

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»  
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

 Матвеев П.В.

(подпись) ФИО

« 31 » 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТИПОВЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ

Направление/специальность подготовки	27.03.01 Стандартизация и метрология
Специализация/профиль/программа подготовки	Стандартизация, управление качеством и метрология
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	О Естественнoнаучный
Выпускающая кафедра	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Кафедра-разработчик рабочей программы	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)								ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
				АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	51	34	0	17	57	0	0	57	зач.
4	7	5	180	85	17	17	51	95	36	0	59	экз.
ВСЕГО		8	288	136	51	17	68	152	36	0	116	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

**27.03.01 Стандартизация и метрология**

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА  
Жаркой Михаил Филиппович, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА**

Заведующий кафедрой Марков А.В., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА**

Заведующий кафедрой Марков А.В., д.т.н., проф.



# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТИПОВЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-1.2 — способность принимать участие в организации работ по контролю точности технологического оборудования и оснастки, проводить экспериментальные исследования с целью повышения качества продукции, применять компьютерные программы для реализации конструкторско-технологических решений

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПСК-1.2**

*знания:*

- основных тенденций развития приборостроительной техники и технологии;
- проблем, решаемых с применением знаний по конструированию приборов и устройств;
- объем и содержание основных видов инженерно-конструкторской деятельности при разработке

электронных приборов;

- элементной базы приборов и систем, направления ее совершенствования и развития.
- основных методов, используемых при конструировании электронных приборов;
- конструкторско-технологические основы проектирования микроэлектронной аппаратуры;
- классификации и конструкторско-технологические характеристики современной элементной

базы приборов;

- взаимосвязь эффективности конструкторско-технологических решений с конкретными условиями производства;

*умения:*

- прогнозировать результаты конструкторских решений и оптимизировать их для конкретных условий производства;

- выбирать способы, методы и средства решения задач по конструированию приборов и устройств;

- владеть современными методами конструкторско-технологического проектирования электронных и микроэлектронных приборов;

- применения НД и справочной литературы при решении конструкторско-технологических задач;

- владеть методами решения проектно-конструкторских и технологических задач с использованием современных программных продуктов;

- разрабатывать и оформлять проектно-конструкторскую и технологическую документацию для изделий приборостроительной отрасли;;

*навыки:*

- системного подхода к конструкторско-технологическому проектированию типовых приборов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТИПОВЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *27.03.01 Стандартизация и метрология*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **УЧЕБНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **АВТОМАТИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЙ, ИСПЫТАНИЙ И КОНТРОЛЯ, МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин
- ОПК-8 — Способен разрабатывать техническую документацию (в том числе и в электронном виде), связанную с профессиональной деятельностью с учетом действующих стандартов качества
- ПСК-1.1 — Способен выполнять выбор первичных датчиков и элементов измерительной системы, компьютерных программ для моделирования измерительных процессов, разрабатывать и внедрять специальные средства измерений для обеспечения точных измерений при определении действительных значений контролируемых параметров
- ПСК-1.2 — Способен принимать участие в организации работ по контролю точности технологического оборудования и оснастки, проводить экспериментальные исследования с целью повышения качества продукции, применять компьютерные программы для реализации конструкторско-технологических решений
- 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

