. Ячейка коммутатора

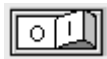
Присвойте всем элементам схемы условные обозначения согласно схеме. Установите номиналы резисторов $R1...R3 - 1 \text{ КОм}$, $R4...R8, R_{OC} - 2 \text{ КОм}$. Опорное напряжение установите равным -8 В . Для операционного усилителя выберите модель Ideal.

Для коммутации создайте ячейки на основе пары электрически управляемых контактов (рис.2).

Размножьте созданную ячейку коммутатора для четырех разрядов.

Для управления коммутатором используйте генератор слов, как это было описано в п.4. лабораторной работы №2.

На выход операционного усилителя подключите осциллограф и установите его в режим Expand. Для получения устойчивой осциллограммы рекомендуется использовать внешнюю синхронизацию осциллографа от 5 разряда генератора слов.



Проверьте работоспособность схемы, установив переключатель в положение «1». На осциллографе должна наблюдаться ступенчатая осциллограмма с постоянной высотой ступенек. В моменты перехода от ступеньки к ступеньке возможны выбросы, обусловленные неодновременностью срабатывания коммутаторов в разных разрядах.

При отсутствии такой картинки определите неисправность и устраните ее.

- 2.1. Используя осциллограмму выходного напряжения, снимите переходную характеристику ЦАП.

Для измерения выходного напряжения, соответствующего входному двоичному коду (то же самое, что порядковый номер ступеньки), поочередно передвигайте мышкой красный измерительный маркер 1 на соответствующую ячейку. Результат измерения $VA1$ считывается в правом измерительном окне осциллографа (рис.3).

Результаты измерений занесите в таблицу ($U_{ВЫХ1}$).

Постройте график полученной зависимости.

2.2. Поочередно уменьшая номиналы сопротивлений R1... R3 на 10%, снимите переходные характеристики. Постройте полученные зависимости на одном графике.

Рассчитайте и постройте графики абсолютных и относительных погрешностей.

2.3. Аналогично п.2.2. снимите переходные характеристики, поочередно уменьшая номиналы сопротивлений R5... R7 на 10%,. Постройте полученные зависимости на одном графике.

Рассчитайте и постройте графики абсолютных и относительных погрешностей.

Сравните результаты, полученные в п.п. 2.2 и 2.3. Сделайте выводы.

3. Для моделирования неисправности поочередно оборвите цепь заземления резистора R4 а затем R6. Снимите осциллограммы для обоих случаев. Сравните результаты между собой и с эталонным вариантом.

4. По своему усмотрению добавьте два звена матрицы R-2R с соответствующими цепями коммутации в начало или конец исходной матрицы. Произведите подключение управляющих сигналов генератора слов в соответствии с выбранным вариантом.

Снимите переходную характеристику (осциллограмму) полученного ЦАП. Сравните ее с характеристикой, полученной в п.2.1 настоящей работы.

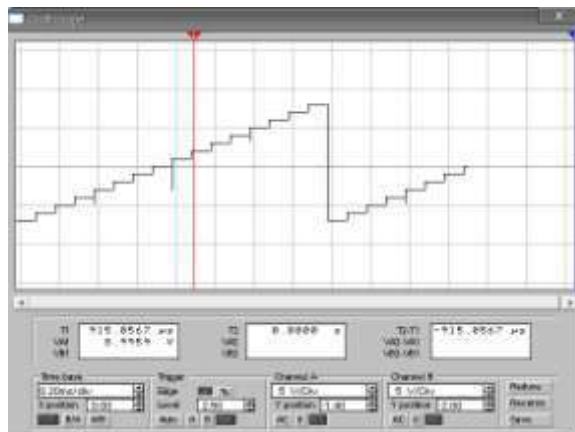


Рис.3. Измерение напряжения выходного сигнала с помощью измерительного маркера осциллографа

Практическая работа №2 по теме 7.6

АНАЛОГОВЫЕ и ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

ПЗ №2 по теме 7.6 «Имитационное моделирование АЦП двойного интегрирования»

Цель работы. Исследование принципа действия и метрологических характеристик аналого-цифрового преобразователя с двойным интегрированным.

Метод двойного интегрирования

Метод предусматривает интегрирование не только опорного, но и входного напряжения (рис.1). В исходном состоянии ключи S1 и S2 разомкнуты, а ключ S3 замкнут, благодаря чему напряжение на выходе интегратора равно нулю.

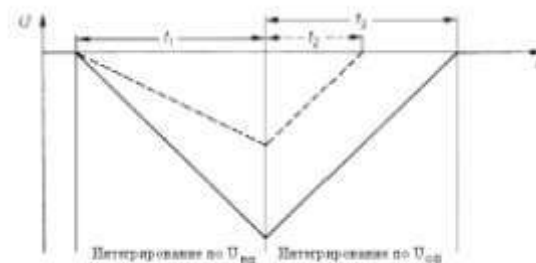
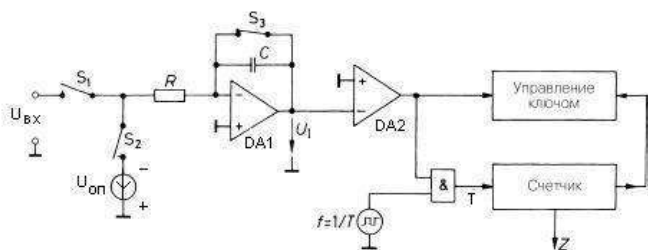


Рис1 Структурная схема АЦП с двойным интегрированием Рис.2. Временная диаграмма для разных напряжений

К началу измерений счетчик обнулен, ключ S3 разомкнут, а S1 – замкнут, в силу чего происходит интегрирование входного напряжения $U_{вх}$ (рис.2). Если оно положительно, напряжение на выходе интегратора будет отрицательным, и компаратор K с помощью схемы И разблокирует тактовый генератор. Первая фаза интегрирования t_1 завершается обнулением счетчика вслед за его переполнением после $Z_{max} + 1$ тактов. Затем интегрируется опорное напряжение, для чего размыкается ключ S1 и замыкается S2. Поскольку оно отрицательно, выходное напряжение вновь нарастает. В конце второй фазы интегрирования U_1 достигает нуля. Тогда компаратор сбрасывается на нуль и останавливает счетчик. Его показание равно количеству тактовых импульсов за время t_2 и, следовательно, пропорционально входному напряжению.

Зависимость между входным напряжением $U_{вх}$ и результатом Z выражается следующим соотношением:

$$Z = -\frac{U_{\Delta 0}}{U_{II}} (Z_{max} + 1)$$

Согласно этому выражению отличительная особенность метода двойного интегрирования заключается в том, что ни тактовая частота $1/T$, ни постоянная интегрирования $\tau = RC$ не входят в окончательное уравнение. Требуется лишь соблюдать постоянство тактовой частоты за время $t_1 + t_2$. Столь кратковременное постоянство частоты обеспечивается простым тактовым генератором.

Благодаря возможности обеспечить высокую точность при малых затратах метод двойного интегрирования нашел широкое применение в цифровых вольтметрах, где не важна относительно большая длительность преобразования.

Счетчик на рис.1 не обязан быть двоичным. Точно так же там сработает и двоично-десятичный счетчик. Это

обстоятельство используется в цифровых вольтметрах, избавляя от необходимости выполнять двоично-десятичное преобразование результата измерений.

Задание на работу.

1. Соберите схему АЦП, как это показано на рис.3.
2. Параметры начальной настройки приборов показаны на рис.4.

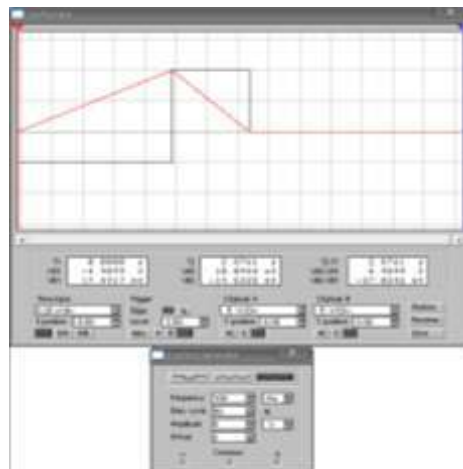
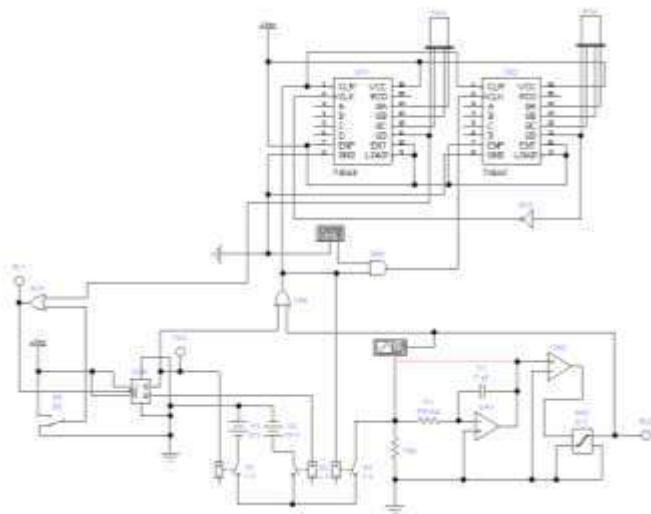


Рис.3. Схема электрическая принципиальная АЦП двойного интегрирования

Рис.4. Параметры настройки приборов

Счетчик - двухкаскадный десятичный на микросхемах типа 74162 (рис.5).

