

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»
АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Глебов В.В.

« 22 » июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.03 Технология приборостроения

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки бакалавров/магистров

Направление подготовки _____ **12.03.01 Приборостроение**
(код и направление подготовки)

Направленность _____ **Информационно-измерительная техника и технологии**
(наименование профиля, программы магистратуры)

Форма обучения _____ **очная, заочная**
(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки _____ **2019**

Объем дисциплины _____ **288/8**
(часов/з.е)

Промежуточная аттестация _____ **зачет, экзамен,**
(экзамен, зачет с оценкой, зачет)

Выпускающая кафедра _____ **Авиационные приборы и устройства**
(наименование кафедры)

Кафедра-разработчик _____ **Авиационные приборы и устройства**
(наименование кафедры)

Разработчик(и): _____ **Карасева Т.В., к.т.н., доцент**
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

г. Арзамас
2021 г.

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945, на основании учебного плана, принятого Ученым советом АПИ НГТУ, протокол от 09.06.2021 г. № 4

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры-разработчика, протокол от 18.06.2021 г. № 4/1

Заведующий кафедрой _____ Гуськов А.А.
(подпись) (ФИО)

Рабочая программа рекомендована к утверждению УМК АПИ НГТУ,
протокол от 22.06.2021 г. № 15

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Рабочая программа зарегистрирована в учебном отделе № 12.03.01-29

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)

Оглавление

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	6
4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам.....	6
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	10
5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	10
5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	19
5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости	19
5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине	23
5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине	27
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	29
6.1 Основная литература	29
6.2 Дополнительная литература	29
6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	30
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	30
7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы	30
7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины.....	30
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	30
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	30
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	32
10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии.....	32
10.2 Методические указания для занятий лекционного типа	32
10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	32
10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа	33
10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся	33
10.6. Методические указания для выполнения РГР.....	33
10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта.....	33
10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса	35

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Цель освоения дисциплины (модуля)

Целью изучения данной дисциплины является подготовка студента к выполнению профессиональных задач в рамках трудовой деятельности по профессиональному стандарту 29.008 «Специалист по технологии производства микро- и наноразмерных электромеханических систем» в рамках обобщенной трудовой функции «Определение этапов изготовления электромеханической системы, формирование перечня оборудования и последовательности необходимых для ее изготовления технологических модулей и единичных операций».

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)

Задачами освоения курса являются:

- подготовка студента к выбору базового типового технологического процесса изготовления приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических;
- подготовка студента к выбору технологических баз для производства приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических;
- подготовка студента к разработке описания основных этапов изготовления, а также набора необходимых для производства базовых технологических модулей и групп единичных технологических операций, входящих в состав приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Технология приборостроения» включена в перечень дисциплин вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений), определяющих направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Электроника и микропроцессорная техника», «Основы проектирования приборов и систем».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Технология приборостроения», необходимы при подготовке выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Технология приборостроения» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины «Технология приборостроения» направлен на формирование элементов профессиональной компетенции ПКС-5 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение.

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами в рамках очного обучения

Код компетенции/наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПКС-5								
Производственно-технологическая практика						+		

Код компетенции/наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины.							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Технология приборостроения							+	+
Микроэлектромеханические системы							+	+
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР								+

Таблица 3.1' – Формирование компетенций дисциплинами в рамках заочного обучения

Код компетенции/наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПКС-5										
Производственно-технологическая практика						+				
Технология приборостроения									+	
Микроэлектромеханические системы									+	
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР										+

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине «Технология приборостроения», соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП, представлен в табл. 3.2.

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
ПКС-5 Способен определять этапы изготовления деталей и узлов приборов и систем и формировать последовательность необходимых для их изготовления технологических операций	ИПКС-5.1 - Производит выбор типового технологического процесса и технологической базы изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС-5.2 - Составляет описание основных этапов изготовления и набора технологических операций изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС-5.3 - Определяет вид, порядок проведения и	Знать: - основы материаловедения; - базовые технологические процессы и маршруты изготовления, в том числе и в рамках производства микроэлектромеханических систем; - знать требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья	Уметь: - определять цели и формулировать задачи моделирования и разработки технологических процессов, технологических модулей и маршрутов изготовления деталей, узлов и конструкций приборов и систем в целом, в том числе и микроэлектромеханических; - определять вид, порядок проведения и основные технологические параметры операций	Владеть: - навыками выбора типового технологического процесса изготовления различных приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических; - навыками выбора технологических баз для производства, в том числе и микроэлектромеханических систем; - навыками разработки описания основных этапов изготовления, а также набора необходимых для производства приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических, базовых технологических модулей и групп единичных технологических операций, входящих в их состав

Код	Код и наиме-	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	основные технологические параметры операций изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС 5.4 – Владеет принципами экологического менеджмента и менеджмента производственной безопасности и здоровья в рамках реализации технологического процесса			

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. ед. или 288 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очной / заочной формы обучения

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		№7 семестра/ № 8 семестра	№ 8 семестра/ № 9 семестра
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	288	126/-	162/288
1. Контактная работа:	127/41	65/-	62/41
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	118/32	62/-	56/32
занятия лекционного типа (Л)	52/8	28/-	24/8
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	38/16	18/-	20/16
лабораторные работы (ЛР)	28/8	16/-	12/8
1.2. Внеаудиторная, в том числе	9/9	3/-	6/9
курсовая работа (проект) (КР/КП), расчетно-графическая работа (РГР), контрольная работа (к.р.) (консультация, защита)	3/3	-/-	3/3
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	3/-	1/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	-/-	2/2
2. Самостоятельная работа (СРС)	161/247	61/-	100/247
реферат/эссе (подготовка)			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)			
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	36/36		36/36
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	71/202	43/-	28/202
Подготовка к экзамену (контроль)*	36/9		36/9
Подготовка <u>к зачету</u> / зачету с оценкой (контроль)	18/-	18/-	-/-

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам, темам

Таблица 4.2 – Содержание дисциплины, структурированное по темам, для студентов очной/заочной формы обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Содержание разделов, тем, занятий	Вид СРС
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов		
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия			
7 семестр /9 семестр							
ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.2 ИПКС-5.3	Раздел 1. Производственный и технологический процессы						
	Тема 1.1. Понятие о технологическом процессе	2/-			8/16	Задачи технолога и технологической службы, типы производства. Технологическая операция и ее элементы. Техническая и технологическая подготовка производства.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], Решение задач по темам и подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]Самостоятельное решение задач по темам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Тема 1.2. Проектирование технологических процессов изготовления деталей.	4/1			8/16	Анализ исходных данных. Поиск аналогов технологического процесса изготовления детали.	
	Тема 1.3 Проектирования индивидуальных ТП обработки.	6/1	12 /4	12/8	12/14	Изучение и анализ рабочего чертежа детали. Выбор вида, способа получения и формы заготовки. Установление планов обработки основных поверхностей детали. Установление последовательности обработки основных поверхностей детали. Разделение ТП на этапы. Формирование плана операций (маршрутной технологии). Выборы оборудования. Выбор технологических баз. Назначение технологических баз. Разработка технологических операций. Выбор средств технологического оснащения. Определение режимов обработки. Оформление технологической документации.	
	Тема 1.4 Основы технического нормирования	4/1			6/12	Классификация затрат рабочего времени. Структура нормы времени. Особенности нормирования для станков с ЧПУ.	
	Тема 1.5 Выбор оптимального варианта технологического процесса.	2/-			7/14	Бухгалтерский метод. Элементный метод. Оценка экономической эффективности по приведенным затратам.	
	Итого по 1 разделу	18/3	12 /4	12/8	41/72		
ПКС-5 ИПКС-5.3	Раздел 2. Технологическая подготовка.						
	Тема 2.1 Технологичность конструкций изделий.	4/1		4/4	8/16	Задачи производства и функции технологической подготовки производства. Качественная оценка технологичности. Количественные показатели технологичности конструкции изделия. Основные показатели. Дополнительные показатели. Частные и комплексные показатели. Автоматизация технологической подготовки производства.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1],