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
3	6	<b>Раздел 1. Введение.</b> Дидактическая единица 1. Цели и задачи дисциплины. Библиография. Основные понятия. Классификация приборов по назначению и условиям эксплуатации.	4	2	2	0	0	2	10
3	6	<b>Раздел 2. Методологические основы конструирования приборной аппаратуры.</b> Дидактическая единица 2. Конструкторско-технологическое проектирование приборов. Принципы и методы конструирования. Дидактическая единица 3. Стадии разработки конструкторской документации. Технологичность конструкций приборов.	12	8	4	0	4	4	2
3	6	<b>Раздел 3. Несущие конструкции приборов.</b> Дидактическая единица 4. Структурные уровни конструкций приборов. Конструкционные системы. Дидактическая единица 5. Базовые не-сущие конструкции и технология их изготовления.	8	4	4	0	0	4	3
3	6	<b>Раздел 4. .Элементная база приборов.</b> Дидактическая единица 6. Конструкторско-технологические характеристики элементной базы общего применения. Дидактическая единица 7. Элементная база для поверхностного монтажа.	18	6	4	0	2	12	10
3	6	<b>Раздел 5. Конструирование и производство печатных узлов.</b> Дидактическая единица 8. Конструкторско-технологическое проектирование печатных узлов. Технология поверхностного монтажа компонентов (ТПМК). Дидактическая единица 9. Автоматизация конструкторско-технологического проектирования печатных узлов. Дидактическая единица 10. Типовые технологические процессы сборки и монтажа печатных узлов.	37	17	6	0	11	20	5
3	6	<b>Раздел 6. .Конструирование модулей высших структурных уровней.</b> Дидактическая единица 11. Конструирование модулей 2 и 3 уровней разукрупнения.	4	2	2	0	0	2	10
3	6	<b>Раздел 7. Теплофизическое конструирование приборов и устройств.</b> Дидактическая единица 12. Виды теплопередачи. Критериальные уравнения теплопередачи. Тепловые модели блоков, общий случай теплопередачи. Средства обеспечения тепловых режимов приборов.	8	4	4	0	0	4	5
3	6	<b>Раздел 8. Защита конструкций приборов от внешних воздействий.</b> Дидактическая единица 13. Виды климатических воздействий и методы защиты от них. Дидактическая единица 14. Защита конструкций приборов от механических воздействий. Дидактическая единица 15. Электромагнитные связи в конструкциях приборов. Экранирование электрических, магнитных и электромагнитных полей.	17	8	8	0	0	9	5
Всего за 6 семестр			108	51	34	0	17	57	50
4	7	<b>Раздел 9. Микроминиатюризации приборов.</b> Дидактическая единица 16. Этапы микроминиатюризации приборов. Классификация микроразборной аппаратуры. Терминология.	6	2	2	0	0	4	5
4	7	<b>Раздел 10. Конструирование и производство пленочных микросборок (МСБ) и гибридных интегральных схем (ГИС) электронных узлов.</b> Дидактическая единица 17. Конструкция и основные элементы тонкопленочных МСБ и ГИС. Подложки МСБ и ГИС. Дидактическая единица 18. Методы получения тонких пленок. Термическое вакуумное напыление, катодное и ионно-плазменное распыление, магнетронное распыление. Дидактическая единица 19. Методы формирования структур МСБ и ГИС. Масочный процесс. Методы фотолитографии. Дидактическая единица 20. Конструкция пассивных элементов МСБ и ГИС. Параметры качества тонкопленочных элементов и проблемы его обеспечения. Дидактическая единица 21. Конструкторско-технологическое проектирование тонкопленочной МСБ.	58	34	2	8	24	24	8
4	7	<b>Раздел 11. Конструирование и производство толстопленочных МСБ и ГИС.</b> Дидактическая единица 22. Метод изготовления толстопленочных элементов с использованием трафаретной печати. Параметры пассивных толстопленочных резисторов, конденсаторов и индуктивностей.	16	6	2	4	0	10	7
4	7	<b>Раздел 12. Конструкторско-технологическое проектирование печатных узлов на основе ТПМК и МСБ.</b> Дидактическая единица 23. Разработка конструкции и техпроцесса монтажа и сборки печатных узлов с применением поверхностно- монтируемых компонентов и микро-сборок.	44	18	0	0	18	26	8
4	7	<b>Раздел 13. Технологические основы производства полупроводниковых ИС.</b> Дидактическая единица 24. Структуры кристалла полупроводниковых ИС. Принципы интегральной техно-логии. Дидактическая единица 25. Базовые техпроцессы полупроводниковой технологии. Получение полупроводниковых материалов. Термическое окисление полупроводника, литография, эпитаксия, легирование, травление. Дидактическая единица 26. Элементы полупроводниковых ИС. Изоляция элементов, полупроводниковые резисторы и конденсаторы, интегральные n-p-n транзисторы, МОП - и КМОП – транзисторы. Дидактическая единица 27. Специфика технологии БИС и СБИС. Дидактическая единица 28. Параметры качества полупроводниковых ИС и их контроль.	29	13	8	0	5	16	5
4	7	<b>Раздел 14. Сборка и герметизация ИС и ГИС.</b> Дидактическая единица 29. Разделение пластин и подложек, монтаж кристаллов и плат. Дидактическая единица 30. Электро-монтажные соединения. Дидактическая единица 31. Способы защиты ИС и ГИС, типы корпусов.	24	11	2	5	4	13	7
4	7	<b>Раздел 15. Современные методы монтажа микроразборных изделий.</b> Дидактическая единица 32. Специфика изготовления МКМ, «кристалл на	3	1	1	0	0	2	10

