

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)
«25» февраля 2026 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/ специализации	Проектирование и технология электронно- вычислительных средств
Форма обучения	очная
Год приема	2026

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

«16» февраля 2026 г, протокол №7/26

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)

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/специализации «Проектирование и технология электронно-вычислительных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования»

ПК-8 «Способен разрабатывать технологические процессы сборки и монтажа при производстве электронных средств»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ и практических методик проектирования интегральных приборов 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 (5 семестр), (6 семестр).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины «Интегральные устройства микроэлектроники»: формирование у обучающихся профессиональной подготовки по проектированию интегральных микросхем приборов и устройств 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-1 Способен строить простейшие физические и математические модели схем, конструкций и технологических процессов электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.3.1 знает конструкции электронных средств различного функционального назначения ПК-1.У.1 умеет строить физические и математические модели узлов ПК-1.В.1 владеет навыками компьютерного моделирования
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен разрабатывать технологические процессы сборки и монтажа при производстве электронных средств	ПК-8.У.1 умеет выполнять разработку оптимального маршрута изготовления узлов и сборочных единиц изделий ракетно-космической техники, изготавливаемых с помощью технологии автоматизированного электромонтажа ПК-8.У.2 умеет заполнять формы технологической документации: маршрутных, операционных карт и инструкций, необходимых для выполнения операций монтажа ЭРИ в автоматизированном цикле при изготовлении изделий ракетно-космической техники ПК-8.В.1 владеет навыками разработки технологической документации на процессы сборки и монтажа приборов и кабелей

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
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	4/ 144	1/ 36
Из них часов практической подготовки	51	34	17
Аудиторные занятия, всего час.	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	
Самостоятельная работа, всего (час)	50	31	19
Вид промежуточной аттестации: 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. БИС и СБИС	3		2		2
Раздел 2. Конструкции ИМС и МСБ	4		10		7

Раздел 3. <i>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на транзисторных структурах</i>	4		12		8
Раздел 4. <i>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на МОП-структурах</i>	6		5		5
Раздел 5. <i>Конструирование и расчет элементов гибридных ИМС.</i> Тема 5.1. <i>Проектирование гибридных ИМС и МСБ</i> Тема 5.2. <i>Пленочные элементы гибридных ИМС и МСБ</i> Тема 5.3. <i>Топология гибридных ИМС и МСБ</i>	17		5		9
Итого в семестре:	34		34		31
Семестр 6					
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:				17	19
Итого	34	0	34	17	50

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
1	БИС и СБИС. Тема 1.1 Общая характеристика БИС: стандартные, заказные, полузаказные. (презентация/видеолекция) Тема 1.2 БИС на базовых матричных кристаллах (БМК). Тема 1.3 Назначение и требования к металлизации в производстве БИС. Многослойная металлизация. СБИС. УБИС. Системы на кристалле. Тема 1.4 Классификация современных САПР БИС. Принципы построения САПР БИС.
2	Конструкции гибридных ИМС и МСБ. Тема 2.1 Классификация и области применения гибридных ИМС. Конструктивные элементы гибридных интегральных схем. Тема 2.2 Классификация коммутационных оснований ГИС. Тема 2.3 Виды и варианты конструкций пассивных элементов ГИС. Классификация и особенности применения материалов для создания пленочных элементов. Тема 2.4 Компоненты гибридных интегральных схем. Конструкции активных компонентов. Бескорпусные компоненты.
3	Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на биполярных транзисторах. Тема 1.1 Классификация микросхем. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах. (презентация/видеолекция) Тема 1.2 Изоляции элементов. Методы изоляции элементов полупроводниковых ИМС. Тема 1.3 Транзисторы п-р-п типа. Разновидности п-р-п транзисторов: с барьером Шоттки, супер-бета транзисторы, многоэмиттерные, многоколлекторные.

4	Тема 1.4 Транзисторы р-п-р типа. Конструкции транзисторов: планарные, вертикальные, на изоляторе. Интегральные диоды. Диоды Шоттки. Полупроводниковые резисторы: диффузионные, ионно-легированные. Полупроводниковые конденсаторы. Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на МОП-структурах. Тема 4.1 Элементы полупроводниковых ИМС на МОП-структурах. Тема 4.2 Униполярные транзисторы: МОП, полевые, транзисторы с плавающим затвором. Тема 4.3 Области применения ИМС на полевых структурах. МОП – транзисторные ключи. Простейшие усилители на МОП – транзисторах. Тема 4.4 Логические элементы на МОП – транзисторах. Элементы памяти на КМОП-структурах. Конструирование и расчет элементов гибридных ИМС. Тема 5.1 Проектирование гибридных ИМС и МСБ. 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.
	Тема 5.2 Пленочные элементы гибридных ИМС и МСБ 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. Тема 5.3 Разработка топологии гибридных ИМС и МСБ 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	Исследование топологии полупроводниковых ИМС.	8		2,3
2	Исследование топологии ГИМС.	8		2,3
3	Материалы для полупроводниковых и гибридных микросхем.	4		3
4	Методы и технология изготовления фотошаблонов.	4		2, 3
5	Исследование методов контроля	4		2, 3