	Тема 2.2 Размерные цепи	6/1	4/	2/	12/24	Понятие о размерных цепях. Метода достижения точности замыкающего звена. Расчет размерных цепей по методу максимума-минимума. Способ единого качества. Вероятностный метод расчёта размерных цепей. Выбор метода решения технологических размерных цепей. Метод полной взаимозаменяемости. Вероятностный метод. Метод пригонки. Метод регулирования. Метод групповой взаимозаменяемости.	Решение задач по темам и подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1] Самостоятельное решение задач по темам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Итого по 2 разделу	10/2	4/ --	6/4	20/40		
	ИТОГО за семестр	28/-	16 /	18/	61/-		
8 семестр / 9 семестр							
ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.3 ИПКС-5.4	Раздел 3. Оценка технологического производства						
	Тема 3.1 Точность обработки деталей.	4/1		8/	8/12	Основные понятия о точности обработки. Факторы, влияющие на точность обработки. Несоответствие реальной кинематической схеме обработки. идеальной схеме обработки. Неточности станки и приспособлений. Погрешность изготовления режущего инструмента и его размерный износ при эксплуатации. Упругие деформации технологической системы под действием сил резания и усилий закрепления. Температурные погрешности. Деформация детали от действия внутренних напряжений. Погрешность измерения.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], Решение задач по темам и подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1] Самостоятельное решение задач по темам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Тема 3.2. Исследование и анализ точности изготовления деталей.	2/-	8/ 4		4/8	Метода прогнозирования точности обработки. Погрешности: систематические постоянные, закономерно изменяющиеся и случайные. Законы распределения. Метод точечных диаграмм.	
	Тема 3.3 Техно-экономический анализ ТП.	4/1		8/4	8/16	Технико-экономический анализ варианта ТП. Выбор варианта ТП по экономическим (технологическая себестоимость ТП) показателям. Выбор варианта ТП по производительности	
	Итого по 3 разделу	10/2	8/ 4	16/4	20/36		
Раздел 4. Проектирование сборочного процесса							
	Тема 4.1 Основы сборочного процесса	2/			8/10	Сущность, особенности и область применения методов обеспечения заданной точности при сборке. Понятия физической и геометрической взаимозаменяемости. Виды сборочных размерных цепей и методы их обеспечения. Классификация и особенности регулировочных операций сборки и монтажа изделий приборостроения.	Проработка теоретического материала по курсу [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], Решение задач по темам и подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1] Самостоятельное
	Тема 4.2 Характеристики типовых процессов сборки.	2/1	4/ -	4/-	10/12	Классификация и характеристики сборочных соединений в приборостроении. Сборка разъемных и не разъемных соединений. Сборка герметичных изделий, обеспечение и контроль герметичности. Сборка заполняемых жидкими и газообразными средами изделий, контроль и обеспечение их герметичности. Технология изготовления печатных плат (ПП) и технология сборки изделий на основе ПП. Конструктивно-технологические особенности	

					электронных узлов, особенности их сборки и контроля.	решение задач по темам [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1]
	Тема 4.3 Технологический контроль изделий.	2/			4/12	Технологический контроль изделий. Организация контроля. Организационно-технологические схемы контроля. Выбор метода контроля. Критерии оценки эффективности схемы контроля.
	Итого по разделу 4	6/1	4/ -	4/-	22/34	
Раздел 5. Технологические особенности производства микроэлектромеханических систем						
	Тема 5.1 Тонкопленочная и толстопленочная технология производства элементов МЭМС	4/-			8/12	Технология микроминиатюрных изделий. Тонкопленочные технологии. Толстопленочная технология.
	Тема 5.2 Эпитаксия и диффузия для формирования элементов МЭМС	2/-			10/12	Эпитаксиальные процессы. Прямая и непрямая эпитаксия. Диффузия. Диффузенты. Методы диффузии
	Тема 5.3 Экологический менеджмент и менеджмент производственной безопасности и здоровья в рамках реализации технологического процесса	2/-			4/5	Экологический менеджмент. Менеджмент производственной безопасности и здоровья в рамках реализации технологического процесса производства микроэлектромеханических систем.
	Итого по разделу 5	8/-			22/29	
ПКС-5 ИПКС-5.1 ИПКС-5.3 ИПКС-5.4	Выполнение курсового проекта				36/36	Проработка материала в рамках выполнения курсового проекта по индивидуальному заданию
	ИТОГО за семестр	24/	12 /	20/	100/	
	ИТОГО по дисциплине	52/8	28 /8	38/16	161/247	

Используемые активные и интерактивные технологии приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Используемые активные и интерактивные образовательные технологии

Вид занятий	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
Лекции	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии
Практические занятия, лабораторные работы	Технология развития критического мышления Дискуссионные технологии Тестовые технологии Технологии работы в малых группах Технология коллективной работы Информационно-коммуникационные технологии

Таблица 4.4 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	3	4
1	1	Исследование влияния способов базирования заготовок на точность обработки. Базирование на плоскости и в патроне	4
2	1	Проектирование технологического процесса (ТП) изготовления детали простой сложности	8
3	2	Расчет, исследование и анализа размерных цепей (РЦ).	4
4	3	Исследование и анализ погрешностей изготовления и сборки переменных проволочных резисторов на их выходные характеристики (на примере СП5-3	4
5	3	Исследование и анализ точности изготовления деталей вероятностно-статистическим методом	4
6	4	Исследование влияния технологии сборки на выходные параметры асинхронного гиromотора	4
Итого			28

Таблица 4.5 Практические занятия (семинары)

№ ПЗ	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	3	4
1	1	Режимы резания. Токарная обработка.	4
2	1	Режимы резания. Сверление	4
3	1	Определение типа заготовки	4
4	2	Оценка технологичности конструкции детали	4
5	2	Расчет размерных цепей	2
6	3	Расчет точности ТП вероятностно-статистическим методом	8
7	3	Расчет и выбор варианта ТП по технологической себестоимости ТП. Расчет и выбор варианта ТП по производительности	8
8	4	Разработка схемы сборки	4
Итого			28

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Критерии оценивания результатов обучения и процедуры оценивания компетенций, формируемых в рамках данной дисциплины, приводятся в табл. 5.4.

Оценочные процедуры в рамках текущего контроля проводятся преподавателем дисциплины. На лекциях оценивается активность участия в дискуссионных обсуждениях, ответы на вопросы преподавателя при работе в интерактивном режиме. Практические занятия проводятся в форме решения задач по конкретным темам курса как совместно с преподавателем, так и самостоятельно

студентами. При решении задач преподавателем оценивается выбор метода и алгоритма решения, правильность решения, затраченное время, качество оформления, умение представить и объяснить решение, ответы на вопросы преподавателя. Одной из основных форм и методов оценки текущей успеваемости являются лабораторные работы. При их выполнении оцениваются навыки и умения, а также уровень соответствующих знаний. Выполнение студентами лабораторных работ регистрируется преподавателем в журнале. Лабораторные работы проводятся согласно утвержденному расписанию учебных занятий. Отработка пропущенных студентами лабораторных работ осуществляется по графику, как правило, в конце семестра. Замена пропущенных студентами лабораторных работ другими видами учебных занятий не допускается. Защита отчетов является одной из форм текущего контроля успеваемости студентов (контроль знаний). Процедура приема лабораторных работ включает в себя проверки: достоверности полученных измерений и результатов обработки данных; знаний студентом основных понятий, определений и теоретических положений, применяемых к данной лабораторной работе; знаний студентом методики выполнения лабораторной работы; умений студентом объяснить полученные результаты; степени самостоятельности выполнения лабораторной работы. Защита лабораторных работ предполагает проведение самооценки и внутригрупповой оценки, критического анализа используемых для оценки методов.

