

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Трехгорный технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ТТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина

«31» \_\_\_\_\_ августа 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ТЕХНОЛОГИЯ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»**

**Направление подготовки:** 12.03.01 Приборостроение

**Профиль подготовки:** Информационно-измерительная техника и технологии

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

Трехгорный

2021

# **1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Технология приборостроения, как одна из основных дисциплин учебного плана подготовки бакалавров по направлению 12.03.01 «Приборостроения» включает в себя: изучение заготовок и деталей приборов; методов разработки и оснащения технологических процессов изготовления, сборки, юстировки и испытаний приборов; технологичность деталей и конструкции сборочных единиц; механизация и автоматизация процессов изготовления, сборки и испытаний приборов; технологии быстрых прототипов, типовых деталей приборов; хранение и транспортирование приборов.

## **1.1 Цель дисциплины**

Цель дисциплины «Технология приборостроения» является теоретическая и практическая подготовка студента-бакалавра в такой степени, чтобы он мог не только решать повседневные задачи, возникающие перед ним в производственных условиях, но и совершенствовать производство приборов, разрабатывать новые и новейшие технологии в областях изготовления, сборки и испытаний приборов.

## **1.2 Задачи дисциплины**

Задачами дисциплины «Технология приборостроения» является формирование у студентов достаточных знаний в области основ технологии приборостроения, позволяющих разрабатывать как типовые, так и оригинальные технологические процессы, анализировать их точностные и экономические характеристики, находить и принимать оптимальные решения в конкретных производственных условиях, использовать современные средства вычислительной и измерительной техники при решении технологических проблем.

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Технология приборостроения» относится к базовой части дисциплин учебного плана (Б1.Б.35).

### **3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1 Профессиональные компетенции**

Изучение дисциплины «Технология приборостроения» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

##### **профессиональных (ПК):**

- способен разрабатывать технологические процессы и техническую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов (ПК-4);
- способен внедрять технологические процессы производства и контроля качества приборов, комплексов и их составных частей (ПК-5);
- способен проектировать специальную оснастку, предусмотренную технологией изготовления приборов, комплексов и их составных частей (ПК-6);
- способен разрабатывать структурные и функциональные схемы приборных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования (ПК-5.1);
- способен разрабатывать конструкторскую и техническую документацию, включая инструкции по эксплуатации, программы испытаний и технические условия (ПК-5.2);
- способен принимать участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов измерительных устройств и систем (ПК-5.4);
- способен рассчитывать нормы выработки, технологические нормативы на расход материалов, заготовок, инструмента, выбирать типовое оборудование и проводить предварительную оценку экономической эффективности техпроцессов (ПК-5.5).

#### **3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

– порядок осуществления всех видов операций, входящих в технологический процесс; знать основные задачи и стадии проектирования, состав конструкторских и технологических документов; знать принципы и механизм разработки технической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов;

– методы изготовления приборов и способы организации их производства; знать методики и технические средства контроля и испытаний; знать способы повышения производительности труда, технического уровня и эффективности производства;

– виды технологических процессов изготовления приборов, комплексов и их составных частей; знать виды технологических процессов сборки приборов и комплексов;

– принципы разработки структурных и функциональных схем, принципиальных схем устройств, распределение функций между аппаратным и программным обеспечением;

– правила, нормы, требования и нормативно-правовые основы разработки технических описаний на отдельные блоки и систему в целом, порядок разработки и комплектность рабочей конструкторской документации по результатам измерений и испытаний опытных образцов;

– принципы разработки технических заданий на проектирование приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией;

– методы сборки, юстировки и контроля блоков, узлов и деталей приборов и комплексов.

**уметь:**

– разрабатывать все виды операций, входящих в технологический процесс изготовления блоков, узлов и деталей приборов и комплексов; уметь разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов;

– анализировать техническое задание на разработанные модели приборов, назначать марки инструмента на обрабатываемые материалы; уметь отрабатывать изделия на технологичность, улучшать качество изготавливаемых изделий;

– планировать потребности в оборудовании, материально технических ресурсах и персонале для реализации технологического процесса; уметь организовывать

подготовку и настройку оборудования для изготовления приборов, комплексов и их составных частей;

– разрабатывать структурную схему аппаратного обеспечения, выбирать элементную базу при проектировании электронных измерительных приборов и систем, выбирать элементную базу при проектировании цифровых измерительных приборов и систем;

– готовить функциональные описания, инструкции по типовому использованию и назначению изделий, разрабатывать технические спецификации на программные компоненты и их взаимодействие;

– осуществлять наладку, настройку и опытную проверку приборов и систем с учетом результатов исследования;

– обоснованно выбирать материалы, форму изделия и способ его изготовления с учетом требований технологичности при конструировании изделий приборостроения, проводить предварительную оценку экономической эффективности техпроцессов.

