

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

Кафедра «Авиационные приборы и устройства»

ОДОБРЕНО:

на заседании кафедры разработчика
протокол № 7 от 18.12.2025 г.

Зав. кафедрой

_____ А.А.Гуськов

«18» декабря 2025 год

УТВЕРЖДЕН:

на заседании Ученого совета АПИ НГТУ
протокол № 9 от 25.12.2025 г.

Директор института

_____ В.В. Глебов

«25» декабря 2025 год

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1. В.03 Технология в микросистемной технике
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: **12.04.01 Приборостроение**

Направленность: **Информационно-измерительная техника и технологии**

Форма обучения: *очная, очно-заочная*

Выпускающая кафедра **Авиационные приборы и устройства**

Разработчик (и): *Карасева Т.В., к.т.н., доцент*

регистрационный № 12.04.01-12

Начальник учебного отдела _____ О.Ю. Мельникова
подпись

Заведующая отделом библиотеки _____ О.Н. Старостина
подпись

АРЗАМАС, 2026 год

Содержание

<u>1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	3
<u>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</u>	9
<u>3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	9
<u>3.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам</u>	9
<u>3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам</u>	10
<u>4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	13
<u>4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда</u>	13
<u>4.2. Справочно-библиографическая литература</u>	13
<u>4.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям</u>	13
<u>5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	14
<u>5.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)</u>	14
<u>5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем</u>	14
<u>6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</u>	15
<u>7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</u>	15
<u>7.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии</u>	15
<u>7.2. Методические указания для занятий лекционного типа</u>	16
<u>7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах</u>	16
<u>7.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа</u>	16
<u>7.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся</u>	16
<u>7.6. Методические указания для выполнения РГР</u>	17
<u>7.7. Методические указания для выполнения курсового проекта / работы</u>	17
<u>8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ</u>	17
<u>9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ</u>	17

**1.ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
(МОДУЛЮ),СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ
ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Настоящая рабочая программа дисциплины «**Технология в микросистемной технике**» устанавливает планируемые результаты обучения по дисциплине, а также определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утвержденного приказом Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 957.

Освоение дисциплины вносит вклад в формирование компетенций, предусмотренных ОПОП:

Таблица 1.

Код компетенции	Формулировка компетенции
Профессиональные (ПК)	
ПК-1	Способен формулировать цели, определять задачи, выбирать методы исследования в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации
ПК-5	Способен к подготовке научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований, используя современные средства редактирования, в соответствии с установленными требованиями

Для категорий «знать, уметь, владеть» планируется достижение результатов обучения по дисциплине, вносящих на соответствующих уровнях вклад в формирование компетенций, предусмотренных основной профессиональной образовательной программой (таблица 2).

Таблица 2. Индикаторы достижения компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ ¹	Квалификационные требования к выбранной ТФ ²	Оценочные материалы (ОМ)	
					текущего контроля	промежуточного контроля
ПК-1 Способен формулировать цели, определять задачи, выбирать методы исследования в области приборостроения на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации	ИПК-1.1 – Осуществляет подбор и изучение литературных, патентных и других источников информации по теме исследований и разработок	Знать: - основы микросистемной технологии; - главные тенденции развития техники и технологии в области приборостроения и применение их на практике, Уметь: - использовать в своей работе тенденции развития технологий в приборостроении - выбирать важные тенденции развития техники и технологий Владеть: - методиками анализа современных тенденций развития техники и технологии; - методами анализа и синтеза технологичности изделий приборостроения.	<u>29.007</u> <u>D/02.7</u>	Трудовые действия: Анализ первичного технического задания и определение состава микроэлектромеханического устройства Трудовые умения: Работать с технической документацией Читать и интерпретировать требования системного уровня, спецификации, документацию по разработке и внедрению Трудовые знания: Основы технологии микросистемной техники Требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья	Выполнение практических заданий Контрольные вопросы при сдаче практического задания Выполнение лабораторных работ Контрольные вопросы при сдаче лабораторных работ Тестирование в СДО MOODLE по различным темам и разделам дисциплины	Вопросы к экзамену Экзамен Сдача курсовой работы
ПК-5 Способен к подготовке научно-технических отчетов, обзоров, публикаций по результатам выполненных исследований, используя современные средства редактирования, в соответствии с	ИПК-5.1 – Оформляет результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с использованием современных средств	Знать: - основные способы анализа полученных результатов Уметь: - систематизировать и анализировать полученные результаты - оформлять и описывать полученные результаты Владеть: - навыками практического анализа	<u>40.011</u> <u>B/02.6</u>	Трудовые действия: Организация сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок Трудовые умения: Применять актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний Оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ Трудовые знания: Актуальная нормативная документация в соответствующей области знаний	Выполнение практических заданий Контрольные вопросы при сдаче практического задания Выполнение лабораторных работ	Вопросы к экзамену Экзамен Сдача курсовой работы

