Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ильшат Ринатович Мухаметзянов
Должность: директор
Дата подписания: 27.12.2021 08:55:10
Уникальный программный ключ:
aba80b84033c9ef196388e9ea0434f90a83a40954ba270e84bcbe64f02d1d8d0

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
(КНИТУ-КАИ)
Чистопольский филиал «Восток»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ЧФ КНИТУ-КАИ
_____ И.Р.Мухаметзянов
«01» 04 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.ДВ.04.01 Аналоговая электроника в приборостроении

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

Квалификация: бакалавр

(бакалавр, специалист, инженер, магистр)

Форма обучения: очная (заочная)

(очная, очно-заочная, заочная)

Направление подготовки / специальность 12.03.01 Приборостроение

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль)

приборостроение

(наименование *профиля, специализации,* магистерской программы)

Чистополь
2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.09.2017 № 945.

Разработчик:
Прохоров С.Г., к.т.н., доцент _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание) *(подпись)*

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры приборостроения от 29.06.2021, протокол № 10.

Заведующий кафедрой приборостроения
Прохоров С.Г., к.т.н., доцент _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание) *(подпись)*

Рабочая программа дисциплины (модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
ОДОБРЕНА	Кафедра приборостроения	29.06.2021	10	Прохоров С.Г.
ОДОБРЕНА	УМК филиала	29.06.2021	5	председатель УМК С.Г.Прохоров
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека	–	–	зав. сектором библиотеки М.А. Тугашова

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель изучения дисциплины

Основной целью изучения дисциплины является сформировать у студентов компетенции, связанные со знанием и пониманием основ аналоговой схемотехники измерительных устройств, ее элементной базы, свойств и преимуществ аналоговой схемотехники и вытекающих из них возможностей применения аналоговой схемотехники в науке, технике и технологиях, принципов действия аналоговых измерительных устройств различных типов, терминологии, используемой в приборостроении, получением навыков практической работы с аналоговыми устройствами.

1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. Изучение основных свойств и преимуществ аналоговой схемотехники и вытекающих их них возможностей применения ее в приборостроении, технике и технологиях.
2. Приобретение студентами навыков обоснованного выбора элементов и типовых узлов электронных устройств, анализа и синтеза электронных схем, применяемых в различных областях приборостроения.
3. Изучение и расчет структурной, функциональной и электрической принципиальной схемы аналоговых устройств.

1.3 Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Аналоговая электроника в приборостроении» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1, является элективной дисциплиной, определяющей ее предметно-тематическое содержание – направленность.

1.4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся представлены в таблице 1.1

Таблица 1.1, *а* – Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:							***Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:***				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
5	8 ЗЕ/288	32	32	16	1,5	-	-	0,35	34,5	-	136	35,65	экзамен
Итого	**8 ЗЕ/288**	**32**	**32**	**16**	**1,5**	**-**	**-**	**0,35**	**34,5**	**-**	**136**	**35,65**	

Таблица 1.1, *б* – Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:							***Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:***				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
6	8 ЗЕ/288	12	8	8	1,5	-	-	0,35	34,5	-	215	8,65	экзамен
Итого	**8 ЗЕ/288**	**12**	**8**	**8**	**1,5**	**-**	**-**	**0,35**	**34,5**	**-**	**215**	**8,65**	

1.5 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Формируемые компетенции

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Средства оценки
ПК – 1	Способен разработать структурную, функциональную и электрическую схемы, технические условия функционирования отдельных блоков в соответствии с требованиями технического задания	ИД-1$_{ПК-1}$ Идентифицирует ключевые параметры разрабатываемой структурной, функциональной и электрической схемы, технические условия функционирования отдельных блоков в техническом задании	Тестирование, устный опрос на занятии
		ИД-2$_{ПК-1}$ Понимает принципы построения структурной, функциональной и электрической схемы, технические условия функционирования отдельных блоков	отчет по лабораторной работе
		ИД-3$_{ПК-1}$ Анализирует требования технического задания для разработки структурной, функциональной и электрической схемы, технических условий функционирования отдельных блоков	отчет по лабораторной работе
		ИД-4$_{ПК-1}$ Разрабатывает структурную, функциональную и электрическую схемы, технические условия функционирования отдельных блоков по требованиям технического задания	защита курсовой работы, экзамен
ПК – 2	Способен описать отдельные компоненты блоков прибора, обосновать выбор электронных компонентов для них согласно техническим условиям эксплуатации	ИД-1$_{ПК-2}$ Определяет и описывает отдельные компоненты блоков прибора	Тестирование, устный опрос на занятии,
		ИД-2$_{ПК-2}$ Анализирует технические условия эксплуатации блоков и компонентов прибора	отчет по лабораторной работе

