МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Конструирование и технология наноэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные занятия	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	92	92	часов
5	Из них в интерактивной форме	16	16	часов
6	Самостоятельная работа	52	52	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 5 семестр

Согласована на портале № 3028

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 45 от «17» 5 2016 г.

Томск 2016

Согласована на портале № 3028

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

Ассистент каф. РЭТЭМ	_____	Ряполова Ю. В.
Доцент каф. РЭТЭМ	_____	Солдаткин В. С.
Зав. кафедрой РЭТЭМ	_____	Туев В. И.

Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ	_____	Туев В. И.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ	_____	Озеркин Д. В.
Заведующий выпускающей каф. КУДР	_____	Лощилов А. Г.

Эксперты:

Зам. зав. кафедры РЭТЭМ по УМР, доцент каф. РЭТЭМ	_____	Несмелова Н. Н.

Согласована на портале № 3028

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

обучение студентов основам теории и анализа базовых технологических процессов производства электронных средств (РЭС).

1.2. Задачи дисциплины

– - изучение методов описания точности и стабильности параметров технологических процессов в производстве РЭС;;

– - рассмотрение технологических проблем надежности РЭС;;

– - обучение студентов методам планирования экспериментов и приемы обработки их результатов;;

– - освоение студентами методов моделирования процессов и оптимизации технических решений.;

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств» (Б1.В.ОД.8) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика 1, Математика 2, Материалы и компоненты электронных средств, Физика, Физические основы микро- и наноэлектроники, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Конструирование и технология микро- и наноэлектронных средств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

– ПК-2 готовностью проводить эксперименты по заданной методике, анализировать результаты, составлять обзоры, отчёты;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** современные методы решения задач математического, физического, конструкторского и технологического характера при проектировании и изготовлении электронных средств.

– **уметь** выявлять сущность проблем при решении задач математического, физического, конструкторского и технологического характера при проектировании и изготовлении электронных средств

– **владеть** навыками формулировать и решать нетиповые задачи возникающие в ходе профессиональной деятельности

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные занятия	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	92	92	часов
5	Из них в интерактивной форме	16	16	часов
6	Самостоятельная работа	52	52	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов

Согласована на портале № 3028

8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Основные понятия, определения, общая характеристика и структура технологических систем	2	0	0	3	5	ОПК-7, ПК-2
2	Разработка и применение технологических процессов. Виды технологических процессов	8	8	8	6	30	ОПК-7, ПК-2
3	Организация проектирования технологических процессов	4	0	4	5	13	ОПК-7, ПК-2
4	Термические и термохимические технологические процессы	8	8	4	11	31	ОПК-7, ПК-2
5	Химические и электрохимические технологические процессы	8	12	4	16	40	ОПК-7, ПК-2
6	Покровные и печатные технологии	6	8	0	11	25	ОПК-7, ПК-2
	Итого	36	36	20	52	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Основные понятия, определения, общая характеристика и структура технологических систем	Основные понятия, определения ЕСТД, ЕСТПП. Общие принципы разработки и построения ЕСТД. Технологические системы, их структура и особенности организации по ЕСТПП. Общая характеристика РЭА как объекта производства. Технологические системы и	2	ОПК-7, ПК-2

Согласована на портале № 3028

	особенности их организации. Общая характеристика, структура и показатели эффективности технологической системы. Технология РЭС как сложная система. Основные параметры ТП (точность, надежность, экономичность, производительность и др.). Взаимосвязь технического уровня технологических процессов и организационно-технического уровня производства. Классификация и определение видов технологических процессов: форма организации технологического процесса; освоенность производством технологического процесса.		
	Итого	2	
2 Разработка и применение технологических процессов. Виды технологических процессов	Единичный технологический процесс (ЕТП). Типовой технологический процесс (ТТП). Принципы типизации технологических процессов. Требования к ТПП в плане рациональности, единства содержания и последовательности технологических операций. Типовой перспективный и рабочий технологические процессы. Групповой технологический процесс (ГТП), принцип группирования предметов производства с учетом основных факторов организации производства. Группирование предметов производства на основе их классификации и результатов комплексного анализа. Комплексное изделие, как основа разработки ГТП и выбора общих средств технологического оснащения. Требования к комплексному изделию. Групповой перспективный и рабочий технологические процессы.Требования к разрабатываемым технологическим процессам. Виды исходной информацию для разработки технологических процессов. Этапы разработки технологических процессов: анализ исходных данных для разработки ТП; классификация и группирование объектов производства; количественная оценка групп объектов производства; анализ типовых представителей; выбор действующего ТТП, ГТП или ЕТП; составление	8	ОПК-7, ПК-2