	фотошаблонов.			
6	Исследование технических средств приемочного контроля ИМС.	4		2
7	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)	26	26	0
Курсовое проектирование (КП, КР)	19	0	19
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	5	5	0
Всего:	50	31	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)
<u>Библиотека</u> <u>ГУАП</u>	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.: 2. ИУМ_Конспект	

	3. Филатов ИУМ_МУ по ЛР 4. ИУМ_МУ к КП 5. ИУМ_МУ по СРС Доп. литература 1. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок. Учебное пособие-СПб. Издательство «Лань», 2007.- 400 с 3. Торгонский Л.А. Проектирование интегральных микросхем и микропроцессоров: Учебное пособие. В 3-х разделах. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2007. 4. Электроника и микропроцессорная техника /Калашников В.И., Нефедов С.В.; под ред. Г.Г.Раннева.- М.: Изд. центр «Академия» . 2012.- 368с. 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. 6. Электроника и микропроцессорная техника. Учебник /В.Г.Гусев, Ю.М.Гусев. М. Высшая школа.2005, 790с.	
--	--	--

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
https://pro.guap.ru/	Элементы электронного курса по дисциплине ¹ размещены <u>внутри ЭИОС ГУАП «Интегрированная среда обучения»</u>

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
1	<i>Электронная информационно-образовательная среда ГУАП «Интегрированная среда обучения» (https://pro.guap.ru/) разработана сотрудниками ГУАП (введена</i>

¹ Разработчик может перечислить конкретные элементы электронного курса, например: задания для подготовки к занятиям, методические рекомендации для самостоятельной подготовки, учебно-методические материалы по темам, мультимедийные презентации по темам, извлечения из нормативно-правовых актов и т.п.

	в эксплуатацию приказом ГУАП от 06.06.2017 № 05-215/17), перечень модулей и их функциональное назначение изложены по ссылке https://guap.ru/it/system/iso
2	Официальный сайт образовательной организации в сети «Интернет» (https://guap.ru/), разработан сотрудниками ГУАП (введен в эксплуатацию Приказом ГУАП от 23.03.2023 № 05-145/23)
3	LibreOffice 5 (Лицензия LGPLv3)
4	Microsoft Office 2019 (договор ГУАП, информация о лицензии представлена по ссылке https://guap.ru/it/system/iso/po)
5	MozillaFirefox(лицензии GPL/LGPL/MPL)

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
1	Электронный каталог библиотеки ГУАП с доступом к базе полнотекстовых изданий (https://lib.guap.ru.), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП
2	Научная электронная библиотека «eLIBRARY» (https://elibrary.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
3	ЭБС «Лань» (https://e.lanbook.com/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
4	ЭБС Консорциума аэрокосмических вузов России (http://elsau.ru/suai), доступ по IP-адресам ГУАП
5	ЭБС Znanium (https://znanium.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
6	образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/), доступ через личный кабинет читателя библиотеки ГУАП, а также по IP -адресам ГУАП
7	Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» (https://cyberleninka.ru/), свободный доступ

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06Г (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
2	Специализированная лаборатория «Технология микроэлектроники и микросистемной техники»	14-06Д (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся - Читальный зал библиотеки ГУАП: специализированная	22-19 (ул. Большая Морская, д.67, лит. А)

	мебель; персональные компьютеры – 10 шт., обеспечен доступ в электронную информационно-образовательную среду ГУАП по локальной вычислительной сети и точке доступа WiFi, а также к электронно-библиотечным системам, реферативной базе данных Scopus; копировальный аппарат Kyocera KM2035.	
--	---	--

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.

Примечание: *экзаменационные билеты формируются на основе вопросов и задач таблицы 15.

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»	Обучающийся: – глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно связывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 90% до 100% тестовых заданий**.
«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. – правильно выполнил от 70% до 89% тестовых заданий**.
«удовлетворительно» «зачтено»	– 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

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий. – правильно выполнил от 51% до 69% тестовых заданий**.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– 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. – правильно выполнил менее 51% тестовых заданий**.