Самостоятельная работа студента включает самостоятельную проработку теоретического материала по темам и разделам курса, выполнение индивидуальных заданий в рамках курсового проекта по конкретным темам курса.

Текущая аттестация проводится в форме устного опроса на практических занятиях по теоретическим материалам при защите решений индивидуальных задач. Оценка усвоения теоретического материала оценивается в рамках устного опроса перед индивидуальными практическими занятиями и перед выполнением лабораторных работ. По итогам изучения отдельных тем и разделов курса текущая аттестация может проводиться в форме тестирования в СДО Moodle. Тесты в СДО Moodle представлены в виде теста с возможностью выбора ответа из множества. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1.

Студент допускается к промежуточной аттестации (зачет, экзамен), если в результате изучения разделов дисциплины в рамках текущего контроля по каждой теме выполнено не менее 60 процентов заданий.

Промежуточная аттестация студентов очной формы обучения проводится в форме зачета (7 семестр) и экзамена (8 семестр), а также защиты курсового проекта. Промежуточная аттестация студентов заочной формы обучения проводится в форме защиты курсового проекта и экзамена (9 семестр).

Зачет проводится в устной форме. Билет к зачету включает в себя один теоретический вопрос и одну задачу. Время на подготовку – 30 мин. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (очная форма обучения, зачет, 7 семестр) представлены в табл. 5.2. Для зачета студенту необходимо набрать необходимое количество зачетов по текущему контролю.

Курсовой проект является комплексной конструкторско-технологической работой студента, которая подводит итоги его знаниям и умениям, полученным при изучении данной дисциплины, так и предшествующих дисциплин. Решение поставленной задачи развивает полученные навыки в процессе подготовки технологического процесса, в частности при производстве микроэлектромеханических приборов и устройств и заставляет студента решать конкретные технологические проблемы, закрепляя и углубляя теоретические знания. Работа студента над курсовым проектом подготавливает его к выполнению выпускной квалификационной работы, прививает и развивает навыки: к возможности выбора базового типового технологического процесса изготовления приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических; к выбору технологических баз для производства приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических; по разработке описания основных этапов изготовления, а также набора необходимых для производства базовых технологических модулей и групп единичных технологических операций, входящих в состав приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических. А также работы с разнообразной нормативно-технической документацией и справочной литературой.

Объем и содержание курсового проекта определяется заданием, содержащим, помимо исходных данных в виде чертежа детали и сборочного чертежа микроэлектромеханического преобразователя, также предъявляемые к нему требования и особые условия, связанные с условиями

эксплуатации и производства.

Оценка курсового проекта проходит по пятибалльной системе. Курсовой проект представляется в виде пояснительной записки и графической части, а его защита происходит в форме устной беседы с преподавателем. Для успешной сдачи курсового проекта студент должен по предложенному заданию проанализировать исходные данные и предложить некоторые технологические решения, провести расчет основных параметров обработки и разработать технологию сборки МЭМС. При этом студент должен быть знаком с основными передовыми направлениями развития технологических процессов, в том числе при производстве микроэлектромеханических систем. И хорошо должен ориентироваться в теоретических аспектах.

Экзамен проводится в устной форме. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса и одну задачу. Время на подготовку – 60 мин. При промежуточном контроле (экзамене) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Экзамен для студентов заочного отделения может проводиться в виде итогового теста. Тестирование проводится с использованием СДО MOODLE. Контрольный тест содержит 25 тестовых вопросов, время на проведение тестирования 35 минут.

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (очная (заочная) форма обучения, экзамен, 8 (9) семестр) представлены в табл. 5.3. Шкала соответствия набранных баллов** и экзаменационной оценки представлена в табл. 5.4.

*Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

**Количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.3.

Таблица 5.1 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания		Форма контроля
			1 балл	0 баллов	
ПКС-5 Способен определять этапы изготовления деталей и узлов приборов и систем и формировать последовательность необходимых для их изготовления технологических операций	ИПКС-5.1 - Производит выбор типового технологического процесса и технологической базы изготовления деталей и узлов приборов и систем	Знать: - основы материаловедения; - базовые технологические процессы и маршруты изготовления, в том числе и в рамках производства микроэлектромеханических систем; - знать требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья	Набрано не менее 60% при выполнении каждого теста *	Набрано менее 60% при выполнении каждого теста	Тестирование по разделам дисциплины СДО MOODLE
	ИПКС-5.2 - Составляет описание основных этапов изготовления и набора технологических операций изготовления деталей и узлов приборов и систем	Уметь: - определять цели и формулировать задачи моделирования и разработки технологических процессов, технологических модулей и маршрутов изготовления деталей, узлов и конструкций приборов и систем в целом, в том числе и микроэлектромеханических; - определять вид, порядок проведения и основные технологические параметры операций	Практические и лабораторные задания выполнены качественно, оформлены в срок и студент показал достаточные знания при защите работы**	Практические и лабораторные задания не выполнены и не оформлены. Студенту не хватает теоретических знаний для выполнения задания. Он не ориентируется в материале; не отвечает на поставленные вопросы; не владеет базовым аппаратом.	Контроль выполнения практических и лабораторных заданий (ПЗ и ЛР)
	ИПКС-5.3 - Определяет вид, порядок проведения и основные технологические параметры операций изготовления деталей и узлов приборов и систем	Владеть: - навыками выбора типового технологического процесса изготовления различных приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических; - навыками выбора технологических баз для производства, в том числе и микроэлектромеханических систем; - навыками разработки описания основных этапов изготовления, а также набора необходимых для производства приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических, базовых технологических модулей и групп единичных технологических операций,	Практические и лабораторные задания выполнены качественно, оформлены в срок и студент показал достаточные знания при защите работы**	Практические и лабораторные задания не выполнены и не оформлены. Студенту не хватает теоретических знаний для выполнения задания. Он не ориентируется в материале; не отвечает на поставленные вопросы; не владеет базовым аппаратом.	Контроль выполнения практических и лабораторных заданий (ПЗ и ЛР)
ИПКС 5.4 – Владеет принципами экологического менеджмента и менеджмента производственной безопасности и здоровья в рамках реализации технологического процесса					

		входящих в их состав			
--	--	----------------------	--	--	--

Таблица 5.2 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (зачет)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания			Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	
ПКС-5 Способен определять этапы изготовления деталей и узлов приборов и систем и формировать последовательность необходимых для их изготовления технологических операций	ИПКС-5.1 - Производит выбор типового технологического процесса и технологической базы изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС-5.2 - Составляет описание основных этапов изготовления и набора технологических операций изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС-5.3 - Определяет вид, порядок проведения и основные технологические параметры операций изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС 5.4 – Владеет принципами экологического менеджмента и менеджмента производственной безопасности и здоровья в рамках реализации технологического процесса	Знать: - основы материаловедения; - базовые технологические процессы и маршруты изготовления, в том числе и в рамках производства микроэлектромеханических систем; - знать требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья	нет ответа на теоретический вопрос или при ответе путает понятия, не знает аксиомы, теоремы, принципы и законы теоретической механики	ответ на вопрос не полный, при ответе допускает неточности и ошибки, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой и смежных дисциплин	ответ на вопрос абсолютно правильный и полный	Ответ на теоретический вопрос билета
			нет ответа на теоретический вопрос или при ответе путает понятия, не знает аксиомы, теоремы, принципы и законы теоретической механики	ответ на вопрос не полный, при ответе допускает неточности и ошибки, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой и смежных дисциплин	ответ на вопрос абсолютно правильный и полный	Ответ на дополнительный вопрос билета
		Уметь: - определять цели и формулировать задачи моделирования и разработки технологических процессов, технологических модулей и маршрутов изготовления деталей, узлов и конструкций приборов и систем в целом, в том числе и микроэлектромеханических; - определять вид, порядок проведения и основные технологические параметры операций Владеть: - навыками выбора типового технологиче-	решение задач отсутствует или в решении допущены грубые принципиальные ошибки, приведшие к неверному результату;	определены метод и алгоритм решения задачи, в решении присутствуют неточности или ошибки в вычислениях, допускает некоторые неточности при обосновании своих решений, но в ходе дискуссии их исправляет, демонст-	абсолютно правильно и полное решение задачи; в ходе дискуссии грамотно и полно обосновывает свои решения, демонстрируя умения применять основные	Решение задач билета
			в ходе дискуссии демонстрирует отсутствие умений и владений общими			

