Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Легасова Гульназ Мухаметзяновна
Должность: документовед
Дата подписания: 12.07.2022 14:12:34
Уникальный программный ключ:
335064282855073467 3f401304efc033b10965bce4992e4a9db0eb2e7cce136c

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
_____ Н.Р.Мухаметзянов
«28» 05 _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Б1.В.ДВ.07.01 Конструирование измерительных приборов

(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:
Туктарова В.В., к.т.н.,
(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

Целью изучения дисциплины является получение навыков, позволяющих принимать конструкторские решения в процессе проектирования электронных измерительных приборов, их узлов и блоков.

1.2 Задачи дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины являются:

– развитие практических навыков разработки конструкций функциональных узлов и блоков измерительных приборов;

– изучение способов анализа, методик расчета, проектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов;

– изучение требований к конструкторско-технологической документации на различных этапах разработки согласно ЕСКД;

– получение обучающимися навыков выбора оптимальных вариантов конструкции, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

1.3 Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Конструирование измерительных приборов» 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
7	5 ЗЕ/180	32	16	16	-	-	-	0,35	-	-	80	35,65	экзамен
8	5 ЗЕ/180	16	-	16	-	3	-	0,35	-	69	40	35,65	экзамен
Итого	**10 ЗЕ/360**	**48**	**16**	**32**	**-**	**3**	**-**	**0,7**	**-**	**69**	**120**	**71,3**	

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
7	5 ЗЕ/180	8	4	8	-		-	0,35	-	-	151	8,65	экзамен
8	5 ЗЕ/180	8	4	8	-	3	-	0,35	-	69	79	8,65	экзамен
Итого	**10 ЗЕ/360**	**16**	**8**	**16**	**-**	**3**	**-**	**0,7**	**-**	**69**	**230**	**17,3**	

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
УК – 2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.	ИД-1$_{УК-2.}$ В рамках цели проекта формулирует совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач	Тестирование
		ИД-2$_{УК-2.}$ Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Отчет по лабораторной работе, выполнение индивидуальных заданий по практике
		ИД-3$_{УК-2}$. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время	Отчет по лабораторной работе, выполнение индивидуальных заданий по практике
		ИД-4$_{УК-2}$. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта	Защита курсового проекта, экзамен
ПК – 3	Способен анализировать, рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы	ИД-1$_{ПК-3}$ Идентифицирует и классифицирует типовые системы, приборы, детали и узлы	Тестирование
		ИД-2$_{ПК-3}$ Анализирует в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы	Отчет по лабораторной работе, выполнение индивидуальных заданий по практике
		ИД-3$_{ПК-3}$ Рассчитывает в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы	Отчет по лабораторной работе, выполнение индивидуальных заданий по практике
		ИД-4$_{ПК-3}$ Конструирует в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы	Защита курсового проекта, экзамен

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 Структура дисциплины

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	
7 семестр					
1 Конструирование измерительных приборов и электронных средств	84	22	4	8	50
2 Особенности проектирования электронных измерительных приборов	60	10	12	8	30
Итого за семестр	**144**	**32**	**16**	**16**	**80**
8 семестр					
3 Конструирование функциональных узлов, блоков электронных измерительных приборов и линий связи	56	12	-	14	30
4 Защита электронных средств	16	4	-	2	10
Итого за семестр	**72**	**16**	**-**	**16**	**40**
Итого по дисциплине (без промежуточной аттестации)	**216**	**48**	**16**	**32**	**120**

2.2 2.2 Содержание разделов дисциплины (модуля)

1 Конструирование измерительных приборов и электронных средств

Основные понятия и определения. Понятие «прибор». Этапы развития электронных средств. Электронное средство (ЭС). Радиоэлектронное средств. Радиоэлектронная аппаратура. Кибернетическая модель ЭС «черный ящик». Понятие «прибор». Классификация приборов. Понятия «конструирование» и «проектирование». Цель проектирования. Подходы к проектированию. Области применения радиоэлектроники. Связь радиоэлектроники с другими областями науки и техники.

