

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

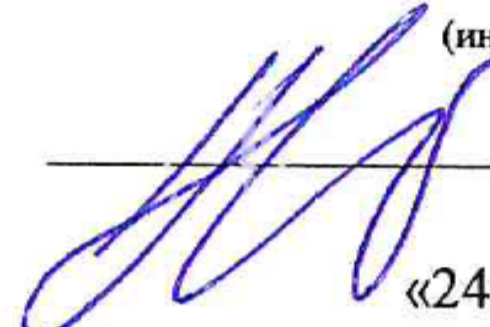
Руководитель образовательной программы

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

В.А. Ненашев

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«24» июня 2024 г

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

О.М. Филонов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«24» июня 2024 г, протокол № 10/24

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

(подпись, дата)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Современные технологии»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.04.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Конструирование и технология электронных средств
Наименование направленности	Проектирование и технология аэрокосмических приборов и электронных средств
Форма обучения	очная
Год приема	2024

## Аннотация

Дисциплина «Современные технологии» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности «Проектирование и технология аэрокосмических приборов и электронных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-2 «Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования, искусственного интеллекта и обеспечивать их программную реализацию»

ПК-4 «Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения»

ПК-7 «Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями»

ПК-8 «Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств»

ПК-9 «Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства»

ПК-11 «Способен обеспечивать технологичность электронных средств и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов»

ПК-12 «Способен осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и систем электронных средств на этапах проектирования и производства»

ПК-14 «Способен осуществлять руководство структурным подразделением по сборке и монтажу приборов бортовой аппаратуры и кабелей при изготовлении изделий ракетно- космической промышленности»

ПК-15 «Способен планировать и управлять производственными процессами при изготовлении изделий "система в корпусе"»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием и производством микроэлектромеханических систем (МЭМС) и их компонентов – микроэлектромеханических датчиков и исполнительных устройств.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, курсовое проектирование.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Современные технологии» является формирование углубленной подготовки студентов направления «Конструирование и технология электронных средств». Основными задачами изучения дисциплины является получение студентами теоретических знаний и практических навыков по базовым технологиям и типовым конструкциям микросистемной техники (МСТ), наноматериалам и нанотехнологиям.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования, искусственного интеллекта и обеспечивать их программную реализацию	ПК-2.3.1 знать методы разработки интеллектуальных алгоритмов решения научно-исследовательских задач ПК-2.У.1 уметь использовать алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования, в том числе алгоритмы с использованием искусственного интеллекта ПК-2.В.1 владеть навыками разработки стратегии и методологии исследования конструкций электронных средств и технологических процессов
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-4.3.1 знать принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований ПК-4.У.1 уметь подготавливать заявки на изобретения ПК-4.В.1 владеть навыками подготовки научных публикаций на основе результатов исследований
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен разрабатывать проектно-конструкторскую	ПК-7.3.1 знать нормативные требования к разработке проектно-конструкторской документации ПК-7.У.1 уметь использовать стандарты и

	документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	нормативные требования при разработке документации ПК-7.В.1 владеть навыками разработки документации для организации выпуска изделий
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств	ПК-8.3.1 знать современные технологические процессы производства электронных средств ПК-8.У.1 уметь проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства электронных средств ПК-8.В.1 владеть навыками подготовки технического задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств
Профессиональные компетенции	ПК-9 Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	ПК-9.3.1 знать требования технологической и нормативной документации технологических процессов выпуска электронных средств ПК-9.У.1 уметь проектировать технологические процессы производства электронных средств ПК-9.В.1 владеть навыками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства
Профессиональные компетенции	ПК-11 Способен обеспечивать технологичность электронных средств и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов	ПК-11.3.1 знать принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства электронных средств ПК-11.У.1 уметь анализировать характеристики изделий электронной техники и процессов их изготовления ПК-11.В.1 владеть навыками оценки экономической эффективности технологических процессов
Профессиональные компетенции	ПК-12 Способен осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и систем электронных средств на этапах проектирования и производства	ПК-12.3.1 знать методы авторского сопровождения разрабатываемых изделий и технологических процессов ПК-12.У.1 уметь анализировать причины брака выпускаемых изделий ПК-12.В.1 владеть навыками подготовки дефектных ведомостей устройств, приборов и систем электронных средств
Профессиональные компетенции	ПК-14 Способен осуществлять	ПК-14.У.1 уметь организовывать внедрение прогрессивных технологий приборно-