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-1.3.1
2	Классификация и обозначение интегральных схем.	ПК-1.У.1
3	Конструирование ИМС. Этапы. Исходные данные. Порядок конструирования	ПК-1.В.1
4	Полупроводниковые ИМС. Материалы ПИМС. Изоляция элементов ИМС	ПК-8.У.1
5	Изоляция элементов ИМС Изоляция р-п-переходом	ПК-8.У.2
6	Изоляция тонкой пленкой SiO ₂ .	ПК-8.В.1
7	Изоляция воздушными промежутками. КНС технология	ПК-1.3.1
8	Комбинированная изоляция: изопланарная технология	ПК-1.У.1
9	Комбинированная изоляция: изоляция V и U-образными канавками	ПК-1.В.1
10	Контакт металл-полупроводник. Выпрямляющие контакты (диод Шоттки).	ПК-8.У.1
11	Контакт металл-полупроводник. Омический контакт	ПК-8.У.2
12	Электронно-дырочные переходы	ПК-8.В.1
13	Конструкции диодов ПИМС. Стабилитроны. Диоды Шоттки	ПК-1.3.1
14	Биполярные транзисторы. Типовая структура и эквивалентная схема вертикального транзистора	ПК-1.У.1
15	Разновидности п-р-п-транзисторов. Многоэмиттерный и многоколлекторный транзистор.	ПК-1.В.1
16	Разновидности п-р-п-транзисторов. Транзистор с барьером Шоттки.	ПК-8.У.1
17	Р-п-р-транзисторы. Паразитный р-п-р-транзистор.	ПК-8.У.2
18	Разновидности р-п-р-транзисторов. Горизонтальные р-п-р-транзисторы.	ПК-8.В.1
19	Вертикальные р-п-р-транзисторы. Р-п-р-транзисторы по технологии КНС.	ПК-1.3.1
20	МОП-транзисторы со встроенным и с индуцированным каналом. Преимущества МОП-транзисторов.	ПК-1.У.1

21	МОП-транзисторы. Проблемы при создании n-канальных транзисторов.	ПК-1.В.1
22	Разновидности МОП-транзисторов. МОП-транзистор с алюминиевым затвором.	ПК-8.У.1
23	МОП-транзистор с самосовмещенным алюминиевым затвором.	ПК-8.У.2
24	МОП-транзистор с самосовмещенным поликремниевым затвором	ПК-8.В.1
25	МНОП-транзистор. Перепрограммируемые запоминающие устройства с электрическим стиранием.	ПК-1.3.1
26	Перепрограммируемые запоминающие устройства с УФ стиранием	ПК-1.У.1
27	КМОП-ИМС. Структура и топология. Преимущества.	ПК-1.В.1
28	Смешанные ИМС.	ПК-8.У.1
29	Резисторы ПИМС	ПК-8.У.2
30	Конденсаторы ПИМС. Конденсаторы на основе р-п-перехода. МОП- конденсаторы.	ПК-8.В.1
31	Гибридные ИМС. Подложки. Требования к подложкам. Материалы подложек.	ПК-1.3.1
32	ГИМС. Проектирование резисторов. Выбор материала. Выбор конфигурации.	ПК-1.У.1
33	ГИМС. Проектирование резисторов. Порядок расчета.	ПК-1.В.1
34	ГИМС. Конденсаторы. Выбор материала. Выбор конфигурации.	ПК-8.У.1
35	ГИМС. Конденсаторы. Порядок расчета.	ПК-8.У.2
36	Катушки индуктивности.	ПК-8.В.1
37	РС-структуры.	ПК-1.3.1
38	ГИМС. Конструкции навесных компонентов.	ПК-1.У.1
39	Корпуса ИМС. Классификация по форме. Корпуса типов 1, 2, 3.	ПК-1.В.1
40	Корпуса ИМС. Классификация по форме. Корпуса типов 4, 5, 6.	ПК-8.У.1
41	Корпуса ИМС. Классификация по материалам. Контроль герметичности.	ПК-8.У.2
42	БИС и СБИС. Преимущества. Проблемы	ПК-8.В.1
43	Классификация ИМС по признаку методов проектирования. Стандартные (универсальные) БИС.	ПК-1.3.1
44	Специализированные БИС. Полузаказные БИС. Базовые матричные кристаллы (БМК).	ПК-1.У.1
45	Заказные БИС. Полностью заказные. На стандартных ячейках.	ПК-1.В.1
46	Программируемые логические ИС. Однократно программируемые ПЛИС.	ПК-8.У.1
47	Программируемые логические ИС. Репрограммируемые ПЛИС.	ПК-8.У.2
48	Большие гибридные ИС (БГИС). Многослойные коммутационные подложки.	ПК-8.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 выполнения курсового проекта/ курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	<u>Общая тема проекта «Проектирование интегральных устройств»</u> Исходные данные: электрическая принципиальная схема интегрального модуля устройства. Содержание проекта зависит от варианта конструкции модуля. Типовое содержание – в разделе 11.5 РПД