	плате», 3D-интеграции структур.							
Всего за 7 семестр		180	85	17	17	51	95	50
Всего по дисциплине		288	136	51	17	68	152	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Методологические основы конструирования приборной аппаратуры.	Разработка ТЗ на конструирование и технологию производства печатных узлов приборной аппаратуры	4
2	Раздел 4. Элементная база приборов.	Выбор элементной базы с учетом схемотехнических, конструкторско-технологических и эксплуатационных требований.	2
3	Раздел 5. Конструирование и производство печатных узлов.	Конструкторско-технологическое проектирование печатных узлов.	2
4		Автоматизированное проектирование печатной платы	2
5		Конструкторско-технологическое проектирование печатного узла с применением программы «Dip-Trace» («Multisim»)	5
6		Типовые технологические процессы сборки и монтажа печатных узлов.	2
Всего за 6 семестр			17
7	Раздел 10. Конструирование и производство пленочных микросборок (МСБ) и гибридных интегральных схем (ГИС) электронных узлов.	Разработка конструкции МСБ.	2
8		Тепловой расчет, анализ паразитных связей и надежности МСБ.	2
9		Разработка техпроцесса изготовления МСБ.	2
10		Конструкция и основные элементы пленочных МСБ и ГИС	2
11		Подложки МСБ и ГИС.	2
12		Методы формирования структур МСБ и ГИС. Масочный процесс.	2
13		Параметры качества пленочных элементов и проблемы его обеспечения.	2
14		Цели и задачи курсового проекта. Согласование тем и заданий по курсовому проекту. Анализ заданной электрической принципиальной схемы и выбор элементной базы.	2
15		Выбор технологии изготовления пленочной МСБ и метода формирования. Расчет пленочных элементов и выбор навесных компонентов. Разработка топологии платы МСБ	2
16		Методы фотолитографии и трафаретной печати при создании пленочных структур.	4
17		Конструкции тонко- и толстопленочных резистивныхборок.	2
18	Раздел 12. Конструкторско-технологическое проектирование печатных узлов на основе ТПМК и МСБ.	Размещение и трассировка элементов на печатной плате	2
19		Расчет параметров проводящего рисунка	2
20		Расчет механической прочности печатного узла	2
21		Расчет теплового режима печатного узла	2
22		Оценка уровня качества конструкции.	2
23		Разработка конструкторской документации на печатный узел.	2
24		Разработка техпроцесса сборки печатного узла.	2
25		Выбор типа и технологии печатной платы.	2
26		Выбор класса точности, габаритных размеров,	2

		материала, толщины, шага координатной сетки.	
27	Раздел 13. Технологические основы производства полупроводниковых ИС.	Базовые техпроцессы полупроводниковой технологии. Получение полупроводниковых материалов.	2
28		Термическое окисление полупроводника, литография, эпитаксия	2
29		Легирование. Травление	1
30	Раздел 14. Сборка и герметизация ИС и ГИС.	Разделение пластин и подложек, монтаж кристаллов и плат. Методы корпусирования ИС.	2
31		Технология «кристалл на плате».	2
Всего за 7 семестр			51

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
Всего за 6 семестр			0
1	Раздел 10. Конструирование и производство пленочных микросборок (МСБ) и гибридных интегральных схем (ГИС) электронных узлов.	Методы получения тонких плёнок на установках термовакуумного напыления.	4
2		Исследование влияния технологи-ческих факторов термовакуумного напыления на качество тонкопле-ночных резисторов.	4
3	Раздел 11. Конструирование и производство толстопленочных МСБ и ГИС.	Тестовый контроль параметров эле-ментов толстопленочных микросборок.	4
4	Раздел 14. Сборка и герметизация ИС и ГИС.	Исследование качества микросварных соединений проволочных выводов интегральных схем, выполнен-ных контактной сваркой	3
5		Исследование влияния температуры на характеристики МОП- транзисто-ров и биполярных транзисторов интегральных схем.	2
Всего за 7 семестр			17

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Ознакомление с рекомендуемой литературой и учебными пособиями.	2
2	Раздел 2. Методологические основы конструирования приборной аппаратуры.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
3	Раздел 3. Несущие конструкции приборов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к текущему контролю	4
4	Раздел 4. .Элементная база приборов.	Подготовка к текущему контролю. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних заданий.	12
5	Раздел 5. Конструирование и производство печатных узлов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к текущему контролю. Подготовка к практическим занятиям, Выполнение домашних заданий.	20
6	Раздел 6. .Конструирование модулей высших структурных уровней.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	2
7	Раздел 7. Теплофизическое конструирование приборов и	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой	4



