

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Алибаев Тимур Лазович

Должность: Ректор КНИТУ-КАИ

Дата подписания: 14.07.2023 08:55:51

Уникальный идентификатор:

ce18e3553e80ba3a2b33b130161c224f1877875a

**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»

УТВЕРЖДЕНО:

Ученым советом КНИТУ-КАИ  
(в составе ОП ВО)

**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

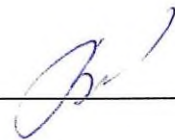
2023 г.

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

Разработчик:

Туктарова В.В., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры Приборостроение

от 26.05.23, протокол № 9.

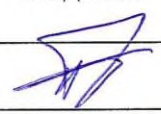
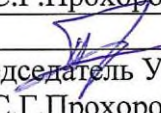

Заведующий кафедрой Приборостроение

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	26.05.23	9	 С.Г.Прохоров
ОДОБРЕНА	УМК филиала	30.05.23	4	 председатель УМК С.Г.Прохоров
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека	—	—	 Библиотекарь УМи ВО 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 з.е./час	Виды учебной работы, в т.ч. проводимые с использованием ЭО и ДОТ												
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)							Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, 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 сем.	5 ЗЕ/180	32	16	16	-	-	-	0,35	-	-	80	35,65	экзамен	
8 сем.	5 ЗЕ/180	16	-	16	-	3	-	0,35	-	69	40	35,65	экзамен	
<b>Итого</b>	<b>10 ЗЕ/360</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>0,7</b>	<b>-</b>	<b>69</b>	<b>120</b>	<b>71,3</b>		

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

Курс	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в з.е./час	Виды учебной работы, в т.ч. проводимые с использованием ЭО и ДОТ												
		Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебной работы (аудиторная работа)							Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа)					
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, 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	
4 курс	5 ЗЕ/180	8	4	8	-	-	-	0,35	-	-	151	8,65	экзамен	
4 курс	5 ЗЕ/180	8	4	8	-	3	-	0,35	-	69	79	8,65	экзамен	
<b>Итого</b>	<b>10 ЗЕ/360</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>0,7</b>	<b>-</b>	<b>69</b>	<b>230</b>	<b>17,3</b>		

## 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
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 <sub>УК-2</sub> . В рамках цели проекта формулирует совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
		ИД-2 <sub>УК-2</sub> . Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
		ИД-3 <sub>УК-2</sub> . Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время
		ИД-4 <sub>УК-2</sub> . Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта
ПК – 3	Способен анализировать, рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Идентифицирует и классифицирует типовые системы, приборы, детали и узлы
		ИД-2 <sub>ПК-3</sub> Анализирует в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы
		ИД-3 <sub>ПК-3</sub> Рассчитывает в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы
		ИД-4 <sub>ПК-3</sub> Конструирует в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы

## 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 (модуля)	Всего (час)	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (в час)			Самостоятельная работа (проработка учебного материала), выполнение курсовой работы/проекта, подготовка и ПА, самоподготовка
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	
<b>7 семестр</b>					
1 Конструирование измерительных приборов и электронных средств	84	22	4	8	50
2 Особенности проектирования электронных измерительных приборов	60	10	12	8	30
Курсовая работа/проект	-	-	-	-	-
Промежуточная аттестация	36	-	-	-	36
<b>Итого за семестр</b>	<b>180</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>116</b>
<b>8 семестр</b>					
3 Конструирование функциональных узлов, блоков электронных измерительных приборов и линий связи	56	12	-	14	30
4 Защита электронных средств	16	4	-	2	10
Курсовая работа/проект	72	-	-	-	72
Промежуточная аттестация	36	-	-	-	36
<b>Итого за семестр</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>148</b>
<b>Всего:</b>	<b>360</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>264</b>

#### 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 средство. 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 проектировании 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 плат.

Стандартизация разработки электронной аппаратуры. Стандартизация конструкций. Преимущество. 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, теоретический 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 равнове-



сия. 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 оформляется 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».

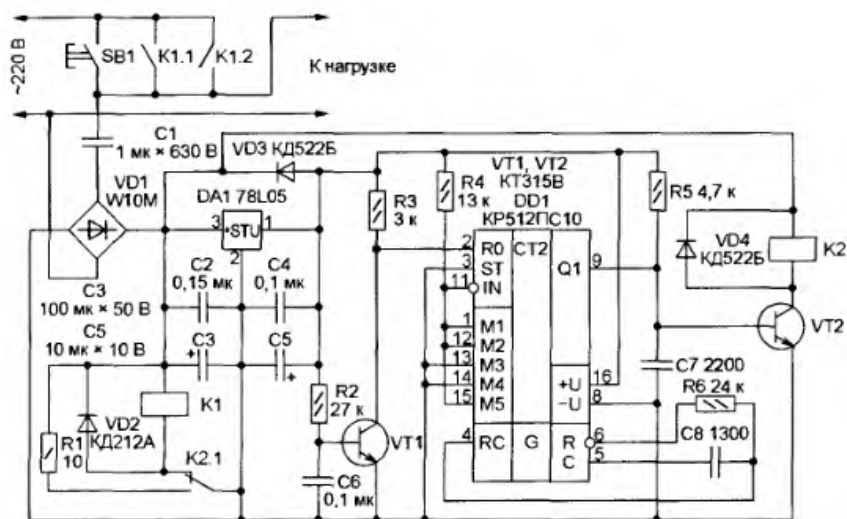
Перечень подлежащих разработке вопросов:

- 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**

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля).

Промежуточная аттестация обеспечивает оценивание промежуточных результатов обучения по дисциплине (модулю).

Комплект оценочных материалов представляет собой совокупность оценочных средств (комплекс заданий различного типа с ключами правильных ответов, включая критерии оценки), используемых при проведении оценочных процедур (текущего контроля, промежуточной аттестации) с целью оценивания достижения обучающимися результатов обучения по дисциплине (модулю).

Комплект оценочных материалов (текущего и промежуточного контроля), необходимых для оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) представлен в виде отдельного документа по дисциплине (модулю) и хранится на кафедре-разработчике в бумажном или электронном виде.

#### **3.1 Оценка успеваемости обучающихся**

Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой по 100-балльной шкале. Пересчет суммы баллов в традиционную оценку представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Шкала оценки на промежуточной аттестации

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

## **4 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **4.1.1 Основная литература**

1. Конструирование и технология производства приборов и систем : учебное пособие / П. П. Пивнев, С. П. Тарасов, И. А. Кириченко, А. П. Волошенко ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. - 143 с. - ISBN 978-5-9275-3311-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1088193> (дата обращения: 06.07.2023). – Режим доступа: по подписке.

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>.

#### **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-технологического 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](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. Методические указания по самостоятельной работе (место хранения 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](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. Научно-техническая библиотека КНИТУ-КАИ. URL: <https://kai.ru/web/naucno-tehniceskaa-biblioteka>.

5. Единое окно доступа к информационным ресурсам. URL: <http://window.edu.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	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
-----------------------------------	--	---



	лаборатории	
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)
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 регулирования «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 изме- нений	Содержание изменений	«Согласовано» заведующий кафед- рой, реализующей дисциплину