	технологического маршрута. Применение научно-технической документации (НТД) на ТТП в зависимости от задач технологической подготовки производства. Специфика применения ТТП и ГТП.		
	Итого	8	
3 Организация проектирования технологических процессов	Организация технологического проектирования на основе типовой технологии. Основные задачи, решаемые на этапах проектирования единичных, групповых и типовых технологических процессов. Основные задачи, решаемые на этапах проектирования перспективных технологических процессов. Технико-экономи-ческий уровень перспективных технологических процессов. Перспективные технологические процессы как основной источник информации при перспективном планировании развития производства.	4	ОПК-7, ПК-2
	Итого	4	
4 Термические и термохимические технологические процессы	Физико-технологические основы теории электрических соединений и сборки. Классификация методов получения электрических соединений, их характеристики и технические требования к качеству. Физико-технологические основы пайки. Взаимосвязь конструкции паяных соединений и режимов пайки. Выбор припоев. Групповые методы пайки, их сущность и сравнительные характеристики: пайка одиночной (двойной) волной припоя, пайка ИК излучением, пайка в парогазовой среде. Оптимизация режимов пайки методом планирования эксперимента. Оборудование, оснастка, механизация и автоматизация процессов пайки. Пути повышения показателей качества паяных соединений.Сварка, физическое содержание процессов сварки, их технологические характеристики и возможности. Методы формирования сварных соединений квазисплавлением: термокомпрессионная сварка, ультразвуковая сварка, сварка расщепленным электродом.	8	ОПК-7, ПК-2

Согласована на портале № 3028

	Оптимизация технологических режимов по качеству соединений. Оборудование, оснастка, механизация и автоматизация процессов сварки.		
	Итого	8	
5 Химические и электрохимические технологические процессы	Способы активирования диэлектриков. Физико-химические закономерности активирования поверхности диэлектрических материалов перед металлизацией. Механизм процессов активирования диэлектриков в технологии химической металлизации. Прямая металлизация диэлектриков. Электрохимические процессы осаждения проводящих покрытий. Электрохимические и химические процессы травления металлов. Травление полимерных материалов	8	ОПК-7, ПК-2
	Итого	8	
6 Покровные и печатные технологии	Применения процессов полиграфии для изготовления электронных устройств. Технология печати электронных компонентов. Струйная печать. Трафаретная печать. Нанолитография. Материалы печатной электроники. Неорганические материалы. Органические материалы.Основные ТП защиты приборов и устройств от внешних воздействий: пропитка, заливка, обволакивание. Применяемые материалы и их технологические свойства. Математическое моделирование процессов влагозащиты. Анализ влияния технологических факторов при влагозащите на точность и качество функционирования сборочных единиц. Технологическое оборудование, контроль качества. Пути совершенствования влагозащитных работ. Герметизация приборов и устройств. Методы получения герметичных соединений. Контроль герметичности. Применяемое оборудование.	6	ОПК-7, ПК-2
	Итого	6	
Итого за семестр		36	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и

Согласована на портале № 3028

обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.
Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины							
1	Математика 1	+	+	+	+	+	+
2	Математика 2	+	+	+	+	+	+
3	Материалы и компоненты электронных средств	+	+	+	+	+	+
4	Физика	+	+	+	+	+	+
5	Физические основы микро- и наноэлектроники	+	+	+	+	+	+
6	Химия	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины							
1	Конструирование и технология микро- и наноэлектронных средств	+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-7	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Отчет по практике
ПК-2	+	+	+	+	Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Отчет по практике