	устройств.	литературе.	
8	Раздел 8. Защита конструкций приборов от внешних воздействий.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к текущему контролю.	9
<b>Всего за 6 семестр</b>			57
9	Раздел 9. Микроминиатюризации приборов.	Ознакомление с рекомендуемой литературой и учебными пособиями.	4
10	Раздел 10. Конструирование и производство пленочных микросборок (МСБ) и гибридных интегральных схем (ГИС) электронных узлов.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, оформление отчетов. Выполнение этапов курсового проекта.	24
11	Раздел 11. Конструирование и производство толстопленочных МСБ и ГИС.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	10
12	Раздел 12. Конструкторско-технологическое проектирование печатных узлов на основе ТПМК и МСБ.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к текущему контролю. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение этапов курсового проекта.	26
13	Раздел 13. Технологические основы производства полупроводниковых ИС.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	16
14	Раздел 14. Сборка и герметизация ИС и ГИС.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, оформление отчетов. Выполнение этапов курсового проекта.	13
15	Раздел 15. Современные методы монтажа микроэлектронных изделий.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к текущему контролю.	2
<b>Всего за 7 семестр</b>			95

### 3.5. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ исходных данных, изучение необходимых учебно-методических материалов и нормативной документации по теме КП. Анализ принципиальной электрической схемы и выбор элементной базы с учетом требований ТЗ. Выбор и обоснование типа, технологии и параметров печатной платы. Размещение и трассировка ЭРЭ.	5 - 6	2
Этап 2. Конструкторско-технологические расчеты печатной платы.	7 - 9	10
Этап 3. Конструкторско-технологическое проектирование печатного узла. Выполнение необходимых расчетов.	10 - 13	14
Этап 4. Разработка и оформление конструкторской и технологической документации. Оформление расчетно-пояснительной записки	14 - 15	8
Этап 5. Подготовка к защите курсового проекта	16 - 17	2
<b>Всего за 7 семестр</b>		36

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6						ДР		Тест		ДР	ДЗ			ДЗ	Тест, Колл	ДР	зач.
7				ЛР	КП	ДР	ЛР	Тест	КП	ДР	ЛР	КП	ЛР			ДР	КП

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Тест – тест;
- ДЗ – домашнее задание;
- ЛР – лабораторная работа;
- Колл – коллоквиум;
- КП – курсовой проект;
- зач. – зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- домашнее задание;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Шука. . Электроника. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008, эл. рес.
2. В. А. Валетов, Ю. П. Кузьмин, А. А. Орлова. . Технология приборостроения. СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2008, эл. рес.
3. Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств. М.: Академия, 2007, 81 экз.
4. Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат. М.: Форум, 2011, 5 экз.
5. М. Ф. Жаркой. . Основы конструирования и технологии производства изделий микросистемной аппаратуры. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
6. Н. К. Юрков. . Технология производства электронных средств. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://www.library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
4. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
5. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
6. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

1. Google Chrome.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Google Chrome.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Google Chrome.

### **6.4. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТИПОВЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению 27.03.01 *Стандартизация и метрология*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнoнаучный БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:  
ПСК-1.2 способность принимать участие в организации работ по контролю точности технологического оборудования и оснастки, проводить экспериментальные исследования с целью повышения качества продукции, применять компьютерные программы для реализации конструкторско-технологических решений.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными тенденциями развития приборостроительной техники и технологии.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- тест;
- домашнее задание;
- лабораторная работа;
- коллоквиум;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **8 з.е., 288 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**51 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**152 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 288 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 152 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение.</b>		
Ознакомление с рекомендуемой литературой и учебными пособиями.	Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (1) М. Ф. Жаркой. . Основы конструирования и технологии производства изделий микроэлектронной аппаратуры: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1) В. А. Валетов, Ю. П. Кузьмин, А. А. Орлова. . Технология приборостроения: СПб.: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2008 (1) Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (1) Н. К. Юрков. . Технология производства электронных средств: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (1)	2
Итого по разделу 1		2
<b>Раздел 2. Методологические основы конструирования приборной аппаратуры.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (2) Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (2) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (2)	4
Итого по разделу 2		4
<b>Раздел 3. Несущие конструкции приборов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к текущему контролю	Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии	4

