Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Легасова Гульназ Ильдусовна
Должность: документовед
Дата подписания: 12.07.2022 14:12:34
Уникальный программный ключ:
335064282855073457364013040efc973b10965bce4892e489db0eb2e7cec136c

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» 03 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.ДВ.04.02 Полупроводниковая схемотехника 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 полупроводниковой схемотехники измерительных устройств, ее элементной базы, свойств и преимуществ полупроводниковой схемотехники и вытекающих из них возможностей применения полупроводниковой схемотехники в науке, технике и технологиях, принципов действия полупроводниковых устройств различных типов, терминологии, используемой в приборостроении, получением навыков практической работы с полупроводниковыми устройствами.

1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

1. Изучение основных свойств и преимуществ полупроводниковой 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 полупроводниковых устройств.

1.3 Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Полупроводниковая схемотехника 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 Элементная база	38	8	4	2	24
2 Усилительные устройства	90	16	16	6	52
3 Электронные генераторы сигналов	88	8	12	8	60
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 Элементная база

Физика полупроводников. Электрические свойства металлов, диэлектриков и полупроводников. Полупроводниковые материалы. Механизмы проводимости в полупроводниках: собственная и примесная проводимости. Зонная теория полупроводников. Контакты металла с полупроводником, контакты между полупроводниками с одинаковыми типами проводимости.

Диоды. Классификация диодов. Условные графические обозначения. Вольтамперная характеристика и статические параметры диодов. Эквивалентная электрическая схема диода.

Выпрямительные диоды. Однополупериодный выпрямитель. Электрические и эксплуатационные параметры. Свойства и параметры высокочастотных и СВЧ-диодов. Импульсные диоды. Стабилитроны, их вольтамперная характеристика и применение. Параметрический стабилизатор напряжения. Туннельный диод. Диод Шоттки. Лавинно-пролетные диоды Ганна.

Транзисторы. Общие сведения и классификация. Биполярные транзисторы. Устройство, условные и графические обозначения. Коэффициент передачи тока эмиттера и коэффициент переноса тока в базе. Способы включения, вольтампер-

ные характеристики и статические параметры транзистора. Зависимость параметров транзистора от температуры. Транзистор как линейный 4-хполюсник, *h*-параметры транзистора. Схемы включения биполярного транзистора.

Полевые (униполярные) транзисторы. Полевые транзисторы с управляющим *p-n*-переходом. Устройство и принцип работы. Вольтамперные характеристики и параметры прибора. Полевые транзисторы с изолированным затвором. МОП-транзистор с встроенным каналом. Эквивалентная электрическая схема полевого транзистора. МОП-транзистор с индуцированным каналом. Принцип работы, вольтамперные характеристики и параметры.

2 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.

3 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. 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.

2.3 Курсовое проектирование/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 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.

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.

Примерная тематика курсовых работ.

1. 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).

2. 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).

3. Разработка принципиальной электрической схемы и расчет электронных блоков (генератор синусоидальных сигналов, мультивибратор, компенсационный стабилизатор напряжения, генератор линейно изменяющегося напряжения и т.п.).

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.

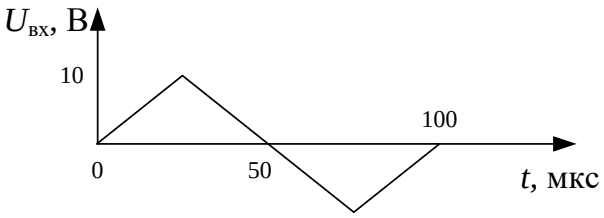
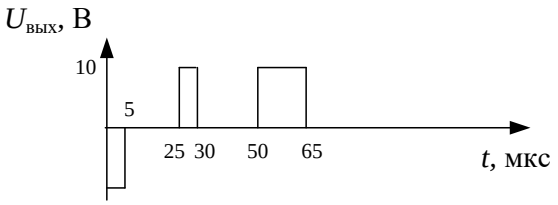
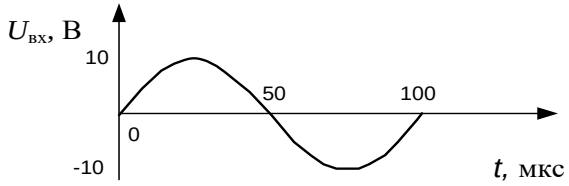
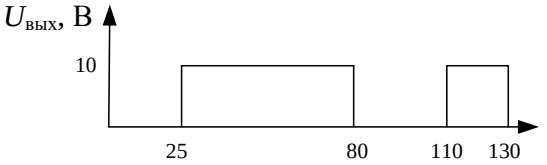
Записка оформляется на формате А4 (шрифт *Times New Roman,* размер шрифта – 14), объемом 30-40 страниц и должна включать: титульный лист, оглавление, задание, введение, структурную, функциональную и электрическую принципиальную схемы, расчет с необходимыми формулами, таблицами, характеристиками выбранных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