		ского процесса изготовления различных приборов и систем, в том числе и микромеханических; - навыками выбора технологических баз для производства, в том числе и микроэлектромеханических систем; - навыками разработки описания основных этапов изготовления, а также набора необходимых для производства приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических, базовых технологических модулей и групп единичных технологических операций, входящих в их состав	принципами, методами и алгоритмами решения задач	рируя умения применять основные методы, принципы и навыки владения общими принципами, методами и алгоритмами решения задач	методы, принципы, навыки владения общими принципами, методами и алгоритмами решения задач	
--	--	---	--	--	---	--

Таблица 5.2' – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (очная, заочная форма обучения, экзамен, 4 семестр)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Форма контроля
			0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла	
ПКС-5 Способен определять этапы изготовления деталей и узлов приборов и систем и формировать последовательность необходимых для их изгото-	ИПКС-5.1 - Производит выбор типового технологического процесса и технологической базы изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС-5.2 - Составляет описание основных этапов изготовления и набора технологических	Знания: - основы материаловедения; - базовые технологические процессы и маршруты изготовления, в том числе и в рамках производства микроэлектромеханических систем; - знать требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья	нет ответа на теоретический вопрос или при ответе путает понятия, не знает основные методы, законы, принципы*	ответ на вопрос не полный, при ответе допускает неточности и ошибки, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой и смежных естественнонаучных дисциплин*	ответ на вопрос абсолютно правильный и полный*	—	Ответ на теоретический вопрос билета
			нет ответа	ответ на часть вопросов, при ответе допускает неточности и ошибки, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя имеющиеся знания в рамках изучаемой и смежных дисциплин	ответ на все вопросы на вопрос абсолютно правильный и полный*	—	Ответ на дополнительные вопросы

товления технологических операций	операций изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС-5.3 - Определяет вид, порядок проведения и основные технологические параметры операций изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС 5.4 – Владеет принципами экологического менеджмента и менеджмента производственной безопасности и здоровья в рамках реализации технологического процесса	Умения: - определять цели и формулировать задачи моделирования и разработки технологических процессов, технологических модулей и маршрутов изготовления деталей, узлов и конструкций приборов и систем в целом, в том числе и микроэлектромеханических; - определять вид, порядок проведения и основные технологические параметры операций Владеть: - навыками выбора типового технологического процесса изготовления различных приборов и систем, в том числе и микромеханических; - навыками выбора технологических баз для производства, в том числе и микроэлектромеханических систем; - навыками разработки описания основных этапов изготовления, а также набора необходимых для производства приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических, базовых технологических модулей и групп единичных технологических операций, входящих в их состав	решение задачи отсутствует или в решении допущены грубые принципиальные ошибки, приведшие к неверному результату; в ходе дискуссии демонстрирует отсутствие умений и владений общими принципами, методами и алгоритмами решения задач	определены метод и алгоритм решения задачи, в решении присутствуют неточности или ошибки в вычислениях, допускает некоторые неточности при обосновании своих решений, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя умения применять основные принципы и законы, а также навыки владения общими принципами, методами и алгоритмами решения задач	определены метод и алгоритм решения задачи, в решениях присутствуют неточности или ошибки в вычислениях, допускает некоторые неточности при обосновании своих решений, но в ходе дискуссии их исправляет, демонстрируя умения применять основные принципы и навыки владения общими принципами, методами и алгоритмами решения задач	абсолютно правильно и полно решена задача; в ходе дискуссии грамотно и полно обосновывает свои решения, демонстрируя умения применять основные принципы и навыки владения общими принципами, методами и алгоритмами решения задач	Решение задач билета
--	---	--	--	---	--	--	-----------------------------

*) – баллы начисляются за каждый теоретический вопрос в билете отдельно

Таблица 5.2^{II} – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации (курсовой проект)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора компетенции	Показатели контроля успеваемости	Критерии и шкала оценивания				Форма контроля
			неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично	
ПКС-5 Способен определять этапы изготовления деталей и узлов приборов и систем и формировать последовательность необходимых для их изготовления технологических операций	ИПКС-5.1 - Производит выбор типового технологического процесса и технологической базы изготовления деталей и узлов приборов и систем	Знать: - основы материаловедения; - базовые технологические процессы и маршруты изготовления, в том числе и в рамках производства микроэлектромеханических систем; - знать требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья Умения: - определять цели и формулировать задачи моделирования и разработки технологических процессов, технологических модулей и маршрутов изготовления деталей, узлов и конструкций приборов и систем в целом, в том числе и микроэлектромеханических; - определять вид, порядок проведения и основные технологические параметры операций Владеть: - навыками выбора типового технологического процесса изготовления различных приборов и систем, в том числе и микромеханических; - навыками выбора технологических баз для производства, в том	представлена не полная работа; недостаточно усвоены базовые теоретические положения в рамках учебной программы; доклад читается, не может четко ответить на вопросы; графическая часть и расчетно-пояснительная записка имеют значительные отклонения от требований стандарта; расчеты выполнены с ошибками; библиография представлена неполно.	в работе представлена разработка технологических процессов изготовления детали и сборочных процессов МЭМС с обобщением по нормативным требованиям и собственными выводами; полученные результаты доказывают усвоение базовых теоретических положений в рамках учебной программы; отсутствует последовательность изложения, не может четко ответить на ряд вопросов; графическая часть и расчетно-пояснительная записка имеют незначительные отклонения от требований стандарта; расчеты выполнены без существенных ошибок; биб-	в работе представлены: достаточный анализ поставленной задачи, разработка технологических процессов по заданному техническому заданию, проведен достаточный и правильный расчет. Результаты проектирования соответствуют техническому заданию, проведен в полном объеме проектный расчет и разработан полный перечень соответствующей технологической документации. Самостоятельное усвоение знаний сверх учебной программы; четкая композиция доклада, изложение выразительное, компактное, логичное, отвечает на вопросы или на большинство вопросов, графич-	в работе представлены: полный анализ поставленной задачи, проведен полный и правильный расчет. Результаты проектирования соответствуют техническому заданию, проведен в полном объеме проектный расчет и разработан полный перечень соответствующей технологической документации. Самостоятельное усвоение знаний сверх учебной программы; четкая композиция доклада, изложение выразительное, компактное, логичное, отвечает на вопросы или на большинство вопросов, графич-	Выполнение и защита курсового проекта
	ИПКС-5.2 - Составляет описание основных этапов изготовления и набора технологических операций изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС-5.3 - Определяет вид, порядок проведения и основные технологические параметры операций изготовления деталей и узлов приборов и систем ИПКС 5.4 – Вла-						

	деет принципами экологического менеджмента и менеджмента производственной безопасности и здоровья в рамках реализации технологического процесса	числе и микроэлектромеханических систем; - навыками разработки описания основных этапов изготовления, а также набора необходимых для производства приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических, базовых технологических модулей и групп единичных технологических операций, входящих в их состав		лиогRAFия представлена недостаточно полно, используются ссылки	основе литературных источников; усвоены теоретические положения в рамках учебной программы; четкая композиция доклада, изложение логичное, отвечает на большинство вопросов; графическая часть и расчетно-пояснительная записка выполнена в соответствии с требованиями стандарта; все разделы изложены логично и последовательно, расчеты выполнены без ошибок; библиография представлена достаточно полно, используются ссылки.	ческая часть и расчетно-пояснительная записка выполнены в соответствии с требованиями стандарта; все разделы изложены логично и последовательно, расчеты выполнены без ошибок; библиография представлена достаточно полно, используются ссылки;	
--	--	--	--	---	--	--	--

Таблица 5.3 – Соответствие набранных баллов и оценки за промежуточную аттестацию

Шкала оценивания*		экзаменационная оценка
Суммарное количество баллов	Баллы за решение задач	
0...6 баллов	0 баллов	«неудовлетворительно»
4...7 баллов	не менее 1 балла	«удовлетворительно»
6...8 баллов	не менее 2 баллов	«хорошо»
8...10 баллов	3 балла	«отлично»

*) количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.1.;

**) количество баллов рассчитывается в соответствии с таблицей 5.2.

5.2. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины

5.2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в ходе текущего контроля успеваемости

Для текущего контроля знаний и умений студентов по дисциплине проводится комплексная оценка, включающая:

- выполнение практических заданий в виде решения задач;
- выполнение лабораторных работ;
- тестирование в СДО MOODLE по различным темам и разделам дисциплины.