	<p>радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (3)</p> <p>А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (3)</p> <p>Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (3)</p>	
Итого по разделу 3		4
<b>Раздел 4. .Элементная база приборов.</b>		
Подготовка к текущему контролю. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашних заданий.	<p>Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (4)</p> <p>А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (4)</p> <p>Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (4)</p>	12
Итого по разделу 4		12
<b>Раздел 5. Конструирование и производство печатных узлов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к текущему контролю. Подготовка к практическим занятиям, Выполнение домашних заданий.	<p>Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (5)</p> <p>А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (5)</p> <p>Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (5)</p>	20
Итого по разделу 5		20
<b>Раздел 6. .Конструирование модулей высших структурных уровней.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	<p>Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (6)</p> <p>А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (6)</p> <p>Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (6)</p>	2
Итого по разделу 6		2
<b>Раздел 7. Теплофизическое конструирование приборов и устройств.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	<p>А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (7)</p> <p>Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (7)</p> <p>Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (7)</p>	4
Итого по разделу 7		4
<b>Раздел 8. Защита конструкций приборов от внешних воздействий.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к текущему контролю.	<p>А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (8)</p> <p>Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (8)</p>	9

	Форум, 2011 (8) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (8)	
Итого по разделу 8		9
<b>Раздел 9. Микроминиатюризации приборов.</b>		
Ознакомление с рекомендуемой литературой и учебными пособиями.	Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (9) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (9) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (9)	4
Итого по разделу 9		4
<b>Раздел 10. Конструирование и производство пленочных микросборок (МСБ) и гибридных интегральных схем (ГИС) электронных узлов.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, оформление отчетов. Выполнение этапов курсового проекта.	Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (10) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (10) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (10)	24
Итого по разделу 10		24
<b>Раздел 11. Конструирование и производство толстопленочных МСБ и ГИС.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (11) Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (11) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (11)	10
Итого по разделу 11		10
<b>Раздел 12. Конструкторско-технологическое проектирование печатных узлов на основе ТПМК и МСБ.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к те-кущему контролю. Подготовка к практическим занятиям. Выполнение этапов курсового проекта.	А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (12) Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (12) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (12)	26
Итого по разделу 12		26
<b>Раздел 13. Технологические основы производства полупроводниковых ИС.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе.	А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (13) Е. В. Пирогова. . Проектирование и	16



	технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (13) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (13)	
Итого по разделу 13		16
<b>Раздел 14. Сборка и герметизация ИС и ГИС.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам, оформление отчетов. Выполнение этапов курсового проекта.	А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (14) Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (14) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (14)	13
Итого по разделу 14		13
<b>Раздел 15. Современные методы монтажа микроэлектронных изделий.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Подготовка к те-кущему контролю.	Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (15) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (15) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (15)	2
Итого по разделу 15		2

## **ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- коллоквиум;
- курсовой проект;
- тест;
- лабораторная работа;
- экзамен;
- зачет.

### **Критерии оценивания**

#### **Диагностическая работа**

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### **Домашнее задание**

Задания по темам практических занятий выполняются в часы занятий в компьютерных классах кафедры, оснащенный компьютерами с доступом в Интернет, предназначенный для работы в электронной образовательной среде.

Отчеты с результатами выполнения заданий по темам представляются в печатной или рукописной форме.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Основаниями для неприятия работы являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала;
- наличие ошибок.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- несоответствие результатов требованиям задания.

#### **Коллоквиум**

Итоговым контрольным мероприятием является коллоквиум, предусматривающий ответы студента на теоретические вопросы. При положительных ответах на вопросы преподавателя студент получает зачет. Студенты, набравшие по итогам выполнения контрольных мероприятий менее 3 баллов, для получения зачета должны положительно ответить на 2 дополнительных вопроса преподавателя. Вопросы к коллоквиуму расположены в УМК дисциплины.

#### **Курсовой проект**

Курсовой проект представляется в печатном виде. Студент допускается к защите при наличии расчетно-пояснительной записки, комплектов конструкторской и технологической документации, выполненной в соответствии с требованиями ЕСКД и ЕСТД. Содержание расчетно-пояснительной записки и объем конструкторской и технологической документации должен соответствовать заданию на курсовой проект. Защита курсового проекта проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателей.

Студент получает максимальную оценку:

- если содержание и оформление курсового проекта соответствуют установленным требованиям;
- если студент дал полные ответы на все вопросы преподавателей.

Основаниями для снижения оценки являются:

- небрежное выполнение до 1 балла;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие

указания единиц измерения на графиках) до 1 балла;

- отсутствие необходимых пояснений, расчетов, рисунков и ссылок на литературу до 0,5 балла;
- наличие ошибок в расчетах до 0,5 балла;
- допущенные ошибки при ответах на вопросы до 0,5 балла.

