

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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.П. Ларин

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«20» июня 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Интегральные устройства микроэлектроники»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Конструирование и технология электронных средств
Наименование направленности	Проектирование и технология электронно- вычислительных средств
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2022

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

С.И. Ян

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«20» июня 2022г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

А.Р. Бестугин

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.03.03(01)

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

В.П. Ларин

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

О.Л. Балышева

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Интегральные устройства микроэлектроники» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств » направленности «Проектирование и технология электронно-вычислительных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения»

ПК-5 «Способен выполнять работы по технологической подготовке производства электронных средств»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ и практических методик проектирования конструкций и технологических процессов изготовления интегральных микросхем и микросборок.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цели преподавания дисциплины «Интегральные устройства микроэлектроники»: формирование у обучающихся профессиональной подготовки по проектированию интегральных микросхем и микроэлектроники, получение необходимых знаний, умений и навыков в области расчета элементов интегральных микросхем, их сборки, монтажа и герметизации

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-3 Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения	ПК-3.3.1 знает принципы конструирования отдельных блоков электронных приборов ПК-3.У.1 умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов ПК-3.В.1 владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен выполнять работы по технологической подготовке производства электронных средств	ПК-5.3.2 знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Введение в направление»,
- «Физика»,
- «Материаловедение»,
- «Электроника».

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

- «Элементная база и базовые несущие конструкции электронных средств»,
- «Конструирование модулей электронных средств»,
- «Технология сборки и монтажа электронных средств».

## 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	№6
1	2	3	4
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	6/ 216	5/ 180	1/ 36
<b>Из них часов практической подготовки</b>	51	34	17
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	85	68	17
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	34	
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)			
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	45	45	
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	86	67	19
<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)
Семестр 5					
Раздел 1. <b>БИС и СБИС</b>	3		2		7
Раздел 2. <b>Конструкции гибридных ИМС и МСБ</b>	4		10		15
Раздел 3. <b>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на биполярных транзисторах</b>	4		12		15
Раздел 4. <b>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на МОП-структурах</b>	6		10		15
Раздел 5. <b>Конструирование и расчет элементов гибридных ИМС.</b> Тема 5.1. <b>Проектирование гибридных ИМС и МСБ</b> Тема 5.2. <b>Пленочные элементы гибридных ИМС и МСБ</b> Тема 5.3. <b>Топология гибридных ИМС и МСБ</b>	17				15
Итого в семестре:	34		34		67
Семестр 6					

Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:				17	19
Итого	34	0	34	17	86

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>1</b>	<b><i>БИС и СБИС.</i></b> <i>Тема 1.1 Общая характеристика БИС: стандартные, заказные, полузаказные.</i> <i>Тема 1.2 БИС на базовых матричных кристаллах (БМК).</i> <i>Тема 1.3 Назначение и требования к металлизации в производстве БИС. Многослойная металлизация. СБИС. УБИС. Системы на кристалле.</i> <i>Тема 1.4 Классификация современных САПР БИС. Принципы построения САПР БИС.</i>
<b>2</b>	<b><i>Конструкции гибридных ИМС и МСБ.</i></b> <i>Тема 2.1 Классификация и области применения гибридных ИМС. Конструктивные элементы гибридных интегральных схем.</i> <i>Тема 2.2 Классификация коммутационных оснований ГИС.</i> <i>Тема 2.3 Виды и варианты конструкций пассивных элементов ГИС. Классификация и особенности применения материалов для создания пленочных элементов.</i> <i>Тема 2.4 Компоненты гибридных интегральных схем. Конструкции активных компонентов. Бескорпусные компоненты.</i>
<b>3</b>	<b><i>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на биполярных транзисторах.</i></b> <i>Тема 3.1 Классификация микросхем. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах.</i> <i>Тема 3.2 Изоляции элементов. Методы изоляции элементов полупроводниковых ИМС.</i> <i>Тема 3.3 Транзисторы n-p-n типа. Разновидности n-p-n транзисторов: с барьером Шоттки, супер-бета транзисторы, многоэмиттерные, многоколлекторные.</i> <i>Тема 3.4 Транзисторы p-n-p типа. Конструкции транзисторов: планарные, вертикальные, на изоляторе. Интегральные диоды. Диоды Шоттки. Полупроводниковые резисторы: диффузионные, ионно-легированные. Полупроводниковые конденсаторы.</i>
<b>4</b>	<b><i>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на МОП-структурах.</i></b> <i>Тема 4.1 Элементы полупроводниковых ИМС на МОП-структурах.</i> <i>Тема 4.2 Униполярные транзисторы: МОП, полевые, транзисторы с плавающим затвором.</i> <i>Тема 4.3 Области применения ИМС на полевых структурах. МОП – транзисторные ключи. Простейшие усилители на МОП - транзисторах.</i>