Типовые задания к практическим занятиям

1 Режимы резания. Сверление

1. По заданию определить глубину резания.
2. По заданию определить величину подачи.
3. Определите скорость резания по данным задания.
4. Оцените силу резания по всем основным направлениям.
5. Определите мощность резания.

Материал режущей части для сверла – Р6М5 (быстрорежущая сталь). Жесткость системы СПИД – средняя

2. Режимы резания. Токарная обработка.

1. По заданию определить глубину резания.
2. По заданию определить величину подачи.
3. Определите скорость резания по данным задания.
4. Оцените крутящий момент и осевую силу резания.
5. Определите мощность резания.

Тип заготовки – прокат. Поверхность l_2 – показатель шероховатости $R_a=2,5$. Радиус при вершине резца – 0,8 мм.

3 Оценка технологичности конструкции детали

1. Определите состав и свойства конструкционного материала по заданию.
2. Оцените технологичность конструкции по коэффициенту унификации элементов.
3. Оцените технологичность конструкции по коэффициенту материалоемкости.
4. Оцените технологичность конструкции по коэффициенту
5. Оцените технологичность конструкции по коэффициенту

4 Определение типа заготовки

1. По заданию определите тип заготовки.
2. Определите варианты исходной заготовки.
3. Определите экономическую эффективность выбранного типа заготовки.

Типовые задания для лабораторных работ

Исследование влияния способов базирования заготовок на точность обработки. Базирование на плоскости и в патроне

В качестве заготовок для детали при базировании на плоскости используют бусок из любого материала. При базировании в патроне - пруток. Чертежи представлены на рисунках по заданию.

1. Замерить размеры длины и ширины.
2. Определить погрешность базирования.
3. Измерить основные параметры после обработки и оценить погрешность.
4. Сравнить фактическую погрешность и теоретическую.
5. Сделать выводы по полученным результатам.
- 6.

Исследование и анализ точности изготовления деталей вероятностно-статистическим методом

1. Изучить теоретическую часть работы.
2. По указанию преподавателя произвести измерения одной из партий деталей, находящихся в комплекте.
3. Построить эмпирическую и теоретическую кривые распределения.
4. Определить составляющие случайных и систематических погрешностей и суммарную погрешность.
5. Определить процент годных деталей и процент брака.
6. По полученным результатам сделать вывод в ходе технологического процесса.

Исследование влияния технологии сборки на выходные параметры асинхронного гиromотора

1. Изучить описание лабораторной работы.
2. Подготовить пульт к работе. Отрегулировать осевой натяг.
3. Измерить время разгона.
4. Измерить номинальное число оборотов ротора гиromотора.
5. Измерить время выбега.
6. Построить графики по заданию.
7. Провести анализ полученных результатов.

Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса

1. Механизация и автоматизация ТП. Специальное и специализированное оснащение ТП.
2. Правила оформления технологических процессов (ТП) на маршрутных картах
3. Правила оформления технологических процессов (ТП) на операционных картах
4. Правила оформления операционных эскизов
5. Правила оформления технологических процессов (ТП) в зависимости от типа производства
6. Технологические погрешности и их классификация
7. Законы построения технологических процессов
8. Методы анализа точности технологических процессов
9. Вероятностно-статистический анализ точности ТП
10. Дать определение понятию, что такое «технологический процесс»
11. Дать определение понятию, что такое «операция»
12. Дать определение понятию, что такое «переход», «проход»
13. Дать определение системы ЕСТД
14. По каким критериям оценивается технологичность изделий
15. Цели и задачи технологического контроля изделий.
16. Организация контроля в зависимости от типа производства и вида производственного процесса.
17. Разработка организационно-технологических схем контроля.
18. Выбор метода контроля.
19. Критерии оценки эффективности схемы контроля.

20. Сборка герметичных изделий, обеспечение и контроль герметичности.
21. Сборка заполняемых жидкими и газообразными средами изделий, контроль и обеспечение их герметичности.
22. Технология изготовления печатных плат (ПП) и технология сборки изделий на основе ПП.
23. Конструктивно-технологические особенности электронных узлов, особенности их сборки и контроля.
24. Технология миниатюрных и микроминиатюрных изделий.
25. Специфические особенности тонкопленочной технологии.
26. Особенности изготовления и сборки магнитных и электромагнитных систем изделий приборостроения.
27. Этапы развития технологии приборостроения.
28. Роль отечественных и зарубежных ученых в формировании дисциплины «Технология приборостроения».
29. Особенности приборостроительного производства.
30. Перспективные направления развития технологии на современном этапе.
31. Методы автоматизированного проектирования ТП на ЭВМ.
32. Алгоритмы автоматизированного проектирования операций и маршрутной технологии.
33. Программные продукты для автоматизированного проектирования ТП
34. Методы расчета и анализа процессов сборки (расчет размерных цепей).
35. Расчет полной и неполной взаимозаменяемости размерных цепей.
36. Моделирование ТП и их анализ.
37. Получение моделей ТП путем реализации активных планируемых экспериментов (АПЭ).
38. Методы прогнозирования точности ТП.
39. Понятие «надежность технологического процесса».
40. Модель точностной надежности ТП, характеристики надежности ТП.
41. Технологическое пути повышения надежности ТП.
42. Экспериментально-статистические методы исследования надежности ТП.
43. Техничко-экономический анализ ТП.
44. Выбор варианта ТП по экономическим (технологическая себестоимость ТП) показателям.
45. Выбор варианта ТП по производительности ТП
46. Структура временных затрат при функционировании ТП и факторы, влияющие на эти затраты.
47. Техническое нормирование. Пути повышения производительности по отдельным операциям и ТП в целом.

Типовые тестовые задания

Раздел 1.

1.

Вопрос 1

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Какие преимущества имеет заготовка простой формы

Выберите один ответ:

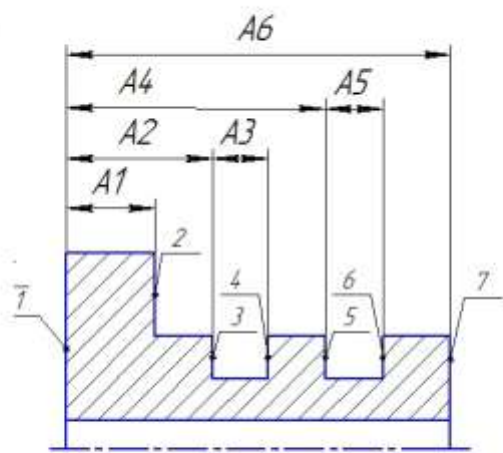
- ☐ Минимальные затраты в рамках обрабатывающих цехов
- ☐ Минимальное количество технологических операций в рамках маршрута
- ☐ Оптимальный технологический процесс в рамках единичного производства
- ☐ Минимальные затраты в рамках заготовительного цеха

Раздел 2.