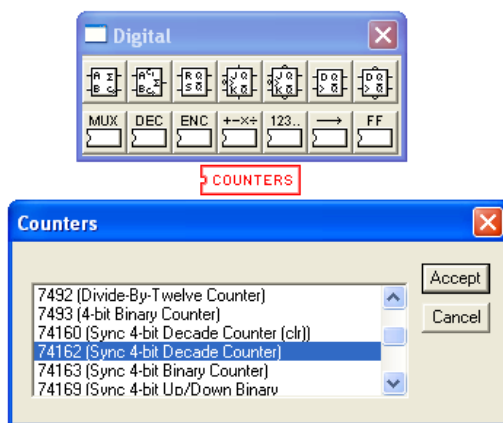


Рис.5. Элементная база счетчика

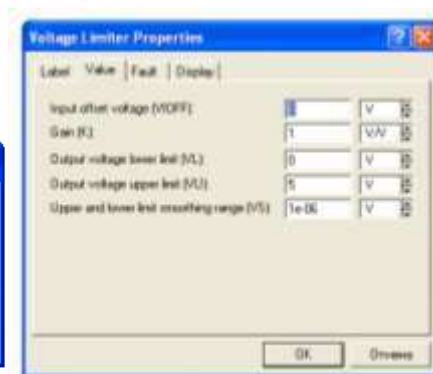


Рис.6. Параметры настройки ограничителя

Интегратор и компаратор собраны на операционных усилителях DA1 и DA2.

Ограничитель DA3 служит для согласования уровней выходного напряжения компаратора с логическими уровнями цифровых микросхем. Параметры настройки ограничителя приведены на рис.6.

Логика управления работой АЦП включает в себя:

- вентиль DD6 типа И, открывающий прохождение счетных импульсов на вход счетчика;
- вентиль DD8 типа ИЛИ. При нулевом уровне сигнала на выходе этого вентиля десятичный счетчик удерживается в нулевом состоянии, интегратор отключен от сигнальных цепей, вентиль DD6 закрыт. При единичном уровне счетчик разблокируется, вентиль DD6 открывается для прохождения счетных импульсов, интегратор подключается к сигнальным цепям. По входу этот вентиль объединяет два управляющих сигнала – от триггера DD9 и от компаратора;
- триггер DD9, выходные сигналы которого подаются на ключи, подающие на вход интегратора входное или опорное напряжение;
- вентиль DD7 типа ИЛИ, управляющий состоянием триггера. Он объединяет сигналы ручного запуска цикла измерения от ключа S4 и сигнала переполнения счетчика QD микросхемы счетчика DD1.

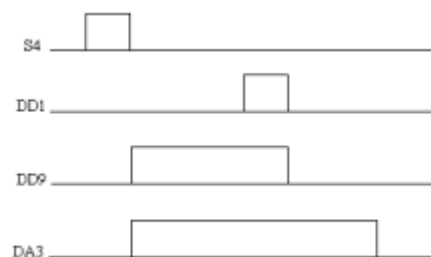


Рис.6. Временная диаграмма работы схемы управления АЦП

2. Убедитесь в работоспособности АЦП. При правильной сборке порядок срабатывания элементов управления должен соответствовать временным диаграммам, приведенным на рис.6. Для удобства, при выполнении данного пункта, можно уменьшить частоту тактового генератора до 10 Гц.

3. Изменяя напряжение источника входного напряжения G1 от 1 до 10 В (через 1 В), снимите характеристику преобразования АЦП. Постройте график. Определите величину погрешностей (смещение нуля, погрешность полной

шкалы, нелинейность).

Определите цену младшего значащего разряда АЦП (предел шкалы равен величине опорного напряжения, число уровней квантования определяется емкостью счетчика).

4. Исследование влияния параметров времязадающей цепи интегратора на результаты измерений:

- установите входное напряжение в соответствии с вариантом задания (табл.1)

Таблица 1

Варианты заданий											
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U _{вх}	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8

- уменьшайте величину емкости до появления погрешности (по сравнению с характеристикой преобразования, полученной в п.3). Анализируя полученные при этом осциллограммы напряжений в схеме, определите причину возникновения погрешности. При анализе осциллограмм не допускайте зашкаливания луча осциллографа, при необходимости измените вертикальную чувствительность соответствующего канала;

- уменьшая величину емкости с шагом 0,1 ... 0,2 мкФ, снимите 4-5 показаний АЦП, определите абсолютные погрешности в этих точках, постройте график этих погрешностей;

- вернитесь к начальному значению емкости. Убедитесь, что увеличение емкости в 2-3 раза и более не приводит к погрешностям в измерении. Зафиксируйте соответствующие осциллограммы и поместите их в отчет.

5. Исследование влияния частоты тактового генератора на результаты измерений:

- установите входное напряжение в соответствии с вариантом задания;

- уменьшайте частоту до появления погрешности (по сравнению с характеристикой преобразования, полученной в п.3). Анализируя полученные при этом осциллограммы напряжений в схеме, определите причину возникновения погрешности;

- уменьшая частоту от достигнутого в предыдущем пункте значения, снимите 4-5 показаний АЦП, определите абсолютные погрешности в этих точках, постройте график этих погрешностей;

- вернитесь к начальному значению частоты. Убедитесь, что увеличение частоты в 2 раза и более не приводит к погрешностям в измерении. Зафиксируйте соответствующие осциллограммы и поместите их в отчет.

6. Исследование влияния нестабильности опорного напряжения на результаты измерений:

- установите опорное напряжение в соответствии с вариантом задания (табл.2);

Таблица 2

Варианты заданий											
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
U _{оп}	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13

- меняя U_{вх} от 0,1U_{оп} до U_{оп} равными шагами, снимите характеристику преобразования. Постройте график. Для сравнения на этом же графике поместите характеристику, полученную при выполнении п.3;

- исследуйте возможность коррекции показаний при помощи обработки результатов измерений:

1) определите цену единицы младшего значащего разряда при новом опорном напряжении;

2) пересчитайте полученную характеристику с учетом цены 1МЗР;

3) постройте график скорректированной характеристики. Для сравнения на этом же графике поместите характеристику, полученную при выполнении п.3.

Примеры типовых заданий по лабораторным работам

Лабораторная работа №3 Имитационное исследование работы суммирующего узла на ОУ по теме 3.6

Описание лабораторной установки

В качестве лабораторной установки использованы:

1. Базовый лабораторный стенд., 2. Универсальный ОУ.3. Стабилизаторы напряжения.4. Набор резисторов.

5. Набор конденсаторов.6. Соединительные провода.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Получить задание.2. Изучить и собрать схему.3. Установить режим работы.4. Провести необходимые измерения.

5. Результаты занести в таблицу, по ним построить график исследуемого процесса и проанализировать его. 6.

Произвести вычисление необходимых величин.7. Сравнить данные, полученные в результате эксперимента и расчета.

8. Сделать выводы.9. Оформить отчет.

1. Собрать схему сумматора (рис.1)

2. Установить режим работы:
 - а) форма сигнала синусоидальная;
 - б) частота сигнала $f=200$ Гц.
3. Зафиксировать осциллограмму работы рис 2
4. Используя полученный график, получить значение $U_{\text{ВЫХ}}$ для разных значений $U_{\text{ВХ1}}$ и $U_{\text{ВХ2}}$:

$$U_{\text{ВХ1}} = \frac{U_{\text{ВХ1}}^{\text{max}} - U_{\text{ВХ1}}^{\text{min}}}{2}; K_{1T} = \frac{R_{\text{OC}}}{R_1} K_{2T} = \frac{R_{\text{OC}}}{R_2};$$

$$U_{\text{ВЫХ}} = (K_1 U_{\text{ВХ1}} + K_2 U_{\text{ВХ2}});$$

$$K_1 = \frac{U_{\text{ВЫХ}}^{\text{max}} - U_{\text{ВЫХ}}^{\text{min}}}{2U_{\text{ВХ1}}}; K_2 = \frac{U_{\text{ВЫХ}}^{\text{max}} + U_{\text{ВЫХ}}^{\text{min}}}{2U_{\text{ВХ2}}}.$$

5. Полученные значения занести в таблицу
6. Сделать выводы о полученных результатах.
7. Провести исследования для прямоугольного и треугольного сигналов.
8. Оформить отчет.