	Тема 4.4 Логические элементы на МОП – транзисторах. Элементы памяти на КМОП-структурах.
5	<b>Конструирование и расчет элементов гибридных ИМС.</b> <b>Тема 5.1 Проектирование гибридных ИМС и МСБ.</b> Тема 5.1.1 Расчет теплового режима МСБ. Тема 5.1.2 Расчет надежности МСБ. Тема 5.1.3 Конструкторская и технологическая документация на МСБ. <b>Тема 5.2 Пленочные элементы гибридных ИМС и МСБ</b> Тема 5.2.1 Выбор конструкции и материалов пленочных резисторов. Тема 5.2.2 Расчет геометрических размеров пленочных резисторов. Тема 5.2.3 Выбор конструкции и материалов пленочных конденсаторов. Тема 5.2.4 Расчет геометрических размеров пленочных конденсаторов. <b>Тема 5.3 Разработка топологии гибридных ИМС и МСБ</b> Тема 5.3.1 Выбор навесных компонентов. Тема 5.3.2 Разработка топологии микроэлектроники. Тема 5.3.3 Герметизация МСБ.

#### 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	Изучение планарно-эпитаксиальной технологии изготовления полупроводниковых ИМС.	4		1,3
2	Исследование топологии полупроводниковых ИМС.	4		2,3
3	Исследование топологии тонкопленочных ГИМС.	4		2,3
4	Исследование топологии толстопленочных ГИМС.	4		2,3
5	Материалы для полупроводниковых и гибридных микросхем.	4		3
6	Методы и технология изготовления	4		2,3

	фотошаблонов			
7	Исследование методов контроля фотошаблонов.	4		2,3
8	Исследование технических средств приемочного контроля ИМС	4		2
9	Анализ и разработка технологической схемы сборки МСБ	2		1-5
Всего		34		

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Цель курсового проекта:

Часов практической подготовки:

Примерные темы заданий на курсовой проект приведены в разделе 10 РПД.

#### 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	Семестр 6, час
1	2	3	4
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	40	30	0
Курсовое проектирование (КП, КР)	30	20	19
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	16	17	0
Всего:	86	67	19

#### 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)
	1. Ларин В.П., Филатов Б.Г., Шелест Д.К. Конструирование приборов и электронных средств. Практикум разработчика, ч.1: метод. указания к курсовому проектированию и конструкторско-технологической части выпускных квалификационных работ. СПб.: ГУАП, 2017. – 89 с.  Филатов Б.Г.:	



	<p>2. ИУМ_Конспект</p> <p>3. Филатов ИУМ_МУ по ЛР</p> <p>4. ИУМ_МУ к КП</p> <p>5. ИУМ_МУ по СРС</p> <p><b>Доп. литература</b></p> <p>1. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок. Учебное пособие-СПб. Издательство «Лань», 2007.- 400 с</p> <p>3. Торгонский Л.А. Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров: Учебное пособие. В 3-х разделах. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2007.</p> <p>4. Электроника и микропроцессорная техника /Калашников В.И., Нефедов С.В.; под ред. Г.Г.Раннева.- М.: Изд. центр «Академия» . 2012.- 368с.</p> <p>5. Меркулов А. И. Основы конструирования интегральных микросхем: учеб. для студентов вузов / А.И. Меркулов, В.А. Меркулов. - Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2013. - 270 с.</p> <p>6. Электроника и микропроцессорная техника. Учебник /В.Г.Гусев, Ю.М.Гусев. М. Высшая школа.2005, 790с.</p>	
--	---	--

#### 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>	<p>Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 27, №28 от 27.01.2021</p> <p>Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 071 от 24.02.2021</p> <p>Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2021</p>

#### 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	14-06Г
2	Специализированная лаборатория «Технология микроэлектроники и микросистемной техники»	14-06Д
3	Стенд	14-06Г, 13-07

## 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.
Выполнение курсового проекта	Экспертная оценка на основе требований к содержанию курсового проекта.

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

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
	<p>деятельностью направления;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«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	Микроэлектроника. Преимущества. Проблемы.	ПК-3.3.1
2	Классификация и обозначение интегральных схем.	ПК-3.У.1
3	Конструирование ИМС. Этапы. Исходные данные. Порядок конструирования	ПК-3.В.1
4	Полупроводниковые ИМС. Материалы ПИМС. Изоляция элементов ИМС	ПК-5.3.2
5	Изоляция элементов ИМС Изоляция p-n-переходом	ПК-5.3.2
6	Изоляция тонкой пленкой SiO <sub>2</sub> .	ПК-5.3.2
7	Изоляция воздушными промежутками. КНС технология	ПК-5.3.2
8	Комбинированная изоляция: изопланарная технология	ПК-3.У.1
9	Комбинированная изоляция: изоляция V и U-образными канавками	ПК-3.У.1
10	Контакт металл-полупроводник. Выпрямляющие контакты (диод Шоттки).	ПК-3.3.1
11	Контакт металл-полупроводник. Омический контакт	ПК-3.В.1
12	Электронно-дырочные переходы	ПК-3.В.1
13	Конструкции диодов ПИМС. Стабилитроны. Диоды Шоттки	ПК-3.У.1

