

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

Старший преподаватель

(должность, уч. степень, звание)

Е.П. Виноградова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«17» февраля 2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Конструкторско-технологическое обеспечение промышленных электронных систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроника и нанoeлектроника
Наименование направленности	Промышленная электроника
Форма обучения	очная
Год приема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Доцент, к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



17.02.25

(подпись, дата)

М.А.Плотнянская

(инициалы, фамилия)

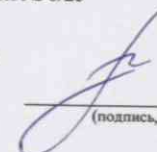
Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» февраля 2025 г, протокол № 6/25

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



17.02.25

(подпись, дата)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



17.02.25

(подпись, дата)

Н.В. Марковская

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Конструкторско-технологическое обеспечение промышленных электронных систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» направленности «Промышленная электроника». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-2 «Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных»

ПК-3 «Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам»

ПК-8 «Способен к сервисному обслуживанию контрольно-измерительного, диагностического и технологического оборудования и осуществлению его текущего ремонта»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с конструкторско-технологическим обеспечением промышленных электронных систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента, консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью дисциплины является изучение принципов построения, совместной работы и методов проектирования различных электронных промышленных систем. Предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в таких областях как: этапы процесса проектирования и производства промышленных электронных систем, основные задачи и принципы модульного конструирования, состав конструкторской документации, вопросы технологии изготовления электронных систем.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ОПК-2.3.1 знать основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации.
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-3.3.1 знать принципы построения технического задания при разработке электронных блоков. ПК-3.У.1 уметь использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации. ПК-3.В.1 владеть навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами.
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен к сервисному обслуживанию контрольно-измерительного, диагностического и технологического оборудования и осуществлению его	ПК-8.3.1 знать правила эксплуатации технологического, контрольно-измерительного и вспомогательного оборудования для производства радиоэлектронных средств ПК-8.В.1 владеть навыками анализа пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства радиоэлектронных средств

	текущего ремонта	статистическими методами
--	------------------	--------------------------

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Схемотехника аналоговых электронных устройств.
- Математические методы моделирования информационных процессов и систем.
- Материаловедение
- Схемотехника цифровых и импульсных устройств.
- Электротехника
- Метрология

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при подготовке квалификационной работы бакалавра и изучении других дисциплин:

- Основы разработки конструкторско-технологической документации.

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
		№5
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	3/ 108	3/ 108
Из них часов практической подготовки	22	22
Аудиторные занятия, всего час.	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	57	57
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Зачет	Зачет

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)
Семестр 5					
Раздел 1. Конструктивно-технологические	2		2		10

особенности электронной аппаратуры. Тема 1.1. Конструктивные уровни электронных средств. Тема 1.2. Методологическая база проектирования ЭС.					
Раздел 2. Конструкторская и технологическая подготовка производства. Тема 2.1. Этапы и задачи конструкторской подготовки производства. Тема 2.2. Этапы и задачи технологической подготовки производства.	2		8		10
Раздел 3. Общая характеристика процесса проектирования электронных средств. Тема 3.1. Несущие конструкции ЭС. Тема 3.2. Система межсоединений. Проектирование печатного монтажа	4		8		10
Раздел 4. Технологии изготовления электронных средств. Тема 4.1. Классификация плат и методов их изготовления Тема 4.2. Технология сборки электронных блоков на печатных платах. Тема 4.3. Технологическая тренировка и испытания электронных блоков.	6		8		14
Раздел 5. Моделирование и исследование точности электронных средств Тема 5.1. Модели расчетных задач в процессе принятия конструкторских решений. Тема 5.2. Статистические методы анализа точности технологических процессов.	3		8		13
Итого в семестре:	17		34		57
Итого	17	0	34	0	57

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
Раздел 1.	Конструктивно-технологические особенности электронной аппаратуры. Структура и классы электронных средств. Классификация ЭС по условиям эксплуатации, требования к конструкциям ЭС данных классификаций. Классификация ЭС по конструктивным функциональным признакам. Требования, предъявляемые к конструкции электронных средств. Общие технические требования. Общие эксплуатационные требования. Общая характеристика процесса проектирования электронных средств. Системный подход к проектированию ЭС. Сущность системного подхода.
Раздел 2.	Конструкторская и технологическая подготовка производства. Виды технической подготовки производства. Техническое задание на проектирование. Этапы технического предложения, эскизного проекта и технического проекта. Рабочая документация на изготовление. Технологическая подготовка производства. Технологичность конструкции, номенклатура показателей для ЭС. Виды