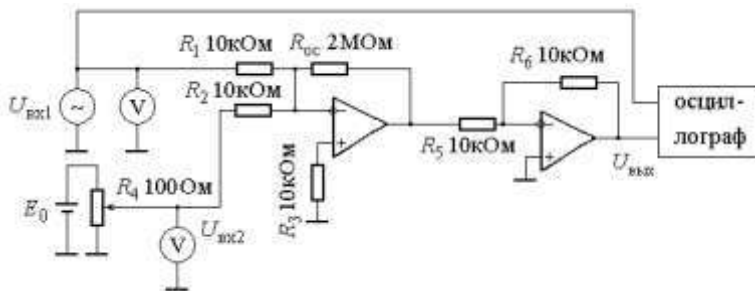


Рисунок 1 Схема сумматора с фазосогласующим инвертором

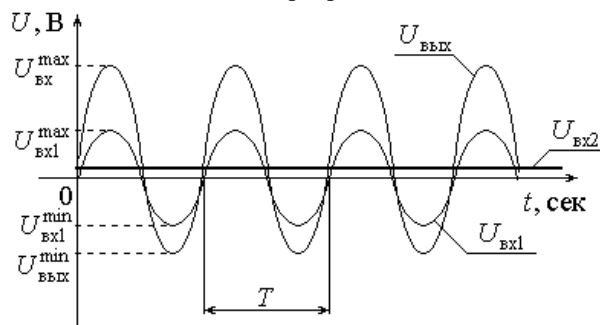


Рисунок 2 Осциллограмма входных и выходных сигналов сумматора

№	$U_{\text{ВХ1}}^{\text{max}}$, В	$U_{\text{ВХ1}}^{\text{min}}$, В	$U_{\text{ВХ1}}$, В	$U_{\text{ВХ2}}$, В	$U_{\text{ВЫХ}}^{\text{max}}$, В	$U_{\text{ВЫХ}}^{\text{min}}$, В	K_{1T}	K_{2T}	K_1	K_2	$U_{\text{ВЫХ}}$, В
n											

Примеры контрольных вопросов при защите отчетов по Лабораторным работам

1. Что такое ОУ?
2. Какие основные характеристики ОУ?
3. Какие схемы имеют основные приборы, выполненные на основе ОУ?
4. Как определить коэффициенты усиления (передачи) основных преобразователей?
5. Чем определяется постоянная составляющая выходного сигнала ОУ?
6. Как определить скорость изменения сигнала на выходе интегратора?
7. Какова зависимость выходного сигнала на выходе дифференциатора от скорости изменения входного?
8. От чего зависит точность определения параметров схем на основе ОУ?
9. В каких случаях при определении параметров схем на базе ОУ можно использовать соотношения идеального ОУ?
10. Какова разность фаз между напряжениями у инвертирующего и неинвертирующего усилителей на базе ОУ?

Примеры типовых тестовых заданий в системе СДО Moodle

Раздел 1. Общая структура аналогового измерительного устройства (АИУ)

Вопрос 1
 Пока нет ответа
 Балл: 1,00

Сигнал измерительной информации величина которого является непрерывной временной функцией измеряемой физической величины, называется.....

 Выберите один ответ:
☐ а. непрерывным
☐ б. дублирующим
☐ в. аналоговым
☐ г. продолженным
☐ д. аппроксимирующим

Вопрос 1
 Пока нет ответа
 Балл: 1,00

В чем заключается главное отличие измерительного прибора от измерительного преобразователя

 Выберите один ответ:
☐ а. Для прибора характерно наличие встроенной меры физической величины
☐ б. Датчик всегда имеет электрический выходной сигнал в отличие от прибора
☐ в. обязательным компонентом прибора является наличие источника питания
☐ г. Прибор выдает сигналы измерительной информации в виде доступном для восприятия человеком

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Укажите назначение вспомогательных устройств в структуре аналогового измерительного устройства

Выберите один ответ:

- ☐ а. Не участвуют в преобразовании сигнала измерительной информации, но обеспечивают работоспособность измерительных узлов и цепей
- ☐ б. Обеспечивают повышение быстродействия измерительных преобразований и частотной устойчивости прибора
- ☐ в. Обеспечивают возможность сопряжения приборов с другими приборами или дополнительными узлами
- ☐ г. Обеспечивают повышение точности измерительных преобразований сигналов

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Соотнесите классификации измерительных устройств и их примеры

Функционально объединенные средства измерения для выработки измерительной информации в форме доступной для восприятия человеком и расположенные в одном месте

Выберите...

Один или несколько измерительных преобразователей преобразующих измеряемую величину, в форму удобную для хранения, преобразования, передачи

Выберите...

Средство измерения, предназначенное для выработки сигналов измерительной информации в форме доступной для восприятия человеком

Выберите...

Средство выработки измерительной информации выполняющее только одно измерительное преобразование

Выберите...

Совокупности измерительных и вспомогательных устройств для выработки измерительной информации в форме доступной для восприятия человеком, соединенных каналами связи

Выберите...

Раздел 2. Аналоговые электромеханические измерительные приборы и устройства (ЭМХИП)

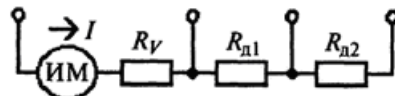
Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Включение магнитоэлектрического механизма с резисторами по приведенной схеме, обеспечивает

Выберите один ответ:

- ☐ а. Изменение динамических характеристик
- ☐ б. Изменение входного импеданса
- ☐ в. Изменение диапазонов измерения
- ☐ г. Изменение статической погрешности
- ☐ д. Изменение температурной стабильности



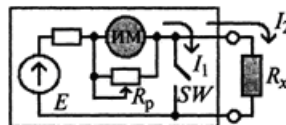
Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Какую зависимость будет иметь шкала омметра изображенного на рисунке (измерительный механизм магнитоэлектрического типа)?

Выберите один ответ:

- ☐ а. параболическая
- ☐ б. логарифмическая
- ☐ в. линейная
- ☐ г. гиперболическая



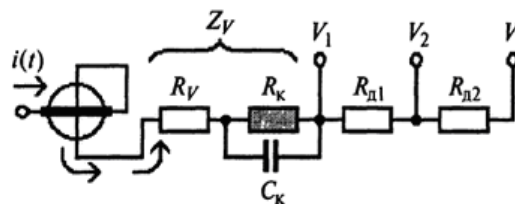
Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Укажите назначение добавочного резистора R_V в схеме электродинамического вольтметра

Выберите один ответ:

- ☐ а. Динамическая коррекция
- ☐ б. Коррекция температурной стабильности
- ☐ в. Расширение диапазона измерения
- ☐ г. Увеличение входного сопротивления
- ☐ д. Повышение чувствительности



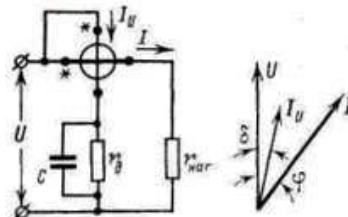
Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Подбор параметров корректирующей цепи CT в схеме электродинамического фазометра необходим для...

Выберите один ответ:

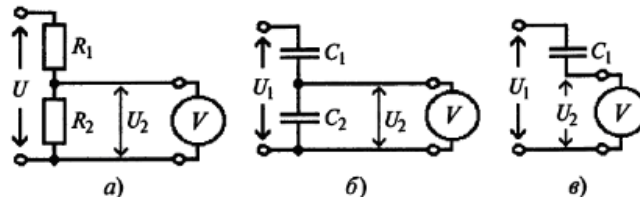
- ☐ а. Совмещения векторов U и I_U
- ☐ б. Совмещения векторов I_U и I
- ☐ в. Совмещения векторов U и I
- ☐ г. Установки срединного положения вектора I_U



Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Какие схемы делителей напряжения применяются для электростатического механизма на постоянном токе:



Выберите один ответ:

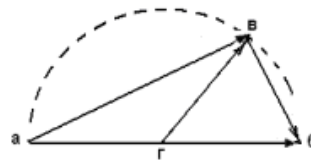
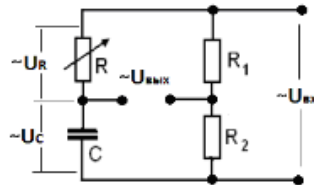
- ☐ а. только В)
☐ б. только А)
☐ с. А) и Б)
☐ д. Б) и В)
☐ е. только Б)

Раздел 3. Электронные узлы АИУ

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Соотнесите напряжения, на участках схемы мостового фазовращателя, и соответствующие им вектора на векторной диаграмме.

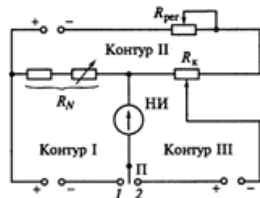


- U_C Выберите...
 $U_{\text{вых}}$ Выберите...
 U_R Выберите...
 $U_{\text{вых}}$ Выберите...

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Соотнесите описания контуров компенсатора постоянного напряжения и их обозначение на схеме:



Контур образцового элемента и образцового сопротивления

Выберите...

Контур измерения напряжения и установочного сопротивления

Выберите...

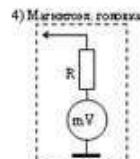
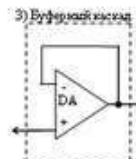
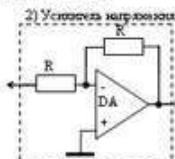
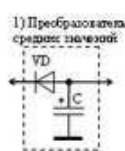
Контур вспомогательного источника и реостата рабочего тока

Выберите...