		ИД-$З_{ПК-2}$ Обосновывает выбор электронных компонентов блоков прибора согласно техническим условиям эксплуатации	защита курсовой работы, экзамен

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Структура дисциплины (модуля)

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов дисциплины	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (без промежуточной аттестации) (в час)			Самостоятельная работа (проработка учебного материала (самоподготовка))
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	
5 семестр					
1 Усилительные устройства	86	14	12	6	54
2 Электронные генераторы сигналов	92	10	16	8	58
3 ИВЭП, ЦАП и АЦП	38	8	4	2	24
Итого за семестр	**216**	**32**	**32**	**16**	**136**
Итого по дисциплине (без промежуточной аттестации)	**216**	**32**	**32**	**16**	**136**

2.2 Содержание разделов дисциплины

1 Усилительные устройства

Введение. Общие сведения, терминология, основные параметры и характеристики. Предмет и задачи дисциплины, связь с другими дисциплинами. Структура дисциплины, построение лекций и лабораторных занятий, самостоятельной работы студентов, контроль процесса обучения. Рекомендуемая литература. Классификация усилителей и основные параметры. Назначение, классификация, показатели качества усилителей, основные параметры и характеристики усилителей: АЧХ, ФЧХ, амплитудная и переходная.

Расчет усилителя по постоянному и переменному току. Работа транзистора с нагрузкой, задание нагрузочной прямой. Выбор и стабилизация рабочей точки. Расчет усилительного каскада по постоянному току. Анализ работы усилителя и эквивалентные электрические схемы усилителя в области нижних, средних и верхних частот. Расчет коэффициента усиления усилителя.

Обратные связи усилителя. Виды обратных связей. Влияние отрицательной обратной связи на параметры и характеристики усилителя. Устойчивость усилителей с обратной связью. Эмиттерный повторитель.

Операционный усилитель. Усилители постоянного тока: АЧХ, недостатки и достоинства. Причины и способы устранения дрейфа нуля. Дифференциальный усилитель на транзисторах, области его применения. Операционные усилители (ОУ). Микросхемотехника ОУ и их основные компоненты. Идеальный операционный усилитель. Схемотехника на ОУ: инвертирующий усилитель, неинвертирующий усилитель, логарифмический и антилогарифмический усилители, сумматор, дифференциатор, интегратор, дифференциальный усилитель.

Узкополосные усилители и усилители мощности. Усилители мощности. Требования к усилителям мощности (УМ). Усилители мощности классов А и В. УМ с трансформаторной связью, достоинства и недостатки. Бестрансформаторные усилители мощности, область применения. Узкополосные усилители. Принципы построения узкополосных усилителей. Избирательные усилители. Резонансные усилители. Применение ОУ с обратной связью для активных фильтров и других функциональных устройств.

2 Электронные генераторы сигналов

Общая теория генераторов. Общие принципы работы генераторов. Классификация, назначение. Общая теория генераторов на основе общей теории обратной связи. Общие принципы построения. Условия самовозбуждения: условие баланса фаз, условие баланса амплитуд. Принцип работы.

Генераторы гармонических колебаний. Генераторы гармонических колебаний. Выполнение условий баланса фаз и амплитуд для генераторов гармонических колебаний, способ их реализации. Низкочастотные *RC*-генераторы с поворотом фазы и без поворота фазы в цепи ООС. 3-хточечный генератор на биполярном транзисторе, достоинства. 3-хточечный генератор на ОУ. Особенности и требования к ВЧ-генераторам. Схемотехника ВЧ-генераторов на транзисторах и ОУ. Принципы стабилизации частоты. Кварцевая стабилизация частоты ВЧ-генераторов. 3-хточечный кварцевый генератор.

Компараторы. Компараторы: определение, назначение, принцип работы. Компаратор однополярных напряжений, компаратор разнополярных напряжений. Компаратор с ПОС – триггер Шмитта.

Мультивибраторы и ГЛИН. Мультивибраторы на ОУ. Импульсные генераторы. Схемотехника и принцип работы. Мультивибраторы: симметричный, несимметричный и ждущий мультивибратор на ОУ. Симметричный мультивибратор на биполярных транзисторах: схемотехника и принцип работы. Ждущий мультивибратор на биполярных транзисторах: схемотехника и принцип работы. Генераторы линейно изменяющегося напряжения (ГЛИН). ГЛИН: классификация, области применения, принцип построения. ГЛИН с токостабилизирующим 2-хполюсником, ГЛИН с компенсационными схемами, ГЛИН на ОУ. Генераторы пилообразного напряжения.