14	Биполярные транзисторы. Типовая структура и эквивалентная схема вертикального транзистора	ПК-3.3.1
15	Разновидности n-p-n-транзисторов. Многоэмиттерный и многоколлекторный транзистор.	ПК-3.В.1
16	Разновидности n-p-n-транзисторов. Транзистор с барьером Шоттки.	ПК-3.У.1
17	P-n-p-транзисторы. Паразитный p-n-p-транзистор.	ПК-3.3.1
18	Разновидности p-n-p-транзисторов. Горизонтальные p-n-p-транзисторы.	ПК-3.В.1
19	Вертикальные p-n-p-транзисторы. P-n-p-транзисторы по технологии КНС.	ПК-3.3.1
20	МОП-транзисторы со встроенным и с индуцированным каналом. Преимущества МОП-транзисторов.	ПК-3.3.1
21	МОП-транзисторы. Проблемы при создании n-канальных транзисторов.	ПК-3.У.1
22	Разновидности МОП-транзисторов. МОП-транзистор с алюминиевым затвором.	ПК-3.В.1
23	МОП-транзистор с самосовмещенным алюминиевым затвором.	ПК-3.В.1
24	МОП-транзистор с самосовмещенным поликремниевым затвором	ПК-3.3.1
25	МНОП-транзистор. Перепрограммируемые запоминающие устройства с электрическим стиранием.	ПК-3.В.1
26	Перепрограммируемые запоминающие устройства с УФ стиранием	ПК-3.У.1
27	КМОП-ИМС. Структура и топология. Преимущества.	ПК-3.В.1
28	Смешанные ИМС.	ПК-3.3.1
29	Резисторы ПИМС	ПК-3.В.1
30	Конденсаторы ПИМС. Конденсаторы на основе p-n-перехода. МОП- конденсаторы.	ПК-3.В.1
31	Гибридные ИМС. Подложки. Требования к подложкам. Материалы подложек.	ПК-3.В.1
32	ГИМС. Проектирование резисторов. Выбор материала. Выбор конфигурации.	ПК-3.3.1
33	ГИМС. Проектирование резисторов. Порядок расчета.	ПК-3.В.1
34	ГИМС. Конденсаторы. Выбор материала. Выбор конфигурации.	ПК-3.У.1
35	ГИМС. Конденсаторы. Порядок расчета.	ПК-3.У.1
36	Катушки индуктивности.	ПК-3.У.1
37	РС-структуры.	ПК-3.В.1
38	ГИМС. Конструкции навесных компонентов.	ПК-3.В.1
39	Корпуса ИМС. Классификация по форме. Корпуса типов 1, 2, 3.	ПК-5.3.2
40	Корпуса ИМС. Классификация по форме. Корпуса типов 4, 5, 6.	ПК-5.3.2
41	Корпуса ИМС. Классификация по материалам. Контроль герметичности.	ПК-5.3.2
42	БИС и СБИС. Преимущества. Проблемы	ПК-3.В.1
43	Классификация ИМС по признаку методов проектирования. Стандартные (универсальные) БИС.	ПК-3.3.1
44	Специализированные БИС. Полузаказные БИС. Базовые матричные кристаллы (БМК).	ПК-3.У.1
45	Заказные БИС. Полностью заказные. На стандартных ячейках.	ПК-3.В.1
46	Программируемые логические ИС. Однократно программируемые ПЛИС.	ПК-3.У.1
47	Программируемые логические ИС. Репрограммируемые ПЛИС.	ПК-3.В.1
48	Большие гибридные ИС (БГИС). Многослойные коммутационные подложки.	ПК-5.3.2

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
	<p align="center"><u>Общая тема проекта «Разработка МСБ»</u></p> <p align="center">Исходные данные: сборочный чертеж электронного узла. Содержание проекта зависит от варианта конструкции МСБ. Типовое содержание – в разделе 11.5 РПД</p>

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	Разработать коммутационную схему МСБ.	
2	Рассчитать конструкцию резистора с коэффициентом формы меньше 10.	
3	Рассчитать конструкцию резистора с коэффициентом формы больше 10.	
4	Рассчитать конструкцию пленочного конденсатора.	
5	Разработать топологию МСБ по заданным данным элементов.	
6	Рассчитать надежность МСБ.	
7	Разработать последовательность операций ТП изготовления платы МСБ.	
8	Разработать последовательность операций ТП монтажа МСБ.	

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 *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*.

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.

11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

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 курсового проектирования/выполнения курсовой работы *(если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)*

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

Курсовой проект/ работа позволяет обучающемуся:

Структура пояснительной записки курсового проекта/ работы

Структура пояснительной записки курсового проекта представлена в методических указаниях к выполнению курсового проекта в виде электронного ресурса библиотеки ГУАП.

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта представлены в методических указаниях к выполнению курсового проекта 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.

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).

*Если методические указания по прохождению самостоятельной работы имеются в изданном виде, в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП, системы LMS, кафедры и т.д., необходимо дать на них ссылку или привести URL адрес.*

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.

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения текущего контроля успеваемости, а также как результаты текущего контроля успеваемости будут учитываться 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:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

- зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

*Обязательно для заполнения преподавателем: указываются требования и методы проведения промежуточной аттестации.*



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