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Всего

Согласована на портале № 3028

Мини-лекция	2	2	4
Выступление студента в роли обучающего	2	2	4
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	2	2	4
Разработка проекта	2	2	4
Итого	8	8	16

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Разработка и применение технологических процессов. Виды технологических процессов	Физические и химические свойств паяных соединений и их зависимость от компонентного состава припоев	4	ОПК-7, ПК-2
	Выбор метода математического планирования при оптимизации факторов пайки	4	
	Итого	8	
3 Организация проектирования технологических процессов	Физические и химические свойств паяных соединений и их зависимость от компонентного состава припоевВыбор метода математического планирования при оптимизации факторов пайкиИсследование паяемости контактных площадок печатных платИсследование паяемости выводов компонентовВизуальный контроль качества паяных соединений	4	ОПК-7, ПК-2
	Итого	4	
4 Термические и термохимические технологические процессы	Методы оценки совместимости паяемого материала с припоем	4	ОПК-7, ПК-2
	Итого	4	
5 Химические и электрохимические технологические процессы	Оформление конструкторско-технологической документации	4	ОПК-7, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		20	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 3028

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
2 Разработка и применение технологических процессов. Виды технологических процессов	Принципы типизации технологических процессовГрупповой технологический процесс (ГТП), принцип группирования предметов производства с учетом основных факторов организации производства.	8	ОПК-7, ПК-2
	Итого	8	
4 Термические и термохимические технологические процессы	Влияние физико-химических факторов на прочность паяных соединенийВлияние бессвинцовой пайки на базовые материалы	8	ОПК-7, ПК-2
	Итого	8	
5 Химические и электрохимические технологические процессы	Физико-химические закономерности активирования поверхности диэлектрических материаловМеханизм процессов активирования диэлектриков в технологии химической металлизацииТехнология прямой металлизации диэлектриков	12	ОПК-7, ПК-2
	Итого	12	
6 Покровные и печатные технологии	Применения процессов полиграфии в технологиях печати электронных компонентов и устройств.Анализ влияния технологических факторов при влагозащите на точность и качество функционирования сборочных единиц.	8	ОПК-7, ПК-2
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Основные понятия,	Проработка лекционного	3	ОПК-7	Выступление (доклад) на

Согласована на портале № 3028

определения, общая характеристика и структура технологических систем	материала			занятии
	Итого	3		
2 Разработка и применение технологических процессов. Виды технологических процессов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-7, ПК-2	Отчет по практике, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	6		
3 Организация проектирования технологических процессов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-7, ПК-2	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	5		
4 Термические и термохимические технологические процессы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-7, ПК-2	Отчет по практике, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	11		
5 Химические и электрохимические технологические процессы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-7, ПК-2	Отчет по практике, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	16		
6 Покровные и печатные технологии	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-7, ПК-2	Отчет по практике, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	3		
	Итого	11		
Итого за семестр		52		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		88		

Согласована на портале № 3028

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	4	4	5	13
Опрос на занятиях	9	9	9	27
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Отчет по практике	5	5	5	15
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 3028

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – СПБ.: Издательство «Лань», 2014. – 480 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/41019/

12.2. Дополнительная литература

1. Проектирование и технология печатных плат: Учебник для вузов/ Е. В. Пирогова. -М.: Форум, 2005; М.: Инфра-М, 2005. - 559 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 77 экз.)
2. Печатные платы. Конструкции и материалы: Монография/ А. М. Медведев. - М.: Техносфера, 2005. - 302 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 83 экз.)
3. Единая система технологической документации: Справочное пособие / Е.А. Лобода, В.Г. Мартынов и др. - М.: Издательство стандартов, 1992. - 325 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)
4. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов/ И. П. Бушминский, О. Ш. Даутов, А. П. Достанко и др.; Ред. А. П. Достанко, Ред. Ш. М. Чабдаров. - М.: Радио и связь, 1989. - 624 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. «Основы технология РЭС», «Технология РЭС», «Технология поверхностного монтажа», «Технологические процессы и производства», «Технология ЭВС-2»: Практикум / Христюков В. Г. - 2012. 177 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2010, свободный.
2. Технология РЭС: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Смирнов Г. В., Троян О. Е., Христюков В. Г., Кан А. Г. – 2012. 99 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/2014, свободный.
3. Технология производства электронных средств: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств" / Солдаткин В. С., Троян О. Е., Туев В. И. — 2016. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6247, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. https://edu.tusur.ruhttp://e.lanbook.comhttp://elibrary.ru