3 ИВЭП, ЦАП и АЦП

Источники вторичного электропитания. Источники вторичного электропитания непрерывного и импульсного типа. Выпрямители, сглаживающие фильтры, транзисторные и фильтры на основе микросхем, параметрические и компенсационные стабилизаторы.

Аналогоцифровые и цифроаналоговые преобразователи. Аналогоцифровой преобразователь – общие сведения, параметры и характеристики. Классификация АЦП. Четырехразрядный АЦП на базе компараторов с ПОС. Разработка схемы и принцип работы АЦП последовательных приближений на базе цифровых узлов. АЦП параллельного преобразования. Цифроаналоговые преобразователи – общие сведения, параметры и характеристики. ЦАП с суммированием токов на матрице взвешенных резисторов. ЦАП на основе резистивной матрицы типа *R*-2*R*.

2.3 Курсовая работа

Курсовая работа по аналоговой электронике в приборостроении способствует развитию навыков схемотехнического проектирования аналоговых устройств и приучает студентов к грамотному оформлению отчетов по выполненной работе.

В результате выполнения курсовой работы (курсового проекта) формируются компетенции ПК-1 и ПК-2.

Содержание курсовой работы.

Разработка электронного устройства, выполняющего заданную функцию, подразумевает составление и описание структурной схемы устройства, функциональной схемы устройства с объяснением принципа работы, а также описание и расчет принципиальной электрической схемы. Выбор элементной базы производится самостоятельно по справочникам, имеющимся в библиотеке.

Разработка электронного формирователя импульсов заданной формы подразумевает составление и описание структурной схемы устройства, функциональной схемы устройства с объяснением принципа работы, а также описание и расчет принципиальной электрической схемы. Выбор элементной базы производится самостоятельно по справочникам, имеющимся в библиотеке.

Примерная тематика курсовых работ.

1. Разработка принципиальной электрической схемы и расчет электронного устройства, выполняющего заданную функцию, на основе отдельных аналоговых блоков (транзисторный ключ, операционный усилитель, устройства на базе операционного усилителя).

2. Разработка принципиальной электрической схемы и расчет электронного формирователя импульсов заданной формы по входному сигналу определенного вида на основе отдельных аналоговых блоков (транзисторный ключ, операционный усилитель, устройства на базе операционного усилителя).

Задание курсовой работы оформляется индивидуально для каждого студента.

Курсовая работа включает следующие этапы:

1. Разработка структурной схемы устройства.
2. Разработка функциональной схемы устройства.
3. Разработка электрической принципиальной схемы устройства.
4. Расчет электрической принципиальной схемы устройства.

Расчетно-пояснительная записка.

Записка оформляется на формате А4 (шрифт *Times New Roman,* размер шрифта – 14), объемом 30-40 страниц и должна включать: титульный лист, оглавление, задание, введение, структурную, функциональную и электрическую принципиальную схемы, расчет с необходимыми формулами, таблицами, характеристиками выбранных диодов, транзисторов, операционных усилителей, листы спецификаций для каждого устройства, список использованной литературы.

Текст, таблицы, рисунки, формулы, библиография, схемы, листы спецификаций оформляются согласно ГОСТ.

Задание №1 на курсовое проектирование

по «Аналоговой электронике в приборостроении» для студентов 3-го курса направления 12.03.01 (5-ый семестр)

1. Требуется разработать устройство для измерения момента количества движения (импульса) двух объектов, движущихся с ускорениями $a_1(t)$ и $a_2(t)$, а также получение значений разности их импульсов в виде электрического напряжения ΔU_p. Предусмотреть возможность измерения ΔU_p по стрелочному прибору на основе миллиамперметра со шкалой 0÷2 мА, а также возможность световой индикации ΔU_p на основе светодиодов следующим образом: если импульс первого объекта больше второго, то загорается зеленый светодиод, в противном случае – красный светодиод. Предполагается, что на этих объектах установлены датчики ускорения, имеющие выходной электрический сигнал (напряжение), пропорциональный ускорению:

$$U_1(t) = K_a \cdot a_1(t), \qquad U_2(t) = K_a \cdot a_2(t),$$

где K_a - коэффициент преобразования датчика.

Известно, что ускорения объектов меняются по законам:

$$a_1(t) = a_m \cdot \cos 2\pi f_1 t, \quad a_2(t) = a_m \cdot \sin 2\pi f_2 t,$$

где a_m = 2м/с^2, f_1= 25 Гц, f_2= 10 Гц.

Коэффициент преобразования K_a= 20 мВ/(м/с^2) одинаков для обоих датчиков. Максимальное значение ΔU_p = ±5 В должно соответствовать максимальной разности импульсов. Известно, что массы объектов одинаковы и равны 2 кг.