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Расположите в правильной последовательности узлы электронного милливольтметра переменного тока

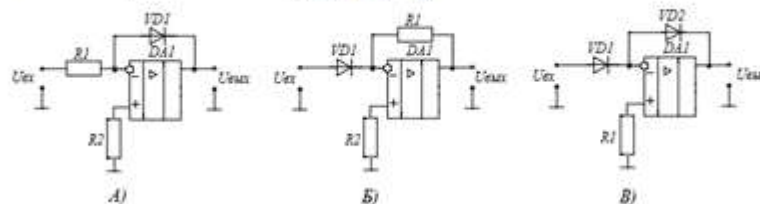


3 2 4 1

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Какая, из изображенных схем на операционном усилителе, обеспечивает выполнение преобразования $U_{\text{вых}} = \ln(U_{\text{вх}}/R_1)$



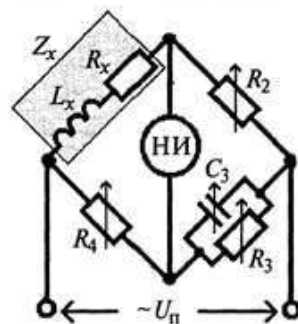
Выберите один ответ:

- ☐ а. схема (Б)
☐ б. схема (В)
☐ с. схема (А)

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Укажите правильное уравнение баланса моста для измерения индуктивности



Выберите один ответ:

- ☐ а. $j\omega L_x R_2 + R_2 R_3 = R_4 R_3 + j\omega C_3 R_2 R_3$
☐ б. $j\omega L_x R_2 + R_2 R_3 = R_4 R_3 + j\omega C_3 R_2 R_3$
☐ в. $j\omega L_x R_2 + j\omega C_3 R_2 R_3 = R_4 R_3 + R_2 R_3$
☐ г. $j\omega L_x R_2 + R_2 R_3 = R_4 R_3 + j\omega C_3 R_2 R_3$

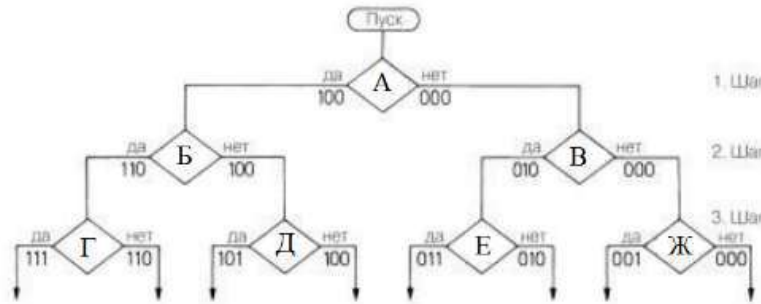
Раздел 5 Структуры ЦИУ различных принципов дискретизации

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Расставьте условия в блок-схеме процесса поразрядного взвешивания при трёхразрядном аналого-цифровом преобразовании:

(Z - обозначение двоичного числа)

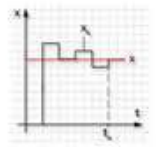
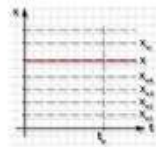
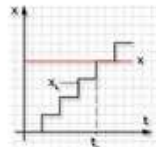


- условие Б
- Условие Е
- Условие Г
- условие А
- Условие В
- Условие Д
- Условие Ж

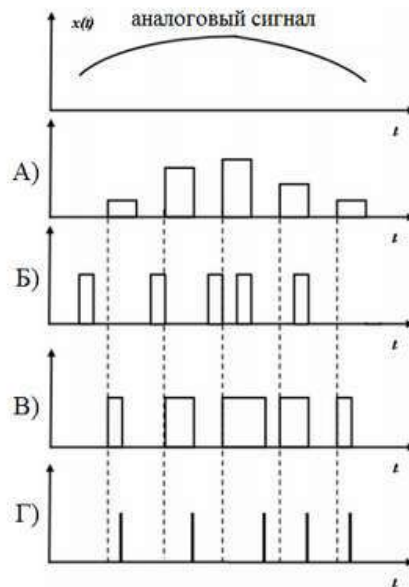
Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Сопоставьте метод преобразования аналоговой величины в код и его график.

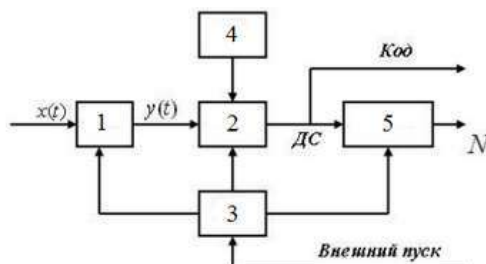


Сопоставьте графики и наименования видов модуляций для промежуточных преобразований аналоговых величин в цифро-импульсных устройствах:



- Широтно-импульсная
- Фазо-импульсная
- Частотно-импульсная
- Амплитудно-импульсная

Соотнесите обозначение и наименование функционального блока на обобщенной схеме цифрового измерительного устройства



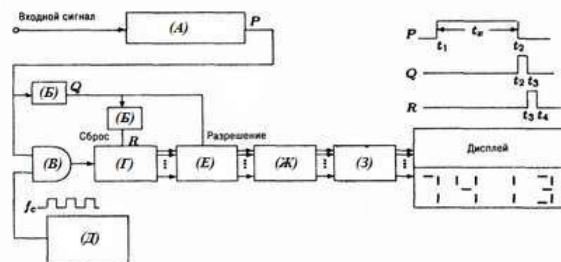
- Аналого-цифровой преобразователь
- Устройство управления
- Входной аналоговый преобразователь
- Образцовая мера физвеличины
- Цифровое устройство отображения информации

Раздел 6 Функциональные цифровые схемы измерения физических величин

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Соотнесите наименования и обозначения элементов на функционально схеме время-импульсного цифрового измерителя сигнала



Преобразователь сигнал-время

Выберите...

Логический элемент "И"

Выберите...

Дешифратор

Выберите...

Драйвер дисплея

Выберите...

Триггер-защелка

Выберите...

Линия задержки

Выберите...

Цифровой счетчик

Выберите...

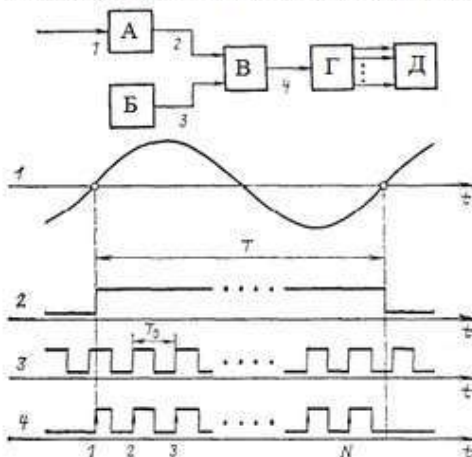
Генератор ВЧ импульсов

Выберите...

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Соотнесите наименования и обозначения узлов цифрового периодомера на функциональной схеме:



Логический вентиль

Выберите...

Отсчетное устройство

Выберите...

Формирователь логического сигнала

Выберите...

Двоичный счетчик

Выберите...

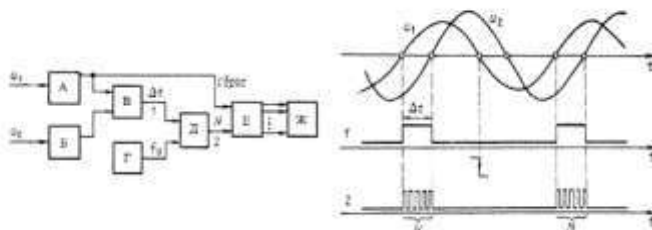
Генератор высокочастотных импульсов

Выберите...

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Соотнесите наименования и обозначения узлов на функциональной схеме цифрового осциллографа:



Двоичный счетчик импульсов

Выберите...

Формирователь задерживающего логического сигнала

Выберите...

Временной триггер

Выберите...

Цифровое отсчетное устройство

Выберите...

Генератор ВЧ импульсов

Выберите...

Логический вентиль

Выберите...

Формирователь опаздывающего логического сигнала

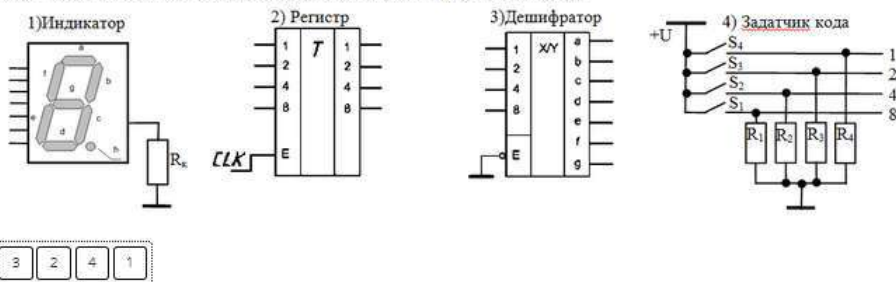
Выберите...