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение каф. РЭТЭМ, НИИ СТ ТУСУР

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 3028

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Теоретические основы технологии радиоэлектронных средств

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Профиль: **Конструирование и технология наноэлектронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **КУДР, Кафедра конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры**
Курс: **3**
Семестр: **5**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- Ассистент каф. РЭТЭМ Ряполова Ю. В.
- Доцент каф. РЭТЭМ Солдаткин В. С.
- Зав. кафедрой РЭТЭМ Туев В. И.

Экзамен: 5 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 3028

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-7	способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Должен знать современные методы решения задач математического, физического, конструкторского и технологического характера при проектировании и изготовлении электронных средств. ; Должен уметь выявлять сущность проблем при решении задач математического, физического, конструкторского и технологического характера при проектировании и изготовлении электронных средств ; Должен владеть навыками формулировать и решать нетиповые задачи возникающие в ходе профессиональной деятельности;
ПК-2	готовностью проводить эксперименты по заданной методике, анализировать результаты, составлять обзоры, отчёты	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-7

ОПК-7: способностью учитывать современные тенденции развития электроники,

Согласована на портале № 3028

измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные методы решения задач математического, физического, конструкторского и технологического характера при проектировании и изготовлении электронных средств.	способен выявлять сущность проблем при решении задач математического, физического, конструкторского и технологического характера при проектировании и изготовлении электронных средств	навыками формулировать и решать нетиповые задачи возникающие в ходе профессиональной деятельности
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Сформированные систематические знания в пределах изучаемой области знаний с пониманием границ применимости;	• Сформированное умение решать нетиповые, проблемные задачи в пределах изучаемой области знаний;	• Успешное и систематическое применение навыков решать поставленные задачи и проводить качественную оценку результатов;
Хорошо (базовый	• Сформированные, но	• В целом успешно, но	• В целом успешное,

Согласована на портале № 3028

уровень)	не структурированные знания в пределах изучаемой области знаний;	не систематически осуществляемое умение решать типовые задачи в пределах изучаемой области знаний;	но не систематическое применение навыков формулировать и решать поставленные задачи;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Общие, но содержащие отдельные пробелы знаний в пределах изучаемой области знаний;	• В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение решать нетиповые задачи в пределах изучаемой области знаний;	• В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков решать поставленные задачи и проводить качественную оценку результатов;

2.2 Компетенция ПК-2

ПК-2: готовностью проводить эксперименты по заданной методике, анализировать результаты, составлять обзоры, отчёты.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные методы решения задач	проводить эксперименты по заданной методике, анализировать результаты, составлять обзоры, отчеты	навыками формулировать и решать нетиповые задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично	• Сформированные	• Сформированное	• Успешное и

Согласована на портале № 3028

(высокий уровень)	систематические знания современных методов решения нетиповых (проблемных) задач математического, физического, конструкторского, технологического, характера ;	умение решать нетиповые (проблемные) задачи математического, физического, конструкторского, технологического, характера ;	систематическое применение навыков формулировать и решать нетиповые (проблемные) задачи математического, физического, конструкторского, технологического;
Хорошо (базовый уровень)	• Сформированные, но не структурированные знания современных методов решения типовых задач математического, физического, конструкторского, технологического, характера;	• В целом успешно, но не систематически осуществляемое умение решать типовые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, характера ;	• В целом успешное, но не систематическое применение навыков формулировать и решать типовые задачи математического, физического, конструкторского, технологического, характера;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Общие, но содержащие отдельные пробелы знаний основ современных методов решения нетиповых (проблемных) задач математического, физического, конструкторского, технологического, о характера;	• В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение решать нетиповые (проблемные) задачи математического, физического, конструкторского, технологического, характера;	• В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков формулировать и решать нетиповые (проблемные) задачи математического, физического, конструкторского, технологического, характера;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы опросов на занятиях