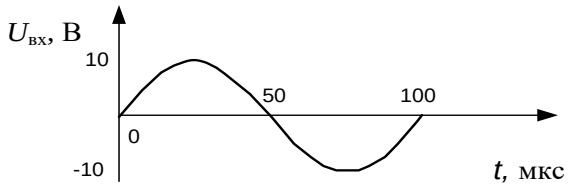
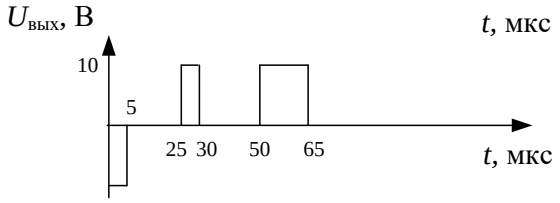
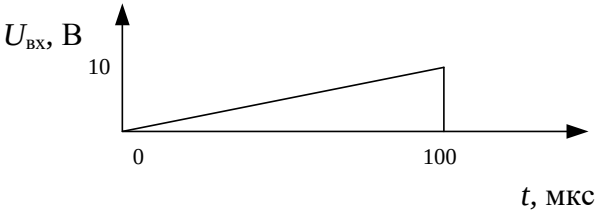
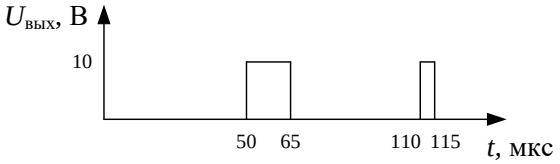
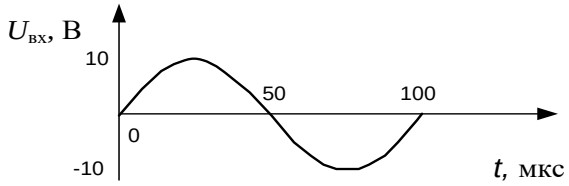
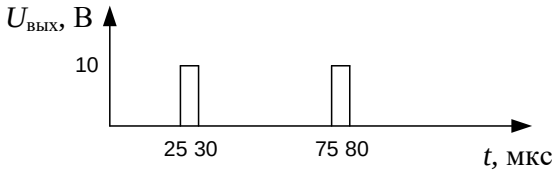
Текст, таблицы, рисунки, формулы, библиография, схемы, листы спецификаций оформляются согласно ГОСТ.

Задание №1 на курсовое проектирование

по «Полупроводниковой схемотехнике в приборостроении» для студентов 3-го курса

направления 12.03.01 (5-ый семестр)

1.		
2.		

3.		
4.		
5.		

Задание №2 на курсовое проектирование

по «Полупроводниковой схемотехнике в приборостроении» для студентов 3-го курса

направления 12.03.01 (5-ый семестр)

1. Требуется разработать устройство для измерения скоростей двух объектов, движущихся с ускорениями $a_1(t)$ и $a_2(t)$, а также получение значений разности их скоростей в виде электрического напряжения ΔU_v. Предусмотреть возможность измерения ΔU_v по стрелочному прибору на основе миллиамперметра со шкалой 0÷1 мА, а также возможность световой индикации ΔU_v на основе светодиодов следующим образом: если скорость первого объекта больше второго, то загорается красный светодиод, в противном случае – зеленый 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:

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

где a_m = 2м/с^2, f_1= 5 Гц, f_2= 3 Гц.

Коэффициент преобразования K_a= 50 мВ/(м/с^2) одинаков для обоих датчиков. Максимальное значение ΔU_v = ±10 В должно соответствовать максимальной разности скоростей.