Раздел 7. Электронные узлы ЦИУ

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Укажите правильную последовательность узлов блока управления цифровым индикатором

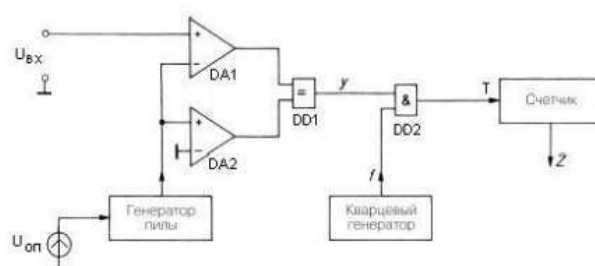


3 2 4 1

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Укажите комбинации состояний компараторов в АЦП пилообразного напряжения (см. рисунок), при которых импульсы с кварцевого генератора не будут проходить на счетчик



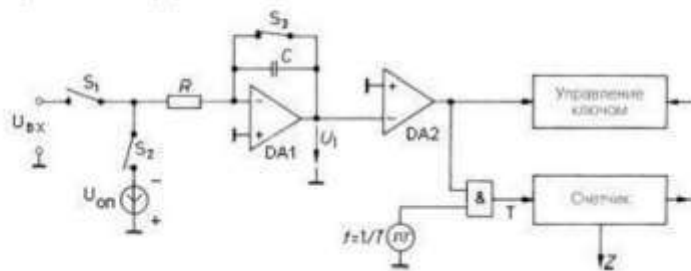
Выберите один или несколько ответов:

- ☐ а. DA1-выключен, DA2-включен
- ☐ б. DA1-включен, DA2-выключен
- ☐ в. DA1-выключен, DA2-выключен
- ☐ г. DA1-включен, DA2-включен

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

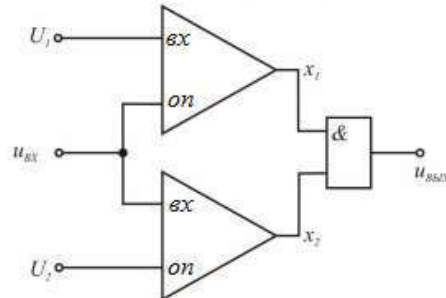
Каково состояние ключей, для интегрирующего АЦП, изображенного на рисунке при втором такте интегрирования:



Выберите один ответ:

- ☐ a. S1, S2-замкнут; S3-разомкнут
- ☐ b. S1, S2, S3 - разомкнут,
- ☐ c. S1, S3-замкнут; S2-разомкнут
- ☐ d. S1, S3 - разомкнут; S2-замкнут
- ☐ e. S1, S2, S3 - замкнут
- ☐ f. S1, S2-разомкнут; S3-замкнут,
- ☐ g. S1-замкнут; S2, S3-разомкнут,

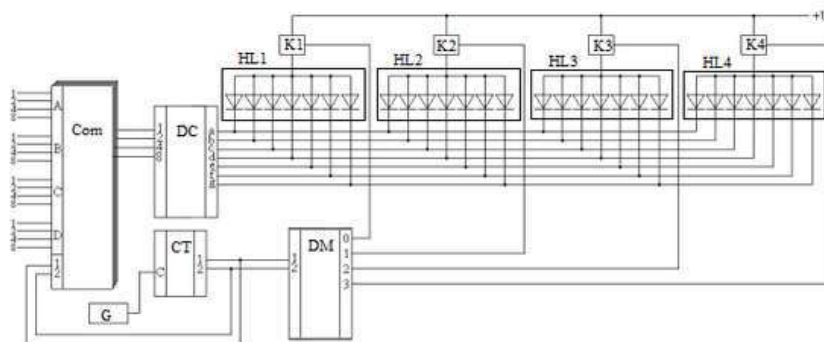
При каком уровне входного напряжения $U_{вх}$, на выходе схемы двупорогового компаратора будет логическая "1"



Выберите один ответ:

- ☐ a. $U_{вх} > U_1, U_{вх} > U_2$
- ☐ b. $U_{вх} < U_1, U_{вх} < U_2$
- ☐ c. $U_1 > U_{вх} > U_2$
- ☐ d. $U_1 < U_{вх} < U_2$

Какой из элементов принципиальной схемы динамической индикации, приведенной на рисунке, выполняет последовательное включение разрядов при отображении десятичного числа на светодиодном табло HL1-HL4?



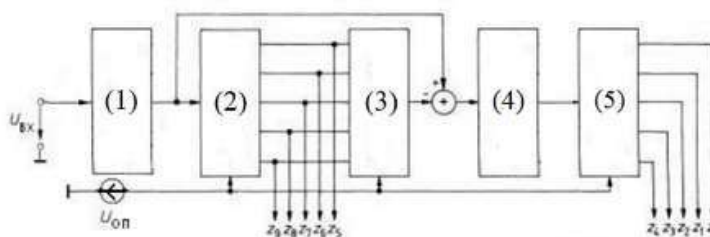
Выберите один ответ:

- ☐ a. Двоичный мультиплексор (DM)
- ☐ b. Семисегментный дешифратор (DC)
- ☐ c. Двоичный счетчик (CT)
- ☐ d. Тактовый генератор (G)
- ☐ e. Двоичный коммутатор (Com)

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

Соотнесите обозначение и наименование элементов в последовательно-параллельном АЦП:



Узел масштабирования Выберите...

Узел выборки-хранения Выберите...

Низкоточный АЦП Выберите...

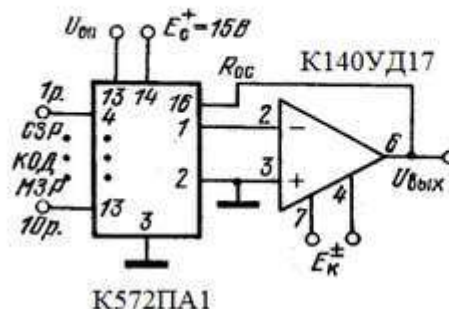
5-разрядный ЦАП Выберите...

Высокоточный АЦП Выберите...

Вопрос 1

Пока нет ответа
Балл: 1,00

К какому типу относится интегральный ЦАП изображенный на схеме



Выберите один ответ:

- ☐ a. перемножающий
- ☐ b. интегрирующий
- ☐ c. дифференцирующий
- ☐ d. суммирующий
- ☐ e. дифференциальный

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

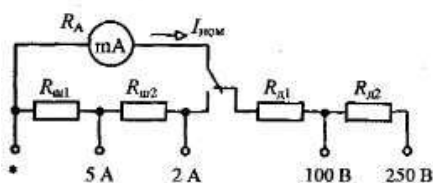
Перечень теоретических вопросов для подготовки к зачету с оценкой (очная форма 6 семестр, заочная форма 8 семестр)

- 1) Общие сведения об АИУ. Структура АИУ и его основные звенья;
- 2) Магнитоэлектрическая система (конструкция, принцип работы, особенности);
- 3) Электродинамическая система (конструкция, принцип работы, особенности);
- 4) Электродинамические амперметры (схемы соединения обмоток);
- 5) Электродинамические вольтметры (схемы соединения обмоток);
- 6) Ферродинамическая система (особенности конструкции);
- 7) Электромагнитная система (конструкция, принцип работы, особенности);
- 8) Измерительные трансформаторы тока и напряжения (конструкция, включение, коэффициент трансформации);
- 9) Электростатическая система (варианты конструкции, принцип работы, особенности);
- 10) Стрелочный частотомер электродинамической системы (схема, принцип работы);
- 11) Электронные аналоговые вольтметры и амперметры (схемы для постоянного и переменного токов, достоинства и недостатки);
- 12) Компенсатор постоянного тока (схема, принцип работы);
- 13) Измерительные мосты RLC (принцип работы, особенности, условие баланса моста);
- 14) Электроннолучевой осциллограф (конструкция, принцип работы, особенности);
- 15) Преобразователи амплитудных и действующих значений (схемы, работа, особенности);
- 16) Инвертирующий и неинвертирующий усилители на ОУ (схема, принцип работы);
- 17) Дифференциальный и суммирующий усилители на ОУ (схема, принцип работы);
- 18) Дифференцирующий и интегрирующий усилители на ОУ (схема, формулы выходного напряжения);
- 19) Схемы деления и умножения на ОУ (схема, принцип работы);
- 20) Понятие квантованного и цифрового сигнала (сходство и отличие);
- 21) Характеристики квантованного сигнала (шаг квантования, шаг дискретизации). Теорема Котельникова;
- 22) Позиционные и комбинированные коды. (достоинства и недостатки);
- 23) Специальные коды в ЦИУ (код 8-4-2-1, семисегментный код);
- 24) Обобщенная структура ЦИУ и его основные звенья
- 25) Метод линейно-возрастающего напряжения, метод последовательного счета. (достоинства, недостатки);
- 26) Метод последовательного приближения, метод считывания (достоинства, недостатки);
- 27) Погрешности цифровых измерительных устройств (дискретности, реализации уровней, квантования);
- 28) Сегментные и матричные светодиодные индикаторы (принцип работы, схема включения);
- 29) Газоразрядные и жидкокристаллические индикаторы (принцип работы, схема включения);
- 30) Время-импульсный цифровой вольтметр (схема, описание работы);
- 31) Уравновешивающий цифровой вольтметр (схема, описание работы);
- 32) Электронно-счетный частотомер (схема, описание работы);
- 33) Импульсный цифровой измеритель временного интервала (схема, описание работы);
- 34) Цифровой измеритель разности фаз (схема, описание работы);
- 35) Назначение и схемы генераторов опорной частоты. (на триггере Шмидта, на кварцевом резонаторе).
- 36) Цифровой электронный КМОП ключ (назначение, схема, марки микросхем)
- 37) Аналоговые компараторы в ЦИУ (назначение, диаграммы гистерезиса, марки микросхем)
- 38) Принципы цифро-аналогового преобразования (ЦАП) (схемы, сущность методов)
- 39) ЦАП на суммировании весовых токов (принцип работы, схема, разновидности)
- 40) ЦАП на резистивной матрице R-2R (схема, принцип работы, особенности)
- 41) Специальные ЦАП (знаковый, ген. функций, микросхема K572ПА1)
- 42) Преобразователи напряжение частота ПНЧ (схема, принцип работы, микросхема MAX038)
- 43) Параллельный АЦП (схема, принцип работы)
- 44) АЦП следящего типа (схема, принцип работы)
- 45) АЦП двойного интегрирования (схема, принцип работы)
- 46) Высокоскоростной последовательный АЦП на AD7495AR (схема, описание работы)
- 47) Сигма-дельта АЦП (Схема, принцип работы, с модулятором 1 порядка)
- 48) Устройства выборки-хранения УВХ (Схема Track-and-Hold) (назначение, работа, схема)