– Тест (перечислить используемые тесты): 1. Понятие сборочной единицы a. Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями. b. Простейшие конструктивно законченные части, предназначенные для выполнения одной функциональной операции. c. Независимо собираемые части изделия. d. Изделие, состоящее из деталей и материалов. 2. Групповые технологические процессы проектируются для: a. Самой сложной детали группы. b. Самой простой детали группы. c. Самой габаритной детали группы. d. Детали, содержащей все геометрические элементы деталей группы. 3. Понятие технологического процесса a. Получение заготовки и ее последующая обработка. b. Совокупность взаимосвязанных действий, служащих для превращения сырья, материалов и полуфабрикатов в готовые изделия. c. Часть производственного процесса. d. Часть производственного процесса, связанная с изменением физического состояния материала, размеров, формы, внешнего вида и взаимного расположение элементов при изготовлении и сборке изделия. 4. Понятие производственного процесса a. Совокупность взаимосвязанных действий, служащих для превращения сырья, материалов и полуфабрикатов в готовые изделия. b. Получение заготовки и ее последующая обработка. c. Основные процессы, связанные с изготовлением и сборкой

Согласована на портале № 3028

изделий. d. Процессы, связанные с технологической подготовкой производства. 5. Единичное производство характеризуется a. Ограниченной номенклатурой изделий, выпускаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска. b. Использованием универсальных средств технологического оснащения. c. Широкой номенклатурой и малым объемом выпускаемой продукции. d. Использованием рабочего персонала высокой квалификации. 6. Стабильностью технологического процесса называется свойство: a. Сохранять постоянным во времени фактическое поле рассеяния параметров качества изготавливаемых изделий. b. Сохранять постоянными во времени параметры и закон распределения параметров качества изготавливаемых изделий c. Сохранять во времени точность параметров качества изготавливаемых изделий d. Обеспечивать изготовление изделий с минимальными отклонениями от заданных разработчиком параметров 7. Основные правила выбора баз a. Обеспечение возможности использования одной и той же базы для обработки максимального числа поверхностей b. Обеспечение неподвижности обрабатываемой детали посредством наложения определенных ограничений (связей) на ее возможные перемещения в пространстве c. Обеспечение единства и постоянства баз d. Обеспечение совмещения технологической базы с конструкторской 8. При отлаженном и стабильном технологическом процессе погрешности параметров качества изготавливаемых изделий распределяются по: a. Закону Гаусса b. Равновероятному закону c. Закону Симпсона d. Закону Максвелла 9. Понятие детали a. Изделие, изготовленное из одноименного по марке и наименованию материала, без применения сборочных операций. b. Любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. c. Простейшие конструктивно законченные части, предназначенные для выполнения одной функциональной операции. d. Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями. 10. Правила оформления технологической документации устанавливаются стандартами a. ЕСТД b. ЕСКД c. ЕСПД d. СТП 11. Задачи оценки и обеспечения технологичности конструкции изделия решаются на этапе a. Проектирования технологического процесса. b. Технологической подготовки производства. c. Организации и управления процессом технологической подготовки производства. d. Выбора варианта технологического процесса. 12. Основные задачи технологической подготовки производства a. Обеспечение технологичности конструкции изделия; разработка технологических процессов; проектирование и изготовление средств технологического оснащения, организация и управление процессом технологической подготовки производства b. Разработка маршрутной и операционной технологий, проектирование и изготовление средств технологического оснащения. c. Обеспечение технологичности конструкции изделия. d. Разработка технологических процессов и оформление технологической документации

3.2 Темы докладов

– 1. Технологические системы и особенности их организации 2. Конструкторско-технологический анализ изделий РЭС 3. Нормоконтроль конструкторской документации 4. Типизация и технологическая унификация элементов конструкции РЭС. 5. Влияние структурной схемы производственного процесса на трудоемкость и себестоимость изделия. 6. Задачи и особенности технологической подготовки производства изделий РЭС