**владеть:**

– навыками разработки индивидуальных, типовых и групповых технологических процессов изготовления блоков, узлов и деталей приборов и комплексов; владеть навыками разработки технологической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов;

– методами внедрения технологических процессов и методикой производства, контроля и испытаний приборов, комплексов и их составных частей; владеть методами отработки изделий на технологичность и улучшения качества изделий;

– навыками организации материально технического обеспечения разработанного технологического процесса и наладки необходимого технологического оборудования;

– навыками расчета параметров элементов и использования средств компьютерного проектирования для разработки принципиальных схем;

– навыками метрологического анализа опытно-конструкторской и/или проектной документации к объектам приборостроения;

– навыками разработки эксплуатационно-технической документации опытных образцов измерительных устройств и систем;

– навыками определения времени и ресурсов, необходимых для производства, сборки, юстировки и контроля блоков, узлов и деталей приборов и комплексов.

### 3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Профессиональный модуль</b>		
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям

	<p><b>(B19)</b></p>	<p>научных исследований.  2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы))" для:  - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;  - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</p>
	<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;  - формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;  - формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.  2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:  - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>
	<p>- формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b></p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.</p>

	<p><b>УГНС 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»:</b></p> <p>- формирование коммуникативных навыков в области проектирования и производства точных приборов и измерительных систем <b>(В29)</b>;</p> <p>- формирование сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения, их понимания и приятия <b>(В30)</b></p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Схемотехника измерительных устройств", "Технология приборостроения", "Конструирование измерительных приборов" для формирования навыков коммуникации в профессиональной сфере проектирования и производства точных приборов и измерительных систем посредством выполнения курсовых работ/проектов с последующей защитой их результатов.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Системы автоматизированного проектирования и конструирования", "Цифровое проектирование приборов и систем", "Компьютерное проектирование мехатронных систем" для формирования сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения посредством выполнения индивидуальных и групповых заданий, связанных с вовлечением передовых цифровых технологий.</p>
--	--	--

#### 4 СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Текущий контроль успеваемости и (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел*
			Лекции	Лаб. работы	Прак. работы	Самост. работа			
<b>5 семестр</b>									
1	Раздел 1	1-9	10	-	8	22	Тест – 4	КР – 9	25
2	Раздел 2	10-18	8	-	10	23	Тест – 14	КР – 18	25
Итого			18	-	18	45			50
Экзамен			27						50
Итого за 5 семестр									100

6 семестр									
1	Раздел 1	1-9	18	-	18	18	Тест – 4	КР – 8	25
2	Раздел 2	10-18	18	-	18	18	КР.Э1 – 12	КР.Э2 –18, КурсП –18	25
Итого			36	-	36	36			50
Экзамен			36						50
Итого за 6 семестр									100

#### 4.1 Содержание лекций

##### 5 семестр

##### Раздел 1

Тема 1.1 Основные понятия и определения: производственный процесс, технологический процесс, изделие, деталь, заготовка, качество изделий и его характеристики, обеспечиваемые технологией изготовления, сборки и испытаний приборов.

Тема 1.2 Структура технологического процесса изготовления деталей приборов: операция, технологический и вспомогательный переходы, элементарный переход, рабочий ход, установ, позиция.

Тема 1.3 Формирование конструкторско-технологического кода детали. Понятие технологичности детали. Точность в технологии приборостроения и методы ее достижения.

Тема 1.4 Влияние технологической системы на точность и производительность обработки. Влияние жесткости технологической системы на формирование погрешностей обработки. Обеспечение точности изготовления деталей. Управление точностью изготовления деталей приборов.

##### Раздел 2

Тема 2.1 Технологические размерные цепи, их виды и методы решения. Методы решения сборочных размерных цепей, сущность и перспективы использования адаптивно-селективной сборки.