Основные этапы разработки электронных средств, измерительных приборов. Восходящее и нисходящее проектирование. Последовательность этапов восходящего проектирования. Последовательность этапов нисходящего проектирования. Этапы процесса проектирования ЭС. Конструкция ЭС как большая система. Схема четырехуровневой иерархической системы. Организация и этапы разработки и постановки на производство. Стадии разработки ЭС. Техническое задание на разработку ЭС. Взаимосвязь стадий разработки конструкторской документации и этапов создания ЭС. Конструкторская подготовка производства. Технологическая подготовка производства. Организационная подготовка производства.

Понятие о CALS-технологии при проектирование измерительных приборов. CALS-технологии (Computer Acquisition and Life-cycle Support). Цели применения CALS-технологий. Основные аспекты концепции. Применение CALS-технологий. Состав CALS-технологий.

Требования, предъявляемые к измерительным приборам. Условия эксплуатации аппаратуры. Внешние воздействия. Собственные дестабилизирующие факторы. Механические, климатические, радиационные воздействия. Нормальные климатические условия. Классификация ЭС по объектам установки и эксплуатации. Стационарная, транспортируемая, портативная РЭА. Требования, предъявляемые к конструкции аппаратуры. Тактико-технические, конструктивно-технологические, эксплуатационные, требования по надежности и экономические требования. Показатели качества конструкции аппаратуры.

Обеспечение надежности измерительных приборов. Основные параметры надежности. Надежность. Неисправность. Безотказность, ремонтоспособность, долговечность и сохраняемость. Работоспособность и отказы. Количественные характеристики надежности. Безотказность, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ. «Кривая жизни» изделия.

Модульный принцип конструирования радиоэлектронной аппаратуры. Конструктивная иерархия аппаратуры. Модульный принцип конструирования. Уровни конструктивной иерархии. Принципы иерархического конструирования. Моносхемный принцип конструирования. Схемно-узловой принцип конструирования. Каскадно-узловой принцип конструирования. Функционально-узловой принцип. Модульный принцип конструирования. Стандартизация при модульном конструировании. Модули нулевого, первого, второго, третьего уровней.

2 Особенности проектирования электронных измерительных приборов

Программы для проектирования печатных плат. Программные средства для трассировки печатных пат.

Стандартизация разработки электронной аппаратуры. Стандартизация конструкций. Преемственность. Повторяемость. Типизация. Унификация. Единая система конструкторской документации (КД). Изделие. Деталь. Сборочная единица. Комплекс. Комплект. Конструкторская документация. Графические конструкторские документы (чертеж детали, сборочный чертеж, чертеж общего вида, теоре-

тический чертеж, габаритный чертеж, монтажный чертеж, электромонтажный чертеж, установочный чертеж, схема, спецификация). Текстовые конструкторские документы. Классификация КД по способу выполнения и характеру использования. Требования к выполнению конструкторских графических документов. Схемная документация. Правила выполнения электрических схем.

Регулировка, контроль и испытания аппаратуры. Технологические операции регулировки и настройки. Сущность регулировочных работ. Критерии оценки качества регулировки и настройки. Контроль и диагностика радиоэлектронной аппаратуры. Неисправности аппаратуры и их устранение. Виды неисправностей аппаратуры. Классификация дефектов ЭС. Испытания радиоэлектронной аппаратуры. Цели испытаний. Категории испытаний. Программа испытаний.

3 Конструирование функциональных узлов, блоков электронных измерительных приборов и линий связи

Общая характеристика процесса проектирования электронных средств, измерительных приборов. Конструкция ЭС. Подсистемы ЭС: элементная база, электрические разъемные соединения, электрические проводники. Роль и задачи конструктора при проектировании. Внешние и внутренние параметры ЭС и этапы проектирования. Этапы жизненного цикла ЭС. Системный подход к проектированию ЭС. Сущность системного подхода. Принципы целостности, многоаспектности, иерархичности и целевой принцип. Графическое представление системной математической модели конструкции. Ограничения при проектировании. Состав ограничений при проектировании. Ограничения на методы проектирования. Ограничения на результат проектирования.