Перечень типовых задач к зачету с оценкой (очная форма 6 семестр, заочная форма 8 семестр)

1)

Магнитоэлектрический миллиамперметр ($I_{\text{ном}} = 15 \text{ мА}$, $R_A = 10 \text{ Ом}$) необходимо использовать в качестве комбинированного прибора с двумя пределами по току $I = 2; 5 \text{ А}$ и двумя пределами по напряжению $U = 100; 250 \text{ В}$ (рис.).



Рассчитать сопротивления шунтов и добавочных резисторов комбинированного прибора.

2)

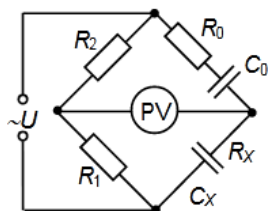
Магнитоэлектрический миллиамперметр (ток полного отклонения 1 мА , сопротивление 20 Ом) необходимо использовать в качестве двухпредельного амперметра на 1 и 2 А .

Начертить схему амперметра и рассчитать сопротивление шунтов.

3)

Мостовая цепь, питаемая переменным током, используется для измерения параметров конденсатора (рис.). Дано: $R_1 = 1 \text{ кОм}$, $R_2 = 2 \text{ кОм}$, $R_0 = 12 \text{ кОм}$, $C_0 = 1,2 \text{ мкФ}$.

Определить параметры последовательной схемы замещения конденсатора (R_X и C_X) при нулевом показании вольтметра.

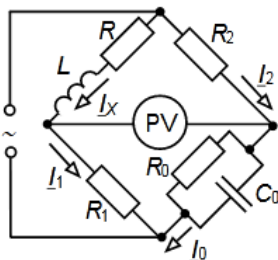


4)

Мостовая цепь, питаемая переменным напряжением (рис.), используется для измерения параметров катушки.

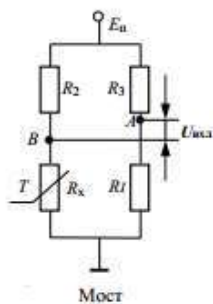
$R_0 = 0,5 \text{ кОм}$, $R_1 = 1 \text{ кОм}$, $R_2 = 0,1 \text{ кОм}$, $C_0 = 2 \text{ мкФ}$.

Определить активное сопротивление и индуктивность катушки при нулевом показании вольтметра.

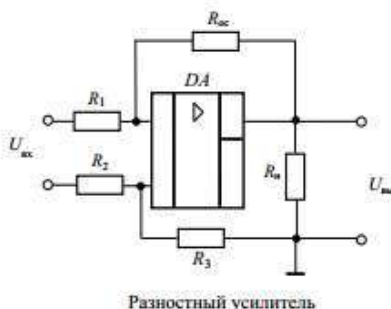


5)

Разностный усилитель (рисунок) усиливает сигнал, поступающий с моста (рисунок). Известно, что $U_{\text{вх.л}} = U_{\text{вх.2}} - U_{\text{вх.1}} = 1 \text{ мВ}$, $U_A = U_B = 5 \text{ В}$, $R_3 = R_{\text{ос}} = 100 \text{ кОм}$, $K_{\text{ос.сф}} = 2 \cdot 10^4$, $R_1 = R_2 = 5 \text{ кОм}$. Определить полное напряжение на выходе ОУ, считая, что резисторы R_3 и $R_{\text{ос}}$, R_1 и R_2 одинаковы.



Мост



Разностный усилитель

6)

Дифференциатор предназначен для использования в качестве полосового фильтра (рисунок 4.8) с $f_1 = 1$ кГц, $f_2 = 5$ кГц и $K = 30$. Найти R , C , C_k и R_k .

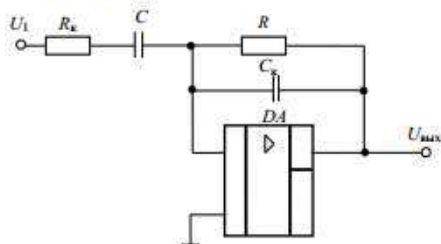


Рисунок – Скорректированный дифференциатор

7)

В инвертирующем триггере Шмитта (рисунок) $R_1 = 5,1$ кОм, $R_2 = 100$ кОм; максимальное напряжение насыщения $U_{\text{нас}}^+ = +14$ В; минимальное $U_{\text{нас}}^- = -13$ В. Чему равны верхний и нижний пороги срабатывания $U_{\text{ср.макс}}$ и $U_{\text{ср.мин}}$? Рассмотреть два случая: 1) $U_{\text{оп}} = 2$ В; 2) $U_{\text{оп}} = 0$.

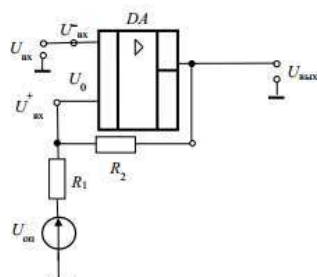
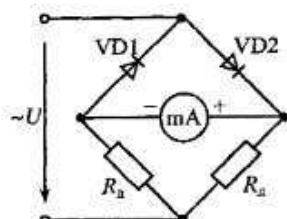


Рисунок – Инвертирующий триггер Шмитта

8)

Магнитоэлектрический миллиамперметр (входное сопротивление $R_{\text{и}} = 10$ Ом и ток полного отклонения $I_{\text{и}} = 1$ мА) предполагается использовать в схеме выпрямительного вольтметра (рис.) с верхним пределом измерения синусоидального напряжения $U = 10$ В.



Рассчитать сопротивление добавочного резистора $R_{\text{д}}$, входное сопротивление вольтметра и максимальную мощность, потребляемую им.

9)

Составить схему демультиплексора для управляемой передачи информации, поступающей по одному D входу на четыре выхода: X1, X2, X3, X4

10)

Создать схему мультиплексора $2 \rightarrow 1$ (логического переключателя) для передачи информации от двух источников ($D0$, $D1$) на выход F в соответствии с кодом адреса (A или $\bar{A}$). Предварительно записать логическую функцию работы мультиплексора, минимизировать ее по правилам алгебры логики для реализации схемы на логических элементах 2И–НЕ.

11)

Составить схему шифратора для преобразования числа из восьмеричного кода в двоичный.

Перечень заданий к контрольной работе (заочная форма 8 семестр)

Пример задания к контрольной работе по дисциплине «Аналоговые и цифровые изм. устройства»
(для заочной формы обучения)

Наименование: «Проектирование вольтметра постоянного тока с магнитоэлектрическим ЭМХИП».

Цель: выработать практические навыки расчета электронных вольтметров постоянного тока, наработать опыт аналитической работы с элементами схмотехники и современной радиоэлектронной базы, закрепить навыки расчета погрешностей приборов в зависимости от параметров радиоэлементов, выработать практические навыки разработки принципиальных схем

Исходные данные :

Предел измерения напряжения: $U_x = 200$ мВ

Входное сопротивление R_x не менее 1 Мом

Класс точности: $\gamma_{осн} = 1,0$ %

Марка ЭМХИП: М476 (Магнитоэлектрический тип)

Активное сопротивление рамки ЭМХИП: $r_0 = 500$ Ом

Предельный ток отклонения рамки: $I_p = 100$ мкА

Класс точности ЭМХИП: $\gamma_{эмхип} = 0,5$ %

Порядок работы

- изучить методически указания к выполнению работы
- определить напряжение полного отклонения рамки;
- составить структурную схему;
- составить уравнение статической характеристики;
- выполнить градуировку шкалы;
- определить коэффициент передачи;
- определить параметры и выбрать усилитель буферного каскада и потенциометр балансировки;
- определить номинал добавочного резистора ЭМХИП;
- определить номинал входного сопротивления;
- определить тип защиты от перенапряжения и выбрать комплектующие;
- составить принципиальную схему прибора;
- рассчитать расчетный и нормированный класс точности прибора;

Варианты исходных данных к контрольной работе

№ варианта	Предел измерения U_x , В	Входное сопротивление, R_x , МОм	Класс точности $\gamma_{осн}$, %	Марка ЭМХИП			
				Марка	$\gamma_{эмхип}$, %	r_0 , Ом	I_p , мкА
1	1,0	3	2,5	M2425	1,5	300	100
2	2,0	5	5	M93	1,5	450	150
3	0,5	1	1	M907	0,5	100	250
4	0,1	1	1	M1692	0,5	50	150
5	1,5	2	1	M1692	0,5	200	250
6	0,75	1	1,5	M2440	1,0	30	150
7	0,3	1	3	M494	1,5	150	100
8	1,0	2	1	M907	0,5	100	250
9	2,0	5	2	M901	1,0	500	200
10	0,5	1	2	M906	1,0	150	200

(прим. ПОЛНАЯ МЕТОДИКА С ПОЯСНЕНИЯМИ РАЗМЕЩЕНА В ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ)

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.1,-5.1.2, примеры заданий в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, 5.3, 5.4, вопросы и примеры заданий в п. 5.2.2).