2. Разработать электронный эквивалент медицинского термометра со стрелочной индикацией на основе миллиамперметра со шкалой 0÷0,15 мА. В качестве датчика использовать термистор, который изменяет свое сопротивление от 130 до 100 Ом в диапазоне температур 30÷45°С. Предусмотреть светодиодную индикацию таким образом, чтобы при превышении температуры 37 °С загорался красный светодиод, в противном случае – зеленый, а также возможность использования данного термометра для регулирования температуры в заданном диапазоне: если температура измеряемого объекта достигнет 30°С, то устройство должно включить нагревательный элемент, при достижении температуры 45°С, нагревательный элемент должен отключиться.

3. Разработать электронное устройство релейного типа для автоматического регулирования давления, чтобы при понижении давления 3000 Па включалось реле, контакты, которого подключали бы компрессор к источнику питания, а при достижении давления 6000 Па компрессор бы отключался. Предполагается, что на объекте установлен датчик давления, имеющий выходной сигнал – напряжение, пропорциональное давлению:

$$U(t) = K_p \cdot P(t),$$

где K_p = 0,1 мВ/Па - коэффициент преобразования датчика.

Предусмотреть измерение давления прибором со стрелочной индикацией на основе миллиамперметра со шкалой 0÷0,5 мА и светодиодную индикацию таким образом, чтобы при включении компрессора загорался красный светодиод, а при отключении – зеленый.

4. Разработать устройство для определения средней температуры заготовки по результатам данных датчиков температуры в пяти точках одновременно. Результирующий сигнал, пропорциональный средней температуре $T_{ср}$, регистрировать с помощью стрелочного прибора на основе миллиамперметра со шкалой 0÷0,5 мА. Датчики температуры (термисторы) изменяют свое сопротивление от 3 до 1,5 кОм в диапазоне измеряемых температур 120÷180 ºС. Предусмотреть светодиодную индикацию таким образом, чтобы при превышении температуры 180ºС загорался красный светодиод, в противном случае – зеленый, а также возможность использования данного термометра для регулирования температуры в заданном диапазоне: если температура измеряемого объекта достигнет 120ºС, то устройство должно включить нагревательный элемент, при достижении температуры 180ºС, нагревательный элемент должен отключиться.

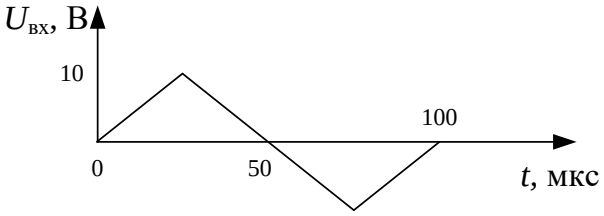
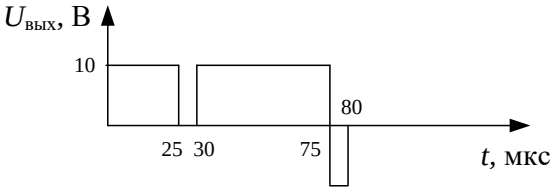
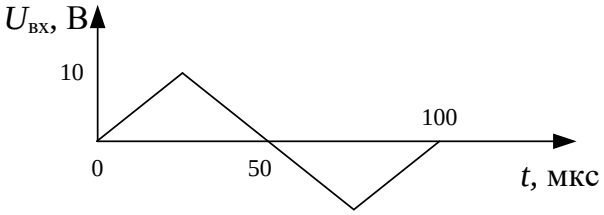
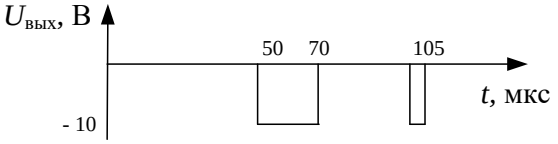
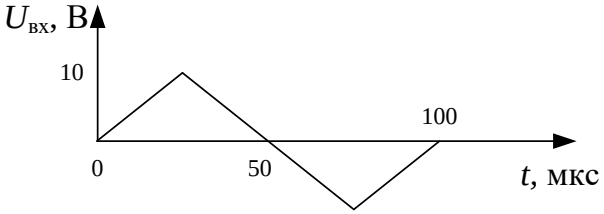
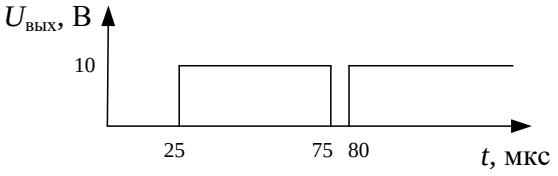
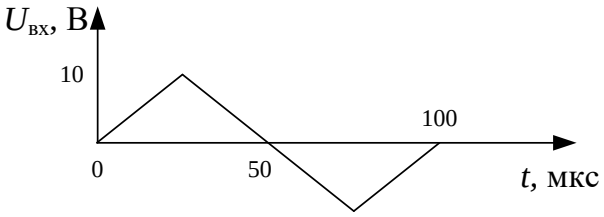
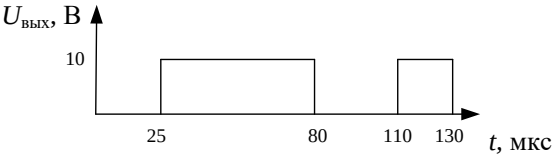
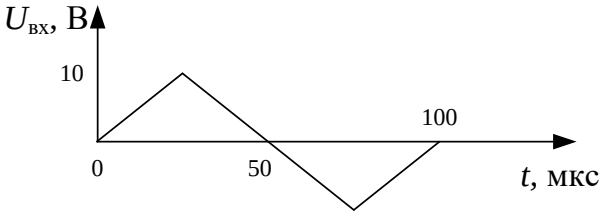
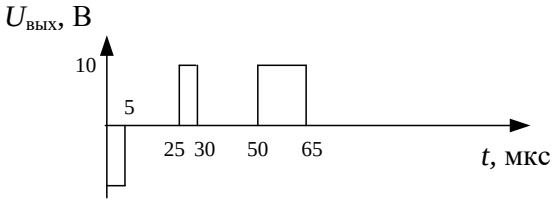
5. Разработать электронное устройство релейного типа для автоматического регулирования температуры, чтобы при понижении температуры ниже 50 ºС включалось реле, контакты, которого подключали бы нагревательный элемент к источнику питания, а при достижении температуры 60 ºС нагреватель бы отключался. В качестве датчика использовать термистор со следующими параметрами: при T = 40ºС, $R_т$ = 3,2 кОм; при T = 80ºС, $R_т$ = 2 кОм. Считать, что в диапазоне заданных температур изменение сопротивления термистора происходит по линейному закону. Предусмотреть светодиодную индикацию таким образом, чтобы при работе нагревательного элемента загорался красный светодиод, в противном случае – зеленый.

Задание №2 на курсовое проектирование

по «Аналоговой электронике в приборостроении» для студентов 3-го курса направления 12.03.01 (5-ый семестр)

Разработка принципиальной электрической схемы и расчет электронного формирователя импульсов заданной формы по входному сигналу определенного

вида на основе отдельных аналоговых блоков (транзисторный ключ, операционный усилитель, устройства на базе операционного усилителя).

№ варианта	Содержание	
	Входной сигнал	Выходной сигнал
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

3 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Содержание оценочных средств и их соответствие запланированным результатам обучения

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля). Содержание оценочных материалов текущего контроля представлено в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Оценочные материалы текущего контроля

Виды учебных занятий	Наименование оценочного средства текущего контроля	Код и индикатор достижения компетенции
Лекции	Тестовые задания текущего контроля по трем разделам дисциплины, вопросы на занятиях	ИД-$1_{ПК-1}$, ИД-$1_{ПК-2}$
Лабораторные работы	Вопросы к лабораторным работам	ИД-$2_{ПК-1}$, ИД-$3_{ПК-1}$, ИД-$2_{ПК-2}$
Практические занятия	Подготовка к выполнению курсовой работы	ИД-$2_{ПК-1}$, ИД-$3_{ПК-1}$, ИД-$2_{ПК-2}$
Курсовая работа (курсовой проект)	Оценка этапов выполнения курсовой работы, согласно заданию	ИД-$4_{ПК-1}$, ИД-$3_{ПК-2}$
Самостоятельная работа	Вопросы для самоподготовки, тестирование	ИД-$1_{ПК-1}$, ИД-$2_{ПК-1}$, ИД-$3_{ПК-1}$, ИД-$4_{ПК-1}$, ИД-$1_{ПК-2}$, ИД-$2_{ПК-2}$, ИД-$3_{ПК-2}$

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Примеры тестовых заданий текущего контроля:

1. Полевые транзисторы по сравнению с биполярными имеют:
   1) высокое входное сопротивление;
   2) низкое входное сопротивление;
   3) передаточную характеристику в виде зависимости выходного тока от входного напряжения;
   4) входную характеристику в виде зависимости входного тока от входного напряжения;
   5) параметр, характеризующий усилительные свойства – коэффициент усиления тока;
   6) параметр, характеризующий усилительные свойства – крутизна характеристики.

2. Дифференцирующий конденсатор в дифференцирующем устройстве на операционном усилителе следует включить:
   1) на прямом входе усилителя;

2) на инверсном входе усилителя;
3) на выходе усилителя;
4) в цепи отрицательной обратной связи;
5) в цепи положительной обратной связи.

3. В логарифмическом усилителе на операционном усилителе диод или транзистор в диодном включении следует включить:
   1) на прямом входе усилителя;
   2) на инверсном входе усилителя;
   3) на выходе усилителя;
   4) в цепь отрицательной обратной связи;
   5) в цепь положительной обратной связи.

4. В антилогарифмическом усилителе на операционном усилителе диод или транзистор в диодном включении следует включить:
   1) на инверсном входе усилителя;
   2) на прямом входе усилителя;
   3) на выходе усилителя;
   4) в цепь отрицательной обратной связи;
   5) в цепь положительной обратной связи.

5. Недостатками логарифмического усилителя на операционном усилителе являются:
   1) возможность работы только с однополярными сигналами;
   2) низкая помехозащищенность;
   3) большие нелинейные искажения;
   4) значительный дрейф нуля;
   5) большая зависимость от изменения температуры;
   6) невозможность работы на больших токах.

Примеры тем устных опросов на занятиях:
1. Операционный усилитель.
2. Узкополосные усилители и усилители мощности.
3. Генераторы гармонических колебаний.
4. Компараторы.
5. АЦП и ЦАП.

Вопросы к лабораторным работам приведены в методических указаниях по выполнению соответствующих лабораторных работ.

Текущий контроль выполнения курсовой работы осуществляется в ходе проведения плановых консультаций.

Примеры вопросов для самоподготовки:
1. Что усиливает дифференциальный усилитель?
2. В чем состоит особенность работы усилителей мощности?
3. Требования к усилителям мощности?

4. Какие условия должны выполняться для любого генератора сигналов?
5. Как эти условия выполняются для генераторов гармонических сигналов?

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде.

3.2 Содержание оценочных материалов промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных/ окончательных результатов обучения по дисциплине.

Для оценки степени сформированности компетенций используются оценочные материалы, включающие тестовые задания и контрольные (экзаменационные) вопросы.

Тестовые задания представляют собой совокупность тестовых вопросов текущего контроля по числу текущих аттестаций.

Примеры тестовых заданий промежуточной аттестации:

1. Дифференцирующий конденсатор в дифференцирующем устройстве на операционном усилителе следует включить:
   1) на прямом входе усилителя;
   2) на инверсном входе усилителя;
   3) на выходе усилителя;
   4) в цепи отрицательной обратной связи;
   5) в цепи положительной обратной связи.

2. В антилогарифмическом усилителе на операционном усилителе диод или транзистор в диодном включении следует включить:
   6) на инверсном входе усилителя;
   7) на прямом входе усилителя;
   8) на выходе усилителя;
   9) в цепь отрицательной обратной связи;
   10) в цепь положительной обратной связи.

3. Частота генерируемых колебаний *LC*-генератора зависит от:
   1) коэффициента усиления усилительного звена;
   2) входного сопротивления усилительного звена;
   3) коэффициента взаимоиндукции катушки контура и катушки обратной связи;
   4) емкости колебательного контура;
   5) выходного сопротивления усилительного звена;
   6) индуктивности колебательного контура.

4. По режиму работы электронные генераторы классифицируются как:
   1) синхронные генераторы;
   2) асинхронные генераторы;

3) ждущие генераторы;
4) идущие генераторы;
5) генераторы постоянного тока;
6) автогенераторы.

5. Частота пульсаций напряжения на выходе мостового выпрямителя:
   1) равна частоте выпрямляемого переменного напряжения;
   2) больше частоты выпрямляемого переменного напряжения;
   3) меньше частоты выпрямляемого переменного напряжения;
   4) равна удвоенной частоте выпрямляемого переменного напряжения;
   5) равна половине частоты выпрямляемого переменного напряжения.

6. Какие параметры из ниже перечисленных не относятся к параметрам сглаживающих фильтров:
   1) коэффициент сглаживания;
   2) коэффициент передачи постоянной составляющей;
   3) коэффициент пульсаций;
   4) коэффициент гармоник;
   5) коэффициент частотных искажений;
   6) коэффициент фильтрации.

7. Аналого-цифровое преобразование измерительной информации включает в себя:
   1) дискретизацию по времени;
   2) частотное кодирование;
   3) цифровое кодирование;
   4) частотно-импульсную модуляцию;
   5) частотное кодирование;
   6) квантование по уровню.