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование дескриптора достижения компетенции	Код ПС и ТФ ¹	Квалификационные требования к выбранной ТФ ²	Оценочные материалы (ОМ)	
					текущего контроля	промежуточного контроля
установленными требованиями	редактирования в соответствии с установленными требованиями	по заданию составления технической документации			Контрольные вопросы при сдаче лабораторных работ	

Данные по профессиональным стандартам ОП ВО:

1. Шифр и наименование профессионального стандарта (ПС) – 29.007 «Специалист по проектированию микро- и наноразмерных электромеханических систем»

Код и наименование обобщенной трудовой функции (ОТФ) - D7 Разработка функционального описания и технического задания на разработку микроэлектромеханической системы

Код и наименование трудовой функции (ТФ) - D/02.7 Определение набора физических блоков микроэлектромеханической системы на основе функциональной блок-схемы

2. Шифр и наименование профессионального стандарта (ПС) – 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам».

Код и наименование обобщенной трудовой функции (ОТФ) - B6 Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем

Код и наименование трудовой функции (ТФ) - B/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) **Б1.В.О3 «Технология в микросистемной технике»** включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при освоении программы бакалавриата.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины «Технология в микросистемной технике», необходимы при изучении дисциплины «Микросистемная техника», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является: подготовка студента к выполнению профессиональных задач в рамках трудовой деятельности по профессиональному стандарту 29.007 «Специалист по проектированию микро- и наноразмерных электромеханических систем» в рамках обобщенной трудовой функции «Определение набора физических блоков микроэлектромеханической системы на основе функциональной блок-схемы», а так же - формирование знаний в рамках основ технологии микросистемной техники и умений работы с технической литературой в области производства МСТ.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. ед. или 216 часов, распределение часов по видам работ по семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость в час		
	Всего час.	В т.ч. по семестрам	
		№1 семестра/ очное	№3 семестра/ Очно- заочное
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения		
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	216/216	216	216
1. Контактная работа:	96/62	96	62
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	88/54	88	54
занятия лекционного типа (Л)	32/18	32	18
занятия семинарского типа (ПЗ – семинары, практические занятия и др.)	32/24	32	24
лабораторные работы (ЛР)	24/12	24	12
1.2. Внеаудиторная, в том числе	8/8	8	8
Курсовая работа (КР)	2/2	2	2
текущий контроль, консультации по дисциплине	4/4	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2/2	2	2
2. Самостоятельная работа (СРС)	120/154	120	154
2.1 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.), курсовой работе (КР) (подготовка)	93/	93	127
2.2 Подготовка к контролю	27/27	27	27
3. Форма контроля	Экзамен	Экзамен	Экзамен

3.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного/очно-заочного обучения

Планируемые (контролируе- мые) 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			
1 семестр /3 семестр							
ПК-1 ИПК-1.1	Раздел 1. Формирование микромеханических структур						
	Тема 1.1. Сверхчистые материалы, их физико-химические и физико-механические свойства.	3/1			6/8	Особенности и перспективные направления развития микротехнологии на современном этапе. Полупроводниковый кремний как конструкционный материал для приборостроения. Специфические свойства полупроводникового кремния.	Проработка теоретического материала по курсу Решение индивидуальных практических задач по темам Выполнение лабораторных работ
	Тема 1.2. Технология получения полупроводниковых пластин (п/п)	3/2			6/8	Выращивание п/п стержней. Резка стержней на пластины. Шлифование и полирование пластин. Контроль качества п/п пластин.	
	Тема 1.3 Способы формирования покрытий п/п пластин	3/1			6/10	Термическое окисление. Термическое испарение материалов в вакууме. Пиролитический способ осаждения материалов на подложку. Эпитаксия. Задачи, решаемые покрытиями.	
	Тема 1.4 Литография	3/2			6/12	Основы литографических процессов. Резисты. Характеристики, свойства, виды. Шаблоны. Технология фотолитографии. Технология рентгено-лучевой литографии. Ионно-лучевая литография.	
	Тема 1.5 Размерная обработка п/п пластин для изготовления микромеханических структур.	3/2	12/-		6/8	Плазмохимическая (сухая) размерная обработка кремния. Ионное травление. Химическая размерная обработка. Травление диоксида кремния.	
	Практическое занятие №1 Расчет параметров инерционной массы и упругих подвесов осевого чувствительного элемента в рамках анизотропного химического травления			3/3			
	Практическое занятие №2 Расчет параметров			3/3			

	инерционной массы и упругих подвесов маятникового чувствительного элемента в рамках анизотропного химического травления						
	Практическое занятие №3 Расчет параметров микромеханической кремниевой мембраны в рамках анизотропного химического травления			2/2			
	Лабораторная работа №1 Анализ погрешностей при изготовлении чувствительных элементов микросистемных датчиков (ЧЭ МСТ)		6/-				
	Лабораторная работа №2 Количественная оценка вариации массы ЧЭ микросистемного акселерометра в условиях производства		6/-				
	Итого по 1 разделу	15/8	12/-	8/8	30/46		

ПК-1 ИПК-1.1	Раздел 2. Формирование микроэлектронных структур.							
	Тема 2.1. Диффузия.	3/1			4/8	Механизмы диффузии. Диффузаны. Способы диффузии. Качественный анализ. Ионное легирование для получения активных структур		Проработка теоретического материала по курсу
	Тема 2.2 Омические контакты, соединения микроэлектронных структур.	3/1			4/8	Материалы, системы материалов и требования к ним. Анализ качества и надежности контактных.		
	Тема 2.3 Электрические соединения в микроэлектронных структурах	2/1			3/8	Соединение материалов в твердой фазе. Гипотезы твердофазного соединения материалов. Микросварка. Микропайка. Материалы, оснастка.		
	Итого по 2 разделу	8/3		-/-	11/24			
ПК-1 ИПК-1.1	Раздел 3. Формирование микросистемного преобразователя							
	Тема 3.1 Разработка	3/2			4/8	Исходные данные. Этапы проектирования. Требования к размещению		Проработка

	топологии микроэлектронных и микромеханических структур					элементов и компонентов на подложке. Общий топологический и послойные чертежи и требования к их оформлению. Комплект документов.	теоретического материала по курсу Решение индивидуальных задач по темам Выполнение лабораторных работ
	Тема 3.2 Технологические погрешности и их анализ	2/2			6/8	Анализ структурных и температурных напряжений в подложках и оценка их влияние на точность микросистемных устройств. Погрешности размерного травления. Погрешности анизотропного травления и их анализ.	
	Тема 3.3 Надежность и испытание микросистемных устройств.	2/2			6/5	Специфика испытаний микросистемных устройств. Режимы испытаний. Оборудование, оснастка. Технологические основы обеспечения надежности микросистемных устройств.	
	Тема 3.4 Экологический менеджмент и менеджмент производственной безопасности и здоровья в рамках реализации технологического процесса	2/1			/2	Экологический менеджмент. Менеджмент производственной безопасности и здоровья в рамках реализации технологического процесса производства микроэлектромеханических систем.	
	Практическое занятие №1 Оценка погрешности размерной обработки осевого чувствительного элемента			4/4			
	Практическое занятие №2 Оценка погрешности размерной обработки маятникового чувствительного элемента			4/4			
	Практическое занятие №3 Оценка погрешности размерной обработки микромеханической мембраны			4/-			
	Практическое занятие №4 Разработка топологии электронного блока			4/4			
	Практическое занятие №5 Разработка топологии чувствительного элемента микромеханического акселерометра			4/4			
	Практическое занятие №6 Разработка топологии чувствительного элемента			4/-			

