

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
 профессор, д-р техн. наук
(должность, уч. степень, звание)
 О.П. Куркова
(инициалы, фамилия)
(подпись)
 «22» 06 2023 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

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
 «05» 06 2023 г., протокол № 7/23
 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)
 профессор, д-р техн.
 наук
(должность, уч. степень, звание)
(подпись, дата)
 О.П. Куркова
(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-4 «Способен осуществлять разработку и корректировку программной и конструкторской документации (КД) на электронные средства и электронные системы с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР)»

ПК-6 «Способен определять численные значения основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков, выполнять расчет уровней питающих, входных и выходных напряжений»

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 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 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-4 Способен осуществлять разработку и корректировку программной и конструкторской документации (КД) на электронные средства и электронные системы с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР)	ПК-4.3.3 знает современную электронную компонентную базу ПК-4.У.1 умеет использовать подсистемы САПР для проектирования и конструирования электронных средств ПК-4.В.1 владеет основами системотехники и электротехники
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен определять численные значения основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков, выполнять расчет уровней питающих, входных и выходных напряжений	ПК-6.3.2 знает основные формы представления аналоговых функций, а также инженерные и машинные алгоритмы и методы их анализа (моделирования) с последующей реализацией схем в заданном библиотечном базисе ПК-6.У.1 умеет аналитически рассчитывать характеристики аналоговых устройств ПК-6.В.1 владеет навыками выполнения расчетов схем электрических составных частей электронного, электромеханического, электрокоммутационного и электронно-информационного оборудования РКТ

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «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		5
Раздел 3. Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на транзисторных структурах	4		12		5
Раздел 4. Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на МОП-структурах	6		10		5

Раздел 5. Конструирование и расчет элементов гибридных ИМС.					
Тема 5.1. Проектирование гибридных ИМС и МСБ	17				5
Тема 5.2. Пленочные элементы гибридных ИМС и МСБ					
Тема 5.3. Топология гибридных ИМС и МСБ					
Итого в семестре:	34		34		22
Семестр 6					
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:				17	19
Итого	34	0	34	17	41
Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					

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

4	<p>транзисторов: планарные, вертикальные, на изоляторе. Интегральные диоды. Диоды Шоттки. Полупроводниковые резисторы: диффузионные, ионно-легированные. Полупроводниковые конденсаторы.</p> <p>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на МОП-структурах.</p> <p>Тема 4.1 Элементы полупроводниковых ИМС на МОП-структурах.</p> <p>Тема 4.2 Униполярные транзисторы: МОП, полевые, транзисторы с плавающим затвором.</p> <p>Тема 4.3 Области применения ИМС на полевых структурах. МОП – транзисторные ключи. Простейшие усилители на МОП - транзисторах.</p>
5	<p>Тема 4.4 Логические элементы на МОП – транзисторах. Элементы памяти на КМОП-структурах.</p> <p>Конструирование и расчет элементов гибридных ИМС.</p> <p>Тема 5.1 Проектирование гибридных ИМС и МСБ.</p> <p>Тема 5.1.1 Расчет теплового режима МСБ.</p> <p>Тема 5.1.2 Расчет надежности МСБ.</p> <p>Тема 5.1.3 Конструкторская и технологическая документация на МСБ.</p> <p>Тема 5.2 Пленочные элементы гибридных ИМС и МСБ</p> <p>Тема 5.2.1 Выбор конструкции и материалов пленочных резисторов.</p> <p>Тема 5.2.2 Расчет геометрических размеров пленочных резисторов.</p> <p>Тема 5.2.3 Выбор конструкции и материалов пленочных конденсаторов.</p> <p>Тема 5.2.4 Расчет геометрических размеров пленочных конденсаторов.</p> <p>Тема 5.3 Разработка топологии гибридных ИМС и МСБ</p> <p>Тема 5.3.1 Выбор навесных компонентов.</p> <p>Тема 5.3.2 Разработка топологии микроэлектроники.</p> <p>Тема 5.3.3 Герметизация МСБ.</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	Изучение планарно-эпитаксиальной технологии изготовления полупроводниковых	4		1,3

	ИМС.			
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 фотошаблонов.	4		2, 3
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)	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)
	1. Ларин В.П., Филатов Б.Г., Шелест Д.К.	

	<p>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.</p> <p>Филатов Б.Г.:</p> <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>Доп. литература</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
http://lib.aanet.ru/	<p>Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 26 и №27 от 31.01.2023</p> <p>Доступ в ЭБС «ZNIANIUM» осуществляется по договору № 058от 27.02.2023</p> <p>Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.2023</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	Стенды	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 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
1	Микроэлектроника. Преимущества. Проблемы.	ПК-4.3.3
2	Классификация и обозначение интегральных схем.	ПК-4.У.1
3	Конструирование ИМС. Этапы. Исходные данные. Порядок конструирования	ПК-4.В.1
4	Полупроводниковые ИМС. Материалы ПИМС. Изоляция элементов ИМС	ПК-6.3.2
5	Изоляция элементов ИМС Изоляция р-n-переходом	ПК-6.3.2
6	Изоляция тонкой пленкой SiO ₂ .	ПК-6.3.2
7	Изоляция воздушными промежутками. КНС технология	ПК-6.3.2
8	Комбинированная изоляция: изопланарная технология	ПК-6.У.1

9	Комбинированная изоляция: изоляция V и U-образными канавками	ПК-4.У.1
10	Контакт металл-полупроводник. Выпрямляющие контакты (диод Шоттки).	ПК-4.3.3
11	Контакт металл-полупроводник. Омический контакт	ПК-4.В.1
12	Электронно-дырочные переходы	ПК-4.В.1
13	Конструкции диодов ПИМС. Стабилитроны. Диоды Шоттки	ПК-4.У.1
14	Биполярные транзисторы. Типовая структура и эквивалентная схема вертикального транзистора	ПК-4.3.3
15	Разновидности n-p-n-транзисторов. Многоэмиттерный и многоколлекторный транзистор.	ПК-4.В.1
16	Разновидности n-p-n-транзисторов. Транзистор с барьером Шоттки.	ПК-4.У.1
17	P-n-p-транзисторы. Паразитный p-n-p-транзистор.	ПК-4.3.3
18	Разновидности p-n-p-транзисторов. Горизонтальные p-n-p-транзисторы.	ПК-4.В.1
19	Вертикальные p-n-p-транзисторы. P-n-p-транзисторы по технологии КНС.	ПК-4.3.3
20	МОП-транзисторы со встроенным и с индуцированным каналом. Преимущества МОП-транзисторов.	ПК-4.3.3
21	МОП-транзисторы. Проблемы при создании n-канальных транзисторов.	ПК-4.У.1
22	Разновидности МОП-транзисторов. МОП-транзистор с алюминиевым затвором.	ПК-4.В.1
23	МОП-транзистор с самосовмещенным алюминиевым затвором.	ПК-4.В.1
24	МОП-транзистор с самосовмещенным поликремниевым затвором	ПК-4.3.3
25	МНОП-транзистор. Перепрограммируемые запоминающие устройства с электрическим стиранием.	ПК-4.В.1
26	Перепрограммируемые запоминающие устройства с УФ стиранием	ПК-4.У.1
27	КМОП-ИМС. Структура и топология. Преимущества.	ПК-4.В.1
28	Смешанные ИМС.	ПК-4.3.3
29	Резисторы ПИМС	ПК-4.В.1
30	Конденсаторы ПИМС. Конденсаторы на основе p-n-перехода. МОП- конденсаторы.	ПК-4.В.1
31	Гибридные ИМС. Подложки. Требования к подложкам. Материалы подложек.	ПК-4.В.1
32	ГИМС. Проектирование резисторов. Выбор материала. Выбор конфигурации.	ПК-4.3.3
33	ГИМС. Проектирование резисторов. Порядок расчета.	ПК-4.В.1
34	ГИМС. Конденсаторы. Выбор материала. Выбор конфигурации.	ПК-4.У.1
35	ГИМС. Конденсаторы. Порядок расчета.	ПК-4.У.1
36	Катушки индуктивности.	ПК-4.У.1
37	РС-структуры.	ПК-4.В.1
38	ГИМС. Конструкции навесных компонентов.	ПК-4.В.1
39	Корпуса ИМС. Классификация по форме. Корпуса типов	ПК-6.3.2

	1, 2, 3.	
40	Корпуса ИМС. Классификация по форме. Корпуса типов 4, 5, 6.	ПК-6.3.2
41	Корпуса ИМС. Классификация по материалам. Контроль герметичности.	ПК-6.3.2
42	БИС и СБИС. Преимущества. Проблемы	ПК-6.В.1
43	Классификация ИМС по признаку методов проектирования. Стандартные (универсальные) БИС.	ПК-4.3.3
44	Специализированные БИС. Полузаказные БИС. Базовые матричные кристаллы (БМК).	ПК-4.У.1
45	Заказные БИС. Полностью заказные. На стандартных ячейках.	ПК-6.В.1
46	Программируемые логические ИС. Однократно программируемые ПЛИС.	ПК-4.У.1
47	Программируемые логические ИС. Репрограммируемые ПЛИС.	ПК-6.В.1
48	Большие гибридные ИС (БГИС). Многослойные коммутационные подложки.	ПК-6.3.2
№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора

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
	<u>Общая тема проекта «Разработка электронного модуля»</u> Исходные данные: электрическая принципиальная схема 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	Разработать структурную схему устройства/прибора.	
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 модуля по заданным данным элементов.	
6	Рассчитать надежность электронного узла.	
7	Разработать последовательность операций ТП изготовления ПП.	

8	Разработать последовательность операций ТП монтажа устройства.	
---	--	--

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
(Ниже приводятся рекомендации по составлению данного раздела)

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.

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 участию в семинарах (если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине)

Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей

дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

Требования к проведению семинаров

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по участию в семинарах 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.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий (*если предусмотрено учебным планом по данной дисциплине*)

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 обучающимися 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

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по прохождению практических занятий 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.

11.4. 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

Обязательно для заполнения преподавателем

Структура и форма отчета о лабораторной работе

Обязательно для заполнения преподавателем

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по прохождению лабораторных работ 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 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

Обязательно для заполнения преподавателем

Требования к оформлению пояснительной записки курсового проекта/ работы

Обязательно для заполнения преподавателем

Если методические указания по курсовому проектированию/ выполнению курсовой 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.

11.6. 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.

11.7. 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.

11.8. 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