2. Разработать электронное устройство, контролирующее скорость вращения объекта таким образом, чтобы при превышении скорости 3000 об/мин включалось реле, контакты которого должны отключить подачу напряжения на объект, а при уменьшении скорости вращения до 2500 об/мин – подать напряжение на объект для ускорения вращения.

Предполагается, что на объекте установлен датчик скорости вращения, имеющий выходной сигнал – напряжение, пропорциональное скорости:

$$U(t) = K_\omega \cdot \omega(t),$$

где K_ω = 0,1 мВ/(об/мин) - коэффициент преобразования датчика.

Предусмотреть измерение скорости вращения в заданном интервале прибором со стрелочной индикацией на основе миллиамперметра со шкалой 0÷0,5 мА и светодиодную индикацию таким образом, чтобы при отключении напряжения на объект загорался зеленый светодиод, в противном случае – красный.

3. Разработать электронное устройство для измерения магнитной индукции электромагнита. Предполагается, что на объекте установлен датчик Холла, имеющий выходной сигнал – $U(t)$ напряжение, пропорциональное магнитной индукции $B(t)$ с коэффициентом преобразования K_B = 200·10^{-3} мВ·А/Тл, причем известно, что через датчик Холла протекает ток 1 мА.

Предусмотреть измерение магнитной индукции прибором со стрелочной индикацией на основе миллиамперметра со шкалой 0÷0,5 мА и светодиодную индикацию таким образом, чтобы при достижении максимальной величины магнитной индукции 1 Тл загорался красный светодиод, в противном случае – зеленый. Кроме того, при достижении максимального допустимого значения магнитной индукции устройство должно отключить источник питания электромагнита, величину магнитной индукции которого мы измеряем, при этом красный светодиод должен продолжать гореть.

4. Требуется разработать устройство для измерения расстояния между двумя объектами, движущихся по одной прямой со скоростями $V_1(t)$ и $V_2(t)$, в виде электрического напряжения ΔU_s. Предусмотреть возможность измерения ΔU_s по стрелочному прибору на основе миллиамперметра со шкалой 0÷5 мА, а также возможность световой индикации ΔU_s на основе светодиодов следующим образом: если $S_1 - S_2 > 0$, то загорается красный светодиод, в противном случае – зеленый светодиод. Предполагается, что на этих объектах установлены датчики скорости, имеющие выходной электрический сигнал (напряжение), пропорциональный скорости:

$$U_1(t) = K_V \cdot V_1(t), \qquad U_2(t) = K_V \cdot V_2(t),$$

где K_V - коэффициент преобразования датчика.

Известно, что скорости объектов меняются по законам:

$$V_1(t) = V_m \cdot \sin 2\pi f_1 t, \quad V_2(t) = V_m \cdot \sin 2\pi f_2 t,$$

где V_m = 3м/с, f_1 = 20 Гц, f_2 = 30 Гц.

Коэффициент преобразования K_V = 100 мВ/(м/с) одинаков для обоих датчиков. Максимальное значение $\Delta U_s = \pm 10$ В должно соответствовать максимальному расстоянию между объектами.

5. Требуется разработать устройство для измерения ускорения двух объектов, движущихся со скоростями $V_1(t)$ и $V_2(t)$, а также получение значений разности их ускорений в виде электрического напряжения ΔU_a. Предусмотреть возможность измерения ΔU_a по стрелочному прибору на основе миллиамперметра со шкалой 0÷0,1 мА, а также возможность световой индикации ΔU_a на основе свето-

диодов следующим образом: если ускорение первого объекта больше второго, то загорается красный светодиод, в противном случае – зеленый светодиод. Предполагается, что на этих объектах установлены датчики скорости, имеющие выходной электрический сигнал (напряжение), пропорциональный скорости:

$$U_1(t) = K_V \cdot V_1(t), \qquad U_2(t) = K_V \cdot V_2(t),$$

где K_V - коэффициент преобразования датчика.

Известно, что скорости объектов меняются по законам:

$$V_1(t) = V_m(1 + \cos 2\pi f_1 t), \quad V_2(t) = V_m(1 + \cos 2\pi f_2 t),$$

где V_m = 5м/с, f_1 = 50 Гц, f_2 = 60 Гц.