Курсовой проект не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов в расчетно-пояснительной записке;
- большого количества ошибок в расчетно-пояснительной записке;
- отсутствия необходимой конструкторской документации;
- отсутствия необходимой технологической документации;
- выполнение конструкторской и технологической документации с нарушениями требований ЕСКД и ЕСТД.

### **Тест**

Ответы на вопросы тестов представляются в рукописной форме. Тестовые задания считаются выполненными и зачитываются при правильных ответах на 70% вопросов (в тесте 10 вопросов). Тестовые вопросы приведены в УМК дисциплины.

### **Лабораторная работа**

Допуск к лабораторной работе

Допуск к выполнению ЛР возможен лишь при наличии у бригады подготовленных форм, необходимых для записи результатов измерений, и после положительных результатов собеседования по теме лабораторной работы.

Отчет по лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Выполнение лабораторной работы зачитывается после защиты отчета. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Основаниями для непринятия лабораторной работы являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала (наличие ошибок, неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках)

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений;
- отсутствие выводов.

Критерии оценки представлены в УМК дисциплины.

### **Экзамен**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Основанием для получения экзамена является сдача курсовой работы. Промежуточный контроль в форме экзамена оценивается положительно при ответе на 2 теоретических вопроса билета. Оценку «отлично» получает студент при полном, развернутом ответе на основные и дополнительные вопросы; «хорошо» - при несущественных погрешностях ответа; «удовлетворительно» - при существенных затруднениях при ответе.

### **Зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Зачет включает в себя ответы студента на 2 теоретических вопроса. Для получения зачета необходимо верно ответить на один вопрос.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия			
3	6	Раздел 1. Введение.	4	2	2	0	0	2	10	Коллоквиум, Домашнее задание, Тест, Лабораторная работа, Курсовой проект
3	6	Раздел 2. Методологические основы конструирования приборной аппаратуры.	12	8	4	0	4	4	2	Коллоквиум, Тест, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
3	6	Раздел 3. Несущие конструкции приборов.	8	4	4	0	0	4	3	Коллоквиум, Тест, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
3	6	Раздел 4. Элементная база приборов.	18	6	4	0	2	12	10	Коллоквиум, Тест, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
3	6	Раздел 5. Конструирование и производство печатных узлов.	37	17	6	0	11	20	5	Коллоквиум, Тест, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект

3	6	<b>Раздел 6. .Конструирование модулей высших структурных уровней.</b>	4	2	2	0	0	2	10	Коллоквиум, Тест, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
3	6	<b>Раздел 7. Теплофизическое конструирование приборов и устройств.</b>	8	4	4	0	0	4	5	Тест, Коллоквиум, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
3	6	<b>Раздел 8. Защита конструкций приборов от внешних воздействий.</b>	17	8	8	0	0	9	5	Тест, Коллоквиум, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
<b>Всего за 6 семестр</b>			108	51	34	0	17	57	50	
4	7	<b>Раздел 9. Микроминиатюризации приборов.</b>	6	2	2	0	0	4	5	Тест, Коллоквиум, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
4	7	<b>Раздел 10. Конструирование и производство пленочных микросборок (МСБ) и гибридных интегральных схем (ГИС) электронных узлов.</b>	58	34	2	8	24	24	8	Тест, Коллоквиум, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
4	7	<b>Раздел 11. Конструирование и производство толстопленочных МСБ и ГИС.</b>	16	6	2	4	0	10	7	Тест, Коллоквиум, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
4	7	<b>Раздел 12. Конструкторско-технологическое проектирование печатных узлов на основе ТПМК и МСБ.</b>	44	18	0	0	18	26	8	Тест, Коллоквиум, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект

4	7	<b>Раздел 13. Технологические основы производства полупроводниковых ИС.</b>	29	13	8	0	5	16	5	Тест, Коллоквиум, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
4	7	<b>Раздел 14. Сборка и герметизация ИС и ГИС.</b>	24	11	2	5	4	13	7	Тест, Коллоквиум, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
4	7	<b>Раздел 15. Современные методы монтажа микроэлектронных изделий.</b>	3	1	1	0	0	2	10	Тест, Коллоквиум, Домашнее задание, Лабораторная работа, Курсовой проект
<b>Всего за 7 семестр</b>			180	85	17	17	51	95	50	
<b>Всего по дисциплине</b>			288	136	51	17	68	152	100	