	микромеханического датчика давления						
	Лабораторная работа № 1 Экспериментально-статистические исследования влияния технологических операций на угловую жесткость чувствительных элементов микросистемных акселерометров		4/4				
	Лабораторная работа № 2 Определение конструктивных параметров чувствительных элементов микросистемных акселерометров и датчиков давлений с учетом технологических погрешностей		4/4				
	Лабораторная работа № 3 Математическое моделирование технологического процесса изготовления чувствительных элементов микросистемных акселерометров		4/4				
	Итого по разделу 3	9/7	12/12	24/16	16/23		
ПК-1 ИПК-1.1 ПК-5 ИПК 5.1	Выполнение курсовой работы				36/36		Выполнение курсовой работы по индивидуальному заданию
	ИТОГО за семестр	32/18	24/12	32/24	93/127		
	ИТОГО по дисциплине	32/18	24/12	32/24	93/127		

Таблица 5 - 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

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

4.1.1. Обухов В.И. Технология интегральных датчиков и систем. С грифом УМО. Н. Новгород, 2015 – 165 с. 100 экз.

4.1.2. Карасева, Т.В. Размерная обработка кремния и оценка технологических погрешностей [Текст] : Учебное пособие / Т. В. Карасева. - Рекомендовано УМО. - Н.Новгород : НГТУ, 2014.-127 с.

4.1.3. Вавилов, В.Д. Микросистемная техника [Текст] : Учебное пособие / В. Д. Вавилов. - Рекомендовано УМО. - Н.Новгород : НГТУ, 2015. - 625 с. 50 экз.

4.1.4. Вавилов, В.Д. Микроэлектромеханические системы [Текст] : Монография / В. Д. Вавилов. - Н.Новгород : НГТУ, 2014. - 631 с. 98 экз.

4.2. Справочно-библиографическая литература

4.2.1. Джексон, Р.Г. Новейшие датчики [Текст] : Пер. с англ. / Р. Г. Джексон ; Под ред. В.В. Лучинина. - 2-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2008. - 400 с. - (Мир электроники). 30 экз.

4.2.2. Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности [Текст] / Л. Фостер ; Пер. с англ. А. Хачояна. - М. : Техносфера, 2008. - 352 с. : ил. - (Мир материалов и технологий). 20 экз.

4.2.3. Лозовский, В.Н. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность [Текст] : Учебное пособие / В. Н. Лозовский, Г. С. Константинова, С. В. Лозовский. - 2-е изд., испр. ; Рекомендовано УМО. - СПб. : Лань, 2008. - 336 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). 20 экз.

4.2.4. Распопов, В.Я. Микромеханические приборы [Текст] : Учебное пособие / В. Я. Распопов. - Допущено Министерством образования и науки РФ. - М. : Машиностроение, 2007. - 400 с. 23 экз.

4.2.5. Кручинин, Д. Ю. Фотолитографические технологии в производстве оптических деталей : учебное пособие для СПО / Д. Ю. Кручинин, Е. П. Фарафонтова ; под редакцией В. А. Дерябина. — 2-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2019. — 49 с. — ISBN 978-5-4488-0454-0, 978-5-7996-2891-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87896.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/87896>

4.2.6. Васильев, В. Ю. Технология тонких пленок для микро- и наноэлектроники : учебное пособие / В. Ю. Васильев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 107 с. — ISBN 978-5-7782-3915-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL:

4.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации к лекционным и практическим занятиям по дисциплине» НГТУ ПВД 11.6/145-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000651.pdf>

2. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по оформлению практических работ обучающихся» НГТУ ПВД 11.6/146-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000653.pdf>

3. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине» НГТУ ПВД 11.6/148-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000654.pdf>

4. Положение по виду деятельности «Методические рекомендации по применению интерактивных форм, методов и технологий обучения» НГТУ ПВД 11.6/144-23 от 27 февраля 2023 г. Электронный адрес: <https://api.nntu.ru/sveden/files/000650.pdf>

5. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

5.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система издательства «IPRbooks» www.iprbookshop.ru
2. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка <https://cyberleninka.ru/journal>
4. Электронно-библиотечная система издательства «Наука» <https://www.libnauka.ru>
5. Информационная система доступа к каталогам библиотек сферы образования и науки ЭКБСОН <http://www.vlibrary.ru>

5.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 6. Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows 10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Open office 4.1.10 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 8.1 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Adobe Acrobat Reader DC-Russian (проприетарное ПО)
Microsoft Office Standard 2016 (лицензия № 65824992)	Mozilla Firefox (свободное ПО)
Р7 Офис (с/н 5260001439)	Google Chrome (свободное ПО)
Microsoft Visual Studio 2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Yandex Browser (свободное ПО)
Dr.Web (С/н 758S-TDJP-N7HB-ZH2F от 26.05.2025, до 31.05.26)	

Таблица 7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1.	Сайт «Интернет и Право»	https://internet-law.ru/
2.	Библиотека нормативной документации	https://files.stroyinf.ru/
3.	База данных свободного доступа Polpred Обзор СМИ	https://polpred.com/news

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для проведения учебных занятий по дисциплине могут быть использованы любые учебные аудитории, лаборатории или специализированные помещения, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения в соответствии с требованиями к реализации программы. Сведения об оборудованных учебных кабинетах размещена на сайте АПИ НГТУ (<https://api.nntu.ru>) в разделе «Материально-техническое обеспечение и оснащённость образовательного процесса. Доступная среда» по ссылке: <https://api.nntu.ru/sveden/objects/>

Таблица 8. Оснащённость аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

Адрес места нахождения	Наименование оборудованного учебного кабинета	Оснащённость оборудованного учебного кабинета	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	316 - Кабинет самоподготовки студентов	1. Рабочее место студента, оснащенное ПК с монитором – 5 шт. 2. ПК с выходом на телевизор LG – 1 шт. 3. Рабочее место студента – 26 шт.	Windows 10 (Подписка DreamSpark Premium договор № Tr000153075 от 11.04.2017) Мой Офис Стандартный (Договор № Л-80878 02.04.2019) MS Office-2010 Russian Standart (Лицензия № 46931090 от 20.05.2010) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (Сертификат AF10-3S1V25-102 от 04.06.2010)
г. Арзамас, ул. Калинина, дом	Аудитория 9 (кафедра АПУ)	1. Рабочее место преподавателя, оснащенное	Windows 10 (Подписка DreamSpark Premium

19		ПК с монитором – 1 шт. 2. Рабочее место студента – 32 шт. 3. Комплект демонстрационного оборудования: - мультимедийный проектор – 1 шт.; - экран для проектора – 1 шт.; - доска маркерная – 1 шт.	договор № Tr000153075 от 11.04.2017) Мой Офис Стандартный (Договор № Л-80878 02.04.2019) MS Office-2010 Russian Standart (Лицензия № 46931090 от 20.05.2010) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (Сертификат AF10-3S1V25-102 от 04.06.2010)
г. Арзамас, ул. Калинина, дом 19	Аудитория 8 (кафедра АПУ)	1. Рабочее место преподавателя, оснащенное ПК с монитором – 1 шт. 2. Рабочее место студента – 18 шт. 3. Комплект демонстрационного оборудования: - мультимедийный проектор – 1 шт.; - экран для проектора – 1 шт.; - доска маркерная – 1 шт. 4. Комплект лабораторного оборудования. Микроскоп МИ-2- 1 шт., Микроскоп электронный Набор чувствительных элементов микромеханических акселерометров осевого и маятникового типа	Windows 10 (Подписка DreamSpark Premium договор № Tr000153075 от 11.04.2017) Мой Офис Стандартный (Договор № Л-80878 02.04.2019) MS Office-2010 Russian Standart (Лицензия № 46931090 от 20.05.2010) ABBYY FineReader 10 Corporate Edition (Сертификат AF10-3S1V25-102 от 04.06.2010)

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. 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 «Технология в микросистемной технике»,