Раздел 3.	<p>технологических процессов.</p> <p>Общая характеристика процесса проектирования электронных средств.</p> <p>Несущие элементы конструкции ЭС. Особенности конструкций деталей, изготавливаемых литьём под давлением. Особенности конструкции штампованных деталей.</p> <p>Разновидности печатных плат. Основные требования к проектированию печатного монтажа, трассировка и расчёты печатных элементов монтажа</p> <p>Особенности оформления чертежа печатной платы.</p> <p>Основы защиты ЭС от тепловых нагрузок. Основы защиты ЭС от механических воздействий. Конструктивные методы обеспечения вибро-, ударопрочности и устойчивости.</p> <p>Влагозащита электронных средств. Герметизация ЭС.</p>
Раздел 4.	<p>Технологии изготовления электронных средств.</p> <p>Конструктивно технологические требования, предъявляемые к платам и печатному монтажу. Материалы для изготовления печатных плат. Формирование рисунка схемы. Травление меди с пробельных мест</p> <p>Химическая и электрохимическая металлизация. Механическая обработка печатных плат. Технология односторонних и двусторонних печатных плат</p> <p>Технология многослойных печатных плат. Технология проводных плат</p> <p>Платы микроэлектронной аппаратуры. Технологические операции производства тонкопленочных плат микросборок. Технологические маршруты производства толстопленочных плат МСБ. Контроль качества и диагностика плат.</p> <p>Методы создания монтажных соединений. Физико-химическое содержание процесса пайки. Припой, флюсы, пасты. Контроль качества паяных соединений</p>
Раздел 5.	<p>Структура технологического процесса сборки. Подготовка ЭРЭ и ИМС к монтажу. Установка компонентов на платы. Автоматическое оборудование для сборки. Технология поверхностного монтажа. Классификация способов групповой пайки. Пайка погружением. Волновые способы пайки</p> <p>Технологическая тренировка и испытания</p> <p>Моделирование и исследование точности электронных средств</p> <p>Конструкторские и технологические расчеты с применением теоретико-вероятностных математических моделей.</p> <p>Этапы и методы построения математических моделей точности технологических процессов. Отбор факторов (входных переменных)</p> <p>Установление типа зависимости между исходными факторами и погрешностями обработки. Построение математической модели точности ТП</p> <p>Проверка адекватности математической модели.</p>

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
Учебным планом не предусмотрено					

Всего			
-------	--	--	--

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
Семестр 5				
1	Компоновочный расчет печатного узла	4	2	1
2	Ориентировочная оценка надежности ЭС	4	2	3
3	Оценка технологичности конструкции ЭС	6	2	2
4	Анализ теплового режима блоков ЭС	4	2	
5	Определение резонансной частоты печатного узла	4	2	3
6	Определение ударопрочности конструкции электронного блока	4	2	3
7	Статистический анализ точности технологического процесса	4	2	5
8	Обеспечение геометрической и функциональной точности при сборке	4	2	5
Всего		34		

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 5, 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)	20	20
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	17	17
Всего:	57	57

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)
621.396.6 Б19	1. Баканов Г.Ф. Конструирование и производство радиоаппаратуры: учебник для СПО – Академия, 2011. – 381 с.,	18
681.2 Л25	2. Ларин В.П., Шелест Д.К. Конструирование и производство типовых приборов и устройств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб. 2005. – 300с. http://guap.ru/guap/kaf23old35/um4_main.shtml	100
004.4 А- 22	3. Медведев А.М. Печатные платы. Конструкция и материалы. – М.: Техносфера, 2011.-304 с. 4. Медведев А.М. Технология и монтаж электронных устройств. – Техносфера, 2007, - 256 с. 5. Белоусов О.А. . Основные конструкторские расчеты в РЭС: учебное пособие/О.А. Белоусов, Н.А Кольтюков, А.Н. Грибков.- Тамбов: Изд-во Тамб. Гос. Ун-та, 2007 6. Ямпурин Н. П., Баранова А. В. Основы надежности электронных средств. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. : Издательский центр «Академия» . 2010. 240с. 8. Чеканов А.Н. Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры: учеб. пособие. – М.: КНОРУС, 2012. – 440 с.4. 7. Печатные платы: Справочник / Под редакцией К.Ф. Кумбза в 2-х книгах. Книга 1. М.: Техносфера, 2011. –1016 с.	

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
-----------	--------------

http://lib.aanet.ru/	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 27, №28 от 27.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 071 от 24.02.2021 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2021
---	--

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	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Специализированная лаборатория	14-03 Гастелло

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

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
	Учебным планом не предусмотрено	

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
1	Классификация электронных систем (ЭС) по конструктивным функциональным признакам.	ОПК-2.3.1
2	Сущность системного подхода к проектированию ЭС	ПК-3.3.1
3	Конструкторская подготовка производства. Этапы и задачи	ПК-3.В.1
4	Технологическая подготовка производства. Задачи.	ОПК-2.3.1
5	Оценка технологичности конструкции ЭС.	ПК-3.3.1

6	Классификация печатных плат и методов их изготовления	ПК-3.3.1
7	Субтрактивные методы изготовления печатных плат	ПК-3.У.1
8	Аддитивные методы изготовления печатных плат	ОПК-2.3.1
9	Методы изготовления многослойных печатных плат	ПК-3.3.1
10	Методы создания монтажных соединений.	ПК-3.В.1
11	Групповые методы пайки электронных модулей на печатных платах.	ПК-3.В.1
12	Контроль качества паяных соединений	ОПК-2.3.1
13	Операции технологического процесса сборки ЭС на печатных платах.	ПК-3.3.1
14	Климатические и механические испытания электронных блоков.	ПК-3.3.1
15	Вакуумные пленочные технологии изготовления микросборок	ПК-3.В.1
16	Толстопленочная технология изготовления микросборок.	ПК-3.В.1
17	Операции изготовления интегральных микросхем	ОПК-2.3.1
18	Этапы построения статистической модели точности технологического процесса.	ПК-3.У.1
19	Сравнить операции термовакuumного напыления и катодного распыления получения тонких пленок	ПК-8.В.1
20	Основные параметры качества пленочных резисторов	ПК-8.3.1

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	Инструкция: прочитайте задание и выберите один правильный ответ. Укажите за счет какого воздействия на деталь происходит съем металла при электрохимической размерной обработки А) избирательного расплавления Б) анодного растворения В) механического воздействия Г) химического окисления	ОПК-2
2	Инструкция: прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Укажите какие виды сварки относятся к термомеханическому классу. А) лазерная; Б) контактная; В) диффузионная; Г) ультразвуковая	ПК-8
3	Инструкция: прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Укажите виды сварки, применяемые в микроэлектронике	ОПК-2

	А) газовая Б) электроннолучевая В) электрошлаковая Г) лазерная	
4	Инструкция: прочитайте задание и выберите один правильный ответ. Дайте определение электрохимической обработки: А) метод, основанный на явлении анодного растворения металла, осуществляемого при прохождении постоянного тока через электролит между электродом-инструментом и электродом-заготовкой; Б) метод электрофизической обработки, основанный на законах разрушения электродов из токопроводящих материалов при пропускании между ними импульсного электрического тока; В) нагрев и испарение металла фокусированным пучком электронов в точке соприкосновения луча с металлом. Г) метод обработки, основанный на механическом воздействии на обрабатываемую заготовку	ПК-8
5	Инструкция: прочитайте задание и выберите один правильный ответ. Определите температурный режим литья под давлением термопластичных полимеров А) ниже температуры стеклования Б) выше температуры вязкого течения В) между температурой стеклования и температурой вязкого течения Г) выше температуры стеклования	ПК-3
6	Инструкция: прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Укажите от каких факторов зависит разрешающая способность фотолитографии А) длины волны излучения Б) интенсивности излучения В) типа фоторезиста Г) характеристик фотошаблона	ПК-3
7	Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы технологической подготовки производства в правильной последовательности: А) отработка изделия на технологичность Б) проектирование специальной технологической оснастки В) проектирование технологического маршрута Г) проектирование операционной технологии	ОПК-2
8	Инструкция: прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы изготовления многослойной печатной платы в правильной последовательности: А) изготовление внутренних слоев; Б) прессование; В) сверление и металлизация переходных отверстий; Г) формирование внешних слоев.	ПК-8
9	Инструкция: прочитайте задание и расположите варианты	ПК-3