Для показателей компетенций ПКС-2, ПКС-4, формируемых в рамках дисциплины, приводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.5.1, 5.5.2)

Таблица 5.5.1 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
Компетенция ПКС 2 (индикатор ПКС 2.1)					
Знания: -Принципы функционирования измерительных электронных компонентов и принципиальных аналого-цифровых схем на их основе - Типовые варианты конструкций узлов аналого-цифровых схем. -Ассортимент, особенности и характеристики радиоэлектронной базы и отдельные рекомендации к применению элементов в принципиальных приборных схемах	Полное отсутствие понятийного мышления и осознания сведений в данной области техники. Совершенное не понимание алгоритмов и методик.	Частичное знание и терминологического материала. Прослеживается фрагментарность, непоследовательность знаний и мышления по данной области. Ошибки в применении терминологии и методик	Уверенное знание и терминологического материала. Прослеживается логичность, последовательность знаний и мышления по данной области. Отдельные ошибки в применении терминологии и методик. Уверенное пояснение ошибок в дискуссии	Отличное знание понятийного и терминологического материала. Четкая логичность, последовательность знаний и мышления по данной области. Не существенные в применении терминологии и методик. Уверенное выявление ошибок их пояснение в дискуссии. Демонстрировании с самостоятельной познавательной деятельности	а) контроль активности участия в дискуссиях на лекциях, ПЗ, ЛР при работе в интерактивном режиме; б) устный опрос на практических занятиях при решении индивидуальных задач; в) промежуточная аттестация
Умения: -Проводить проектирование на элементном уровне. - Согласовывать отдельные узлы принципиальной схемы измерительного канала аналого-цифрового устройства - Составлять принципиальные и структурные схемы аналого-цифровых устройств из готовых типовых блоков и современных интегрированных радиоэлементов	Полное не умение применить готовые схемные решения. Невозможность выполнить выбор элемента, узла, схемы, выполнить оценочный расчет	Умение применить готовые схемные решения проявляется с существенными ошибками. Выполнение выбор элемента, узла, схемы, оценочный расчет выполняются со значительными неточностями и ошибками	Умение применить готовые схемные решения. Выполнение выбор элемента, узла, схемы, оценочный расчет выполняются с незначительными неточностями и ошибками.	Уверенное умение применить готовые схемные решения. Выполнение выбор элемента, узла, схемы, оценочный расчет выполняются без ошибок. Грамотно и полно обосновывает свои решения. Демонстрирует способность к к поиску и применению в деятельности передовых решений в области аналого-цифровой схемотехники.	а) контроль активности в дискуссиях на практических лабораторных занятиях; б) защита отчетов ПЗ и ЛР в) промежуточная аттестация
Навыки: -Навыками проектирования электронных схем аналого-цифровых устройств и навыками анализа документации на современную радиоэлектронную базу -Опыт применения математического аппарата и поиска методик расчета, оценки параметров при проектировании элементов, узлов и деталей электронных аналого-цифровых схем -Навыком применения и выбора программных продуктов для моделирования и конструирования схем аналого-цифровых устройств.	Полная неспособность проанализировать схему, описать её функционирование. Неспособность модернизировать готовую схему, оценить её свойства. Не способность к конструированию новых схемных решений	Способность проанализировать схему, описать её при существенном содействии. Затрудненная способность модернизировать готовую схему, оценить её свойства. Не уверенность при конструировании схемных решений	Самостоятельная способность проанализировать схему, описать её при незначительном содействии. Уверенность модернизировать готовую схему, оценить её свойства, с допущением ошибок их анализом. Способность к конструированию новых схемных решений	Уверенная способность к схемному и функциональному анализу без сторонней помощи. Самостоятельная модернизация схем с обоснование и применением передовых наработок. Уверенное генерирование схемных и конструктивных решений, в т.ч. на основе нового, самостоятельно изученного материала.	а) защита отчетов по ЛР, практических занятий по задачам и моделированию б) промежуточная аттестация

Таблица 5.5.2 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
Компетенция ПКС-4 (индикатор ПКС 4.1)					
Знания: -Принципы работы, схемотехнику типовых аналоговых и цифровых узлов и требования к ним из анализа технической литературы, нормативной и сопроводительной документации -Схемные решения узлов и деталей аналого-цифровых устройств. основные понятия и определения	Полное отсутствие понятийного мышления и осознания сведений в данной области техники. Совершенное не понимание алгоритмов и методик.	Частичное знание понятийного и терминологического материала. Прослеживается фрагментированность, непоследовательность знаний и мышления по данной области. Ошибки в применении терминологии и методик	Уверенное знание понятийного и терминологического материала. Прослеживается логичность, последовательность знаний и мышления по данной области. Отдельные ошибки в применении терминологии и методик. Уверенное пояснение ошибок в дискуссии	Отличное знание понятийного и терминологического материала. Четкая логичность, последовательность знаний и мышления по данной области. Не существенные в применении терминологии и методик. Уверенное выявление ошибок их пояснение в дискуссии. Демонстрировании с самостоятельной познавательной деятельности	а) контроль активности участия в дискуссиях на лекциях, ПЗ, ЛР при работе в интерактивном режиме; б) устный опрос на практических занятиях при решении индивидуальных задач; в) промежуточная аттестация
Умения: -Находить, анализировать и выбирать существующие схемные решения, узлы и элементы с необходимыми характеристиками из источников различных областях приборостроения и прочих инженерных направлений -Осуществлять расчет и оценку параметров, обосновывать выбор ключевых деталей и узлов в схеме. Технических и точностных показателей принципиальных и структурных аналого-цифровых схемах.	Полное не умение применить готовые схемные решения. Невозможность выполнить выбор элемента, узла, схемы, выполнить оценочный расчет	Умение применить готовые схемные решения проявляется с существенными ошибками. Выполнение выбор элемента, узла, схемы, оценочный расчет выполняются со значительными неточностями и ошибками	Умение применить готовые схемные решения. Выполнение выбор элемента, узла, схемы, оценочный расчет выполняются с незначительными неточностями и ошибками.	Уверенное умение применить готовые схемные решения. Выполнение выбор элемента, узла, схемы, оценочный расчет выполняются без ошибок. Грамотно и полно обосновывает свои решения. Демонстрирует способность к к поиску и применению в деятельности передовых решений в области аналого-цифровой схемотехники.	а) контроль активности в дискуссиях на практических. лабораторных занятиях; б) защита отчетов ПЗ и ЛР в) промежуточная аттестация
Навыки: -Терминологией, понятийным аппаратом и практическим опытом изучения в области аналоговой и цифровой схемотехники и электроники. -Пониманием тенденций развития аналого-цифровой схемотехники приборостроения -Базовыми навыками в расчете и оценке ключевых элементов аналоговых и цифровых измерительных схем приборов	Полная неспособность проанализировать схему, описать её функционирование. Неспособность модернизировать готовую схему, оценить её свойства. Не способность к конструированию новых схемных решений	Способность проанализировать схему, описать её при существенном содействии. Затрудненная способность модернизировать готовую схему, оценить её свойства. Не уверенность при конструировании схемных решений	Самостоятельная способность проанализировать схему, описать её при незначительном содействии. Уверенность модернизировать готовую схему, оценить её свойства, с допущением ошибок их анализом. Способность к конструированию новых схемных решений	Уверенная способность к схемному и функциональному анализу без сторонней помощи. Самостоятельная модернизация схем с обоснование и применением передовых наработок. Уверенное генерирование схемных и конструктивных решений, в т.ч. на основе нового, самостоятельно изученного материала.	а) защита отчетов по ЛР, практических занятий по задачам и моделированию б) промежуточная аттестация

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1 **Гусев В.Г.** Электроника и микропроцессорная техника: Учебник для вузов/ В.Г. Гусев, Ю. М. Гусев.-4-е изд., доп.-М.:Высш. шк., 2006.- 799 с.: ил.

6.1.2 **Топильский В.Б.** Схемотехника аналого-цифровых преобразователей [Текст]: Учебное издание / В. Б. Топильский. - М. : Техносфера, 2014. - 288 с. - (Мир электроники)

6.1.3 **Шишмарев, В.Ю.** Технические измерения и приборы [Текст]: Учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. Ю. Шишмарев. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2012. - 384 с

6.1.4 **Опадчий, Ю.Ф.** Аналоговая и цифровая электроника. Полный курс. [Текст] : Учебник для ВУЗов. / Ю. Ф. Опадчий, Глудкин О.П.; Гуров А.И. ; под ред.Глудкина О.П. - М. : Горячая линия-ТЕЛЕКОМ, 2002. - 768.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 **Наундорф У.** Аналоговая электроника. Основы, расчет, моделирование [Текст] / У. Наундорф ; Перев. с нем. М.М. Ташлицкого. - М. : Техносфера, 2008. - 472 с.