Тема 2.2 Базирование и базы в технологии приборостроения. Классификация баз и их назначение. Принципы базирования, погрешности базирования.

Тема 2.3 Типовые операции регулировки приборов. Статическая и динамическая балансировка узлов приборов.

Тема 2.4 Классификация технологических процессов и исходные данные для их проектирования. Проектирование единичных и унифицированных техпроцессов, их сущность и область применения.

## **6 семестр**

### **Раздел 1**

Тема 1.1 Гибкое автоматизированное производство. Сущность гибкости производства и возможные пути ее реализации. Особенности проектирования техпроцессов сборки приборов. Электромонтажные соединения, проводной и печатный монтаж. Отработка деталей и узлов приборов на технологичность.

Тема 1.2 Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Электроэрозионная обработка. Электрополирование. Электронно-лучевая, лазерная, ультразвуковая обработка материалов.

Тема 1.3 Технологии микроэлектроники. Технологии микромеханики. Резка материалов струей воды. Склеивание. Технологии быстрых прототипов, возможности использования в приборостроении.

Тема 1.4 Технологическая документация, ее основные разновидности и назначение.

### **Раздел 2**

Тема 2.1 Изготовление корпусных деталей приборов. Изготовление элементов точной механики.

Тема 2.2 Изготовление печатных плат. Технологическая подготовка производства приборов.

Тема 2.3 Типы производств и их основные характеристики.

## **4.2 Тематический план практических работ**

### **5 семестр**

1. Определение шероховатости поверхностей.
2. Разбор изменений и обозначений в новой редакции ГОСТ 2.309-73.
3. Изучение видов технологических процессов согласно ГОСТ 3.1109-82 и знакомство с образцами технологических процессов ФГУП «ПСЗ».
4. Составление маршрутных технологических процессов на вербальную сборку.
5. Разработка технологического маршрута и операций сборки изделия.
6. Отработка деталей на технологичность.
7. Разработка технологического процесса изготовления детали.
8. Разработка структурных схем сборки изделий.
9. Занятие по базированию деталей, составлению схем базирования, обозначения, совмещение видов баз.

### **6 семестр**

1. Устройство токарно-винторезного станка 1К62.
2. Технология токарной обработки и основные режущие инструменты.
3. Изучение и определение углов резца.
4. Разработка спецификации в соответствии с ГОСТ 2. 106-73.
5. Разработка чертежа общего вида.
6. Разработка сборочного чертежа.
7. Разработка габаритного чертежа.
8. Резьбы и резьбовые соединения.
9. Новые виды инструментальных материалов для высокоскоростной обработки.
10. Техническое нормирование операций.

## **4.3 Самостоятельная работа студентов**

### **5 семестр**

1. Новые прогрессивные технологии изготовления деталей. Интегрированные технологии изготовления детали.
2. Микроминиатюризация функциональных элементов. Новые перспективы микроминиатюризации.
3. Оптоэлектронные приборы. Светоизлучающие и фотоэлементы. Световоды. Криоэлектроника и создание сверхпроводящих систем. Квантовая электроника.

Нанотехнологии. Основные понятия. Актуальность. Преимущества перед обычными технологиями. Элионная технология. Имплантирующая технология. Подетальные размерные цепи.

### **6 семестр**

В 6 семестре студенты выполняют курсовой проект. Тематика – «Разработка технологического процесса изготовления детали». Для выбранной детали требуется: выполнить чертеж детали с изометрическим видом, чертеж заготовки (при изготовлении детали не из проката), подобрать оборудование, выполнить расчет припусков на механическую обработку (аналитическим методом-2 размера, табличным методом-2 размера), рассчитать режимы резания и нормы времени на 1 механическую операцию, рассчитать и спроектировать режущий и измерительный инструмент. Все принимаемые технологические решения обосновать расчетами, расчеты привести в пояснительной записке. Объем курсового проекта: 2-3 листа чертежей формата А1, маршрутный и маршрутно-операционный технологический процесс, а так же технологический процесс обработки на станках с ЧПУ оформленный на технологических картах, пояснительная записка 30-40 листов формата А4. Примерная трудоемкость выполнения – 17 часов.

## **5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Учитывая требования ОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», реализация компетентного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивных технологий. Многие практические занятия реализованы компьютерными технологиями.