	руководство структурным подразделением по сборке и монтажу приборов бортовой аппаратуры и кабелей при изготовлении изделий ракетно-космической промышленности	кабельного производства
Профессиональные компетенции	ПК-15 Способен планировать и управлять производственными процессами при изготовлении изделий "система в корпусе"	ПК-15.3.1 знать технологию изготовления изделий "система в корпусе" ПК-15.3.2 знать основы экономики и организации производства изделий микро- и нанoeлектроники ПК-15.У.1 уметь разрабатывать планы и планы-графики реализации эффективного производства изделий "система в корпусе"

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Материалы и компоненты электронных средств»,
- «Физико-химические основы технологии электронных средств»,
- «Физические основы микроэлектроники»,
- «Технология производства ЭС».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Технологии микросистемной техники».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№2
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>	17	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	34	34
<b>в том числе:</b>		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		

экзамен, (час)	54	54
<b>Самостоятельная работа</b> , всего (час)	56	56
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 2</b>					
Раздел 1. Классификация и принципы построения средств микросистемной техники	1	2			5
Раздел 2. Материалы, применяемые для производства МЭМС	1	2			4
Раздел 3. Особенности проектирования МЭМС	1	2			4
Раздел 4. Технологический синтез МЭМС	2	1			4
Раздел 5. Типовые и перспективные конструкции МЭМС	2	1			4
Раздел 6. Типовые технологические операции в производстве МЭМС	2	2			4
Раздел 7. Конструирование и расчет элементов МЭМС, основанных на различных технологиях	2	1			4
Раздел 8. Перспективные технологии производства МЭМС	1	1			4
Раздел 9. Нанотехнология. Наноструктуры и наноматериалы	1	1			4
Раздел 10. Самосборка и катализ наноструктур	1	1			4
Раздел 11. Механические и электрические свойства наноматериалов	1	1			4
Раздел 12. Наноэлектромеханические системы	1	1			4
Раздел 13. Методы исследования наноструктур	1	1			4
Итого в семестре:	17	17			56
Итого	17	17	0	0	56

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>Раздел 1.</b>	<b>Классификация и принципы построения средств микросистемной техники. История развития</b>

	<p>микросистемной техники. Микроэлектромеханические системы – современный этап технической эволюции твердотельной микроэлектроники. Классификация МЭМС. Планарные и объемные микроконструкции и основные принципы их построения и изготовления. Перспективные направления развития средств микросистемотехники</p>
<b>Раздел 2.</b>	<p><b>Материалы, применяемые для производства устройств МЭМС.</b> Характеристика основных материалов, применяемых для изготовления изделий МЭМС. Конструкционные материалы изделий МЭМС: кремний, металлы, керамика, стекла, полимеры.</p>
<b>Раздел 3.</b>	<p><b>Особенности проектирования устройств МЭМС.</b> Основные элементы конструкций МЭМС. Проектирование консолей, мембран, мостов – элементов МЭМС. Взаимосвязь между планарными принципами проектирования МЭМС и планарной технологией их изготовления.</p>
<b>Раздел 4.</b>	<p><b>Технологический синтез устройств МЭМС.</b> Исходные условия синтеза. Объемные технологии. Поверхностные технологии. LIGA – технология.</p>
<b>Раздел 5.</b>	<p><b>Типовые и перспективные конструкции устройств МЭМС.</b> Датчики давления. Датчики линейных ускорений. Датчики абсолютных угловых скоростей. Датчики химического состава. Микрохроматографы. Биосенсоры и экспресс-анализаторы.</p>
<b>Раздел 6.</b>	<p><b>Типовые технологические операции в производстве устройств МЭМС.</b> Операции очистки поверхности подложек. Осаждение пассивирующих диэлектрических пленок (SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>). Осаждение металлических и ферромагнитных пленок. Литографические операции. «Жидкостное» и «сухое» травление. Сборка МЭМС.</p>
<b>Раздел 7.</b>	<p><b>Конструирование и расчет элементов устройств МЭМС, основанных на различных технологиях.</b> Конструкции, основанные на кремниевой технологии. Конструирование и методы расчета кремниевых подвижных микромеханических систем и микрогироскопов на поверхностных акустических волнах (ПАВ). Конструирование и метод расчета ремниевых акселерометров. Анализ и подход к конструированию и расчету МЭМС на основе тензорезистивных полупроводниковых структур. Конструирование и расчет МЭМС, основанных на пьезоэлектрических принципах. Конструирование и расчет пьезоэлектрических мембран, предназначенных для работы на объемных акустических волнах (ОАВ). Конструирование и расчет резонаторов и линий задержки на ПАВ.</p>
<b>Раздел 8.</b>	<p><b>Перспективные технологии производства устройств</b></p>

