

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
 «Современные технологии 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)
 (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 «Современные технологии 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 не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-12 «Способен осуществлять проработку КД на технологичность»

ПК-13 «Способен осуществлять проработку маршрута изготовления электронных средств и кабелей, электронных изделий типа "система в корпусе"»

ПК-14 «Способен осуществлять разработку технологической документации (ТД) на сборку и монтаж электронных средств и кабелей, включая: карты входного (сборочных единиц, деталей, ПКИ и материалов), выходного технологического контроля и испытаний»

ПК-15 «Способен осуществлять расчет норм расхода основных и вспомогательных материалов, покупных комплектующих изделий (ПКИ), необходимых для изготовления электронных средств и кабелей, а также для отработки технологических операций»

ПК-16 «Способен осуществлять отработку технологических операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей»

ПК-17 «Способен осуществлять разработку проектов технологических планировок на размещение рабочих мест и технологического оборудования»

ПК-18 «Способен разрабатывать мероприятия, направленные на бездефектное выполнение технологических операций»

ПК-19 «Способен осуществлять разработку технических заданий на проектирование средств технологического оснащения (приспособлений, инструмента) и нестандартного оборудования»

ПК-20 «Способен осуществлять установление причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций, в том числе выявлять брак кристаллов и компонентов при изготовлении изделий типа "система в корпусе"»

ПК-21 «Способен выполнять экспериментальные и теоретические научно-исследовательские работы при исследовании электронных средств и электронных систем в процессе их создания, разрабатывать тестовые воздействия и наборы тестов для электронных средств и электронных систем, поведенческие модели электронного оборудования»

ПК-23 «Способен исследовать, выявлять и анализировать причины, последствия и критичность отказов электронных средств при отработке и в процессе эксплуатации, группировку (систематизацию) отказов по степени сложности и важности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением теоретических основ и практических методик технологических процессов изготовления микроэлектронных изделий.

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 зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 1 зачетную единицу, 36 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины «Современные технологии микроэлектроники»: формирование у обучающихся профессиональной подготовки по технологиям микроэлектроники и интегральных микросхем, получение необходимых знаний, умений и навыков в области расчета элементов интегральных микросхем, их сборки, монтажа и герметизации.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению 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-12 Способен осуществлять проработку КД на технологичность	ПК-12.3.2 знает методологию оценки технологичности изделий
Профессиональные компетенции	ПК-13 Способен осуществлять проработку маршрута изготовления электронных средств и кабелей, электронных изделий типа "система в корпусе"	ПК-13.У.1 умеет разрабатывать и оптимизировать маршруты изготовления изделий с использованием специальных прикладных компьютерных программ
Профессиональные компетенции	ПК-14 Способен осуществлять разработку технологической документации (ТД) на сборку и монтаж электронных средств и кабелей, включая: карты входного (сборочных единиц, деталей, ПКИ и материалов), выходного технологического контроля и испытаний	ПК-14.У.1 умеет разрабатывать технологическую документацию (ТД): единичные, типовые, групповые технологические процессы
Профессиональные компетенции	ПК-15 Способен осуществлять расчет норм расхода основных и вспомогательных	ПК-15.3.1 знает методики расчета норм расхода основных и вспомогательных материалов, ПКИ ПК-15.У.1 умеет составлять документы на заказ и приобретение необходимых деталей и

	материалов, покупных комплектующих изделий (ПКИ), необходимых для изготовления электронных средств и кабелей, а также для отработки технологических операций	сборочных единиц, материалов, ПКИ, в том числе для отработки технологий
Профессиональные компетенции	ПК-16 Способен осуществлять отработку технологических операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей	ПК-16.3.1 знает основополагающие физические процессы технологических операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей ПК-16.3.2 знает свойства и характеристики основных и вспомогательных материалов, используемых при изготовлении электронных средств и кабелей ПК-16.У.1 умеет осуществлять отработку операций сборки и монтажа электронных средств и кабелей
Профессиональные компетенции	ПК-17 Способен осуществлять разработку проектов технологических планировок на размещение рабочих мест и технологического оборудования	ПК-17.3.1 знает технические характеристики и требования по эксплуатации технологического оборудования, требования охраны труда, пожаро- взрывобезопасности и промышленной санитарии при выполнении технологических операций ПК-17.В.1 владеет навыками разработки проектов технологических планировок на размещение рабочих мест и технологического оборудования, в том числе с использованием специализированных САПР
Профессиональные компетенции	ПК-18 Способен разрабатывать мероприятия, направленные на бездефектное выполнение технологических операций	ПК-18.3.1 знает основные допустимые и недопустимые технологические дефекты при выполнении технологических операций, в том числе при изготовлении электронных изделий типа "система в корпусе" ПК-18.У.1 умеет идентифицировать и анализировать выявленные технологические дефекты ПК-18.В.1 владеет навыками разработки мероприятий, направленных на бездефектное выполнение технологических операций
Профессиональные компетенции	ПК-19 Способен осуществлять разработку технических заданий на проектирование средств	ПК-19.3.1 знает номенклатуру и характеристики основного оборудования и оснастки, необходимых для выполнения технологических операций ПК-19.В.1 владеет навыками обоснования необходимости проектирования и изготовления нестандартных средств