## **6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**Перечень оценочных средств, используемых для текущей аттестации**

Код	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
КР1	Контрольная работа №1	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
КР2	Контрольная работа №2		
КР3	Контрольная работа №3		
КР4	Контрольная работа №4		
Т1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
Т2	Тест №2		
Т3	Тест №3		

### Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
ПК-4	31	У1	В1	КР1, КР2, КР3, КР4, Т1, Т2, Т3, Э
ПК-5	32	У2	В2	КР1, КР2, КР3, КР4, Т1, Т2, Т3, Э
ПК-6	33	У3	В3	КР1, КР2, КР3, КР4, Т1, Т2, Т3, Э
ПК-5.1	34	У4	В4	КР1, КР2, КР3, КР4, Т1, Т2, Т3, Э
ПК-5.2	35	У5	В5	КР1, КР2, КР3, КР4, Т1, Т2, Т3, Э
ПК-5.4	36	У6	В6	КР1, КР2, КР3, КР4, Т1, Т2, Т3, Э
ПК-5.5	37	У7	В7	КР1, КР2, КР3, КР4, Т1, Т2, Т3, Э

## Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
<b>5 семестр</b>						
Раздел 1	Основные понятия и определения. Качество изделий. Структура технологического процесса изготовления деталей приборов. Понятие технологичности детали. Обеспечение точности изготовления деталей.	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.4 ПК-5.5	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	Т1-4	КР1-9	экзамен
Раздел 2	Технологические размерные цепи. Базирование и базы. Типовые операции регулировки приборов. Классификация технологических процессов. Проектирование единичных и унифицированных техпроцессов.	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.4 ПК-5.5	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	Т2-14	КР2-18	
<b>6 семестр</b>						
Раздел 1	Гибкое автоматизированное производство. Электромонтажные соединения. Электрофизические и электрохимические методы обработки материалов. Технологии микроэлектроники и микромеханики. Технологии быстрых прототипов. Технологическая документация.	ПК-4 ПК-5 ПК-6 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.4 ПК-5.5	31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, У1, У2, У3, У4, У5, У6, У7, В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7	Т3-4	КР3-8	экзамен

Раздел 2	Изготовление корпусных деталей приборов.	ПК-4	31, 32, 33, 34, 35, 36,	КР4.Э1-12	КР4.Э2-18 КурсП – 18
	Изготовление элементов точной механики.	ПК-5 ПК-6	37, У1, У2, У3,		
	Технологическая подготовка производства приборов.	ПК-5.1 ПК-5.2	У4, У5, У6, У7,		
	Типы производств и их основные характеристики.	ПК-5.4 ПК-5.5	В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7		

### Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Макс. балл– мин. балл
Т1	Тестовое задание №1	выставляется студенту, если 100% работы выполнено правильно	10	10–6
		выставляется студенту, если 90% работы выполнено правильно	9	
		выставляется студенту, если 80% работы выполнено правильно	8	
		выставляется студенту, если 70% работы выполнено правильно	7	
		выставляется студенту, если 60% работы выполнено правильно	6	
		выставляется студенту, если меньше 60% работы выполнено правильно	<6	
Т2	Тестовое задание №2	выставляется студенту, если 100% работы выполнено правильно	10	10–6
		выставляется студенту, если 90% работы выполнено правильно	9	
		выставляется студенту, если 80% работы выполнено правильно	8	
		выставляется студенту, если 70% работы выполнено правильно	7	
		выставляется студенту, если 60% работы выполнено правильно	6	
		выставляется студенту, если меньше 60% работы выполнено правильно	<6	
Т3	Тестовое задание №3	выставляется студенту, если 100% работы выполнено правильно	10	10–6
		выставляется студенту, если 90% работы выполнено правильно	9	
		выставляется студенту, если 80% работы выполнено правильно	8	

		выставляется студенту, если 70% работы выполнено правильно	7	
		выставляется студенту, если 60% работы выполнено правильно	6	
		выставляется студенту, если меньше 60% работы выполнено правильно	<6	
КР1	Контрольная работа №1	выставляется студенту, если обе задачи решены верно	15	15 – 9
		выставляется студенту, если одна из задач решена верно, а решение второй содержит незначительные недочеты	12	
		выставляется студенту, если вторая задача решена верно, а первая решена частично	10	
		выставляется студенту, если первая задача решена верно, а вторая решена частично	9	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<9	
КР2	Контрольная работа №2	выставляется студенту, если задача решена верно двумя методами	15	15 – 9
		выставляется студенту, если задача решена верно одним из методов, а решение вторым содержит незначительные недочеты	12	
		выставляется студенту, если задача решена верно одним из методов, а вторым методом задача решена частично	9	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<9	
КР3	Контрольная работа №3	выставляется студенту, если он подготовил доклад на тему “инновационные технологии в приборостроении” и сделал презентацию по этой теме	15	15 – 9
		выставляется студенту, если он подготовил доклад на тему “инновационные технологии в приборостроении”, но не сделал презентацию по этой теме	9	
		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<9	
КР4	Контрольная работа №4	выставляется студенту, если все задачи, предусмотренные данной работой, выполнены верно	25	25-15
		выставляется студенту, если все задачи, предусмотренные данной работой, выполнены с незначительными недочетами	20	
		выставляется студенту, если не подобран или подобран неверно режущий и измерительный инструмент, и не выполнена или неверно выполнена карта контроля	15	

		выставляется студенту, во всех остальных случаях	<15	
Э	Экзамен	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной	40-50	<b>50 – 30</b>
		выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстраций базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30	
КП	проектКурсовой	<ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание и оформление работы соответствует требованиям данных Методических указаний и теме работы;</li> <li>- работа актуальна, выполнена самостоятельно, имеет творческий характер, отличается определенной новизной;</li> <li>- дан обстоятельный анализ степени теоретического исследования проблемы, различных подходов к ее решению;</li> <li>- в докладе и ответах на вопросы показано знание нормативной базы, учтены последние изменения в законодательстве и нормативных документах по данной проблеме;</li> <li>- проблема раскрыта глубоко и всесторонне, материал изложен логично;</li> <li>- теоретические положения органично сопряжены с практикой; даны представляющие интерес практические рекомендации, вытекающие из анализа проблемы;</li> </ul>	90–100	<b>100-60</b>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- в работе широко используются материалы исследования, проведенного автором самостоятельно или в составе группы (в отдельных случаях допускается опора на вторичный анализ имеющихся данных);</li> <li>- в работе проведен количественный анализ проблемы, который подкрепляет теорию и иллюстрирует реальную ситуацию, приведены таблицы сравнений, графики, диаграммы, формулы, показывающие умение автора формализовать результаты исследования;</li> <li>- широко представлен список использованных источников по теме работы;</li> <li>- приложения к работе иллюстрируют достижения автора и подкрепляют его выводы;</li> <li>- по своему содержанию и форме работа соответствует всем предъявленным требованиям.</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание и оформление работы соответствует требованиям данных Методических указаний;</li> <li>- содержание работы в целом соответствует заявленной теме;</li> <li>- работа актуальна, написана самостоятельно;</li> <li>- дан анализ степени теоретического исследования проблемы;</li> <li>- в докладе и ответах на вопросы основные положения работы раскрыты на хорошем или достаточном теоретическом и методологическом уровне;</li> <li>- теоретические положения сопряжены с практикой;</li> <li>- представлены количественные показатели, характеризующие проблемную ситуацию;</li> <li>- практические рекомендации обоснованы;</li> <li>- приложения грамотно составлены и прослеживается связь с положениями курсовой работы;</li> <li>- составлен список использованных источников по теме работы.</li> </ul>	85–89	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание и оформление работы соответствует требованиям данных Методических указаний;</li> <li>- содержание работы в целом соответствует заявленной теме;</li> </ul>	75–84	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- работа актуальна, написана самостоятельно;</li> <li>- дан анализ степени теоретического исследования проблемы;</li> <li>- в докладе и ответах на вопросы основные положения работы раскрыты на хорошем или достаточном теоретическом и методологическом уровне;</li> <li>- теоретические положения сопряжены с практикой;</li> <li>- представлены количественные показатели, характеризующие проблемную ситуацию;</li> <li>- составлен список использованных источников по теме работы.</li> <li>- практические рекомендации не обоснованы;</li> <li>- приложения составлены не грамотно и не прослеживается связь с положениями курсовой работы;</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание и оформление работы соответствует требованиям данных Методических указаний;</li> <li>- содержание работы в целом соответствует заявленной теме;</li> <li>- работа актуальна, написана самостоятельно;</li> <li>- дан анализ степени теоретического исследования проблемы;</li> <li>- в докладе и ответах на вопросы основные положения работы раскрыты на хорошем или достаточном теоретическом и методологическом уровне;</li> <li>- составлен список использованных источников по теме работы.</li> <li>- теоретические положения не сопряжены с практикой;</li> <li>- не представлены количественные показатели, характеризующие проблемную ситуацию;</li> <li>- составлен список использованных источников по теме работы.</li> <li>- практические рекомендации не обоснованы;</li> <li>- приложения составлены не грамотно и не прослеживается связь с положениями курсовой работы;</li> </ul>	70–74	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание и оформление работы соответствует требованиям данных Методических указаний;</li> <li>- содержание работы в целом соответствует заявленной теме;</li> <li>- дан анализ степени теоретического исследования проблемы;</li> <li>- составлен список использованных источников по теме работы.</li> <li>- работа не актуальна и написана не самостоятельно;</li> <li>- в докладе и ответах на вопросы основные положения работы не раскрыты на хорошем или достаточном теоретическом и методологическом уровне;</li> <li>- теоретические положения не сопряжены с практикой;</li> <li>- не представлены количественные показатели, характеризующие проблемную ситуацию;</li> <li>- составлен список использованных источников по теме работы.</li> <li>- практические рекомендации не обоснованы;</li> <li>- приложения составлены не грамотно и не прослеживается связь с положениями курсовой работы;</li> </ul>	65–69	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание и оформление работы соответствует требованиям данных Методических указаний;</li> <li>- имеет место определенное несоответствие содержания работы заявленной теме;</li> <li>- в докладе и ответах на вопросы исследуемая проблема в основном раскрыта, но не отличается новизной, теоретической глубиной и аргументированностью, имеются не точные или не полностью правильные ответы;</li> <li>- нарушена логика изложения материала, задачи раскрыты не полностью;</li> <li>- в работе не полностью использованы необходимые для раскрытия темы научная литература, нормативные документы, а также материалы исследований;</li> <li>- теоретические положения слабо увязаны с управленческой практикой, практические рекомендации носят формальный бездоказательный характер;</li> </ul>	60–64	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание и оформление работы не соответствует требованиям данных Методических указаний;</li> <li>- содержание работы не соответствует ее теме;</li> <li>- в докладе и ответах на вопросы даны в основном неверные ответы;</li> <li>- работа содержит существенные теоретико-методологические ошибки и поверхностную аргументацию основных положений;</li> <li>- курсовая работа носит умозрительный и (или) компилятивный характер;</li> <li>- предложения автора четко не сформулированы.</li> </ul>	<60	
--	--	-----	--

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	F
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице, указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям на устном зачёте
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская

		существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

### Вопросы для промежуточной аттестации (для экзамена)

#### 5 семестр

1. Основы технологии приборостроения.
2. Управление качеством изготавливаемой продукции.
3. Производственный и технологический процессы в приборостроении.
4. Изготовление заготовок и деталей приборов.
5. Технологическая операция. Классификация технологических операций.
6. Технологичность деталей и конструкции сборочных единиц.
7. Качественная оценка технологичности конструкции изделия.
8. Количественная оценка технологичности.
9. Классификация приборов.
10. Основная документация техпроцессов сборки.
11. Последовательность разработки технологических процессов.
12. Методы разработки и оснащения технологических процессов изготовления , сборки , юстировки и испытания приборов .
13. Основы разработки технологического процесса сборки машины.
14. Классификация видов сборки.
15. Структура и содержание технологического процесса сборки.
16. Основы разработки технологического процесса изготовления детали.
17. Сверхпрецизионное алмазное точение.
18. Базирование и базы в приборостроении.

19. Погрешности базирования.
20. Погрешности закрепления.
21. Погрешности установки.
22. Теория размерных цепей. Основные понятия и определения .
23. Методы расчета размерных цепей.
24. Метод полной и неполной взаимозаменяемости.
25. Метод групповой взаимозаменяемости, метод пригонки.
26. Вероятностный метод расчета.
27. Метод расчета размерной цепи на max-min.
28. Технологичность конструкции изделия.
29. Понятие о точности.
30. Конструктивно-технологические особенности средств измерений.
31. Технология изготовления открытых обмоток.
32. Технология изготовления проволочных резистивных элементов.
33. Технология изготовления пластинчатых магнитопроводов.
34. Технология изготовления ленточных магнитопроводов.
35. Технология изготовления формованных магнитопроводов.
36. Методы регулировки и градуировки средств измерения.