	ответа в правильной последовательности. Установите правильную последовательность операций при формировании р-п перехода методом диффузии: А) окисление поверхности пластины; Б) формирование окна в окисле; В) введение легирующей примеси; Г) контроль глубины перехода.									
10	Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Укажите соответствие технологических процессов напыления тонких пленок и их параметров <table><tr><td>Технологический процесс</td><td>Параметр</td></tr><tr><td>А) термовакуумное испарение</td><td>1) давление насыщенных паров</td></tr><tr><td>Б) катодное распыление</td><td>2) индукция магнитного поля</td></tr><tr><td>В) магнетронное распыление</td><td>3) напряжение на электродах</td></tr></table>	Технологический процесс	Параметр	А) термовакуумное испарение	1) давление насыщенных паров	Б) катодное распыление	2) индукция магнитного поля	В) магнетронное распыление	3) напряжение на электродах	ПК-8
Технологический процесс	Параметр									
А) термовакуумное испарение	1) давление насыщенных паров									
Б) катодное распыление	2) индукция магнитного поля									
В) магнетронное распыление	3) напряжение на электродах									
11	Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между методом очистки полупроводниковых пластин и его назначением: <table><tr><td>Метод очистки</td><td>Назначение метода</td></tr><tr><td>А) плазмохимическое травление</td><td>1) удаление органических загрязнений</td></tr><tr><td>Б) химико-механическая полировка</td><td>2) выравнивание поверхности и снижение шероховатости</td></tr><tr><td>В) ультразвуковая очистка</td><td>3) удаление тонких слоев материала</td></tr></table>	Метод очистки	Назначение метода	А) плазмохимическое травление	1) удаление органических загрязнений	Б) химико-механическая полировка	2) выравнивание поверхности и снижение шероховатости	В) ультразвуковая очистка	3) удаление тонких слоев материала	ПК-3
Метод очистки	Назначение метода									
А) плазмохимическое травление	1) удаление органических загрязнений									
Б) химико-механическая полировка	2) выравнивание поверхности и снижение шероховатости									
В) ультразвуковая очистка	3) удаление тонких слоев материала									
12	Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Сопоставьте метод корпусирования микросхем с его преимуществами <table><tr><td>Метод корпусирования</td><td>Преимущества метода</td></tr><tr><td>А) DIP - корпус</td><td>1) максимальная плотность монтажа и минимальные паразитные параметры</td></tr><tr><td>Б) BGA - корпус</td><td>2) максимальное количество выводов при минимальной площади</td></tr><tr><td>В) QFP - корпус</td><td>3) высокая плотность выводов при сравнительно небольших размерах</td></tr></table>	Метод корпусирования	Преимущества метода	А) DIP - корпус	1) максимальная плотность монтажа и минимальные паразитные параметры	Б) BGA - корпус	2) максимальное количество выводов при минимальной площади	В) QFP - корпус	3) высокая плотность выводов при сравнительно небольших размерах	ОПК-2
Метод корпусирования	Преимущества метода									
А) DIP - корпус	1) максимальная плотность монтажа и минимальные паразитные параметры									
Б) BGA - корпус	2) максимальное количество выводов при минимальной площади									
В) QFP - корпус	3) высокая плотность выводов при сравнительно небольших размерах									
13	Инструкция: прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Опишите принцип, заложенный в основу механической обработки материалов резанием.	ПК-3								
14	Инструкция: прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Укажите задачи, решаемые при моделировании технологического	ОПК-2								

	процесса	
15	Инструкция: прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Укажите задачи, решаемые на этапе контроля и испытаний электронных изделий	ПК-8

Примечание. Система оценивания тестовых заданий различного типа:

- 1) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.
- 2) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.
- 3) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов
- 4) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.
- 5) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный – 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

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

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области создания поддерживающей образовательной среды преподавания инженерных дисциплин. Обучающимся предоставляется возможность развить и продемонстрировать навыки в области, связанной с получением студентами теоретических знаний и практических навыков по материаловедению, материалам, применяемым в конструкциях устройств, методам и средствам контроля и исследования их характеристик.

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.

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 выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются в лаборатории материаловедения на лабораторных установках с заполнением протокола измерений.

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе включает обязательные пункты, представленные в методических указаниях.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Требования к оформлению отчета представлены в методических указаниях

Методические указания изданы в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП

11.3. 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

Требования к проведению практических занятий содержатся в методических указаниях в виде электронного ресурса библиотеки ГУАП

11.4. 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.

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 является учебно-методический материал по дисциплине.

11.5. 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.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом по окончании семестра, оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

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