Компоновка и несущие конструкции электронных средств. Компоновка. Функциональный узел. Моноблок. Задачи компоновки. Общая методология проектирования. Метод инверсия или «сделай наоборот». Метод аналогии или метод прецедента. Метод комбинирования. Метод компенсации. Метод динамизации. Метод агрегатирования. Методы выполнения компоновочных работ. Аналитические и модельные методы. Вопросы эргономики при проектировании ЭС. Эргономика. Физиологические требования. Психофизиологические требования. Психологические требования .Факторы, определяющие время получения информации. Факторы, определяющие время оценки и переработки информации. Общие правила разработки системы человек-машина. Требования к рабочему месту оператора. Техническая эстетика в проектировании ЭС. Дизайн. Принцип повторяемости. Принцип соподчиненности. Принцип соразмерности. Принцип равновесия. Принцип единства. Проектирование несущих конструкций. Разновидности несущих конструкций ЭС. Каркасная, панельная, коробчатая, бескаркасные, типа «шасси-панель» несущие конструкции. Особенности конструкций деталей, изготавливаемых литьём под давлением. Особенности конструкции штампованных деталей в ЭС.

Обеспечение передачи информации. Проектирование линий связи. Виды электрического монтажа. Виды линий связи. Основные требования, предъявляемые к электрическому монтажу. Классификация электрических линий связи. Виды электрического монтажа. Проектирование объемного монтажа. Монтажные провода. Свитая пара (витая пара). Коаксиальный кабель. Плоский ленточный кабель. Волоконно-оптические линии связи.

Проектирование печатного монтажа. Преимущества печатного монтажа. Недостатки печатного монтажа. Этапы разработки конструкции радиоэлектронного устройства с применением печатных плат (ПП). Классификация печатных плат: по технологии производства и по конструкции. Основные требования к проектированию печатного монтажа. Класс точности ПП. Шаг координатной сетки. Материал основания ПП. Габариты ПП. Конструктивные покрытия ПП. Топологическое проектирование печатных плат. Особенности конструирования печатных плат с поверхностно плоскостным монтажом компонентов. Особенности оформления чертежа печатной платы.

4 Защита электронных средств

Защита электронных средств от воздействия окружающей среды. Влияние климатических факторов на конструкцию. Климатические факторы. Коррозия. Герметизация электронных средств. Полная герметизация. Герметизация сваркой. Герметизация с помощью паяного демонтируемого соединения. Герметизация с помощью уплотнительных прокладок. Защитные покрытия. Металлические покрытия. Неметаллические неорганические покрытия. Лакокрасочные покрытия. Диффузионные покрытия. Влагозащита пропиткой и заливкой.

Основы защиты РЭС от тепловых воздействий. Нормальный тепловой режим. Охлаждение аппаратуры. Теплопроводность, конвекция, тепловое излучение. Теплоотвод кондукцией (теплопроводность). Теплоотвод конвекцией. Принудительное воздушное охлаждение. Системы охлаждения электронных средств. Воздушные, жидкостные, испарительные, кондуктивные, радиационные, специальные и комбинированные системы охлаждения.

Основы защиты электронных средств от механических воздействий. Виды и источники эксплуатационных механических воздействий. Вибрация, удар, линейное ускорение, акустические шумы, давление, комбинированные воздействия. Виды отказов и нарушения функционирования электронных средств при механических воздействиях. Защита от механических воздействий. Конструкция как колебательная система. Амортизация конструкции.

Защита аппаратуры от воздействия помех. Понятие «электромагнитная совместимость». Источники, приемники и классификация помех. Способы снижения помех. Применение индивидуальных сглаживающих конденсаторов. Помехоподавляющие фильтры. Использование металлического листа в качестве «земли». Использование сплошных металлических прокладок в качестве шин питания. Применение экранов.

2.3 Курсовой проект

Целью выполнения курсового проекта по дисциплине «Конструирование измерительных приборов» является получение навыков проектирования изделий, приборов и их корпусов.

В результате выполнения курсового проекта формируются компетенции УК-2, ПК-3.

Содержание курсового проекта.

Расчет конструкторских параметров печатных плат. Выполнение компоновки печатного узла и изделия в целом. Выполнение трассировки печатной платы. Разработка корпус прибора (электронного средства). Выбор метода изготовления корпуса. Разработать комплект конструкторской документации.

Примерная тематика курсовых работ.

1. «Разработка корпуса микромощного стереопередатчика».