3.3 Экзаменационные вопросы

– 1. Объект технологии производства – конструкция РЭА. Технологическая цепь 2. Роль технолога в производстве РЭА 3. Основные направления развития радиоэлектронного приборостроения 4. Математические модели ТП и методы их построения 5. Классификация моделей ТП. Структура моделей. Основные требования к моделям ТП 6. Построение моделей техпроцессов 7. Конструктивно-технологические особенности современной РЭС 8. Микро-минимизация ─ цель, назначение 9. Технологическая подготовка производства. 10. Конструкторская подготовка производства 11. Вопросы, решаемые при технологической подготовке производства 12. Средства оснащения технологического производства РЭС. Правила выбора и проектирования 13. Технологические системы и особенности их организации 14. Структура и характеристика технологических систем 15. Управление технологической системой 16. Показатели эффективности технологической системы 17. Влияние внешних и внутренних факторов на ТС (на функциональные характеристики) 18. Типизация ТП ─ цель, назначение 19.

Согласована на портале № 3028

Типы технологических процессов Технологическая документация 20. Построение групповых ТП

3.4 Тематика практики

– Принципы типизации технологических процессов Групповой технологический процесс (ГТП), принцип группирования предметов производства с учетом основных факторов организации производства.

– Влияние физико-химических факторов на прочность паяных соединений Влияние бессвинцовой пайки на базовые материалы

– Физико-химические закономерности активирования поверхности диэлектрических материалов Механизм процессов активирования диэлектриков в технологии химической металлизации Технология прямой металлизации диэлектриков

– Применения процессов полиграфии в технологиях печати электронных компонентов и устройств. Анализ влияния технологических факторов при влагозащите на точность и качество функционирования сборочных единиц.

3.5 Темы лабораторных работ

– Выбор метода математического планирования при оптимизации факторов пайки

– Физические и химические свойств паяных соединений и их зависимость от компонентного состава припоев

– Исследование паяемости контактных площадок печатных плат

– Исследование паяемости выводов компонентов

– Визуальный контроль качества паяных соединений

– Оптимизация процесса трафаретной печати

– Методы оценки совместимости паяемого материала с припоем

– Оформление конструкторско-технологической документации

– Математическое моделирование процессов влагозащиты изделий ЭС.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Юрков Н.К. Технология производства электронных средств: учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – СПБ.: Издательство «Лань», 2014. – 480 с. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/view/book/41019/

4.2. Дополнительная литература

1. Проектирование и технология печатных плат: Учебник для вузов/ Е. В. Пирогова. -М.: Форум, 2005; М.: Инфра-М, 2005. - 559 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 77 экз.)

2. Печатные платы. Конструкции и материалы: Монография/ А. М. Медведев. - М.: Техносфера, 2005. - 302 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 83 экз.)

3. Единая система технологической документации: Справочное пособие / Е.А. Лобода, В.Г. Мартынов и др. - М.: Издательство стандартов, 1992. - 325 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

4. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры: Учебник для вузов/ И. П. Бушминский, О. Ш. Даутов, А. П. Достанко и др.; Ред. А. П. Достанко, Ред. Ш. М. Чабдаров. - М.: Радио и связь, 1989. - 624 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. «Основы технология РЭС», «Технология РЭС», «Технология поверхностного монтажа», «Технологические процессы и производства», «Технология ЭВС-2»: Практикум / Христюков В. Г. - 2012. 177 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2010, свободный.

2. Технология РЭС: Методические указания по выполнению лабораторных работ /

Согласована на портале № 3028

Смирнов Г. В., Троян О. Е., Христюков В. Г., Кан А. Г. – 2012. 99 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/2014, свободный.

3. Технология производства электронных средств: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов: Методические указания по самостоятельной и индивидуальной работе студентов 11.03.03 "Конструирование и технология электронных средств" / Солдаткин В. С., Троян О. Е., Туев В. И. — 2016. 7 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6247, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. https://edu.tusur.ruhttp://e.lanbook.comhttp://elibrary.ru

Согласована на портале № 3028