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 Какой из перечисленных этапов является основным при разработке конструкторской документации в САПР? А) Разработка технического задания В) Создание текстового описания проекта С) Подготовка отчетности для контролирующих органов D) Разработка и корректировка схем и чертежей	ПК-1.3.1
2.	Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы работы с конструкторской документацией в САПР в правильном порядке: А) Внесение корректировок в документацию В) Создание модели электронного средства С) Разработка схем и чертежей D) Проверка соответствия документации требованиям	ПК-1.У.1
3.	Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между элементами конструкторской документации и их назначением: А) Схемотехническая диаграмма → 1) Определяет электрические соединения компонентов В) Перечень элементов → 2) Содержит список используемых комплектующих С) Чертеж печатной платы → 3) Определяет расположение трассировки сигнальных линий	ПК-8.У.1

	<i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i> <table border="1"> <tr> <td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td></tr> </table>	A	B	C				
A	B	C						
4.	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Опишите основные этапы корректировки конструкторской документации в САПР после выявления несоответствий в ходе испытаний.	ПК-8.У.2						
5.	Инструкция. Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции в левом столбце подберите соответствующую позицию в правом столбце. Установите соответствие между параметрами аналогового блока и их характеристиками: А) Входное сопротивление → 1) Определяет степень влияния нагрузки на входной сигнал В) Коэффициент усиления → 2) Характеризует изменение уровня сигнала на выходе относительно входного С) Выходное напряжение → 3) Определяется параметрами источника питания и схемотехническим решением <i>Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:</i> <table border="1"> <tr> <td>A</td><td>B</td><td>C</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td></tr> </table>	A	B	C				ПК-1.В.1
A	B	C						
6.	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Опишите методику расчета питающего напряжения для аналогового блока в зависимости от его параметров.	ПК-8.В.1						
7.	Инструкция. Прочитайте задание и выберите один или несколько правильных ответов. Какие из перечисленных программ относятся к системам автоматизированного проектирования (САПР) для разработки КД? А) AutoCAD В) SolidWorks С) Microsoft Excel D) Altium Designer	ПК-1.3.1						
8.	Инструкция. Прочитайте задание и расположите варианты ответа в правильной последовательности. Расположите этапы расчета напряжений в аналоговом блоке в правильной последовательности:	ПК-1.У.1						

	А) Определение параметров источника питания В) Расчет входного напряжения на основе характеристик сигнала С) Определение коэффициента усиления схемы D) Вычисление выходного напряжения с учетом нагрузки	
9.	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Опишите основные физические и химические методы очистки подложек. Объясните, от каких загрязнений применяется каждый метод и как оценивается чистота поверхности.	ПК-8.У.1
10.	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Опишите технологический процесс фотолитографии. Раскройте назначение фоторезиста, фотошаблона, экспонирования, проявления и травления.	ПК-8.У.2
11.	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Объясните принцип магнетронного распыления. Охарактеризуйте роль электрического и магнитного полей, а также преимущества данного метода нанесения тонких плёнок.	ПК-1.В.1
12.	Инструкция. Прочитайте задание и дайте свой развернутый вариант ответа. Опишите процесс пайки электронных компонентов. Укажите назначение припоя и флюса, основные этапы пайки и возможные дефекты паяного соединения.	ПК-8.В.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.

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 на персональных компьютерах кафедры с распечаткой полученных результатов.

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

ВВЕДЕНИЕ

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Обзор литературных источников

Анализ направлений проектирования

Выбор и обоснование направления проектирования

Разработка структурной схемы устройства, содержащего данный модуль

Разработка функциональной схемы объекта проектирования

Разработка технических требований к конструкции

Описание и анализ электрической принципиальной схемы

КОНСТРУКТОРСКО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Выбор и обоснование компоновочного решения

Выбор и обоснование конструкционных материалов и элементной базы

Разработка конструкции модуля

Разработка топологии модуля

Расчет надежности модуля

Расчет теплового режима

Обеспечение ЭМС

Конструкторская документация изделия

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Оформление записки должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2017 «СИБИД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и ГОСТ 2.105-2019 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».

Список использованных источников необходимо оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.100-2018 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

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).

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.

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».

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