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 и лабораторных занятий находятся в свободном доступе в системе MOODLE на странице курса «Технология в микросистемной технике» по адресу: <https://sdo.api.nntu.ru/course/view.php?id=270> 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, 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 ФОС дисциплине. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена и курсовой работы с использованием системы контроля и оценки успеваемости студентов, представленной в ФОС дисциплины

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

7.2. 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 сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

7.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах

Одной из основных форм и методов оценки компетенций являются лабораторные работы. Освоение компетенции ПК-1, ПК-5 позволит подготовить студента к выполнению своих профессиональных задач применительно к выбору базового типового технологического процесса изготовления микро- и наноразмерных электромеханических систем, разработке описания основных этапов изготовления, а также анализа точностных характеристик чувствительных элементов.

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.

7.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все разделы курса. 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 занятия обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- развитие умений и навыков владения общими принципами, методами и алгоритмами решения инженерных задач, связанными с механическими явлениями;
- подведение итогов занятий (результаты тестирования, готовность домашних заданий, выполненных в ходе самостоятельной работы).

7.5. 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.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 4.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы. В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть

«Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

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

7.6. Методические указания для выполнения РГР

Учебным планом не предусмотрено.

7.7. Методические указания для выполнения курсовой работы

Выполнение курсовой работы 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. Курсовая работа является комплексной работой студента. Решение поставленной задачи развивает полученные навыки в процессе формирования научно-технической документации в рамках производства микроэлектромеханических приборов и устройств и заставляет студента решать конкретные технологические проблемы, закрепляя и углубляя теоретические знания.

Объем и содержание курсовой работы определяется заданием, содержащим, помимо исходных данных, также предъявляемые к нему технические требования и особые условия, связанные с условиями эксплуатации.

Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Проектирование общей топологии и послойных чертежей микросистемного акселерометра.
2. Проектирование общей топологии и послойных чертежей микросистемного датчика давления.
3. Проектирование общей топологии и послойных чертежей микросистемного датчика абсолютного давления.
4. Проектирование общей топологии и послойных чертежей микросистемного датчика линейных ускорений прямого измерения.
5. Проектирование общей топологии и послойных чертежей микросистемного датчика относительного давления.
6. Проектирование общей топологии и послойных чертежей микросистемного прецизионного датчика температуры.

Целью курсовой работы является оценка готовности студента к выполнению профессиональных задач в рамках трудовой деятельности по профессиональному стандарту 29.007 «Специалист по проектированию микро- и наноразмерных электромеханических систем» в рамках обобщенной трудовой функции «Определение набора блоков микроэлектромеханической системы на основе функциональной блок-схемы».

Исходным документом для разработки является техническое задание. В нем упрощены некоторые технические требования (его назначение, требования к изделию, условия работы) и приведен эскиз чувствительного элемента и принципиальная схема. Упрощения вызваны учетом объекта работы, отведенного студентам учебным планом, и уровнем их знаний к началу курсового проектирования. Процесс проектирования проводится в соответствии со стадиями его выполнения, регламентированными ГОСТ 2.103-68, согласно которому разработку курсовой работы можно разделить на следующие этапы:

- анализ технологических процессов для реализации элементов микросистемной техники по заданию;
- разработка топологии чувствительного элемента с учетом технологических аспектов реализации микросистемного преобразователя;
- разработка топологии принципиальной схемы с учетом технологических ограничений реализации микросистемного преобразователя;
- разработка послойных и сборочных чертежей в рамках реализации принципиальной схемы, на базе которых проводится технологическая реализация фотошаблонов;
- разработка послойных чертежей в рамках реализации чувствительного элемента, на базе которых проводится технологическая реализация фотошаблонов для размерной обработки механического узла.

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

Пояснительная записка к курсовой работе должна включать:

- титульный лист;
- техническое задание;
- аннотацию;
- ведомость курсовой работы;
- 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.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине базируется на перечне компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения всех результатов обучения, запланированных для дисциплины.

- ~ ФОС включает в себя:
 - ~ перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
 - ~ описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- ~ типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы;
- ~ методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

9. АДАПТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ И ИНВАЛИДОВ

Согласно Федеральному закону от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ст. 79, п.8 профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся. Адаптированная рабочая программа разрабатывается по каждой направленности при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.