Коэффициент преобразования K_V = 10 мВ/(м/с) одинаков для обоих датчиков. Максимальное значение ΔU_a = ±10 В должно соответствовать максимальной разности ускорений.

Задание №3 на курсовое проектирование

по «Полупроводниковой схемотехнике в приборостроении» для студентов 3-го курса

направления 12.03.01 (5-ый семестр)

1. Составить и рассчитать принципиальную электрическую схему несимметричного мультивибратора на операционном усилителе с периодом T = 10 мс, скважностью N = 5 и амплитудой выходного напряжения ±5В.
2. Составить и рассчитать принципиальную электрическую схему ждущего мультивибратора на операционном усилителе с длительностью положительного импульса t^+ = 5 мс. Задать параметры запускающего импульса и рассчитать цепь запуска.
3. Составить и рассчитать принципиальную электрическую схему генератора треугольных импульсов на операционном усилителе с периодом T = 15мс, при этом амплитуда выходного напряжения должна изменяться от –6 до 0 В.
4. Составить и рассчитать принципиальную электрическую схему генератора сигналов пилообразной формы на операционном усилителе с периодом T = 10мс и амплитудой выходного напряжения ±4 В, при этом время нарастания $t_н$ и время спада $t_с$ должны относиться как 9:1.
5. Составить и рассчитать принципиальную электрическую схему генератора сигналов пилообразной формы на операционном усилителе с периодом T = 60мс и амплитудой выходного напряжения от -6 до 0 В, при этом время нарастания $t_н$ и время спада $t_с$ должны относиться как 29:1.

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-$3_{ПК-2}$

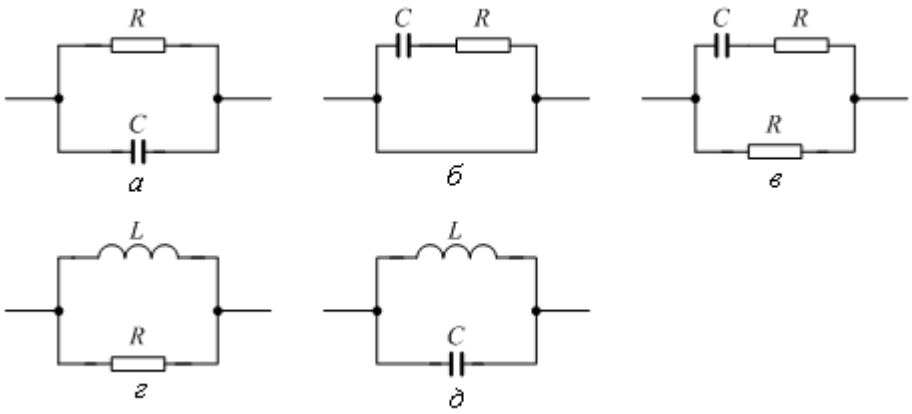
Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы.

Примеры тестовых заданий текущего контроля:

1. Полупроводниковые стабилитроны предназначены для:

1) преобразования переменного напряжения в постоянное напряжение;
2) выпрямления постоянного напряжения в переменное напряжение;
3) для стабилизации тока;
4) для стабилизации $U_{вх}$;
5) для стабилизации $U_{вых}$.

2. Эквивалентная схема замещения диода изображена:



3. Принцип стабилизации стабилитрона:

1) при большом изменении тока напряжение на стабилитроне меняется незначительно;

2) при небольшом изменении тока напряжение на стабилитроне меняется незначительно;

3) при увеличении входного напряжения $U_{вх}$ напряжение на стабилитроне $U_{вых}$ меняется незначительно;

4) сопротивление стабилитрона меняется скачкообразно;

5) сопротивление стабилитрона уменьшается с повышением температуры.

4. В схеме параметрического стабилизатора напряжения при увеличении входного напряжения $U_{вх}$, изменение напряжения $\Delta U_{вх}$ в основном падает на:

1) VD;

2) $R_б$;

3) $R_н$;

4) сопротивление проводов;

5) равномерно на всех элементах схемы.

5. При увеличении сопротивления $R_н$ ток через VD $I_{ст}$:

1) не изменяется;

2) уменьшается;

3) увеличивается;

4) сначала увеличивается, потом уменьшается;

5) сначала уменьшается, потом увеличивается.