2. «Разработка корпуса прибора для расширения интервала напряжения сети трансформаторных блоков».

Тематика курсовых проектов может быть типовой, направленной на решение учебных задач, а также может основываться на фактическом материале организаций, на материале, собранном обучающимся в ходе производственных практик, на результаты научных исследований и должна охватывать наиболее важные разделы дисциплины, соответствовать примерным темам, указанным в рабочей программе дисциплины.

Задание курсового проекта оформляется индивидуально для каждого студента.

Курсовой проект включает следующие этапы:

1. Анализ принципа функционирования устройства.
2. Рассчитать конструкторские параметров печатных плат.
3. Выполнить компоновку печатного узла и изделия в целом.
4. Выполнить трассировку печатной платы.
5. Разработать корпус прибора (электронного средства).
6. Выбрать метод изготовления корпуса.
7. Разработать комплект конструкторской документации (чертеж печатной платы, чертеж печатного узла, сборочный чертеж прибора, чертежи корпуса).

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.

Графический материал оформляются согласно требованиям ЕСКД и ЕСТД.

Пример типового задания на курсовое проектирование
по «Конструирование измерительных приборов» для студентов 4-го курса
направления 12.03.01 (8-й семестр)
Вариант 1

Тема: «Разработка печатного узла и корпуса таймера с автоотключением от сети и корпуса изделия».

Перечень подлежащих разработке вопросов:

– анализ принципа функционирования устройства;

– анализ технологичности изделия;

– расчет конструктивных параметров печатной платы (размеров печатной платы; диаметров и количества монтажных отверстий; диаметров контактных площадок; минимального расстояния между центрами двух соседних отверстий для прокладки нужного количества проводников);

– расчет ширины проводников;

– трассировка печатной платы;

– разработка конструкции корпуса прибора.

Перечень графического материала:

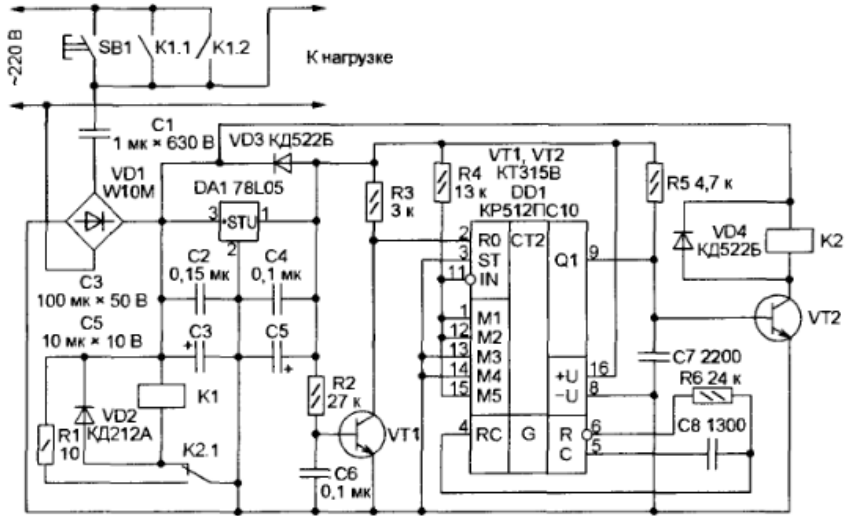
– электрическая принципиальная схема с перечнем элементов;

– чертеж печатной платы;

– сборочный чертеж печатного узла со спецификацией;

– чертеж корпуса прибора.

Исходные данные: электрическая принципиальная схема и описание устройства приведены в журнале «Радио» № 3–2007г.



Пример типового задания на курсовое проектирование
по «Конструирование измерительных приборов» для студентов 4-го курса
направления 12.03.01 (8-й семестр)
Вариант 2

Тема: «Разработка печатного узла и корпуса активной рамочной антенны и корпуса изделия».

Перечень подлежащих разработке вопросов:

– анализ принципа функционирования устройства;

– анализ технологичности изделия;

– расчет конструктивных параметров печатной платы (размеров печатной платы; диаметров и количества монтажных отверстий; диаметров контактных площадок; минимального расстояния между центрами двух соседних отверстий для прокладки нужного количества проводников);

– расчет ширины проводников;

– трассировка печатной платы;

– разработка конструкции корпуса прибора.

Перечень графического материала:

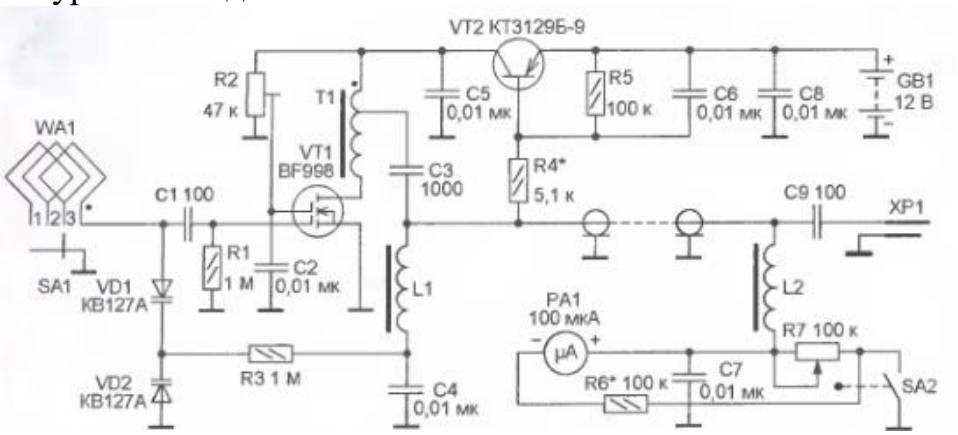
– электрическая принципиальная схема с перечнем элементов;

– чертеж печатной платы;

– сборочный чертеж печатного узла со спецификацией;

– чертеж корпуса прибора.

Исходные данные: электрическая принципиальная схема и описание устройства приведены в журнале «Радио» № 7–2007г.



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 разделам дисциплины, вопросы на занятиях	ИД-1 $_{УК-2}$, ИД-1 $_{ПК-3}$
Лабораторные работы	Вопросы к лабораторным работам	ИД-2 $_{УК-2}$, ИД-3 $_{УК-2}$, ИД-2 $_{ПК-3}$, ИД-3 $_{ПК-3}$
Практические занятия	Индивидуальные задания, вопросы для подготовки к практическим занятиям	ИД-2 $_{УК-2}$, ИД-3 $_{УК-2}$, ИД-2 $_{ПК-3}$, ИД-3 $_{ПК-3}$
Курсовая работа (курсовой проект)	Оценка этапов выполнения курсового проекта, согласно заданию	ИД-4 $_{УК-2}$, ИД-4 $_{ПК-3}$
Самостоятельная работа	Вопросы для самоподготовки, тестирование	ИД-1 $_{УК-2}$, ИД-2 $_{УК-2}$, ИД-3 $_{УК-2}$, ИД-4 $_{УК-2}$, ИД-1 $_{ПК-3}$, ИД-2 $_{ПК-3}$ ИД-3 $_{ПК-3}$, ИД-4 $_{ПК-3}$

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. Конструкторское проектирование

а) совокупность проектных процедур для получения описаний конструкции объекта

б) необходимые расчеты для получения конструкции объекта

в) разработка сборочных чертеж узлов, входящих в объект

г) только разработка чертежей

2. Постановка задачи, решаемой с помощью проектируемого измерительного средства осуществляется на

а) этапе предпроектной подготовки

б) эскизного проектирования

в) технического проектирования

г) это не обязательный этап

3. Технические требования к проектируемому прибору составляются на этапе

а) этапе предпроектной подготовки

б) эскизного проектирования

в) технического проектирования

г) могут отсутствовать

4. Совокупность конструкторских документов, содержащих окончательные технические решения, дающие полное представление об устройстве разрабатываемого изделия

а) эскизный проект

б) технически проект

в) рабочий проект

г) сборочный чертеж

5. Конструктора

а) определяют идеологию построения системы, ее структуру, а также устанавливают функции входящих устройств, обосновывают и выбирают элементную базу, разрабатывают логическую и схемную реализацию ЭС, математическое обеспечение.

б) осуществляют конструирование системы в целом и ее составных частей (сборочных единиц, деталей) на основании схемотехнических решений

в) разрабатывают технологические процессы изготовления компонентов (деталей, узлов) и сборки ЭС

г) разрабатывают необходимую для производства ЭС оснастку и специальное технологическое оборудование

Примеры тем устных опросов на занятиях:

1. Основные понятия и определения. Понятие «прибор». Этапы развития электронных средств.

2. Основные этапы разработки электронных средств, измерительных приборов.

3. Понятие о CALS-технологии при проектирование измерительных приборов.

4. Требования, предъявляемые к измерительным приборам.

5. Обеспечение надежности измерительных приборов.

6. Модульный принцип конструирования радиоэлектронной аппаратуры.

7. Программы для проектирования печатных плат.

8. Стандартизация разработки электронной аппаратуры.

9. Регулировка, контроль и испытания аппаратуры.

10. Общая характеристика процесса проектирования электронных средств, измерительных приборов.

11. Компоновка и несущие конструкции электронных средств.

12. Обеспечение передачи информации. Проектирование линий связи.

13. Проектирование печатного монтажа.

14. Защита электронных средств от воздействия окружающей среды.

15. Основы защиты РЭС от тепловых воздействий.

16. Основы защиты электронных средств от механических воздействий.

17. Защита аппаратуры от воздействия помех.

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

Примеры вопросов для подготовки к практическим занятиям:

1. Что такое измерение?

2. Что такое контроль?

3. От чего зависит выбор измерительного прибора для контроля линейных размеров?

4. Какие средства измерения могут применяться для контроля линейных размеров?

5. Как влияют климатические факторы на работоспособность прибора?

Текущий контроль выполнения курсового проекта осуществляется в ходе проведения плановых консультаций.

Примеры вопросов для самоподготовки:

1. Перечислите количественные характеристики надежности.

2. Что такое кривая «жизни» изделия?

3. Какие этапы выделяют на кривой «жизни» изделия?

4. Сколько уровней иерархии у аппаратуры?

5. Что такое ЕСКД?

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. На каком этапе конструирования разрабатывается договор между заказчиком и исполнителем:

а) на подготовительном

б) на этапе создания технического задания

в) на этапе разработки структурной схемы

г) на этапе эксплуатации

2. К входным параметрам ЭС относятся:

а) масса

б) стоимость

в) уровень напряжения питания

г) температура

д) параметры механических воздействий

3. К выходным параметрам ЭС относятся:

а) масса

б) стоимость

в) уровень напряжения питания

г) температура

д) параметры механических воздействий

4. Средняя наработка на отказ это

а) среднее значение наработки ремонтируемого изделия между отказами

б) значение наработки до первого отказа

в) наработка изделия, до завершения которой изготовитель гарантирует и обеспечивает выполнение определенных требований к изделию, при условии соблюдения потребителем

г) время работы изделия от одного включения до другого

5. Гарантийная наработка это

а) среднее значение наработки ремонтируемого изделия между отказами

б) значение наработки до первого отказа

в) наработка изделия, до завершения которой изготовитель гарантирует и обеспечивает выполнение определенных требований к изделию, при условии соблюдения потребителем

г) время работы изделия от одного включения до другого

6. Два или более изделия, не соединенные на предприятии изготовителе сборочными операциями и предназначенные для выполнения одной цели это

а) комплект

б) комплекс

в) сборочная единица

г) совокупность деталей

7. Система, состоящая из системного блока, монитора, клавиатуры, мыши это:

а) комплект

б) комплекс

в) сборочная единица

г) детали

8. Сборочная единица, предназначенная для самостоятельного эксплуатационного применения это

а) прибор

б) блок
в) узел
г) деталь

9. Печатная плата, у которой рисунок располагается с двух сторон это:
а) односторонняя печатная плата
б) двухсторонняя печатная плата
в) многослойная печатная плата
г) трехслойная печатная плата

10. По плотности проводящего рисунка (ГОСТ 32751-86) печатные платы и гибкие печатные платы делятся на:
а) пять классов
б) десять классов
в) два класса
г) девять классов

Примеры экзаменационных вопросов:

1. Конструкция ЭС.
2. Подсистемы РЭС.
3. Жизненный цикл конструкции изделия.
4. Внешние и внутренние параметры ЭС и этапы проектирования
5. Системный подход к проектированию ЭС. Принципы целостности, многоаспектности, иерархичности и целевой принцип.

Оценочные материалы для защиты курсового проекта, включают вопросы, задаваемые при защите курсового проекта. Пример вопросов:

1. Поясните принцип работы.
2. В какой программе Вы выполняли трассировку печатной платы?
3. К какому типу относится полученная Вами печатная плата?
4. Из какого материала корпус прибора?
5. Какие типы корпусов у элементов на печатном узле?

3.3 Оценка успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) 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 – Балльные 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
7 семестр				
Тестирование	5	5	10	20
Устный опрос на занятии	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе	3	-	9	12
Выполнение индивидуальных заданий по практике	5	3	4	12
Итого (максимум за период)	**15**	**10**	**25**	**50**
Экзамен				**50**
Итого				**100**
8 семестр				
Тестирование	10	10	10	**30**
Устный опрос на занятии	3	4	3	**10**
Выполнение индивидуальных заданий по практике	2	6	2	**10**
Итого (максимум за период)	15	20	15	**50**
Экзамен				**50**
Итого				**100**

Таблица 3.3 – Балльные 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 расчета конструктивных параметров печатной платы	10			10
Проверка трассировки печатной платы, правильности оформления конструкторской документации на печатную плату и узел		30		30
Проверка правильности разработанной конструкции корпуса и чертежей на него			30	30
Итого (максимум за	10	30	30	70

период)				
Защита 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. Щепетов, А. Г. Основы проектирования приборов и систем: учебник и практикум для вузов / А. Г. Щепетов. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 458 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/450678.

2. Марков, А. В. Основы проектирования измерительных приборов: учебное пособие / А. В. Марков. – Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2014. – 48 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/63692.

3. Шишмарёв, В. Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 377 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://urait.ru/bcode/447758.

4.1.2 Дополнительная литература

1. Ненашев А. П. Конструирование радиоэлектронных средств. Учебник. М.: Высшая школа, 1990 – 432с.

2. Молдабаева, М. Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматики: учебное пособие / М. Н. Молдабаева. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 332 с. [Электронный ресурс]– Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/124629.

3. Мылов, Г.В. Методологические основы автоматизации конструкторско-технологи-ческого проектирования гибких многослойных печатных плат / Г. В. Малов, А. И. Таганов. М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 168 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55673#book_name.

4.1.3 Методическая литература к выполнению практических и/или лабораторных работ

1. Методические материалы к практическим занятиям по дисциплине «Конструирование измерительных приборов» в электронном виде (место хранения кафедра приборостроения).

2. Методические материалы по курсовому проектированию по дисциплине «Конструирование измерительных приборов» в электронном виде (место хранения кафедра приборостроения).

3. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Конструирование измерительных приборов» 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. Туктарова В. В. «Конструирование измерительных приборов» [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/content/listContentEditable.jsp?content_id=_250027_1&course_id=_13501_1&mode=reset. Идентификатор курса: 17_Chistopol_Tuktarova_KIP

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. Информационная справочная система в области технического урегулирования «Техэксперт».
5. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL: http://library.kai.ru/.

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 (про-

		ектор или интерактивная доска, компьютер, система звукового сопровождения отображаемых видеоматериалов)
Практические занятия	Компьютерный класс	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска. Аудитория, оснащенная ПЭВМ, объединенных в ЛВС с выходом в Интернет
Лабораторные занятия	Компьютерный класс	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска. Аудитория, оснащенная ПЭВМ, объединенных в ЛВС с выходом в Интернет
Курсовой проект	Кабинет курсового проектирования	Учебная мебель: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя, доска. Аудитория, оснащенная ПЭВМ с выходом в интернет
Самостоятельная работа	Аудитория для самостоятельной работы	Библиотечный фонд: печатные издания и ЭБС рабочие места, оборудованные ПЭВМ с выходом в интернет (Wi-Fi), МФУ, принтер

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		Лицензионное
2	Microsoft Office		Лицензионное
3	КОМПАС-3D v.17		Лицензионное
4	Информационная справочная система в области технического регулированиям «Техэксперт»		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		