	технологического оснащения (приспособлений, инструмента) и нестандартного оборудования	технологического оснащения и нестандартного оборудования
Профессиональные компетенции	ПК-20 Способен осуществлять установление причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций, в том числе выявлять брак кристаллов и компонентов при изготовлении изделий типа "система в корпусе"	ПК-20.3.1 знает порядок технологического сопровождения процессов изготовления электронных средств и кабелей, установления причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций ПК-20.У.1 умеет определять и анализировать выявленные отклонений от требований КД и ТД ПК-20.В.1 владеет навыками установление причин возникновения отклонений от требований КД и ТД при выполнении технологических операций ПК-20.В.2 владеет навыками разработки проекта мероприятий по предупреждению отклонений от требований КД и ТД, в том числе с использованием прикладных компьютерных программ
Профессиональные компетенции	ПК-21 Способен выполнять экспериментальные и теоретические научно-исследовательские работы при исследовании электронных средств и электронных систем в процессе их создания, разрабатывать тестовые воздействия и наборы тестов для электронных средств и электронных систем, поведенческие модели электронного оборудования	ПК-21.3.1 знает методологию проведения экспериментальных и теоретических исследований
Профессиональные компетенции	ПК-23 Способен исследовать, выявлять и	ПК-23.3.2 знает возможные причины отказов электронных средств в процессе эксплуатации

	анализировать причины, последствия и критичность отказов электронных средств при отработке и в процессе эксплуатации, группировку (систематизацию) отказов по степени сложности и важности	
--	--	--

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
		№6
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	1/ 36	1/ 36
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	17	17
в том числе:		
лекции (Л), (час)		
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
Самостоятельная работа, всего (час)	19	19
Вид промежуточной аттестации: зачет,	Зачет	Зачет

дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, 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 6					
Раздел 1. Технологическое оборудование		5			4
Раздел 2. Критические этапы разработки		4			5
Раздел 3. Российская микроэлектроника		4			5
Раздел 4. Автоматизация процессов		4			5
Итого в семестре:		17			19
Итого	0	17	0	0	19

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
	Учебным планом не предусмотрено

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
Семестр 6					
1	Разработка КД в Компас 3D	моделирование	9		2
2	Физическое моделирование в САЕ	моделирование	8		4
Всего			17		

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
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	5	5
Расчетно-графические задания (РГЗ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)	8	8
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	1	1
Всего:	19	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)
	<p>1. А.Р. Бестугин, И.А. Киршина, С.И. Ян Техническая документация конструирования и производства: учебное пособие. С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Санкт-Петербург: [б. и.], 2023. - 149 с.</p> <p>Доп. литература 1. Коледов Л.А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и</p>	

	<p>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 «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058 от 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	13-17

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Зачет	Список вопросов; Тесты; Задачи.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<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.

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Ионное легирование. Техническая реализация.	ПК-12.3.2
	Литография.	ПК-13.У.1
	Фотолитография.	ПК-14.У.1
	Негативные фоторезисты.	ПК-15.3.1
	Позитивные фоторезисты.	ПК-15.У.1
	Методы контроля чистоты подложки.	ПК-16.3.1
	Технологические атмосферы и среды	ПК-16.3.2
	Параметры атмосферы. Герметичные скафандры.	ПК-16.У.1
	Технологический процесс фотолитографии.	ПК-17.3.1
	Сварка плавлением. Сварка давлением.	ПК-17.В.1
	Пайка. Припой. Флюсы.	ПК-18.3.1
	Термокомпрессионная сварка.	ПК-18.У.1
	Сварка расщепленным электродом.	ПК-18.В.1
	Сварка V-образным электродом.	ПК-19.3.1
	Ультразвуковая сварка.	ПК-19.В.1
	Сварка электронным и лазерным лучом.	ПК-20.3.1
	Фоторезисты. Светочувствительность.	ПК-20.У.1
	Техническая реализация процессов диффузии.	ПК-20.В.1
	Роль флюса в процессе пайки.	ПК-20.В.2
	Характеристики вакуума.	ПК-21.3.1
	Очистка подложек.	ПК-23.3.2

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

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

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора

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

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