Примеры тем устных опросов на занятиях:

1. Диоды.
2. Транзисторы.
3. Операционный усилитель.
4. Компараторы.
5. Мультивибраторы.

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. Условие переключения компаратора из одного состояния в другое?
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 мультифибраторов?

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. Принцип стабилизации стабилитрона:
   1) при большом изменении тока напряжение на стабилитроне меняется незначительно;
   2) при небольшом изменении тока напряжение на стабилитроне меняется незначительно;
   3) при увеличении входного напряжения $U_{вх}$ напряжение на стабилитроне $U_{вых}$ меняется незначительно;
   4) сопротивление стабилитрона меняется скачкообразно;
   5) сопротивление стабилитрона уменьшается с повышением температуры.
2. В схеме параметрического стабилизатора напряжения при увеличении входного напряжения $U_{вх}$, изменение напряжения $\Delta U_{вх}$ в основном падает на:
   1) VD;
   2) $R_б$;
   3) $R_н$;
   4) сопротивление проводов;
   5) равномерно на всех элементах схемы.
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. Основные характеристики усилителя:
   1) зависимость коэффициента нелинейных искажений от величины входного сигнала;
   2) зависимость коэффициента частотных искажений от температуры;
   3) зависимость коэффициента усиления от частоты сигнала;
   4) зависимость коэффициента усиления от изменения температуры;
   5) зависимость величины выходного сигнала от величины входного;
   6) зависимость полосы пропускания от коэффициента обратной связи.

6. Области применения усилительных каскадов в ключевом режиме:
   1) в операционных усилителях;
   2) в генераторах импульсов;
   3) в стабилизаторах напряжения;
   4) в генераторах гармонических колебаний;
   5) в усилителях мощности.

7. Обратная связь в усилителе:
   1) изменяет частоту усиливаемого сигнала;
   2) может увеличить коэффициент усиления;
   3) не влияет на коэффициент усиления;
   4) может уменьшить коэффициент усиления;
   5) всегда уменьшает нелинейные искажения;
   6) всегда увеличивает полосу пропускания.

8. 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.

9. Цепь обратной связи в генераторе с усилительным каскадом с общим эмиттером должна обеспечивать фазовый сдвиг в градусах:
   1) 0;
   2) 45;
   3) 90;
   4) 180;
   5) 270;
   6) 360.

10. Катушка связи в *LC*-генераторе на транзисторе с общим эмиттером должна обеспечивать фазовый сдвиг в градусах равный:
   1) 0;
   2) 45;
   3) 90;
   4) 180;
   5) 270;
   6) 360.

Примеры экзаменационных вопросов:

1. Стабилитрон (опорный диод). Параметрический стабилизатор напряжения.
2. Принцип работы транзистора (на примере включения с общей базой).
3. Усилитель сигналов низкой частоты (УНЧ) (анализ работы в области нижних частот).
4. Дифференциальное включение ОУ.
5. НЧ гармонический RC-генератор с поворотом фазы в цепи ПОС на ОУ (трехзвенная RC-цепочка).

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 занятии	1	2	2	5
Отчет по лабораторной работе		15	15	30
Итого (максимум за период)	**6**	**22**	**22**	**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 указания по практическим занятиям и курсовой работе по дисциплине «Полупроводниковая схемотехника в приборостроении» в электронном виде (место хранение – библиотека ЧФ КНИТУ-КАИ).

2. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Полупроводниковая схемотехника 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. «Полупроводниковая схемотехника 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://ibooks.ru/.
3. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL: http://library.kai.ru/.
4. 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, 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)

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 извещение №00000007 от 10.04.2013
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, Microsoft Office извещение №00000007 от 10.04.2013
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, лицензия №44488087 от 15.12.2006, Microsoft Office гос. контракт от 29.11.2007, №2974/223
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, лицензия от 15.12.2006 №41488087; Microsoft Office, Акт от 13.12.2007 №1 к ГК от 29.11.2007 №2974/223_ИОП.
	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 извещение от 10.04.2013 №00000007

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 XP, лицензия №44488087 от 15.12.2006, Microsoft Office гос. контракт от 29.11.2007, №2974/223		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		