Вопрос 1

Показ нет ответа
Балл: 1,00

Определите последовательность обработки по рисунку



Выберите один ответ:

- ☐ Начать обработку с первой поверхности, затем 2, 3, 5, 7, 4, 6.
- ☐ Начать с 7, а затем в любом порядке
- ☐ В любом порядке
- ☐ Начать обработку с первой поверхности, затем в любом порядке

5.2.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине: зачет/ экзамен / защита курсового проекта. Возможно проведение промежуточной аттестации в устно-письменной форме по экзаменационным билетам, по результатам накопительного рейтинга или в форме компьютерного тестирования.

Защита курсового проекта. Результаты защиты курсового проекта выставляются по пятибалльной системе оценивания («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).

Проектирование технологического процесса производства

Перечень вопросов к защите курсового проекта / работы (ПКС-5, ИПКС 5.1, ИПКС 5.2, ИПКС 5.3, ИПКС 5.4):

1. Определите состав и свойства конструкционного материала, из которого выполнена рассматриваемая деталь.
2. Через какие коэффициенты проведена оценка технологичности детали.
3. Является ли рассматриваемая деталь технологичной, и если нет, как обеспечить технологичность по рассматриваемым критериям.
4. Какой тип производства имеет деталь.
5. Какой объем имеет партия производства.
6. Определите тип заготовки для производства детали.
7. На чем основывается разработанный технологический процесс производства детали.
8. Какое оборудование используется для реализации технологического процесса.
9. Как выполнена оценка режимов обработки.
10. На основе каких способов выполнено нормирование.
11. Как проведена оценка экономической эффективности производства детали по предлагаемому варианту.
12. Какую схему сборки применили для предлагаемого изделия.
13. Какие соединения применялись при формировании сборочного процесса.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПКС-5, ИПКС 5.1, ИПКС 5.2, ИПКС 5.3, ИПКС 5.4):

1. Контрольные вопросы к зачету по дисциплине «Технология приборостроения»

1. Понятие о технологическом процессе.
2. Технологическая операция и ее элементы.
3. Элементы технологической операции
4. Техническая и технологическая подготовка производства
5. Анализ исходных данных.
6. Поиск аналогов технологического процесса изготовления детали.
7. Содержание и последовательность проектирования индивидуальных ТП обработки.
8. Выбор вида, способа получения и формы заготовки.
9. Установление планов обработки основных поверхностей деталей.
10. Разделение ТП на этапы.
11. Формирование плана операций (маршрутной технологии). Принцип концентрации и дифференциации.
12. Выбор оборудования.
13. Выбор технологических баз.
14. Назначение технологических баз.
15. Разработка технологических операций.
16. Выбор средств технологического оснащения.
17. Определение режимов обработки.

18. Точность обработки деталей.
19. Факторы, влияющие на точность обработки.
20. Погрешность изготовления режущего инструмента и его размерный износ при эксплуатации.
21. Упругие деформации технологической системы под действием сил резания и усилий закрепления.
22. Температурные погрешности и погрешности деформации детали от действия внутренних напряжений.
23. Технологичность конструкций изделий.
24. Качественная оценка технологичности.
25. Количественные показатели технологичности конструкции изделия.
26. Размерные цепи
27. Метода достижения точности замыкающего звена.
28. Способ единого качества.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПКС-5, ИПКС 5.1, ИПКС 5.2, ИПКС 5.3, ИПКС 5.4):

1

1. Этапы развития технологии приборостроения. Роль отечественных и зарубежных ученых в формировании дисциплины. Особенности приборостроительного производства. Перспективные направления развития технологии на современном этапе.
2. Основы вероятностно-статистического анализа точности технологических процессов (ТП). Точностные мгновенные и временные диаграммы ТП.
3. Функции, задачи и особенности технологической подготовки производства (ТПП).
4. Моделирование ТП и их анализ. Получение моделей ТП путем реализации активных планируемых экспериментов (АПЭ).
5. Технологические особенности конструкций современных приборов.
6. Критерии точности изделий, их влияние на продолжительность производства и стоимость ТП. Технологические факторы, влияющие на точность изделий.
7. Сборка герметичных изделий, обеспечение герметичности и ее контроль. Сборка заполняемых жидкими и газообразными средами изделий, обеспечение их герметичности и контроль.
8. Понятия физической и геометрической взаимозаменяемости. Виды сборочных размерных цепей и методы их обеспечения. Классификация и особенности регулировочных операций сборки и монтажа изделий приборостроения.
10. Технология изготовления печатных плат (ПП) и технология сборки изделий на основе ПП.
11. Классификация и характеристики сборочных соединений в приборостроении. Сборка разъемных и не разъемных соединений. Характеристики типовых процессов сборки.
12. Конструктивно-технологические особенности электронных узлов, особенности их сборки и контроля.
13. Технологические факторы, влияющие на точность изделий. Физическая природа факторов, вызывающих производственные погрешности. Классификация производственных погрешностей.
14. Технология миниатюрных и микроминиатюрных изделий. Тонкопленочные технологии.
15. Моделирование ТП и их анализ.
16. Особенности изготовления и сборки магнитных и электромагнитных систем изделий приборостроения.
17. Понятие «надежность ТП». Модель точностной надежности ТП, характеристики надежности ТП.
18. Анализ точности технологического процесса по временным точностным диаграммам.
19. Цели и задачи технологического контроля изделий. Организация контроля в зависимости от типа производства и вида производственного процесса.
20. Особенности сборки прецизионных измерительных устройств.
22. Технология сборки вакуумируемых и заполняемых измерительных устройств.
23. Понятие «технологичность конструкции». Показатели технологичности, определение уровня и количественных показателей технологичности. Технико-экономический анализ технологического процесса. Выбор варианта ТП по себестоимости.

24. Основные технологические документы ТП. Содержание документов ТП (маршрутные и операционные карты, операционные эскизы, технологические инструкции и т.д.). Требования к оформлению.

25. Особенности технологии изготовления деталей в приборостроении. Выбор типа заготовок, определение методов обработки и структуры процессов.

27. Правила оформления технологической документации, в том числе «безбумажной» технологии.

28. Технология изготовления многослойных печатных плат.

29. Техническая и технологическая единая система подготовки производства изделий (ЕСТПП). Функции, задачи и особенности технологической подготовки производства (ТПП). Технология изготовления однослойных печатных плат из фольгированного стеклотекстолита (субтрактивная технология).

Технология изготовления однослойных печатных плат (аддитивная технология).

Содержание и последовательность работ по проектированию ТП изготовления деталей приборов и их сборки. Исходные данные для проектирования ТП изготовления деталей и сборки изделий (приборов и ИВК).

33. Проектирование ТП по принципу интеграции или дифференциации операций, переходов. Выбор оснастки и оборудования для ТП.

34. Монтаж комплектующих элементов на печатные платы. Поверхностный монтаж. Пайка оплавлением. Методы контроля качества пайки.

35. Унификация ТП. Групповые и типовые ТП в приборостроении. Системный подход проектирования ТП как методологическая основа технологического проектирования производственных процессов.

36. Методы автоматизированного проектирования ТП на ЭВМ. Программные продукты для автоматизированного проектирования ТП

37. Компенсационный метод сборки прецизионных измерительных устройств.

38. Алгоритмы автоматизированного проектирования операций и маршрутной технологии.

39. Виды сборочных размерных цепей и методы их обеспечения. Классификация и особенности регулировочных операций сборки и монтажа изделий приборостроения.

40. Выбор варианта ТП по экономическим (технологическая себестоимость ТП) показателям и по производительности ТП.

41. Технологические особенности конструкций современных приборов и измерительно-вычислительных комплексов (ИВК).

42. Способы обеспечения герметичности изделий. Методы контроля герметичности изделий в приборостроении.

43. Структура временных затрат при функционировании ТП и факторы, влияющие на эти затраты. Техническое нормирование.

44. Особенности сборки прецизионных измерительных устройств. Требования к помещениям, рабочим, оборудованию, оснастке.

45. Унификация ТП. Типовые технологические процессы (ТП) в приборостроении их преимущества. Принципы построения типовых технологических процессов.

46. Сборка по принципу неполной взаимозаменяемости. Компенсационная сборка.

Примерный тест для итогового тестирования:

Вопрос 1

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Какой принцип применяют при построении технологического процесса для единичного производства

Выберите один или несколько ответов:

- ☐ Организационной концентрации
- ☐ Механической концентрации
- ☐ Технологической концентрации
- ☐ Принцип дифференциации

Вопрос 1

Пока нет ответа

Балл: 1,00

Как называется часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении заготовки

Выберите один ответ:

- ☐ Технологический переход
- ☐ Позиция
- ☐ Установ
- ☐ Наладка

5.3. Процедура оценивания результатов обучения по дисциплине

Процедура оценивания формируемых в рамках дисциплины компетенций (элементов компетенций) состоит из следующих этапов:

1. Текущий контроль (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе текущей аттестации представлены в табл. 5.1, задания в п. 5.2.1).

2. Промежуточная аттестация (описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания на этапе промежуточной аттестации представлены в табл. 5.2, задания в п. 5.2.2).

Для всего перечня формируемых компетенций (элементов компетенций) дисциплины проводится процедура оценки результатов обучения (табл. 5.3).

Таблицы 5.3 – Процедура, критерии и методы оценивания результатов обучения

Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов				Методы оценивания
	1 критерий – отсутствие усвоения «неудовлетворительно»	2 критерий – не полное усвоение «удовлетворительно»	3 критерий – хорошее усвоение «хорошо»	4 критерий – отличное усвоение «отлично»	
ПКС-5, ИПКС 5.1, ИПКС 5.2, ИПКС 5.3, ИПКС 5.4					
Знать: - основы материаловедения; - базовые технологические процессы и маршруты изготовления, в том числе и в рамках производства микроэлектромеханических систем; - знать требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья	Отсутствие усвоения знаний	Недостаточно уверенно понимает и может объяснять полученные знания	На достаточно высоком уровне понимает и может объяснять полученные знания	Отлично понимает и может объяснять полученные знания, демонстрирует самостоятельную познавательную деятельность	Участие в обсуждении дискуссионных материалов на лекциях Тестирование Промежуточная аттестация
Уметь: - определять цели и формулировать задачи моделирования и разработки технологических процессов, технологических модулей и маршрутов изготовления деталей, узлов и конструкций приборов и систем в целом, в том числе и микроэлектромеханических; - определять вид, порядок проведения и основные технологические параметры операций.	Не демонстрирует умения	Не уверенно демонстрирует умения	Достаточно уверенно демонстрирует умения	Отлично демонстрирует умения	Выполнение ПЗ и ЛР Отчет и защита СР, Промежуточная аттестация
Владеть: - навыками выбора типового технологического процесса изготовления различных приборов и систем, в том числе и микромеханических; - навыками выбора технологических баз для производства, в том числе и микроэлектромеханических систем; - навыками разработки описания основных этапов изготовления, а также набора необходимых для производства приборов и систем, в том числе и микроэлектромеханических, базовых технологических модулей и групп единичных технологических операций, входящих в их состав	Не демонстрирует навыки	Не уверенно демонстрирует навыки	Достаточно уверенно демонстрирует навыки	Отлично демонстрирует самостоятельные навыки	Выполнение ПЗ и ЛР Отчет и защита СР, Промежуточная аттестация

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Основная литература

6.1.1. Суслов, А.Г. Технология машиностроения [Текст] : Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов. / А. Г. Суслов. - М. : Машиностроение, 2004. - 400. - 330-00.

6.1.2 Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения [Текст] : Учебник для вузов / Б. М. Базров. - 2-е изд. (1-е изд. 2005г.) ; Допущено Министерством образования РФ. - М. : Машиностроение, 2007. - 736 с. : ил. - ISBN 978-5-217-03374-4 : 440-00.

6.1.3 Технология машиностроения [Текст] : В 2кн. Учебное пособие для вузов. Кн.1 : Основы технологии машиностроения / Жуков Э.Л., Козарь И.И., Мурашкин С.Л. и др. ; Под ред. С.Л. Мурашкина. - 3-е изд., стер. ; Допущено Министерством образования и науки РФ. - М. : Высшая школа, 2008. - 278 с. : ил. - ISBN 978-5-06-004367-9 : 344-09.

6.1.4. Схиртладзе А.Г. Технологические процессы в машиностроении [Текст] : Учебник / А. Г. Схиртладзе, С. Г. Ярушин. - 3-е изд., перераб. и доп. ; Допущено Министерством образования РФ. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 524 с. - ISBN 978-5-94178-122-5 : 384-38.

6.1.5. Конструирование и технология производства приборов и систем : учебное пособие / П. П. Пивнев, С. П. Тарасов, И. А. Кириченко, А. П. Волощенко. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2019. — 143 с. — ISBN 978-5-9275-3311-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95783.html> (дата обращения: 20.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6.1.6. Грибовский, А. А. Технологии быстрого производства в приборостроении : учебное пособие / А. А. Грибовский, А. А. Грибовская. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 66 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68200.html> (дата обращения: 20.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6.1.7. Валетов, В. А. Технология приборостроения : учебное пособие / В. А. Валетов, К. П. Помпеев. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. — 234 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/71511.html> (дата обращения: 20.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6.1.8. Технология приборостроения : учебное пособие / В. А. Валетов, Ю. П. Кузьмин, А. А. Орлова, С. Д. Третьяков. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2008. — 336 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68212.html> (дата обращения: 20.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6.1.9. Обухов В.И. Технология приборостроения [Текст] : Учебное пособие / В. И. Обухов, Я. Л. Миркин. - Рекомендовано Ученым советом НГТУ. - Н.Новгород : НГТУ, 2013. - 197 с. - ISBN 978-5-502-00223-3.

6.2 Дополнительная литература

6.2.1 Схиртладзе, А.Г. Проектирование технологических процессов в машиностроении [Текст] : Учебное пособие / А. Г. Схиртладзе, Пучков В.П., Прис Н.М. - Допущено УМО АМ. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 408 с. - ISBN 978-5-94178-265-9 : 455-00.

6.2.2 Ревзин, С. Р. Природопользование и экологический менеджмент : учебное пособие / С. Р. Ревзин, А. К. Шардаков. — Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2020. — 192 с. — ISBN 978-5-7433-3392-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108698.html> (дата обращения: 20.12.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей

6.2.3. Техничко-экономические расчеты при проектировании технологии производства изделий: Учеб. пособие/Я.Л. Миркин, В.И. Обухов; Нижегород. Гос. Техн. ун-т, 2004. 122 с.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

6.3.1. **Обухов В.И. Технология приборостроения** [Текст] : Учебное пособие / В. И. Обухов, Я. Л. Миркин. - Рекомендовано Ученым советом НГТУ. - Н.Новгород : НГТУ, 2013. - 197 с. - ISBN 978-5-502-00223-3.

6.3.2. Методические указания и задания к практическим занятиям по дисциплине «Технология приборостроения»; утверждены на заседании кафедры АПУ 04.06.2021 протокол № 4.

6.3.3. Техничко-экономические расчеты при проектировании технологии производства изделий: Учеб. пособие/Я.Л. Миркин, В.И. Обухов; Нижегород. Гос. Техн. ун-т, 2004. 122 с.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля), включая электронные библиотечные и информационно-справочные системы

7.1.1 Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks». Режим доступа: www.iprbookshop.ru.

7.1.2 Электронно-библиотечная система издательства «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

7.2.1 Microsoft Office

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования.

Таблица 8.1 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
ЭБС «IPRbooks»	Специальное мобильное приложение IPR BOOKS WV-Reader
ЭБС «Лань»	Синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине (модулю), оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

В таблице 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду АПИ НГТУ.