### **6 семестр**

1. Виды и типы производств. Классификация.
2. Технологическая подготовка производства.
3. Технологии быстрых прототипов.
4. Вязка жгутов и технические требования к их изготовлению. ТТ к обмотке электроизоляторами.
5. Технология печатного монтажа. Технология изготовления печатных плат. Микроминиатюризация радиоаппаратуры.
6. Технология изготовления интегральных схем. Толсто пленочная технология. Механизация и автоматизация технологических процессов изготовления, сборки и испытания приборов.
7. Новые направления микроминиатюризации функциональных элементов и устройств измерительных приборов.

8. Оптоэлектронные приборы. Криоэлектроника и создание сверхпроводящих систем.
9. Нанотехнология. Субмикрощероховатость .
10. Элионная технология. Гидрорезание .
11. Имплантирующая технология . Вибрационное резание .
12. Временные связи в производственном процессе . Компоненты временных связей .
13. Основы технического нормирования.
14. Пути сокращения затрат времени на выполнение операции. Пути сокращения подготовительно-заключительного времени.
15. Пути сокращения штучного времени .
16. Себестоимость машины.
17. Перечислите типы производств и их отличительные признаки.
18. Перечислите исходные данные и раскройте этапы технологической подготовки производства. На чем основан выбор варианта технологического процесса?
19. Что такое ЕСТД? Номенклатура и содержание основной технологической документации по ГОСТ 3.1102-70.
20. Раскройте понятие обработки конструкции изделия на технологичность и приведите ее основные направления.
21. Классификация печатных плат и методов их изготовления.
22. Краткая характеристика материалов для изготовления печатных плат.
23. Перечислите требования к чертежу печатных плат.
24. Этапы конструирования печатных плат.
25. Аддитивный метод изготовления печатных плат.
26. Субтрактивный метод изготовления печатных плат.
27. Комбинированный метод изготовления печатных плат.
28. Подготовительные операции при изготовлении печатных плат.
29. Методы изготовления многослойных печатных плат.
30. Принципы построения технологических процессов сборки и монтажа средств измерения. Типовые и групповые процессы сборки и монтажа.

31. Характеристика методов получения электрических соединений пайкой, сваркой, склеиванием, накруткой.
32. Сборка и монтаж элементов на печатных платах.
33. Технология монтажа проводниками (объемного монтажа).
34. Технология монтажа жгутами и плоскими ленточными кабелями.
35. Основные этапы технологии изготовления тонкопленочных элементов.
36. Технология изготовления полупроводниковых интегральных микросхем.

## **7.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Бабаев М. А. Приборостроение: учебное пособие [Электронный ресурс] / М. А. Бабаев. — 2-е изд. — Саратов: Научная книга, 2019. — 159 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/81041.html>.
2. Рогов В. А. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов [Электронный ресурс] / В. А. Рогов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 351 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490804>.
3. Черепяхин А. А. Основы технологии машиностроения. Обработка ответственных деталей: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / А. А. Черепяхин, В. В. Клепиков, В. Ф. Солдатов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 142 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490791>.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Рахимянов Х. М. Технология сборки и монтажа: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Х. М. Рахимянов, Б. А. Красильников, Э. З. Мартынов. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 241 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/488930>.
2. Рогов В. А. Технология конструкционных материалов. Нанотехнологии: учебник для вузов [Электронный ресурс] / В. А. Рогов. — 2-е изд., перераб. и доп. —

Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 190 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/490806>.

3. Слащев Е. С. Сборка в машиностроении и приборостроении: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Е. С. Слащев, В. Г. Осетров, И. И. Воячек. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 292 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/497013>.

### 7.3 Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=7719](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7719) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

2. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28889](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28889) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

3. ИНСТРУМЕНТ. ТЕХНОЛОГИЯ. ОБОРУДОВАНИЕ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=9796](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9796) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8742](https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8742) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

5. РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. НАНОСИСТЕМЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - Режим доступа: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=32094](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=32094) – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

6. ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – Режим доступа: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28006](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=28006) - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

### 7.4 Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>

3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

## **8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>