8. АЦП с максимальной допустимой погрешностью 0,1% имеет минимальное число разрядов двоичного кода:
   1) 4;
   2) 8;
   3) 10;
   4) 12;
   5) 16.

9. Увеличение разрядности АЦП на один разряд:
   1) увеличивает отношение мощностей сигнал/(шум квантования) на 3 дБ;
   2) уменьшает отношение мощностей сигнал/(шум квантования) на 3 дБ;
   3) увеличивает отношение мощностей сигнал/(шум квантования) на 6 дБ;
   4) уменьшает отношение мощностей сигнал/(шум квантования) на 6 дБ;
   5) увеличивает отношение мощностей сигнал/(шум квантования) на 10 дБ;
   6) уменьшает отношение мощностей сигнал/(шум квантования) на 10 дБ.

10. АЦП параллельного преобразования (считывания) по сравнению с АЦП последовательного счета имеет:
    1) меньшую инструментальную погрешность;
    2) больший диапазон преобразуемого напряжения;
    3) более сложную схему;
    4) большее быстродействие;
    5) меньшее быстродействие;
    6) большую инструментальную погрешность.

Примеры экзаменационных вопросов:

1. Усилитель постоянного тока.
2. Дифференциальный усилитель на транзисторах.
3. Избирательный усилитель с мостом Вина на ОУ (активный полосовой фильтр).
4. НЧ гармонический RC-генератор с поворотом фазы в цепи ПОС на ОУ (трехзвенная RC-цепочка).
5. Симметричный мультивибратор на ОУ.

Оценочные материалы для защиты курсовой работы, включают вопросы, задаваемые при защите курсовой работы. Пример вопросов:

1. Объясните построение функциональной семы устройства.

2. Поясните принцип работы устройства на примере функциональной схемы.

3. Поясните построение электрической принципиальной схемы устройства.

4. Объясните расчет усилителя (интегратора, дифференциатора и т.п.) на операционном усилителе.

5. Объясните расчет компаратора с ПОС на операционном усилителе.

3.3 Оценка успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Балльные оценки для контрольных мероприятий представлены в таблице 3.2, балльные оценки для контрольных мероприятий при выполнении курсовой работы (курсового проекта) представлены в таблице 3.3. Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.2 – Бальные оценки для контрольных мероприятий

Наименование контрольного мероприятия	Максимальный балл на первую аттестацию	Максимальный балл за вторую аттестацию	Максимальный балл за третью аттестацию	Всего за семестр
5 семестр				
Тестирование	5	5	5	15
Устный опрос на заня-	3	3	1	7

тии				
Отчет по лабораторной работе	12	12	4	28
Итого (максимум за период)	**20**	**20**	**10**	**50**
Экзамен				**50**
Итого				**100**

Таблица 3.3 – Бальные оценки для контрольных мероприятий при выполнении курсовой работы (курсового проекта)

Наименование контрольного мероприятия	Максимальный балл на 1 Аттестацию	Максимальный балл за 2 Аттестацию	Максимальный балл за 3 Аттестацию	Всего за семестр
Проверка построения структурной и функциональной схем	10			10
Проверка построения электрических принципиальных схем и предварительных расчетов		20		20
Проверка результатов расчетов электрических принципиальных схем			40	40
Итого (максимум за период)	10	20	40	70
Защита курсовой работы (курсового проекта)				30
Итого:				100

Таблица 3.4 – Шкала оценки на промежуточной аттестации

Выражение в баллах	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - зачет	Словесное выражение при форме промежуточной аттестации - экзамен
от 86 до 100	Зачтено	Отлично
от 71 до 85	Зачтено	Хорошо
от 51 до 70	Зачтено	Удовлетворительно
до 51	Не зачтено	Не удовлетворительно

4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

4.1.1 Основная литература

1. Электронные приборы и устройства: Учебник / Ткаченко Ф.А. - М.:ИНФРА-М Издательский Дом, Нов. знание, 2017. - 682 с. - ISBN 978-5-16-004658-7. https://znanium.com/catalog/document?id=350388 #

2. Комиссаров, Ю. А. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Ю. А. Комиссаров, Г. И. Бабокин; под ред. П. Д. Саркисова. - М.:ИНФРА, 2018. – 480 с. - ISBN 978-5-16-010416-4. https://znanium.com/catalog/document?id=358686

3. Проектирование аналоговых и цифровых устройств: Учебное пособие / В.С. Титов, В.И. Иванов, М.В. Бобырь. - М.: ИНФРА-М, 2019. - 143 с. - 978-5-16-100990-1. https://znanium.com/catalog/document?id=367308

4. Прохоров С.Г., Шиндор О.В. Аналоговая электроника в приборостроении. Руководство по решению задач: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 244 с. - ISBN 978-5-8114-3983-6.