Таблица 9.1 – Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине (модулю)

Наименование аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий и помещений для проведения занятий и самостоятельной работы
316 - Кабинет самоподготовки студентов г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	рабочих мест студента – 26 шт; ПК, с выходом на телевизор LG - 1 шт. ПК с подключением к интернету -5шт.
Аудитория .9 (кафедра АПУ)	проектор Beng, компьютеры Pentium 4 - 1 шт., доска магнитно-маркерная, экран, мультимедийный проектор BenQMP622 посадочных мест - 32, шкаф для методической литературы - 3шт.
Аудитория 8 (кафедра АПУ)	Микроскоп МИ-2- 1 шт., Штангенциркуль электронный Kraftool -1 шт, Набор чувствительных элементов интегральных акселерометров, Набор эталонных мер. Твердомер динамический малогабаритный ТДМ-3- 1 шт, Набор эталонных мер для оценки шероховатости - 1 шт, Набор деталей для визуальной оценки шероховатости- 1 шт, Набор эталонных мер - 1 шт. Доска магнитно-маркерная, экран, мультимедийный проектор BenQMP622 , экран, Персональный компьютер-1шт. подключением к интернету (пакет Microsoft Office/ Пакет прикладных программ MatLab, лабораторный стол - 8 шт; Лабораторный стенд - 1 шт., комплект специальных измерительных средств, ММИ-1 - измерительный микроскоп - 1 шт; Рычажная скоба СР - 2 шт; Штангенциркуль ШЦ-1 "Калибр" - 2 шт; Микрометр МК - 2 шт; Индикатор часового типа ИЧ - 2 шт; посадочных мест - 29

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа проводится в аудиторной и внеаудиторной форме, а также в электронной информационно-образовательной среде института (далее – ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

При преподавании дисциплины используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса, а также материалы для практических занятий находятся в свободном доступе в СДО MOODLE на странице курса и могут быть проработаны студентами до чтения лекций в ходе самостоятельной работы. Это дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала.

На лекциях и практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, дискуссионные технологии, технологии работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч со студентами, так и современных информационных технологий, таких как форум, чат, внутренняя электронная почта СДО MOODLE.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента.

Для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенции в процессе текущего контроля применяется система контроля и оценки успеваемости студентов, представленная в табл. 5.1. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в табл. 5.2.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины. Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложных и важных положениях изучаемого материала. Материалы лекций являются основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков дискуссионного обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины, выработки собственной позиции по актуальным вопросам (проблемам);
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность отчетов по практическим занятиям, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

Приводятся конкретные методические указания для обучающихся по подготовке доклада, выполнению реферата или эссе, требования к их оформлению, порядок сдачи.

10.5 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

В процессе самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение основной учебной и справочно-библиографической литературы, представленной в разделе 6.

Для выполнения самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут использовать специализированные аудитории (см. табл. 9.1), оборудование которых обеспечивает доступ через «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде института и электронной библиотечной системе, где располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.6. Методические указания для выполнения РГР

Учебным планом не предусмотрены.

10.7. Методические указания для выполнения курсового проекта

Выполнение курсового проекта способствует лучшему освоению обучающимися учебного материала, формирует практический опыт и умения по изучаемой дисциплине, способствует формированию у обучающихся готовности к самостоятельной профессиональной деятельности, является этапом к выполнению выпускной квалификационной работы.

Примерная тематика курсовых проектов

1. Проектирование технологии изготовления детали средней сложности на основе чертежа и годовой программы, с оформлением ТП на маршрутных и операционных картах и включает технико-экономическое обоснование выбранного варианта ТП;
2. Проектирование технологии сборки датчика или прибора средней сложности на основе сборочного чертежа, с оформлением технологической схемы сборки и оформлением ТП согласно требованиям ЕСТД.
3. Проектирование технологии изготовления детали «фланец» и технологии сборки ДЛУ прямого измерения.
4. Проектирование технологии изготовления детали «ось» и технологии сборки датчиков температуры.
5. Проектирование технологии изготовления детали «втулка» и технологии сборки датчиков абсолютного или относительного давления.

6. Проектирование технологии изготовления детали «пробка» и технологии сборки датчиков угловых скоростей (ДУС).
7. Проектирование технологии изготовления детали «полуось» и технологии сборки ДУС микро-механического исполнения.
8. Проектирование технологии изготовления детали «крышка» и технологии сборки вибродатчиков.
9. Проектирование технологии изготовления детали «кожух» и технологии сборки датчиков угловых ускорений (ДУУ).
10. Проектирование технологии изготовления детали «рамка» и технологии сборки датчиков усилий.
11. Проектирование технологии изготовления детали «корпус» и технологии сборки расходомера.

Целью курсового проектирования по дисциплине «Технология приборостроения» является самостоятельное решение технико-экономических задач при разработке технологических процессов изготовления детали, сборке узлов или прибора, в том числе реализованных на базе МЭМС.

Задачами курсового проектирования являются:

- расчет и проектирование технологического процесса изготовления детали;
- проектирование технологического процесса сборки изделия, в том числе реализованных на МЭМС.

Студентам выдается чертеж детали средней сложности и задается годовой объем выпуска, сборочный чертеж узла или прибора, реализованного на МЭМС. При этом технологический процесс сборки, как правило, должен проектироваться для серийного производства. Все материалы КП оформляются в виде пояснительной записки и графических листов. Курсовой проект состоит из пояснительной записки, комплекта технологической документации, схемы сборки узла или прибора, графической части. Пояснительная записка должна содержать: титульный лист, задание на КП, введение, аннотацию, содержание пояснительной записки, приложения, список используемой литературы.

Общий план курсового проекта включает в себя следующие этапы:

- конструктивно-технологический анализ детали;
- определение типа производства;
- обоснование выбора типа заготовки;
- проектирование, как минимум, двух вариантов изготовления детали и обоснование выбранного варианта;
- расчет режимов обработки и техническое нормирование аналитическим методом;
- проектирование технологии сборки узла или прибора, реализованного на МЭМС;
- заключение.

Графическая часть включает в себя чертеж детали, сборочный чертеж узла или прибора, схему сборки.

Пояснительная записка курсового проекта является текстовым документом, содержащим обоснование решений, все виды расчетов, программы, инструкции, спецификации, различные ведомости.

Пояснительная записка к курсовому проекту должна включать:

- титульный лист;
- техническое задание;
- аннотацию;
- ведомость курсового проекта;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованной литературы;
- спецификации;
- приложения (при необходимости).

В соответствии с ГОСТ 2.105-95 текст пояснительной записки выполняют одним из следующих способов:

- машинописным, соблюдая требования ГОСТ 13.1.002, шрифт пишущей машинки должен быть четким, высотой не менее 2,5 мм. Цифры и буквы необходимо писать четко, черным шрифтом;
- с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ (ГОСТ 2.004).
- Все расчеты выполняются в системе СИ. При этом для удобства расчетов используют производные единицы длины (мм) и напряжения (Н/мм²). Точность расчетов зависит от определяемой величины и, как правило, не превышает одного-двух знаков после запятой; точность выполнения некоторых расчетов указывается отдельно.
- Графические работы выполняются в соответствии с требованиями на составление и оформление чертежей по ЕСКД.

10.8 Методические указания по обеспечению образовательного процесса

1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF.

2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF.

3. Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

4. Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf.

**Дополнения и изменения в рабочей программе дисциплины
на 20____/20____ уч. г.**

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

« ____ » _____ 20____ г. Глебов В.В.

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1)

2)

или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры, протокол от _____ № _____
Заведующий кафедрой _____
(подпись) (ФИО)

Утверждено УМК АПИ НГТУ, протокол от _____ № _____

Зам. директора по УР _____ Шурыгин А.Ю.
(подпись)

Согласовано:

Начальник УО _____ Мельникова О.Ю.
(подпись)

(в случае, если изменения касаются литературы):

Заведующая отделом библиотеки _____ Старостина О.Н.
(подпись)