6.2.2 **Никамин, В.А.** Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи [Текст] : Справочник. / В. А. Никамин. - СПб.; М. : КОРОНА принт; Альтекс-А, 2003. - 224 с.

6.2.3 **Кардашев, Г.А.** Цифровая электроника на персональном компьютере. Electronics Work и Micro-Cap. [Текст] / Г. А. Кардашев. - М. : Горячая линия-Телеком, 2003. – 311 с.

6.2.4 **Кардашев, Г.А.** Виртуальная электроника. Компьютерное моделирование аналоговых устройств [Текст] / Г. А. Кардашев. - 2-е изд., стер. - М. : Горячая линия-Телеком, 2009. - 260 с. : ил.

6.2.5 **Ратхор, Т.С.** Цифровые измерения. Методы и схемотехника [Текст] / Т. С. Ратхор ; Пер. с англ. Ю.А.Заболотной. - М. : Техносфера, 2004. - 376 с. - (Мир электроники).

6.2.6 **Ратхор, Т.С.** Цифровые измерения. АЦП / ЦАП [Текст] / Т. С. Ратхор ; Пер. с англ. Ю.А. Заболотной, под ред. Е.Л. Свинцова. - 2-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2006. - 392 с. - (Мир электроники).

6.2.7 **Авдоченко Б.И.** Цифровые и аналоговые быстродействующие устройства [Электронный ресурс]/ Авдоченко Б.И.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007.— 165 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13998>.

6.2.8 **Афонский А.А.** Измерительные приборы и массовые электронные измерения [Электронный ресурс]/ Афонский А.А., Дьяконов В.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.— 541 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8696>.

6.2.9 **Болдырев, В. Т.** Аналоговые средства измерений : учебное пособие / В. Т. Болдырев, В. В. Гречихин. — Новочеркасск : ЮРГПУ, 2016. — 147 с. — ISBN 978-5-9997-0581-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180934>

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1 **Исследование работы преобразователей аналоговых сигналов** [Текст] : Методические указания к лабораторным работам по дисц. "Аналоговые измерительные устройства" для студ. всех форм обуч. по спец. "Информационно-измерительная техника и технологии" и "Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы" / Сост. А.Н. Долгов, А.А. Яковлев. - Арзамас : АПИ НГТУ, 2011. - 34 с

6.3.2 **Исследование работы аналого-цифровых преобразователей** [Текст] : Методические указания для студентов всех форм обучения по специальностям "Информационно-измерительная техника и технологии" и "Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы" / Сост.В.Д. Вавилов, А.Н. Долгов, А.А. Яковлев. - Арзамас : АПИ НГТУ, 2007. - 25 с

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru>

7.1.2 Электронно-библиотечная система «Лань-Трейд» <http://e.lanbook.com>

7.1.3 Среда дистанционного обучения (СДО) Moodle АПИ НГТУ (доступ к СДО по паролю)

Электронная страница курса «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» (доступ к странице - по привязке к курсу). Адрес страницы <https://sdo.api.nttu.ru/course/view.php?id=10>

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 Electronics Workbench v.5.12 (Эмулятор принципиальных аналоговых и цифровых электронных схем на основе цифровых SPICE-моделей электронных компонент. Тип лицензирования - Свободное ПО. Разработчик - Interactive Image Technologies, 2005 г.)

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
Кафедра АПУ (ауд.4) – мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий практических и лабораторных занятий с компьютерным моделированием, групповых и индивидуальных консультаций,	-12 компьютеров с установленным специализированным программным обеспечением (см. п.7.2) и офисным программным обеспечением (Microsoft Office). Подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ к ресурсам ЭБС и СДО Moodle АПИ НГТУ (см. п. 7.1). Подключены к локальной сети АПИ НГТУ для обмена данными с ПК преподавателя.

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
. Арзамас, ул. Калинина, 19, кафедра АПУ	-Мультимедийное оснащение (проектор, экран проектора) -Посадочные места для студентов и преподавателя
Кафедра АПУ (ауд.9) – мультимедийная учебная лаборатория для лекционных занятий с мультимедийной демонстрацией, групповых и индивидуальных консультаций, Арзамас, ул. Калинина, 19, кафедра АПУ	- Компьютер с установленным и офисным программным обеспечением (Microsoft Office) Подключен к сети «Интернет» и обеспечивают доступ к ресурсам ЭБС и СДО Moodle АПИ НГТУ (см. п. 7.1). Подключен к локальной сети АПИ НГТУ -Мультимедийное оснащение (проектор, экран проектора) -Посадочные места для студентов и преподавателя
Ауд 316 – кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, 19	-26 компьютеров с установленным офисным программным обеспечением (Microsoft Office). 5 Подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ к ресурсам ЭБС и СДО Moodle АПИ НГТУ (см. п. 7.1). Подключены к локальной сети АПИ НГТУ для обмена данными -Мультимедийное оснащение (телевизионный монитор) -Посадочные места для студентов

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины, используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий и лабораторных работ находятся в доступе в системе дистанционного обучения (СДО) Moodle АПИ НГТУ на странице курса «Аналоговые и цифровые измерительные устройства» (см. п. 7.1.3) и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях, лабораторных и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии по тематике занятия, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникающие при самостоятельной подготовке отчетов по практическим и лабораторным занятиям, к тестированию по разделам курса, разбираются на аудиторных занятиях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как внутренняя электронная почта СДО MOODLE и видеоконференции на платформе ZOOM (формируются преподавателем).

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1.1 и 5.1.2., Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (см. табл. 4.1, 4.2) . Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к лабораторным и практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельного тестирования в СДО Moodle, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы (см. п. 6.3.1). Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя. Защищенные отчеты по лабораторным хранятся у преподавателя и могут быть использованы преподавателем при текущем контроле или промежуточной аттестации студента.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

Результаты фиксируются преподавателем в личном журнале.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий по дисциплине является решение расчетных задач, выполнение имитационного моделирования узлов и элементов для более углубленного понимания их работы, обсуждение наиболее важных и сложных вопросов по отдельным разделам, и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков при работе с элементами аналого-цифровой схемотехники;
- закрепление и развитие полученных знаний

Результаты работы по практическим занятиям (решение задач, имитационное моделирование) оформляются в форме отчета. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя. Защищенные отчеты по практическим работам хранятся у преподавателя и могут быть использованы преподавателем при текущем контроле или промежуточной аттестации студента. Результаты фиксируются преподавателем в журнале.

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной и дополнительной литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.6. Методические указания для выполнения контрольной работы

Контрольная работа является одним из видов учебного процесса. Выполнение контрольной работы позволяет повысить готовность студента и качество выработки им профессиональных компетенций к решению профессиональных задач в рамках дисциплины «Аналоговые и цифровые измерительные устройства». А именно, способность к расчету и проектированию электрических схем обработки сигнала (ИПКС 2.1) на основе владения принципами построения и функционирования приборов и систем (ИПКС 4.1). Контрольная работа заключается в проектировании блоков функциональной схемы и расчете элементов принципиальной схемы аналогового прибора (амперметра, вольтметра, омметра) с электронным блоком преобразования измерительного сигнала и электромеханическим отсчетным устройством.

Выполнение Контрольной работы осуществляется студентами заочной формы обучения по индивидуальным заданиям в рамках приводимой преподавателем единой методики. Методика выполнения и варианты индивидуальных заданий размещены в фонде оценочных средств дисциплины. Вариант численных исходных данных выдается студенту преподавателем (см. 5.2.2). Полученные исходные данные студент регистрирует в листе задания (установленной формы) и размещает в записке контрольной работы. Контрольная работа выполняется студентом заочной формы самостоятельно с возможностью индивидуальных консультаций с преподавателем по вопросам выполнения. Контрольная работа должна содержать титульный лист, лист задания и расчетную часть с необходимыми расчетами, комментариями и иллюстрациями. Для помощи в выполнении работы, студенту предоставляется для ознакомления образцы выполненных контрольных работ, что способствует правильной организации работы студента в выполнении задания. Защита контрольных работ выполняется в установленный срок в соответствии с учебным расписанием. Не допускается прием контрольных работ с условиями заданий не соответствующих выданным преподавателем. Контрольная работа может выполняться в рукописном, печатном или электронном видах, по согласованию с преподавателем. Работы, оформленные ненадлежащим образом, имеющие грубые ошибки в расчетах и помарки в оформлении к защите не допускаются. В случае недопуска работы к защите, преподаватель разъясняет студенту указанные ошибки и замечания и назначает срок повторной сдачи работы.

Для допуска студента заочной формы к промежуточной аттестации по дисциплине, контрольная работа должна быть защищена и сдана до дня зачета.

10.7 Методические указания для выполнения курсовой работы (проекта)

Курсовой проект по дисциплине не предусмотрен учебным планом

10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20____/20____ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

« ____ » _____ 20____ г. Глебов В.В.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № _____

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)