4.1.2 Дополнительная литература

1. Основы электроники: Учебное пособие / Водовозов А.М. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2019. - 130 с.: ISBN 978-5-9729-0346-7 https://znanium.com/catalog/document?id=346721

2. Глазычев А.В. Физические основы электроники: учебное пособие. [Электронный ресурс] / А.В.Глазычев, В.П.Петрович; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 208 с. https://e.lanbook.com/reader/book/45131/#1

3. Миловзоров, О. В. Электроника: учебник для вузов / [Электронный ресурс] / О. В. Миловзоров, И. Г. Панков. — 6-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 344 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00077-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/449920.

4.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ

1. Методические материалы к практическим занятиям по дисциплине «Аналоговая электроника в приборостроении» в электронном виде (место хранения кафедра приборостроения).

2. Методические материалы по курсовому проектированию по дисциплине «Аналоговая электроника в приборостроении» в электронном виде (место хранения кафедра приборостроения).

3. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Аналоговая электроника в приборостроении» в электронном виде (библиотека ЧФ КНИТУ-КАИ).

4.1.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной информационно-образовательной среды КНИТУ-КАИ.

1. Прохоров С.Г. «Аналоговая электроника в приборостроении» [Электронный ресурс]: курс дистанционного обучения по направлению подготовки бакалавров 12.03.01 «Приборостроение» / КНИТУ-КАИ, Казань, 2017 – Доступ по логину и паролю. URL: https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=_273169_1&course_id=_13825_1. Идентификатор курса 17_Chistopol_P_SGProkhorov.

4.1.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

1. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы. URL: https://e.lanbook.com/.
2. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы. URL: http://znanium.com/.
3. Электронно-библиотечная система учебной и научной литературы. URL: https://urait.ru/.
4. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL: http://library.kai.ru/.
5. Единое окно доступа к информационным ресурсам. URL: http://window.edu.ru/resource/386/79386, http://window.edu.ru/resource/034/77034, http://window.edu.ru/resource/452/77452.

4.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и требуемое программное обеспечение

Описание материально-технической базы и программного обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) приведено соответственно в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование вида учебных занятий	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, кон-	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска.

	сультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Аудитория, оснащенная комплексом технических средств обучения (проектор или интерактивная доска, компьютер, система звукового сопровождения отображаемых видеоматериалов)
Лабораторные занятия	Специализированная лаборатория	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска. Аудитория, оснащенная стендами, приборами, оборудованием, установками, комплектами по электронике: макеты-пульты транзисторного ключа и базовых логических элементов; биполярного транзистора; стабилизаторов напряжения; генераторов прямоугольных и линейно изменяющихся напряжений; усилителя с отрицательной ОС; компараторов на основе операционных усилителей; мультиметры; генераторы Г6-26, Г5-54; вольтметры В7-38, источники питания; осциллографы С1-65А; типовой комплект оборудования «Схемотехника» СТ-НР, типовой комплект оборудования «Электроника» Э-НР. программное обеспечение: пакеты программ Microsoft Windows XP, Microsoft Office
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска. Аудитория, оснащенная комплексом технических средств обучения (проектор или интерактивная доска, компьютер, система звукового сопровождения отображаемых видеоматериалов) программное обеспечение: пакеты программ Microsoft Windows XP
Курсовая работа	Кабинет курсового проектирования	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска. Аудитория, оснащенная ПЭВМ с выходом в интернет Microsoft Windows XP
Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы	Библиотечный фонд: печатные издания и ЭБС рабочие места, оборудованные ПЭВМ с выходом в интернет (Wi-Fi), МФУ, принтер программное обеспечение: пакеты

		программ Microsoft Windows XP.
	Помещение для самостоятельной работы	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска. Аудитория, оснащенная комплексом технических средств обучения (проектор или интерактивная доска, компьютер, система звукового сопровождения отображаемых видеоматериалов) программное обеспечение: пакеты программ Microsoft Windows XP, Microsoft Office

Таблица 4.2 – Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Производитель	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
1	Microsoft Windows Microsoft Office		Лицензионное

5 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Обучение по дисциплине (модулю) обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов организуется как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету (экзамену)	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Устный опрос по терминам, собеседование по вопросам к зачету (экзамену)	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету (экзамену)	Преимущественно дистанционными методами

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, например:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Освоение дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изменения, вносимые в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» заведующий кафедрой, реализующей дисциплину

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ НА УЧЕБНЫЙ ГОД

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» зав. кафедрой ведущей	«Согласовано» зав. кафедрой выпускающей
2022/2023		
2023/2024		
2024/2025		