	<b>МЭМС. Технология SI MOX. Технология Hex SiL. Технология SCREAM. Технология EFAB. Технология ELTRAN</b>
<b>Раздел 9.</b>	<b>Нанотехнология. Наноструктуры и наноматериалы.</b> Нанотехнология как основное направление развития высоких технологий. Основные направления научных исследований и практические применения нанотехнологий. Нанокластеры металлов и полупроводников. Газовые молекулярные кластеры. Углеродные наноструктуры и нанотрубки. Объемные наноструктурированные материалы. Разупорядоченные структуры и нанокристаллы. Кристаллы из металлических наночастиц.
<b>Раздел 10.</b>	<b>Самосборка и катализ наноструктур.</b> Процессы самосборки. Полупроводниковые островковые структуры и монослои. Катализ наноструктур. Пористые материалы, коллоиды.
<b>Раздел 11.</b>	<b>Механические и электрические свойства наноматериалов</b>
<b>Раздел 12.</b>	<b>Наноэлектромеханические системы.</b> Наномашины и наноприборы. Методы синтеза наноустройств.
<b>Раздел 13.</b>	<b>Методы исследования наноструктур.</b> Исследования с применением атомного силового микроскопа. Возможности сканирующего туннельного микроскопа и направления исследований.

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 2					
Всего			17		

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				



	Всего		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся  
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	20	20
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	18	18
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	18	18
Всего:	56	56

5. Перечень учебно-методического обеспечения  
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
629.7(ЛИАП) П22	Конструирование и технология измерительно- вычислительных комплексов летательных аппаратов [Текст] : учебное пособие / В. П. Пашков, Я. А. Поповская, О. М. Филонов. - СПб. : Изд-во ЛИАП, 1991. - 100 с.	20
621.396.6(075) В67	Конструирование и технология изготовления радиоэлектронной	44

	аппаратуры [Текст] : учебник / Н. Ф. Воллернер. - Киев : Вища шк., 1970. - 363 с.	
621.396 П28	Конструирование радиоэлектронной аппаратуры :Основные проблемы и современное состояние [Текст] / В. Б.Пестряков. - М. : Сов. радио, 1969. - 208 с.	32
621.38 Б90	Булычев А.Л. Электронные приборы. – М.: Лайт, 2000. – 416 с.	4
681.2 (ГУАП) Л25	Ларин В.П., Шелест Д.К. Конструирование и производство типовых приборов и устройств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб. 2005. – 300 экз.	300

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 26 и №27 от 31.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058 от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.2023

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
-------	--------------

Не предусмотрено
------------------

### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	13-07 (БМ)

### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Классификация методов изготовления МЭМС	ПК-8.3.1
2	Типы механических датчиков	ПК-8.3.1
3	Термовакuumное напыление	ПК-8.В.1
4	Монтаж кремниевых компонентов методом сплавления)	ПК-8.В.1
5	Процессы фотолитографии в технологии электронной аппаратуры и МСТ	ПК-8.3.1
6	Материалы для микрообработки	ПК-8.3.1
7	Формирование тонких пленок из оксида кремния методом термоокисления	ПК-8.В.1
8	Осаждение диоксида и нитрида кремния	ПК-8.В.1
9	Термокомпрессионная микросварка	ПК-8.В.1
10	Тепловые датчики (термомеханические, терморезистивные, термопары)	ПК-8.У.1
11	Материалы, используемые в микросистемах	ПК-8.3.1
12	Поверхностная микрообработка	ПК-8.У.1
13	Выращивание кристаллов по методу Чохральского	ПК-8.3.1
14	Механические преобразователи (пьезорезистивные, пьезоэлектрические, емкостные и резонансные)	ПК-2.В.1
15	Основные этапы технологического процесса изготовления полупроводниковых подложек	ПК-8.В.1
16	Механические приводы (электростатические и пьезоэлектрические)	ПК-8.3.1
17	Полупроводники в технологии МСТ	ПК-8.У.1
18	Преобразователи (датчики) излучений (от фотодиодов до пирометров)	ПК-8.3.1
19	Методы осаждения тонких пленок из SiO <sub>2</sub>	ПК-8.В.1
20	Классификация методов изготовления МЭМС устройств	ПК-8.3.1
21	Упаковка МЭМС устройств в металлические корпуса	ПК-2.В.1
22	Средства измерения параметров окружающей среды,	ПК-8.3.1

	основные типы датчиков	
23	Применение емкостных приводов в МСТ	ПК-8.3.1
24	Осаждение поликристаллического кремния	ПК-8.В.1
25	Метод анодного соединения	ПК-8.В.1
26	Плазменное химическое травление (ПХТ)	ПК-8.В.1
27	Схема установки для осаждения тонких пленок из SiO <sub>2</sub> и Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> (химическое осаждение из газовой фазы при низком давлении)	ПК-8.3.1
28	Типы микроструктур, входящих в состав МЭМС	ПК-8.3.1
29	Сварка давлением СКИН	ПК-8.В.1
30	Технология объемной микрообработки	ПК-2.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Особенности конструкции МЭМС.	ПК-2.В.1
2	Материалы, применяемые в конструкции МЭМС.	ПК-11.3.1
3	Объемная технология синтеза МЭМС.	ПК-8.3.1
4	Поверхностная технология синтеза МЭМС.	ПК-8.3.1
5	Основные технологические операции, применяемые в производстве МЭМС.	ПК-8.3.1
6	Основные термические операции, применяемые в производстве МЭМС.	ПК-8.3.1
7	Виды литографии, применяемые в производстве МЭМС.	ПК-8.3.1
8	Основные виды резисторов, применяемые в производстве МЭМС.	ПК-8.3.1
9	Виды фотолитографии.	ПК-8.3.1
10	Электронная литография.	ПК-8.В.1
11	Ионная литография.	ПК-8.В.1
12	Рентгеновская литография.	ПК-8.В.1
13	Иммерсионная литография.	ПК-8.В.1
14	Лазерная литография.	ПК-8.В.1
15	Основные технологические операции формообразования, применяемые в объемной технологии МЭМС.	ПК-9.У.1
16	Основные технологические операции формообразования, применяемые в поверхностной технологии МЭМС.	ПК-9.У.1

17	Специфические сборочные операции, применяемые в технологии МЭМС.	ПК-15.3.1
----	--	-----------

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- тематические лекции по разделам курса;
- демонстрация слайдов;
- контрольные вопросы к разделам курса.



Лекционные материалы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП.

#### 11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

*Практические занятия выполняются в классе для групповых дискуссий.*

#### 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

#### 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

При проведении текущего контроля успеваемости используются контрольные тестовые вопросы, представленные в методических указаниях по прохождению текущего контроля успеваемости. Результаты текущего контроля оцениваются и учитываются при проведении промежуточной аттестации.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине включает в себя Экзамен. Экзамен проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой