

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

---

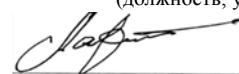
Кафедра конструирования и технологий электронных и лазерных средств (№23)

«УТВЕРЖДАЮ»

Руководитель направления

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)



В.П. Ларин

«19» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Проектирование микросистемных устройств приборостроения»**

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	12.03.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Приборостроение
Наименование направленности	Технология аэрокосмического приборостроения
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург 2020

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил

\_\_\_\_\_

(должность, уч. степень, звание)



\_\_\_\_\_

(подпись, дата)

С.И. Ян

\_\_\_\_\_

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«18» мая 2020 г., протокол № 10/20

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

должность, уч. степень, звание



\_\_\_\_\_

подпись, дата

А.Р. Бестугин

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП ВО 12.03.01

проф., д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

должность, уч. степень, звание



\_\_\_\_\_

подпись, дата

В.П. Ларин

\_\_\_\_\_

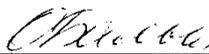
инициалы, фамилия

Заместитель директора института № 2 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

\_\_\_\_\_

должность, уч. степень, звание



\_\_\_\_\_

подпись, дата

О.Л. Балышева

\_\_\_\_\_

должность, уч. степень, звание

## Аннотация

Дисциплина «Проектирование микроэлектронных устройств приборов» входит в образовательную программу высшего образования по направлению подготовки/специальности 12.03.01 «Приборостроение» направленности «Технология аэрокосмического приборостроения». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен к анализу технического задания при проектировании приборов на основе изучения технической литературы и патентных источников»

ПК-2 «Способен участвовать в разработке функциональных, структурных и принципиальных схем приборов и систем»

ПК-3 «Способен рассчитывать и проектировать элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия с использованием стандартных средств компьютерного проектирования»

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 студента, консультации, 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 «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-1 Способен к анализу технического задания при проектировании приборов на основе изучения технической литературы и патентных источников	ПК-1.Д.1 анализирует техническое задание при проектировании приборов на основе изучения технической литературы ПК-1.Д.2 анализирует техническое задание при проектировании приборов на основе изучения патентных источников ПК-1.Д.3 изучает и анализирует комплект конструкторской документации (чертежи, ТУ, схемы, программы испытаний)
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен участвовать в разработке функциональных, структурных и принципиальных схем приборов и систем	ПК-2.Д.1 участвует в разработке функциональных, структурных и принципиальных схем приборов и систем ПК-2.Д.2 проводит расчеты для разработки функциональных узлов бортовой аппаратуры космических аппаратов ПК-2.Д.3 осуществляет операционное сопровождение процесса создания электронных средств и электронных систем бортовых комплексов
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен рассчитывать и проектировать элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия с использованием стандартных средств компьютерного проектирования	ПК-3.Д.1 рассчитывает элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия ПК-3.Д.2 проектирует элементы и устройства приборов, основанные на различных физических принципах действия ПК-3.Д.3 проектирует типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования ПК-3.Д.4 проводит проектные расчеты и технико-экономическое обоснование конструкций приборов в соответствии с техническим заданием

## 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>Аудиторные занятия, всего час.</b>	85	68	17
в том числе:			
лекции (Л), (час)	34	34	
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34	
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)	17		17
экзамен, (час)	36	36	
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	95	76	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	-	4
Раздел 2. <b>Конструкции гибридных ИМС и МСБ</b>	4	-	10	-	18
Раздел 3. <b>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на биполярных транзисторах</b>	4	-	12	-	18

Раздел 4. <b>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на МОП-структурах</b>	6	-	10	-	18
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	-	-	-	18
Семестр 6					
Выполнение курсового проекта				17	
Итого в семестре:				17	19
Итого	34	0	34	17	95

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>БИС и СБИС.</b> Тема 1.1 Общая характеристика БИС: стандартные, заказные, полузаказные. 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.
<b>2</b>	<b>Конструкции гибридных ИМС и МСБ.</b> 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.
<b>3</b>	<b>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на биполярных транзисторах.</b> Тема 1.1 Классификация микросхем. Элементы полупроводниковых ИМС на биполярных транзисторах. Тема 1.2 Изоляции элементов. Методы изоляции элементов полупроводниковых ИМС. Тема 1.3 Транзисторы n-p-n типа. Разновидности n-p-n транзисторов: с барьером Шоттки, супер-бета транзисторы, многоэмиттерные, многоколлекторные. Тема 1.4 Транзисторы p-n-p типа. Конструкции транзисторов: планарные, вертикальные, на изоляторе. Интегральные диоды. Диоды Шоттки. Полупроводниковые резисторы: диффузионные, ионно-легированные. Полупроводниковые конденсаторы.
<b>4</b>	<b>Конструкции элементов полупроводниковых интегральных микросхем на МОП-структурах.</b>

<b>5</b>	<p><i>Тема 4.1 Элементы полупроводниковых ИМС на МОП-структурах.</i></p> <p><i>Тема 4.2 Униполярные транзисторы: МОП, полевые, транзисторы с плавающим затвором.</i></p> <p><i>Тема 4.3 Области применения ИМС на полевых структурах. МОП – транзисторные ключи. Простейшие усилители на МОП - транзисторах.</i></p> <p><i>Тема 4.4 Логические элементы на МОП – транзисторах. Элементы памяти на КМОП-структурах.</i></p> <p><b>Конструирование и расчет элементов гибридных ИМС.</b></p> <p><b>Тема 5.1 Проектирование гибридных ИМС и МСБ.</b></p> <p><i>Тема 5.1.1 Расчет теплового режима МСБ.</i></p> <p><i>Тема 5.1.2 Расчет надежности МСБ.</i></p> <p><i>Тема 5.1.3 Конструкторская и технологическая документация на МСБ.</i></p> <p><b>Тема 5.2 Пленочные элементы гибридных ИМС и МСБ</b></p> <p><i>Тема 5.2.1 Выбор конструкции и материалов пленочных резисторов.</i></p> <p><i>Тема 5.2.2 Расчет геометрических размеров пленочных резисторов.</i></p> <p><i>Тема 5.2.3 Выбор конструкции и материалов пленочных конденсаторов.</i></p> <p><i>Тема 5.2.4 Расчет геометрических размеров пленочных конденсаторов.</i></p> <p><b>Тема 5.3 Разработка топологии гибридных ИМС и МСБ</b> <i>Тема 5.3.1 Выбор навесных компонентов.</i></p> <p><i>Тема 5.3.2 Разработка топологии микроэлектроники.</i></p> <p><i>Тема 5.3.3 Герметизация МСБ.</i></p>
----------	--

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

Учебным планом не предусмотрено
---------------------------------

#### 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)	№ раздела дисциплины
<b>Семестр 5</b>			
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 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: приобретение умений самостоятельного проектирования компонентов гибридных ИМС и овладение навыками профессиональной производственно-технологической деятельности.

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)	74	74	
Курсовое проектирование (КП, КР)	19		19
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	2	2	
Всего:	95	76	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
	<p>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.</p> <p>Филатов Б.Г.:</p> <p>2. ПМУП_Конспект</p> <p>3. Филатов ПМУП_МУ по ЛР</p> <p>4. ПМУП_МУ к КП</p> <p>5. ПМУП_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.,</p>	

<p>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
	Не предусмотрено

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
	Altium Designer v18 Компас 3D v18 Solidworks 2019

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 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
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;
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"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <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
1	Микроэлектроника. Преимущества. Проблемы.
2	Классификация и обозначение интегральных схем.
3	Конструирование ИМС. Этапы. Исходные данные. Порядок конструирования.
4	Полупроводниковые ИМС. Материалы ПИМС. Изоляция элементов ИМС.
5	Изоляция элементов ИМС Изоляция р-п-переходом.
6	Изоляция тонкой пленкой SiO <sub>2</sub> .
7	Изоляция воздушными промежутками. КНС технология.
8	Комбинированная изоляция: изопланарная технология.
9	Комбинированная изоляция: изоляция V и U-образными канавками.
10	Контакт металл-полупроводник. Выпрямляющие контакты (диод Шоттки).
11	Контакт металл-полупроводник. Омический контакт.
12	Электронно-дырочные переходы.
13	Конструкции диодов ПИМС. Стабилитроны. Диоды Шоттки.
14	Биполярные транзисторы. Типовая структура и эквивалентная схема вертикального транзистора.
15	Разновидности п-р-п-транзисторов. Многоэмиттерный и многоколлекторный транзистор.
16	Разновидности п-р-п-транзисторов. Транзистор с барьером Шоттки.
17	Р-п-р-транзисторы. Паразитный р-п-р-транзистор.
18	Разновидности р-п-р-транзисторов. Горизонтальные р-п-р-транзисторы.
19	Вертикальные р-п-р-транзисторы. Р-п-р-транзисторы по технологии КНС.
20	МОП-транзисторы со встроенным и с индуцированным каналом. Преимущества МОП-транзисторов.
21	МОП-транзисторы. Проблемы при создании п-канальных транзисторов.
22	Разновидности МОП-транзисторов. МОП-транзистор с алюминиевым затвором.
23	МОП-транзистор с самосовмещенным алюминиевым затвором.
24	МОП-транзистор с самосовмещенным поликремниевым затвором
25	МНОП-транзистор. Перепрограммируемые запоминающие устройства с электрическим стиранием.
26	Перепрограммируемые запоминающие устройства с УФ стиранием
27	КМОП-ИМС. Структура и топология. Преимущества. Смешанные ИМС.
28	Резисторы ПИМС.
29	Конденсаторы ПИМС. Конденсаторы на основе р-п-перехода.
30	МОП- конденсаторы.
31	Гибридные ИМС. Подложки. Требования к подложкам. Материалы подложек.
32	ГИМС. Проектирование резисторов. Выбор материала. Выбор конфигурации.
33	ГИМС. Проектирование резисторов. Порядок расчета.
34	ГИМС. Конденсаторы. Выбор материала. Выбор конфигурации.
35	ГИМС. Конденсаторы. Порядок расчета.
36	Катушки индуктивности.
37	РС-структуры.
38	ГИМС. Конструкции навесных компонентов.
39	Корпуса ИМС. Классификация по форме. Корпуса типов 1, 2 и 3.
40	Корпуса ИМС. Классификация по форме. Корпуса типов 4, 5 и 6.
41	Корпуса ИМС. Классификация по материалам. Контроль герметичности.
42	БИС и СБИС. Преимущества. Проблемы
43	Классификация ИМС по признаку методов проектирования. Стандартные (универсальные) БИС.
44	Специализированные БИС. Полузаказные БИС. Базовые матричные кристаллы (БМК).
45	Заказные БИС. Полностью заказные. На стандартных ячейках.
46	Программируемые логические ИС. Однократно программируемые ПЛИС.
47	Программируемые логические ИС. Репрограммируемые ПЛИС.
48	Большие гибридные ИС (БГИС). Многослойные коммутационные подложки.

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
	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 МСБ»</u> Исходные данные: сборочный чертеж электронного узла. Содержание проекта зависит от варианта конструкции МСБ. 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
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 содержатся в МУ по видам занятий дисциплины

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